

Université catholique de Louvain
Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme – LOCI

Architecture & complexité
Un modèle systémique du processus de (co)conception
qui *vise* l'architecture

Thèse présentée par

Damien Claeys

en vue de l'obtention du grade de docteur
en art de bâtir et urbanisme

Bruxelles
Septembre 2013

Thèse réalisée en fonds propres

© Damien Claeys et Presses universitaires de Louvain, 2013.

Dépôt légal D/2013/9964/232-4

ISBN 978-87558-232-4

Imprimé en Belgique

Tous droits de reproduction, d'adaptation ou de traduction, par quelque procédé que ce soit, réservés pour tous pays, sauf autorisation de l'éditeur ou de ses ayants droits.

Diffusion :

www.i6doc.com, l'édition universitaire en ligne

Sur commande en librairie ou à

Diffusion universitaire CIACO

Grand-Place 7, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

Tél. 32 10 47 33 78

Fax 32 10 45 73 50

duc@ciaco.com

Université catholique de Louvain
Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme – LOCI

Architecture & complexité
Un modèle systémique du processus de (co)conception
qui *vise* l'architecture

Thèse présentée par

Damien Claeys

en vue de l'obtention du grade de docteur
en art de bâtir et urbanisme

Membres du jury :

Prof. André de Herde (UCL), président de jury
Prof. Jean Stillemans (UCL), promoteur
Prof. David Vanderburgh (UCL)
M. Xavier de Coster (UCL)
Prof. Bernard Kormoss (Ulg), membre extérieur
Dr. Jacques Steiwer, membre extérieur

Bruxelles
Septembre 2013

Remerciements

Je tiens à remercier tous ceux qui ont accepté de m'accompagner dans la réalisation de cette recherche : les professeurs Jean Stillemans (promoteur), Xavier de Coster et David Vanderburgh pour leur soutien, leurs conseils et les nombreuses connaissances qu'ils ont partagées, mais également les membres de la faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme, ceux du "Réseau Architecture & Complexité", de l'ASLBL "Systèmes & Organisations" et du "Groupe d'Intervention et de Recherche en Organisation des Systèmes". Je remercie Sylvain Marbehant et Geoffrey van Moeseke pour l'émulation produite.

Je remercie également le professeur André de Herde qui a accepté d'assurer la présidence du jury, ainsi que les professeurs Bernard Kormoss et Jacques Steiwer d'avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse.

Enfin, je remercie mes parents qui m'ont toujours soutenu et plus spécialement ma femme Céline pour son soutien constant pendant toutes ces années.

INTRODUCTION.

DE QUELQUES PRÉCÉDENTS À L'ÉMERGENCE D'UNE QUESTION

Notre thèse interroge le domaine de la conception en architecture. Notre motivation pour entreprendre cette recherche vient, en premier lieu, de notre pratique de l'enseignement du projet d'architecture à l'université et, surtout, d'un constat important : l'absence de modèles théoriques, dédiés spécifiquement au champ de la conception en architecture, à la fois solides pour répondre aux exigences scientifiques et suffisamment souples pour être adaptables à n'importe quel projet d'architecture.

Dans ces conditions, comment enseigner ce qu'est un projet d'architecture sans avoir de modèle théorique de référence ? Comment définir et dispenser des connaissances qui permettraient d'en concevoir un ? Qu'est-ce qu'un processus de (co)conception en architecture ? Quelle méthode scientifique utiliser pour en modéliser un ? Comment faire pour que cette modélisation puisse être validée scientifiquement et s'applique à tous les projets d'architecture rencontrés ?

La thèse que nous défendons a pour finalité l'élaboration d'un modèle (analytico)systémique du processus de (co)conception qui *vis*e l'architecture. Ce modèle devra donc répondre à toutes ces questions.

Qu'entendons-nous par processus de conception en architecture ? Sans (trop) dévoiler ce qui suit, nous postulons que la principale finalité *projective* poursuivie par un concepteur lorsqu'il mène un processus de conception est de fabriquer des lieux, c'est-à-dire qu'avec un artefact il tente d'équilibrer les interactions entre la culture, l'homme et l'environnement. Lorsqu'un concepteur désire que les édifices qu'il conçoit, les architectures, ne soient pas seulement des constructions, il *vis*e également, par l'intermédiaire des artefacts qu'il plante, un domaine de connaissances implicite appelé l'architecture. Au cours des processus de conception qu'il mène, un concepteur s'assure donc de concevoir des artefacts à planter dans un contexte local qui permettent l'instauration de lieux en *visant* l'architecture de manière à équilibrer les interactions entre différentes dimensions contextuelles. Le processus de conception tel qu'il sera étudié ici est à l'œuvre lorsqu'un concepteur (par exemple un architecte) mobilise les informations relationnées du domaine de connaissance (l'architecture) pour construire des édifices (les architectures). Il démarre alors un processus de conception d'un modèle architectural (M_i), c'est-à-dire d'un *analogon* du projet d'architecture.

Comment envisager le fonctionnement d'un processus de conception ? Le point de départ choisi est de considérer la *dialogique* – l' "unité complexe" entre deux polarités qui sont à la fois "complémentaires, concurrentes et antagonistes" (Morin 2004) – entre ce que pourraient être les méthodes *réductionniste* et *holistique*

utilisées par des concepteurs pour concevoir des architectures. À première vue, les concepteurs peuvent, pour concevoir un projet d'architecture, envisager d'utiliser une méthode de pensée qui rende le modèle architectural – l'image mentale du projet – simple à comprendre en le réduisant en plusieurs parties de manière analytique ou, au contraire, une méthode qui le rende complexe à appréhender en le contextualisant synthétiquement de manière systémique. La méthode déployée par le concepteur pour animer un processus de conception qui vise l'architecture peut-elle être qualifiée de *simple* ou de *complexe* ?

En architecture, le sens commun indique que le mot *simple* est synonyme de *facile*, ou de facilement constructible, alors que *complexe* serait plutôt synonyme de mise en œuvre *difficile* : à priori, il serait donc plus facile de construire une cabane dans les arbres, que de construire un pôle multimodal intégré à un contexte urbain. À première vue, c'est évident. Mais le domaine de l'architecture est alors réduit à l'acte purement constructif des bâtiments. Or, la construction, seule, ne permet pas de *viser* l'architecture. L'intérêt n'est donc pas d'observer les édifices achevés pour savoir s'ils sont matérialisés de manière simple ou complexe, mais plutôt d'étudier les méthodes et les opérations de conception menées sur le modèle architectural – l'image mentale du projet d'architecture à partir de laquelle l'édifice a été construit – et d'observer dans quelle mesure elles utilisent des méthodes de simplification ou de complexification.

Entre science et art, la question de savoir si l'artefact doit émerger d'une (co)conception architecturale simple et rationnelle ou, au contraire, complexe et irrationnelle occupe depuis longtemps les professionnels de l'architecture. Mais, les recherches à propos des approches rationalistes et synthétiques dépassent largement le cadre particulier de l'architecture : elles sont présentes dans l'ensemble des arts plastiques et également dans d'autres champs tels que la philosophie ou la psychologie. Sans entrer dans les détails et sans tenter de les (re)définir, deux mouvements architecturaux du ^{xx}e siècle, le modernisme et le post-modernisme, peuvent illustrer dans les grandes lignes ces deux tendances, présentes en essence depuis bien plus longtemps. De prime abord, la première voie (re)valorise l'idée de simplicité à l'aide d'une *tabula rasa*, tandis que la seconde (ré)introduit la complexité. Mais ce n'est évidemment pas si simple !

Du côté du réductionnisme, la tendance à la simplicité est notamment développée dans les peintures suprématistes de l'artiste russe Kazimir S. Malevitch, dans les œuvres des artistes hollandais appartenant au mouvement De Stijl, dans les toiles géantes du représentant de l'expressionniste abstrait américain Mark Rothko, dans l'art minimal américain des années 1960 ou dans la musique minimaliste du compositeur américain Philip Glass. En architecture, les premiers maîtres modernes (Le Corbusier, Ludwig Mies van der Rohe, Walter Gropius...) sont suivis par d'autres (Tadao Ando, John Pawson, Peter Zumthor, Jacques Herzog et Pierre de Meuron...). Pour certains modernistes, *simple* est synonyme d'*harmonie*. Déjà chez Platon [1961], dans l'"allégorie de la caverne", les choses sensibles sont considérées comme moins "existantes" que les formes géométriques qui reflètent presque purement le ciel des Idées. Bien plus tard, Le Corbusier (1923) écrit plusieurs fois

que "les formes primaires sont les belles formes parce qu'elles se lisent clairement". Ce qui est simple est dès lors *beau*. L'approche rationnelle qui sous-tend le modernisme ne concerne pas uniquement l'esthétique, elle écarte le vécu et réduit le matériau de l'architecture aux lignes droites, aux parallèles, aux angles droits, aux volumes purs, aux horizontales et aux verticales. La réduction est ici nécessaire pour atteindre un stade où l'architecture n'exprime plus qu'elle-même. Pour les tenants du modernisme, du purisme, du minimalisme architectural, du régionalisme critique, de la nouvelle simplicité et d'autres postures *rationnelles*, concevoir un édifice qui paraît *simple* à l'usager est *difficile*. La compétence des architectes est alors celle d'organiser les parties qui constituent l'édifice complexe en un tout simple. L'architecte d'origine hongroise Marcel Breuer (1935) a qualifié l'architecture moderne par l'expression ironique de "*maximum simplicity*". Il pense que l'architecture n'est pas une matière simple, elle est une "alarmante complexité multiple". Pour lui, les modernes cherchent la "clarté" par l'emphase des lois de la structure, des fonctions et par une esthétique simple qui évite les "formes irrationnelles". Cette idée est portée par l'emblématique "*Less is more*" légendairement attribué à Ludwig Mies Vander Rohe. Pour John Pawson (1998), le minimalisme devient même un "style de vie".

Dans ce cas, l'architecture est vue comme *L'art difficile d'être simple* (Blake 1958). Dans "On Simplicity" (1991), l'architecte italien Vittorio Gregotti rappelle que l'architecture n'est pas simple : elle peut seulement le devenir. Concevoir un édifice simple est un problème très compliqué. Ce qui veut dire, selon lui, qu'une architecture peut atteindre la simplicité lorsque chacune de ses parties est nécessaire et se connecte à des principes de la synthèse à partir de laquelle elle émerge. Une architecture n'est pas simple parce qu'elle utilise des formes géométriques élémentaires ou parce que tout l'édifice est perceptible immédiatement ou parce que les articulations techniques entre les parties sont mises en évidence, mais parce que toutes les parties sont nécessaires les unes aux autres et réciproquement. La relation entre simplicité et complexité n'est plus une simple opposition ! Et, l'utilisation caricaturale des principes uniquement esthétiques de l'architecture moderne ne garantit pas au concepteur de développer une méthode de conception simple menant à un projet d'architecture cohérent : le simplisme n'est jamais loin !

Chez les postmodernes, Robert Venturi (1966) lance l'aphorisme "*Less is a bore*" et, plutôt que de valoriser la "clarté" défendue par un Marcel Breuer, il valorise l'"ambiguïté", la "contradiction" et la "complexité". Il veut renouer avec des mouvements tels que "*Arts and Crafts*". Il recherche l'exubérance, la profusion, les surprises et le hasard. Mais plutôt qu'un travail traditionnel de mise en forme des matériaux, il propose avec les architectes Denise Scott Brown et Steven Izenour (1972) d'utiliser le "collage", la juxtaposition d'éléments empruntés à des styles différents dans une logique de "hangar décoré" plutôt que de "bâtiment canard". L'approche pluraliste qui sous-tend le post-modernisme suppose que l'essence de l'architecture se situe dans la synthèse possible entre le contexte particulier historique et physique et les dimensions multiples, hétérogènes et parfois contradictoires qui influencent la (co)conception de l'édifice. De la même manière,

l'utilisation caricaturale des principes uniquement esthétiques de l'architecture postmoderne ne garantit pas au concepteur de développer une méthode de conception complexe menant à un projet d'architecture global : les complications des surcharges ornementales peuvent devenir complètement anecdotiques !

Au-delà des oppositions stylistiques, ces deux voies correspondent également à deux manières de considérer le processus de (co)conception d'un projet d'architecture. D'un côté, l'influence rationnelle des ingénieurs, de l'autre, celle des artistes. Ce qui rejoint une autre question, bien connue en architecture, qui agite les théoriciens de notre domaine : est-ce que l'architecture est une science ou un art ? Autrement dit, pour concevoir, s'agit-il de savoir *penser* ou de savoir *faire* ? Sans être centrale par rapport au domaine de la (co)conception architecturale, cette question influence la construction des modèles de la (co)conception architecturale parce qu'elle met en lumière un rapprochement nécessaire entre, d'une part, une approche réductionniste et, d'autre part, une approche holistique de l'architecture.

Alors que certains pensent, à priori, que la conception architecturale peut être (re)construite *scientifiquement*, d'autres pensent qu'elle est un acte *créatif*, impossible à percer, qui ne peut être étudié qu'à posteriori. Ainsi, d'un côté, les architecturologues (Boudon *et al.* 1994) pensent, par exemple, que la conception architecturale doit être envisagée comme un système complexe, pouvant être rendu intelligible par un travail complet de modélisation, tandis que de l'autre, les partisans de l'indéfinition de l'architecture (Corajoud & Madec 1995) pensent plutôt, par exemple, que le résultat du projet provient d'"interactions si nombreuses et si complexes qu'il est impossible de les appréhender".

L'architecte américain Kevin Lynch (1960) montre que l'usager met en œuvre deux techniques pour élaborer son "image de la cité". Elle peut être modélisée à l'aide d'une hiérarchie statique dans laquelle chaque élément d'un niveau est (re)divisé en d'autres éléments plus petits à un niveau inférieur, ou encore, à l'aide d'une hiérarchie dans laquelle chaque élément est un nœud construit en fonction des relations qu'il entretient avec d'autres éléments qui le dépassent. D'un côté, c'est une construction analytique ou une stratégie déductive "*top-down*", de l'autre une (re)contextualisation synthétique des éléments ou une stratégie inductive "*bottom-up*". Lynch pense que ces deux approches sont inadaptées, elles "conviennent" par leur côté abstrait à "nos habitudes de penser", mais elles présentent une "négation du caractère libre et complexe des liens existants dans une métropole". Il propose alors d'utiliser un modèle basé sur la séquence et la durée. Les séquences sont des partitions de l'espace de la ville (analytiques), mais en même temps elles sont présentées comme inter-connectées : des continuités de séquences et des réseaux de séquences (synthétiques) existent également.

Dans la même direction, l'anthropologue et architecte anglais d'origine autrichienne Christopher Alexander (1964) défend l'idée qu'en architecture tout "composant" possède une "dualité naturelle" : à la fois "structure" et "unité", à la fois niveau *macro* et *micro*. Le "composant" est d'abord une "unité" distincte de l'environnement, ensuite une "structure" qui "spécifie la disposition de ses propres composants unitaires". La capacité du (co)concepteur est pour lui de faire de

chaque "diagramme" à la fois une structure (une hiérarchie de composants plus petits qui le constituent) et une unité (il s'adapte à la hiérarchie des composants plus vastes qui le coiffent). Dans *La ville n'est pas un arbre* (1965), Alexander apporte un autre éclairage intéressant à propos de la (re)présentation d'une ville à partir de deux "structures d'ensemble" abstraites : l' "arbre" dans lequel chaque ensemble englobe parfaitement ses sous-ensembles et le "semi-treillis" dans lequel les (sur/sous-)ensembles se chevauchent. Selon lui, les "villes naturelles" dont le développement a été spontané et étendu sur une longue période doivent être distinguées des "villes artificielles" créées "délibérément" par des architectes ou des urbanistes. Les tentatives modernes de création de villes se sont traduites par des "faillites totales" qui n'arrivent pas à acquérir la "patine de vie" des villes anciennes. En effet, la "ville naturelle" possède l'organisation d'un système en "semi-treillis", alors qu'une ville organisée artificiellement est organisée comme un "arbre". L'organisation en "arbre" correspondrait à une manière analytique de diviser l'unité (la ville) en unités plus petites, tandis que l'organisation en "semi-treillis" correspondrait plutôt à une approche systémique.

De manière opératoire, les philosophes français Abraham A. Moles et Elizabeth Rohmer (1992) ont montré que deux approches philosophiques antagonistes, deux cadrages perceptifs, deux systèmes conceptuels pour intégrer les phénomènes spatiaux existent : d'un côté, la "philosophie de l'étendue" ou la rationalité des stratégies urbanistiques qui (se re)présentent l'espace comme isotrope et illimité et, de l'autre, la "philosophie de la centralité" ou l'espace est (re)présenté (inter)subjectivement à partir de la perception personnelle, sensible et immédiate du monde. Ces deux systèmes spatiaux sont deux façons contradictoires – mais irréductibles – de "saisir les êtres qui l'habitent". Pour eux, l' "organisation de notre espace résulte de l'image que nous nous en faisons" et la contradiction vient de la manière dont nous nous l'approprions, "tantôt comme un point d'attache duquel nous pouvons partir, tantôt comme un volume à répartir".

Dans *L'ordre compliqué* (2008), Yona Friedman exprime la dialogique entre approche analytique et approche holistique en architecture. Selon lui, une "contradiction fondamentale" inhérente à l'humain est de devoir recourir à la fois à des paroles et à des images. La compréhension des paroles recourt aux capacités de préhension analytique et (re)présentent une "accumulation", tandis que celle des images nécessite des capacités holistiques et (re)présentent une "totalité". Une chose observée "devient [donc] différente selon qu'elle est présentée avec des paroles ou avec des images". Que la réalité ne soit ni totalement analytique ni totalement holistique, mais simplement "enchevêtrée" est pour lui une hypothèse inexprimable uniquement avec des mots ou avec des images, mais qui peut l'être par contre dans des "régions" non communicables (art, poésie, mysticisme...).

Dans son "Avertissement au lecteur" de *Pro Domo* (littéralement "pour sa propre cause"), Friedman (2006) écrit également que "l'univers peut être considéré selon deux points de vue fondamentaux : le point de vue 'analytique', qui suppose que le monde (ou toute autre chose) est une accumulation plus ou moins régulière de composants, et le point de vue 'holistique', qui considère le monde (ou toute autre

entité) comme 'un tout', indivisible". L'architecture est pour lui "un mélange des deux approches". Elle est "analytique" dans ses instructions techniques pour "construire" une chose et elle est "holistique" dans son évaluation (émotionnelle et pratique) de la chose construite. Pour lui, les deux approches se rapportent à la même réalité, mais sont incompatibles pour un seul raisonnement. Plus loin, il précise que l'architecture est à la fois "analytique" comme profession pour la construction du site et l'utilisation des éléments préexistants et "holistique" pour l'usager en tant qu' "œuvre d'art".

Faut-il privilégier un processus de (co)conception réductionniste (qui décompose le questionnement en plusieurs parties plus simples) ou holistique (qui place le questionnement dans un contexte plus large et plus complexe) ? Depuis les origines de l'architecture, mais plus particulièrement au cours du xx^e siècle, le questionnement de l'apparente opposition entre simplicité et complexité, entre analyse et synthèse ou encore entre étendue et centralité n'a jamais mené à un consensus. Cette situation irrésoluble viendrait du fait de considérer approche analytique et approche synthétique simplement comme des opposés. Dans cette thèse, avec Yona Friedman (2006 ; 2008), nous faisons plutôt l'hypothèse qu'aucune de ces deux approches ne peut exister sans l'autre, qu'elles ont chacune leur existence propre, mais qu'elles sont en même temps en interaction : qu'elles forment les deux pôles d'une dialogique. Derrière cette opposition *apparente* se cache une autre voie de questionnement de l'architecture, celle de la complémentarité possible. C'est cette voie qui est développée dans notre thèse. D'ailleurs, les architectes et les artistes ne sont sans doute jamais tout à fait modernes, ni tout à fait post-modernes. Les historiens les ont placés d'un côté ou de l'autre de la ligne en fonction de l'interprétation globale qu'ils avaient de leurs œuvres. Plutôt que de dire que la conception architecturale peut être totalement décrite (Boudon *et al.* 1994), ou pas du tout (Corajoud & Madec 1995), il est préférable de dire qu'il existe des moments où elle peut l'être et d'autres où elle ne le peut pas. La conception qu'un usager se fait de l' "image de la ville" (Lynch 1960) est à la fois "*top-down*" et "*bottom-up*". La conception de la structure des villes est à la fois en "arbre" et en "semi-treillis" (Alexander 1964). L'architecture est à la jonction entre science et art. La conception d'un espace vient à la fois de l' "étendue" et de la "centralité" (Moles & Rohmer 1992)... La dialogique assumée entre simplicité et complexité du processus de conception est donc considérée comme la chance de (re)lier ces deux polarités en tirant parti de leurs antagonismes.

Quelle méthode pouvons-nous utiliser pour modéliser un processus de conception orienté par le concepteur, de manière à la fois analytique et synthétique, pour viser l'architecture ? Une approche (analytico)systémique assume la complémentarité entre réductionnisme et holisme en architecture. Elle fournit des outils pour penser et elle est adossée à une méthode de modélisation systémique appelée la systémographie. En prolongeant l'idéalisme platonicien, l'approche analytique est utilisée par les scientifiques depuis le xvii^e siècle (Descartes 1637), elle part du principe qu'à l'aide de la déduction analytique, toute connaissance vraie provient de la raison. Alors que l'approche systémique, redécouverte au xx^e siècle et com-

plémentaire à l'analytique, utilise les outils issus de la théorie des systèmes. Cette dernière est une approche. L'un des outils les plus efficaces de la pensée systémique est la modélisation graphique de processus, ce qui nous intéresse directement dans le cadre de la modélisation du processus de conception architecturale. La visée *descriptive* menée à partir de l'approche systémique qui permet la modélisation s'établit à l'aide de la systémographie, en tant qu'"instrument de conception-construction de modèles des phénomènes ou des projets rendus complexes" (Le Moigne 1977).

Comment pouvons-nous modéliser un processus appartenant à l'intrapsychisme d'un concepteur ? Toute modélisation descriptive des ressorts cachés du fonctionnement de l'esprit du concepteur est impossible. Le modèle proposé ici est donc heuristique, dans le sens où par les mises en relations qu'il propose, il produit des connaissances.

De tout ce qui précède, la question principale de notre thèse peut donc être énoncée comme suit :

À l'aide d'une approche (analytico)systémique, comment modéliser heuristiquement un processus de (co)conception *visant* l'architecture, pour permettre à un (co)concepteur d'interroger de manière pertinente la relation entre la culture, l'homme et l'environnement au sein d'un réel augmenté R^+ ?

La question étant introduite, l'organisation du texte de notre thèse peut être présentée. Le texte est d'abord structuré en trois grandes parties, détaillées ci-après.

Parmi d'autres possibles, les quelques précédents présentés en introduction mènent à l'explicitation des hypothèses nécessaires pour initier le raisonnement dans la première partie du texte (*cf.* partie I). La démarche commence par la détermination précise de la question posée (*cf.* chapitre 1). L'hypothèse de l'existence du réel augmenté R^+ (P_0) (dé)limite une première fois le champ d'étude, donne un sens à l'expression "*viser* l'architecture" et donne lieu à une série de distinctions conceptuelles : les trois mondes logiques, les trois architectures et les trois espaces logiques. Le champ de la recherche est alors circonscrit et la question principale de la thèse est énoncée.

Ainsi déterminée, la question posée rend nécessaire la définition d'une posture complète de recherche (*cf.* chapitre 2). Quatre postulats sont nécessaires pour répondre à quatre questions sous-jacentes à tout processus cognitif d'élaboration de connaissances. La nature du réel augmenté (P_1) est interprétée ici à partir de trois niveaux d'organisation (la configuration formelle, le structuralisme hiérarchique et l'émergentisme systémique). Chaque niveau est associé respectivement à un type d'organisation imaginaire de base (l'ensemble, la structure et le système). Dans le domaine de la (co)conception architecturale, la *nature* de la connaissance (P_2) prise en compte peut être délimitée à partir de la méta-finalité poursuivie par le (co)concepteur : faire émerger des lieux, c'est-à-dire les connaissances nécessaires pour équilibrer les rapports dialogiques entretenus par la culture, l'homme

et l'environnement à l'aide d'artefacts architecturaux. La méthode d'élaboration des connaissances (P_3) est issue d'une complémentarité entre deux méthodes de pensée souvent opposées à tort : l'analytique et la systémique. L'une ne peut être utilisée sans l'autre. La validation de la connaissance (P_4) est possible par le fait que le (co)concepteur – en tant qu'être (auto)organisé – est (auto)réflexif et tient compte de son (auto)référentiel, individuel ou partagé, pour déterminer quand il y a adéquation ou non entre l'intention de fabriquer des lieux et les actions entreprises sur le modèle architectural pour l'atteindre.

Une fois la question et la posture de recherche établies, un postulat supplémentaire est défini pour mettre au point une méthode de recherche (cf. chapitre 3). Pour cela, nous utilisons un des outils pour penser privilégiés non seulement par la systémique, mais aussi par les architectes : une *modélisation graphique* couplée à une conceptualisation théorique du processus de conception. Plutôt que de tenter d'étudier l'intrapsychique du concepteur, ce sont les méthodes de modélisation de la théorie des systèmes et de la psychologie cognitive qui sont utilisées, et plus particulièrement les outils de la systémographie (P_5).

Au début de la seconde partie du texte (cf. partie II), le domaine de l'architecture fait l'objet d'un état de l'art non-exhaustif des théories et des modèles de la (co)conception (cf. chapitre 4). Soutenu par les postulats définis dans la première partie du texte, notre principal apport original à l'étude du processus de (co)conception qui vise l'architecture émerge de cette archéologie critique et comprend trois modélisations. Celles-ci sont complémentaires et heuristiques : elles ne représentent donc pas directement le réel.

Une première modélisation concerne le modèle du processus de (co)conception (en) général (cf. chapitre 5) : elle (re)présente diachroniquement un processus complet d'élaboration d'un projet d'architecture dans la tête d'un concepteur.

La seconde modélisation concerne le modèle du (co)concepteur (cf. chapitre 6) : elle (re)présente la boucle cognitive à l'œuvre dans la tête du concepteur à partir de laquelle ce dernier oriente ses choix au cours du processus.

Ce sont donc les deux pôles de l'axe systémique qui sont ainsi précisés, le système observé (le processus de (co)conception) et l'observateur du système (le (co)concepteur), ainsi que les interactions qu'ils entretiennent.

La troisième modélisation est développée dans la troisième partie du texte (cf. partie III). Elle (re)présente de manière plus détaillée un état particulier k du modèle architectural au cours du processus de (co)conception, défini entre les données du projet d'architecture prises en compte et les données utiles à la construction potentielle de celui-ci. Elle est structurée à partir des questionnements des modèles architecturaux. Ceux-ci sont en interaction dynamique et ils se retrouvent à priori dans tous les modèles architecturaux. La mise en place de la structure générale de cette modélisation (cf. chapitre 7) est suivie par l'étude approfondie de quatre types de questionnements : les méta-questionnements pour contextualiser le modèle architectural (cf. chapitre 8), les questionnements formels pour informer l'espace architectural du projet (cf. chapitre 9), les questionnements structurels pour construire la structure du modèle architectural (cf. chapitre 10) et les ques-

tionnements fonctionnels pour étudier le comportement dynamique du modèle architectural (*cf.* chapitre 11). Les différentes opérations à l'œuvre lors de l'actualisation du modèle architectural en cours de processus de (co)conception sont décrites (*cf.* chapitre 12). Dans un dernier chapitre synthétique (*cf.* conclusions), nous présenterons, notamment de manière graphique, le modèle théorique complet du processus de (co)conception architecturale développé dans notre thèse à partir des trois modélisations précédentes.

Outre la répartition des thématiques abordées dans les différents chapitres expliquée ci-avant, nous terminons en avertissant le lecteur de quelques spécificités importantes du texte qu'il s'apprête à lire :

1. par convention, le suffixe (co) est ajouté aux mots conception et concepteur parce que, même s'il conçoit seul son projet (ce qui est devenu rare), un concepteur fait toujours partie d'un groupe de concepteurs au sein duquel chacun participe au processus de conception et influence les autres concepteurs du groupe. De la même manière les opérations menées sur le modèle architectural sont des (co)opérations ;
2. les citations directes et les notes de bas de page ont été volontairement évitées, au profit d'un glossaire clôturant le texte et reprenant tous les concepts particuliers utilisés, principalement en architecture et en systémique. Quand il rencontre un concept en cours de lecture, le lecteur ne doit pas hésiter à consulter ce glossaire (*cf.* p.401) ;
3. le lecteur est libre de choisir des parcours de lecture différents. S'il estime avoir des connaissances suffisantes en systémique et/ou en épistémologie, il peut passer en grande partie le chapitre 2. S'il connaît bien l'histoire des théories et des modèles de la conception architecturale, il peut passer le chapitre 4. Les quatre modules de la modélisation (en) particulier du modèle architectural peuvent être lus dans le désordre (chapitres 8, 9, 10 et 11)...
4. de nombreuses abréviations apparaissent dans les schémas pour désigner les concepts que nous inventons. Un tableau récapitulatif des abréviations et des trialogiques définies dans les parties I et II de la thèse (*cf.* Fig. C-1, p.355) ainsi qu'une légende des abréviations présentes dans les modélisations développées dans la partie III (*cf.* Fig. C-2, p.356) agrémentent les conclusions et peuvent servir de repères pour le lecteur.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction. De quelques précédents à l'émergence d'une question	i
Table des matières	xi
PARTIE I. La question, la posture, la méthode	1
1 La question posée	3
1.1 Un postulat de base : le réel <i>augmenté</i> R^+ (P_0)	3
1.2 Le système observé : la visée de l'architecture	8
1.3 Les trois réalités ($R_{\text{intersubj}}$, R_{subj} , R_{obj})	10
1.4 Les trois architectures ($Arch_1$, $Arch_2$, $Arch_3$)	13
1.5 Les trois espaces logiques (Esp_1 , Esp_2 , Esp_3)	17
1.6 La question principale	19
2 La posture de recherche : l'approche (analytico)systémique	21
2.1 Le processus cognitif de base	21
2.2 Postulat 1 – La nature du réel augmenté R^+ (P_1)	23
2.2.1 Les trois niveaux d'organisation (Niv_1 , Niv_2 , Niv_3)	25
2.2.2 Les trois constructions élémentaires (Ens_i , $Struct_i$, $Syst_i$)	28
2.2.3 Les trois constituants universels (M , E , I)	30
2.3 Postulat 2 – La nature de la connaissance (P_2)	38
2.3.1 De la nature de la connaissance à la (méta-)finalité	39
2.3.2 Les finalités des lieux (topique/pantopique/atopique)	40
2.3.3 Faire émerger des lieux (culture, pensée, nature)	46
2.4 Postulat 3 – La méthode d'élaboration des connaissances (P_3)	50
2.4.1 Les théories (dites) classiques de la connaissance	50
2.4.2 L'émergence de la pensée systémique	55
2.4.3 La méthode de pensée (analytico)systémique	61
2.5 Postulat 4 – La méthode de validation des connaissances (P_4)	67
2.6 La posture de recherche complète	71
3 La méthode de recherche : la systémographie	75
3.1 Les modèles : types, limites et méthodes	75
3.2 Les types de correspondances modèle / objet modélisé	78
3.3 Postulat 5 – Modéliser avec la systémographie (P_5)	81
3.4 La transposition à la (co)conception architecturale	83

PARTIE II. L'observateur, le processus, le système observé	87
4 Historique critique des théories de la (co)conception architecturale	89
4.1 Les (proto/méta-)modèles de la (co)conception	89
4.2 Premières réflexions sur la (co)conception	94
4.3 Les premiers méthodologistes (années 1960)	107
4.4 Le moment critique autour de Mai 68	121
4.5 Seconde vague : le concepteur pédagogue (années 1970)	129
4.6 Troisième vague : le concepteur réflexif (années 1980)	145
4.7 Psychologie et sciences cognitives (années 1990)	148
4.8 Vers un (co)concepteur systémique ? (années 2000)	153
5 Modèle du processus de (co)conception (en) général (1/3)	159
5.1 Les (re)présentations	159
5.1.1 L'opération de (re)présentations (O_R)	160
5.1.2 Des (re)présentations internes : le modèle architectural (M_i)	164
5.1.3 Des (re)présentations externes : les médias (Md_i)	166
5.1.4 Le processus de (re)présentation	172
5.2 Trois voies d'utilisation des médias (Md_i)	173
5.2.1 La voie <i>spéculative</i>	174
5.2.2 La voie <i>descriptive</i>	175
5.2.3 La voie <i>prescriptive</i>	176
5.3 Le processus de (co)conception architecturale	177
5.4 Le modèle du processus de (co)conception (en) général	179
5.5 La co-conception	187
6 Modèle du (co)concepteur (2/3)	191
6.1 La modélisation de base du (co)concepteur	191
6.1.1 Le (co)concepteur à partir des neurosciences	191
6.1.2 Les flux potentiels d'informations	193
6.1.3 Les <i>autos</i> : production, organisation et référence	194
6.1.4 Le modèle de base	196
6.2 La diachronie : stimulation $\leftrightarrow$ conscience $\leftrightarrow$ action	197
6.3 La synchronie : intentions $\leftrightarrow$ conscience $\leftrightarrow$ (auto)référentiel	201
6.4 Le (co)concepteur (auto)réflexif	207
6.4.1 Trois niveaux de relativisme	207
6.4.2 Trois opérations de relativisation	209
6.4.3 La boucle (auto)réflexive	211
6.5 Les espaces de références	212

PARTIE III. Modèle du processus de (co)conception qui vise l'architecture	215
7 Modèle du processus de (co)conception (en) particulier (3/3)	217
7.1 Structure de base de la modélisation	217
7.2 La position <i>méta</i> , les niveaux et les types logiques	221
7.3 L'opération de (co)positionnement (O_b)	224
7.4 Les douze principes directeurs du Giroscopie	228
7.5 L'opération de (co)questionnement (O_a)	230
7.6 Modèle du processus de (co)conception (en) particulier	234
8 Contextualiser le modèle architectural (Mod_0)	237
8.1 Le contexte local du modèle architectural ($Ctxt_i$)	237
8.2 Le contexte (Q_0)	238
8.3 Les niveaux d'espace ($Q_{0.1}$)	242
8.4 Les niveaux de temps ($Q_{0.2}$)	245
8.5 Les configurations dimensionnelles ($Q_{0.3}$)	247
9 In-former l'espace architectural du projet (Mod_1)	251
9.1 Le modèle agrégatif ($M_{i.1}$)	251
9.2 Les ensembles (Q_1)	253
9.3 Les zones d'influence ($Q_{1.1}$)	253
9.4 La figure/fond ($Q_{1.2}$)	256
9.5 La rétroduction ($Q_{1.3}$)	264
10 Construire la structure du modèle architectural (Mod_2)	269
10.1 Le modèle statique ($M_{i.2}$)	269
10.2 Les (sur/sous-)structure (Q_2)	270
10.3 Les limites ($Q_{2.1}$)	271
10.4 Les éléments ($Q_{2.2}$)	274
10.5 Les relations ($Q_{2.3}$)	286
11 Étudier le fonctionnement du modèle architectural (Mod_3)	291
11.1 Le modèle dynamique ($M_{i.3}$)	291
11.2 Les (sur/sous-)systèmes (Q_3)	294
11.3 Les échanges <i>MEI</i> ($Q_{3.1}$)	303
11.4 La pro/inter/réto-action ($Q_{3.2}$)	305
11.5 La circularité ($Q_{3.3}$)	310
11.6 La totalité ($Q_{3.4}$)	312
11.7 L'émergence ($Q_{3.5}$)	315
11.8 Les règles ($Q_{3.6}$)	318
11.9 La (méta/sous-)finalité ($Q_{3.7}$)	320
11.10 L'équi/multi-finalité ($Q_{3.8}$)	324
11.11 Le (dés)équilibre ($Q_{3.9}$)	327

12 Faire évoluer le modèle architectural	331
12.1 L'opération de (co)conception générale (O_i)	331
12.2 L'opération d'(auto)référence (O_c)	333
12.3 Les opérations de (co)conception élémentaires ($O_0, O_1, O_2, O_3...$)	337
12.4 L'opération de (co)évaluation (O_d) : (in)opérant ou oscillant ?	339
12.5 L'opération de (co)évolution (O_e)	345
Conclusions. Un modèle systémique M_{Th} d'aide à la (co)conception	349
Fig. C-1 – Légende des abréviations et des dialogiques (utilisées dans les parties I et II).	355
Fig. C-2 – Légende des modélisations (développées dans la partie III).	356
Fig. C-3 – Le modèle théorique général M_{Th} .	357
Fig. C-4 – Modélisation heuristique (1/3) : modèle systémique (en) général du processus de (co)conception qui vise l'architecture.	358
Fig. C-5 – Modélisation heuristique (2/3) : modèle systémique du (co)concepteur (auto)réflexif.	359
Fig. C-6 – Modélisation heuristique (3/3) : modèle systémique (en) particulier du processus de (co)conception qui vise l'architecture.	360
Fig. C-7 – Table d'orientation pédagogique à l'aide des questionnements des modèles architecturaux.	361
Bibliographie	363
Table des figures et des illustrations	391
Table des tables	399
Glossaire	401

PARTIE I.
LA QUESTION, LA POSTURE,
LA MÉTHODE



Fig. 1 – (auto)portrait en miroir. Marcel Duchamp (1917).

1 LA QUESTION POSÉE

1.1 Un postulat de base : le réel *augmenté* R^+ (P_0)

Depuis la rupture épistémologique moderne initiée par la critique du philosophe allemand Emmanuel Kant (1781), la connaissance est *construite* par le sujet connaissant et non par une réalité extérieure par rapport à laquelle nous serions simplement passifs. En conséquence, nous ne pouvons pas connaître la réalité en soi, celle qui échappe à notre entendement, mais seulement la réalité phénoménale telle qu'elle apparaît à nos sens. Le mot *réel* est donc à distinguer du mot *réalité* (et de ses déclinaisons) dans le sens où le premier est inaccessible tandis que la seconde est (co)construite (inter)subjectivement. Depuis lors, le concept de réalité a été décliné de diverses manières, très élaborées ou non.

Dans la vie quotidienne, le réel apparaît comme l'évidence des choses sensibles qui nous entourent et qui sont en interaction immédiate avec nos organes perceptifs. Le réel est alors *simple* et la réalité en tant qu'interprétation phénoménale du réel n'existe pas. Pourtant, "la certitude immédiate est aussi l'expérience immédiate de l'erreur" (Foubet 1996). Du coup, en raison du grand nombre d'objets et d'interactions qui semblent saturer leur "rationalité limitée" (Simon 1957), certains pensent plutôt que le réel est *compliqué*.

Le philosophe allemand Friedrich W. Nietzsche (1873) dénonce la "fable" de l'existence d'un monde intelligible. Pour lui, connaître l'essence du réel n'est qu'une illusion délirante : le langage masque le fait que l'homme ne saisit le réel qu'en apparence à travers son discours, alors qu'il invente simplement un second monde à côté du premier. Il pense que "nos vérités ne sont qu'une troupe mobile de métaphores qui, après un long emploi, sont tenues pour solides, canoniques et fiables : ce sont des hypothèses dont nous avons oublié qu'elles sont telles".

Poète, écrivain et philosophe français, Paul Valéry (1960) montre que le réel est *simple* lorsqu'il écrit : "Ma main se sent touchée aussi bien qu'elle touche. Réel veut dire cela. Et rien de plus." Si l'action et la représentation sont alors importantes pour appréhender le réel, il montre également dans *L'idée fixe ou Deux hommes à la mer* (1931) que le réel est "implexe". Ce concept ne désigne pas une "activité", mais une "capacité" humaine particulière : la capacité d'agir en général, "de sentir, de réagir, de faire, de comprendre", toujours "imparfaitement" et sous des "formes indirectes", souvent "trompeuses" (1960). L'implexe est l'ensemble des pouvoirs potentiels de l'être humain, il ne permet donc pas d'atteindre le réel, mais de s'en approcher fictivement sans pour autant suggérer l'existence de quelques "ressorts cachés" chers à la psychanalyse. Repris par le systémicien

français Jean-Louis Le Moigne (1990), le concept d'implexe est pour celui-ci une "unité d'action indécomposable, irréductible pourtant à un élément unique". Ce qui est implexe est donc un ensemble complexe résultant de la combinaison d'éléments divers et contradictoires qui ne peut être décomposé sans pertes. Si ce qui est complexe est par nature "indécomposable", ce qui est implexe est alors toujours "indécomposé". Le réel peut donc être considéré comme un implexe dans le sens où il apparaît comme un tout indécomposable, parce qu'il est difficile d'enlever une partie sans mettre à mal la connaissance du tout.

Le neurophysiologiste français Alain Berthoz (2009) pense que le réel est "simplexe". Le concept de "simplexité" qu'il développe est "tout autre chose" que la *simplicité*. Selon lui, une "complexité naturelle" à laquelle l'être humain s'adapte par "simplexification" à l'aide de certains principes existe de fait lorsque son cerveau ne peut traiter la totalité des stimuli de l'environnement. "Ces solutions sont des principes simplificateurs qui réduisent le nombre ou la complexité des processus et permettent de traiter très rapidement des informations ou des situations, en tenant compte de l'expérience passée et en anticipant l'avenir, qui facilitent la compréhension des intentions, sans dénaturer la complexité du réel" (Berthoz 2009).

L'économiste et sociologue américain Herbert A. Simon (1957) pense que nous souffrons d'une "rationalité limitée" qui nous empêche d'appréhender le réel dans sa globalité. L'organisme humain vit dans un environnement qui génère continuellement un grand nombre de stimulations potentielles, or l'appareil perceptif humain n'admet qu'un nombre limité de stimulations bien inférieur à celles de l'environnement. L'appréhension totale du réel est donc impossible.

Le sociologue et philosophe français Edgar Morin (1990) pense que le réel est tellement "complexe" qu'il devient un concept incontournable. D'où la nécessité de fonder une "méthode" pour penser autrement. À la suite de Socrate qui disait que la seule chose qu'il savait, c'est qu'il ne savait rien, le concept de "complexité" regroupe toutes les difficultés de compréhension (flou, incertitude, ambiguïté, hasard...) qui traduisent selon Henri Atlan (1979), un "manque d'informations". Jean-Louis Le Moigne (2007) confirme également que la "complexité" n'existe pas en tant que telle. En effet, "la seule chose dont je suis sûr et dont chacun de nous puisse être sûr, c'est que la complexité est dans notre tête et que c'est nous qui la projetons sur le monde".

Le réel n'est pas réellement simple, compliqué, complexe, implexe ou simplexe. Tous ces points de vue différents sur la nature du réel sont possibles parce qu'un principe fondamental existe : le postulat principal de l'épistémologie constructiviste qui affirme que la connaissance du réel est le résultat d'une construction mentale. Le philosophe italien Giambattista Vico disait déjà en 1708 que l'homme ne peut connaître que ce que l'homme a fait. Et l'artiste français Marcel Duchamp disait que "ce sont les regardeurs qui font les tableaux". Le biologiste autrichien Ludwig von Bertalanffy (1968) résume d'ailleurs très bien cette idée : "Ce qui est vu dépend de notre perception, de la direction de notre attention et de notre intérêt déterminés par notre entraînement, c'est-à-dire par les symboles linguistiques grâce

auxquels nous représentons la réalité." D'ailleurs, pour Paul Valéry (1973), nous cherchons toujours des "explications" alors que nous inventons seulement des "représentations". Par ailleurs, les tentatives de connaître le réel sont plutôt de l'ordre du projet comme le rappelle le poète et philosophe des sciences Gaston Bachelard (1934) : "Au-dessus du sujet, au-delà de l'objet, la science moderne se fonde sur le projet. Dans la pensée scientifique, la méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet."

Le réel – appelé ici R – est d'abord *indifférent* à nos projections identitaires. Comme le disait avec force le scientifique belge Christian de Duve (2009) : "La nature est indifférente !" Inhérente à la condition humaine, une difficulté incontournable est cristallisée dans la superposition entre le réel et la (re)présentation que nous en avons. Les modalités au travers desquelles il apparaît à notre conscience ne sont que le résultat de tentatives de superpositions répétées, que nous projetons à partir des actes cognitifs de notre monde intérieur. L'homme construit donc un réel que nous pouvons qualifier d'*augmenté* et qui est appelé ici R^+ , contre lequel, impertinent, le réel *résiste* dès que nous le provoquons. Nos tentatives de confrontations directes sont vouées à l'échec, seule demeure l'accumulation des informations que nous tirons de nos essais/erreurs et de la vérification par l'expérience qui contredit éventuellement la conception du réel que nous avons. L'existence du réel augmenté R^+ est un postulat de base (P_0) à partir duquel une grande partie du raisonnement de cette étude sera déduite.

Le concept de réel augmenté R^+ tel que développé ici est à distinguer de celui de "réalité augmentée", inventé dans le domaine de l'informatique par Ivan Sutherland en 1968. Selon lui, la réalité augmentée ne fournit pas une image totalement artificielle comme le fait la "réalité virtuelle", mais complète la perception du réel par l'adjonction d'images et d'informations. En opposition à la réalité virtuelle, immersive, la réalité augmentée est dite semi-immersive. Il s'agit donc de superposer des informations à une scène réelle (Sutherland 1968). La réalité augmentée est l'ajout d'informations à l'aide d'artefacts, alors que le réel augmenté est la création d'informations par la pensée, ce qu'aucun artefact ne pourra jamais faire. Le réel augmenté utilisé ici est donc à distinguer de la réalité augmentée dans le sens où il s'agit d'une propriété inhérente à l'espèce humaine, présente lors de tout acte cognitif, quelle que soit l'action engagée, l'organe perceptif sollicité, ou le média utilisé.

De manière générale, lorsqu'une part du réel augmenté R^+ est observée, le niveau de complexité d'un groupe d'éléments relationnés peut être analysé, il est fonction de quelques critères de base : le nombre et la variété des éléments et des relations. En fonction de ces critères, les parts du réel augmenté observées peuvent être (co)construites comme étant simples, compliquées et complexes (von Bertalanffy 1968 ; Rosnay 1975 ; Morin 1990) :

1. ce qui est *simple* comprend un petit nombre d'éléments de même type, organisés statiquement et qui ont peu d'interactions entre eux. Ces dernières sont linéaires : les variables sont augmentées ou diminuées d'une quantité cons-

tante. Ce type de part du réel augmenté est facile à comprendre et ne nécessite pas de méthode de pensée particulière ;

2. ce qui est *compliqué* est composé d'éléments et de relations de quelques types connus, mais en très grand nombre. Ce type de part du réel augmenté est difficile à comprendre pour un non-spécialiste et celle-ci contient un tellement grand nombre d'éléments et/ou de relations qu'il est impossible d'en acquérir une connaissance totale par manque de temps ;
3. ce qui est *complexe* contient un grand nombre d'éléments de types différents, en interactions variées et dynamiques, organisées en fonction d'un but. Les interactions sont non-linéaires : les variables sont multipliées ou divisées par des coefficients eux-mêmes fonctions d'autres variables. Ce type de part du réel augmenté est très difficile à comprendre et nécessite l'usage d'une méthode de pensée holistique qui intègre cette complexité.

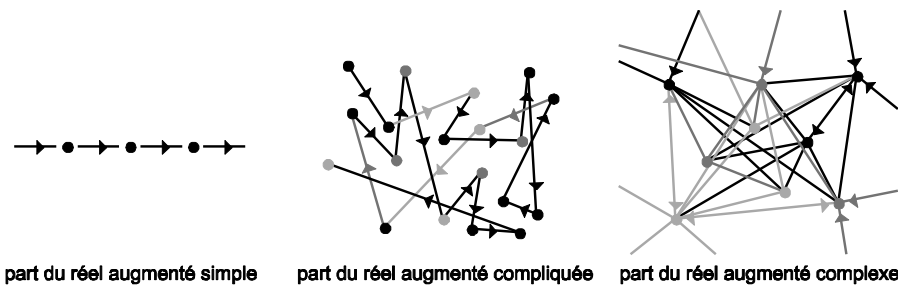


Fig. 1.1 – La distinction entre ce qui est simple, compliqué et complexe.

Au sein d'un groupe social le réel augmenté est en partie partagé. Cette partie commune montre le degré d'intégration culturelle d'un individu par rapport à une communauté. Le réel augmenté partagé aujourd'hui en Occident possède quelques traits remarquables qui traduisent une conception du monde particulière qui nous traverse et nous constitue :

1. une augmentation de la population mondiale : le fait qu'elle augmente n'est pas spécifique à notre époque, mais cette augmentation est aujourd'hui critique du point de vue des ressources terrestres disponibles et de l'empreinte écologique considérable qu'elle génère ;
2. une diminution des ressources disponibles : les ressources diminuent depuis longtemps, mais depuis les années 1960, il y a une prise de conscience que les ressources sont limitées et ne peuvent plus être méprisées ;
3. une accumulation croissante du savoir extériorisé (Leroi-Gourhan 1965) : le classement et les supports matériels des nombreuses ressources d'informations disponibles changent complètement la manière de les appréhender et de les assimiler ;
4. une spécialisation à l'extrême des compétences : depuis la Renaissance, l'illusion du génie capable d'opérer seul la synthèse de tous les savoirs disponibles ne tient plus. En raison de leur "rationalité limitée" (Simon 1957), les per-

sonnes sont de plus en plus spécialisées et il est de plus en plus difficile d'avoir une vision globale de l'interdépendance des phénomènes ;

5. une complexification des dispositifs culturels : les modes, les styles, les mouvements religieux, les courants musicaux... se multiplient, se combinent et se succèdent de plus en plus vite ;
6. une multiplication des changements de paradigmes scientifiques, comme l'a montré Thomas S. Khun (1962) ;
7. une évolution des moyens de transport et des technologies de l'information et de la communication (*NTIC*), associée à une conception différente de l'espace et du temps (Lévy 1998 ; Montulet 2005).

Ces différents traits du réel augmenté actuel correspondent au concept d'"hypermodernité" élaboré par le sociologue français Gilles Lipovetsky (2004) pour désigner la "seconde révolution moderne" – le "postmoderne" ayant fait son temps – qui va de pair avec le "paradigme individualiste" et dont il explore les multiples facettes chez l'homme contemporain (règne inédit de la mode, métamorphoses de l'éthique, économie des sexes, explosion du luxe, mutations de la société de consommation...). Le but n'est évidemment pas dans cette étude de sombrer dans des scénarios apocalyptiques, tels que la "déréalisation générale" assortie d'une "dérégulation anthropologique" et d'une "dérégulation simultanée de toutes les règles morales juridiques, symboliques, qui étaient celles de l'humanisme" dénoncée par Jean Baudrillard (1999), ou encore, la "terrifiante implosion de l'espace-temps" annoncée par Paul Virilio (2001) qui désire ralentir et (re)trouver un espace et un temps perdus au moment où nous allons être à face à un "monde fini".

Dans le domaine de l'architecture, des effets directs de ces traits caractérisent ce que certains appellent donc un âge "hypermoderne" sont présents dans les processus de projétation :

1. une augmentation du nombre d'intervenants dans le projet d'architecture et l'importance du phénomène de co-conception. Des concepteurs forment des équipes pour concevoir ensemble des projets ;
2. une augmentation du nombre des données : les (co)concepteurs doivent intégrer dans le projet d'architecture de nouveaux paramètres (soutenabilité, énergie, habitat groupé, précarité sociale...) ;
3. une augmentation de la complexité des facteurs à prendre en compte lors de tout acte de (co)conception. Parmi ces facteurs, des dispositifs socioculturels dont les clés de lectures sont difficiles à intégrer dans les projets ;
4. une augmentation du nombre et de la complexité des moyens de (re)présentation ;
5. une difficulté à (re)définir l'habiter glocal – contraction des mots *global* et *local* – du point de vue de la "situation", de l'"orientation" et du "*hic et nunc*" (Norberg-Schulz 1971).

1.2 Le système observé : la visée de l'architecture

Pour tenter la modélisation théorique du processus de (co)conception qui vise l'architecture, la totalité du domaine de connaissances ne doit pas être mobilisée pour autant. En effet, il est impossible pour un architecte de mobiliser de manière exhaustive l'architecture lorsqu'il la vise pour (co)concevoir des projets d'architecture.

Dans la phrase qui précède, le mot *architecture* possède plusieurs sens. Il est donc nécessaire d'opérer une triple distinction heuristique entre différentes occurrences de ce mot pour expliquer ce qu'implique le fait de *viser* l'architecture plutôt que de la *définir*. Cette triple distinction heuristique concerne les trialogiques des mondes logiques ($Trial_1$), des architectures ($Trial_2$) et des espaces logiques ($Trial_3$).

Les termes *dialectique*, *dialogique*, *trialectique* et *trialogique* doivent être distingués.

La *dialectique* est une méthode dynamique de (co)construction du réel augmenté (R^+) par le jeu d'oppositions surmontées entre des propositions antagonistes. Popularisé depuis Friedrich Hegel (1806-07), ce concept exprime la structure contradictoire de la réalité qui peut être résolue par le dialogue : la progression de la pensée reconnaît l'imbrication des contradictions (thèse et antithèse), puis révèle un principe d'union (synthèse) à un niveau supérieur.

La *dialectique* n'est pas la *dialogique*. Réintroduite par Edgar Morin (2004), la dialogique est une "unité complexe entre deux logiques, entités ou instances complémentaires, concurrentes et antagonistes qui se nourrissent l'une de l'autre, se complètent, mais aussi s'opposent et se combattent". Contrairement à la dialectique hégélienne dans laquelle les contradictions disparaissent dans une unité supérieure, les antagonismes de la dialogique demeurent et sont constitutifs des phénomènes complexes. Les deux propositions antagonistes sont alors liées par une boucle.

De la même manière, la *trialectique* n'est pas la *trialogique*. La trialectique est, selon l'ingénieur et systémicien français Gérard Donnadiou (2002), un "jeu complexe qui articule trois boucles" où "le deux a besoin du trois pour exister", ou encore, selon le chercheur français Gérard Gigand (2010), un "jeu de trois concepts déduits d'un concept directeur. Ils sont à la fois rivaux et complémentaires en relation dynamique. [...] une trialectique s'authentifie [donc] par la présence en son sein de trois dialectiques". Parallèlement au passage de la dialectique à la dialogique, ce que Donnadiou et Gigand appellent des trialectiques devraient plutôt être appelé des trialogiques. Un glissement sémantique involontaire existe chez les systémiciens lorsqu'ils considèrent que la trialectique est définie comme comprenant trois dialectiques, alors que ce qu'ils décrivent, ce sont des dialogiques. La trialectique est donc un outil dynamique de (co)construction du réel augmenté (R^+) par le jeu d'oppositions entre trois pôles constitués de propositions antagonistes en opposition. Une trialectique comprend donc trois dialectiques, elle est résolue par ce qui pourrait être qualifié de tria-logue ou plus simplement de dialogue à trois. Dans ce cas, les antagonismes disparaissent lorsque la synthèse (ou le principe

d'union) est révélée à un niveau logique supérieur. Tandis que la trialogique est un outil dynamique de (co)construction du réel augmenté par le jeu d'oppositions entre trois pôles constitués de propositions antagonistes et (re)liés par des boucles d'information. Une trialectique comprend donc trois dialogiques. Les antagonismes demeurent, ils permettent l'émergence d'un principe directeur à un niveau logique différent.

La décision de *viser* l'architecture et non de la *définir* provient d'une distinction entre le domaine de connaissance de l'architecture et l'intentionnalité propre à la conscience du (co)concepteur lorsque celui-ci désire faire de l'architecture. Puisqu'il ne peut raisonnablement pas isoler le champ de l'architecture dans sa totalité dans une boîte ou dans un livre, le (co)concepteur ne peut que viser ce qui ne lui est pas directement accessible. La visée est donc l'orientation générale de la conduite de la pensée (pour)suivie par le (co)concepteur. La conscience de ce dernier est dynamique, puisque – comme le dirait Franz C. Brentano – elle est toujours consciente de quelque chose. Alimentée par l'intentionnalité, la conscience du (co)concepteur est traversée par une succession d'intentions qui s'adaptent au cours du temps en fonction d'une finalité qui les transcende : la visée (inter)subjective du (co)concepteur. Si, dans la phrase qui précède, le mot *transcende* paraît douteux, la visée ne suppose pas pour autant un finalisme. Bien que les vécus de conscience soient qualifiés d'"intentionnels", ce terme ne signifie ici en effet rien d'autre, comme l'écrit Edmund Husserl (1929), que "cette propriété fondamentale et générale de la conscience qui est d'être conscience *de* quelque chose, de porter en soi, en tant que *cogito*, son *cogitatum*". Le (co)concepteur se propose simplement une fin particulière à un moment donné en élaborant par exemple le programme du projet d'architecture qu'il est en train de (co)concevoir. Il tente alors de répondre à cette fin par les moyens de la (co)conception en fournissant par exemple les plans complets du projet fini auquel il aboutit. Ainsi, au cours du processus de (co)conception, le (co)concepteur élabore des modèles architecturaux en mobilisant des connaissances du domaine, c'est donc en *visant* l'architecture qu'il (co)conçoit des architectures. S'il est le créateur de modèles architecturaux, le (co)concepteur n'a par contre pas accès directement à l'architecture : il ne peut donc que la *viser*. La visée du (co)concepteur s'enrichit régulièrement par l'élaboration répétée de modèles architecturaux pour (co)concevoir des architectures.

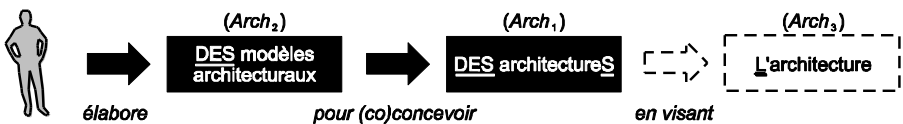


Fig. 1.2 – Viser l'architecture pour (co)concevoir des architectures.

1.3 Les trois réalités ($R_{\text{intersubj}}$, R_{subj} , R_{obj})

Le (co)concepteur – comme tout être humain – est un "découpeur" du réel qui l'investigue avec un "regard-aspect". Selon Mioara Mugur-Schächter (1992), un "découpeur" est un opérateur défini (appliqué) sur un "univers", c'est-à-dire un *continuum* d'objets physiques ou réels qui constitue potentiellement un objet d'examen, qui va produire des "portions" du réel. Un "regard-aspect" est alors un regard spécifique parce que spécifié selon certains aspects. Le (co)concepteur (co)construit donc un ensemble de "portions" qualifiées du réel R qui donnent un sens à ce dernier en lui conférant une structure. C'est ce qui se passe également pour l'organisation du réel augmenté R^+ . Le (co)concepteur (ré)élabore et (ré)actualise constamment une série de découpages utiles – des partitions – qui n'ont d'existence que dans le réel augmenté. Ainsi, le réel R est-il souvent considéré comme un phénomène unique parce qu'inaccessible directement à la cognition, mais le réel augmenté R^+ est constitué d'une variation de réalités, chacune d'elles étant l'une des partitions le constituant et le structurant. La triadologie des trois mondes logiques $Triad_1$ permet de définir trois des principales partitions du réel augmenté : les réalités intersubjective, subjective et objective.

Différentes théories postulent l'existence de trois mondes logiques. Ainsi, dans la "théorie des trois Mondes" du philosophe des sciences autrichien Karl R. Popper (1972), par exemple, le "monde 1" est le monde physique des pierres, des arbres et des champs magnétiques (les êtres inorganiques, la biologie et les artefacts), tandis que le "monde 2" est celui de nos expériences conscientes vécues (les connaissances subjectives : pensées, expériences, émotions, perceptions, souvenirs, intentions...), et que le "monde 3", proprement humain et autonome, est le "monde des contenus de pensée objectifs" constitué par les choses de l'esprit (héritage culturel, systèmes théoriques, produits culturels, langages, notions, théories, y compris les connaissances objectives...). Si les descriptions du "monde 1" et du "monde 2" semblent correspondre respectivement aux mondes sensible et intelligible, le "monde 3" de Popper correspondrait pour Edgar Morin (1991) à la noosphère de Pierre Teilhard de Chardin (1956). De la même manière que la "théorie des trois mondes", Morin (1990) suggère d'élargir le modèle classique du processus de la connaissance (sujet/objet) en y ajoutant la relation à l'environnement. Si une relation sujet/objet existe, cela signifie que tous deux sont dépendants d'un même environnement qui les englobe et les détermine largement, tout en s'enrichissant de leur jeu. L'environnement est considéré à la fois dans ses dimensions naturelle, sociale et symbolique. Il propose donc la relation triadologique "sujet/objet/environnement", de manière à ce que la boucle de rétroaction sujet/objet prenne en compte le "tiers environnement". Il s'agit là encore de trois mondes logiques.

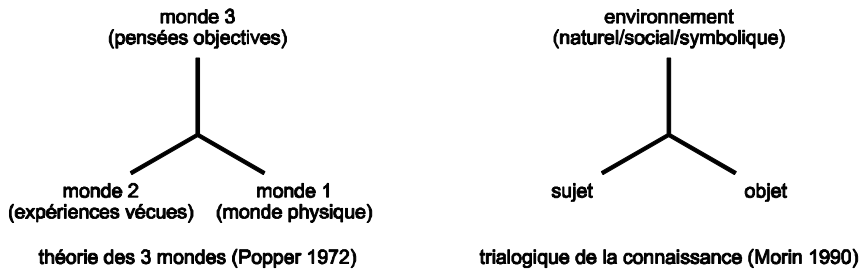


Fig. 1.3 – Typologies des mondes selon Karl R. Popper (1972) et Edgar Morin (1990).

De ce qui précède, l'existence générale de trois mondes logiques est déduite : respectivement les réalités intersubjective, subjective et objective. Ces trois réalités sont des partitions du réel augmenté R^* en interaction dynamique au sein d'une trialogique et ont donc chacune la même importance, même si en considérant l'accumulation progressive des acquis au cours de la vie d'un être humain, la réalité intersubjective du groupe social pré-existe à la réalité subjective de l'individu, laquelle permet à son tour la construction de la réalité objective.

Le premier monde logique, la réalité intersubjective, est proche des concepts d' "inconscient collectif" et de "noosphère".

Dans "Les archétypes de l'inconscient collectif" (1954, Livre I) le médecin psychiatre suisse Carl G. Jung a développé les concepts d' "archétype" et d' "inconscient collectif". Les "archétypes" sont des complexes innés, des formes à priori ou des structures préformées dans notre psychisme qui influencent les matériaux de l'expérience individuelle. À partir de l'étude des "archétypes", il a montré qu'outre l' "inconscient personnel" supposé par Sigmund Freud (1938) acquis par l'expérience, un autre inconscient existe, "collectif", plus profond et inné, dont les "archétypes" sont l'expression. Contrairement à ce qui se passe dans la "psyché personnelle", des contenus et des modes de comportement sont "les mêmes partout et chez tous les individus". L' "archétype" fait référence à un inconscient collectif non-verbal, différent du langage parlé. Bien que fortement critiqué par un grand nombre de psychanalystes, ce concept illustre bien celui de la réalité intersubjective.

Le concept de "noosphère" a, quant à lui, été forgé par le philosophe et théologien français Pierre Teilhard de Chardin (1956) et développé par Edgar Morin (2001) qui écrit qu'elle est le "milieu conducteur et messenger de l'esprit humain", et qu'elle "nous fait communiquer avec le monde tout en faisant écran entre nous et le monde". La noosphère est alors "un dédoublement transformateur et transfigurateur du réel qui se surimprime sur le réel, semble se confondre avec lui" (Morin 2001).

La réalité intersubjective ($R_{intersubj}$) est l'émergence d'un schème subjectif partagé, qui alimente une série de consensus perceptifs socioculturels en rapport avec la (co)conception culturelle du réel au sein du réel augmenté. L'existence de la réalité intersubjective vient de la capacité des agents à échanger des informations avec d'autres, et à "méta-communiquer" (Watzlawick *et al.* 1967). La réalité intersubjec-

tive est actualisée à partir de la "noosphère" et de l' "inconscient collectif" du moment. La réalité intersubjective pré-existe à celle de l'individu puisque, comme l'écrit le théoricien de l'architecture Patrizio Ceccarini (2003), "les conventions sociales reconstruisent le réel, ce sont elles qui forment le regard de l'individu".

Au sein de la réalité intersubjective, émerge un second monde logique : la réalité subjective (R_{subj}). Celle-ci est définie comme l'émergence d'un schème subjectif individuel de la réalité objective à travers la réalité intersubjective ($R_{\text{intersubj}}$). La réalité subjective de l'individu est le résultat du fonctionnement du système psychosomatique (système psychique supporté par le système neurologique) et elle nécessite le support physique de la réalité intra-objective ($R_{\text{int-obj}}$) telle que définie ci-après.

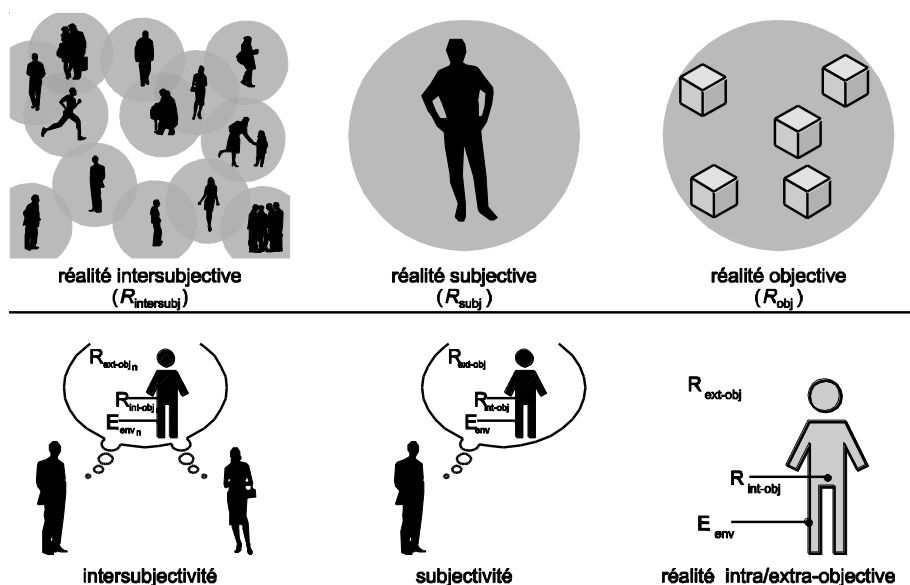


Fig. 1.4 – Trois partitions du réel augmenté : les trois réalités.

Troisième monde logique, la réalité objective (R_{obj}) comprend, du point de vue de l'individu, la réalité extra-objective ($R_{\text{ext-obj}}$) – ou extra-corporelle, c'est-à-dire le milieu extérieur englobant les *choses en soi* –, et la réalité intra-objective ($R_{\text{int-obj}}$) – ou intra-corporelle, c'est-à-dire le milieu intérieur. La limite entre réalités extra- et intra-objective est l'enveloppe corporelle de l'individu (E_{env}). Si pour un individu son enveloppe corporelle paraît imperméable du point de vue de la perception mythique et historique du corps, celle-ci est par contre totalement perméable au niveau du vécu (cf. p.159), notamment de la conception du réel augmenté (opérations de projétation / d'interprétation) et de la perception de celui-ci (sensations d'action / de stimulation). Le corps procède, en outre, continuellement à des échanges de matière, d'énergie et d'information (ci-après désignés par *MEI*) avec son environnement (nourriture, chaleur, communication, excréments...). La distinction extra/intra n'a, en fait, de valeur qu'à l'échelle de la perception humaine :

celle-ci est (co)construite. La réalité extra-objective amène l'individu à avoir une *conscience du monde*, tandis que la réalité intra-objective amène l'individu à avoir une *conscience du soi*, puisque le milieu intérieur est habituellement modélisé à partir de l'hypothèse de l'existence d'un système psychosomatique. La réalité objective – partition du réel augmenté – est à distinguer du réel avec lequel elle est souvent confondue. En effet, étant donné que le réel R est un au-delà inaccessible aux tentatives répétées de le connaître, le groupe social et en son sein l'individu (ré)élabore constamment une (co)construction globale, le réel augmenté R^+ , dans laquelle est située une (co)construction locale, la réalité objective R_{obj} .

La distinction entre les trois mondes logiques opérée au sein d'une première trialogique ($Trial_1$) est mise en parallèle avec l'existence, au sein du réel augmenté, de trois architectures ($Arch_2$) et de trois espaces logiques ($Trial_3$). Les pages suivantes sont consacrées à l'explication de ces deux autres trialogiques qui interviennent plus spécifiquement dans les questions relatives au domaine de l'architecture.

1.4 Les trois architectures ($Arch_1$, $Arch_2$, $Arch_3$)

La seconde distinction heuristique – première transposition des trois mondes logiques $Trial_1$ au domaine particulier de l'architecture – part du principe qu'un architecte ne fait pas de l'architecture, il élabore des architectures. Par contre, lorsqu'il (co)conçoit des architectures, il vise l'architecture. La distinction de l'architecture, qui n'a pas de présence, par rapport aux architectures qui, seules, en possèdent une est par exemple déjà pointée par l'architecte américain Louis I. Kahn (1996 ; 1969) lorsqu'il écrit que "la chose la plus importante à enseigner [aux étudiants en architecture], c'est que l'architecture n'a pas de présence, [...] *seule une œuvre d'architecture a une présence* [...]". Il va même plus loin, lorsqu'il écrit que l'architecture "existe en tant que réalisation d'un esprit" et que l'"œuvre d'architecture se fait comme une *offrande* reflétant la nature de cet *esprit*" (1996 ; 1970). Le concept de l'architecture désigne donc un domaine de connaissances, (co)construit et sans existence réelle, tandis que celui des architectures désigne des édifices, matérialisés ou non, qui reflètent l'esprit de celle-ci.

L'architecture n'est pas pour autant une sorte d'idée platonicienne, pure, réelle et unique dont les manifestations seraient de pâles copies ou des ombres [Platon 1961, Livre VII]. L'architecture est plutôt un concept qui désigne un domaine de connaissances mobilisables par le (co)concepteur. Ce domaine est une synthèse culturelle qui actualise sans cesse avec plus ou moins de succès les structures sous-jacentes supposées à tous les projets d'architecture : à savoir les éléments utiles à la (co)conception et/ou à la réalisation des architectures. Ce domaine n'est ni pur, ni réel, ni unique. En ce sens, l'architecture est riche, multiple et contradictoire puisqu'elle est partagée, au moins partiellement, par un groupe d'individus culturellement proches.

L'architecture est en quelque sorte un "idéaltyp" (*idealtypus*) au sens où l'entend le sociologue et économiste allemand Max Weber (1904). Selon lui,

l'idealtypus constitue une synthèse théorique et abstraite des phénomènes et des événements qui ont lieu dans un domaine observé, sous la forme d'un "tableau idéal". Ce dernier possède un caractère utopique puisqu'une série d' "éléments déterminés de la réalité" sont accentués par la pensée pour constituer une sorte de "cosmos non contradictoire de relations *pensées*". Ce "tableau de pensée" rendu homogène est constitué à partir de la synthèse de différents points de vue sur le domaine : dans ce cas-ci des (co)concepteurs, des architectes, des agents... Cette (re)présentation pragmatique, intuitive et compréhensible de l'organisation des relations entre les éléments du domaine considéré – dans ce cas-ci l'architecture – est donc un "moyen heuristique pour l'éclaircissement de l'existant", utile à la fois pour la recherche et pour la (re)présentation des faits. *L'idealtypus* n'est pas lui-même une "hypothèse", c'est-à-dire une définition du domaine observé, mais un "jugement d'imputation" qui permet de guider l'élaboration des hypothèses, et de "donner des moyens d'expression univoques".

D'un côté, l'architecture n'a pas de présence et possède une transcendance quasi absolue en tant que part du réel en attente d'offrandes bâties, mais, de l'autre, elle est déployée sous la forme d'une cartographie relative, (co)construite en tant que part du réel augmenté R^+ , qui (re)présente les désirs imaginaires qu'elle pourrait assouvir dans les édifices qui lui sont consacrés. Les architectures sont donc toujours des accomplissements partiels de l'architecture réelle et transcendante, mais également de l'attention et des attentes que nous lui prêtons.

Entre le domaine de connaissances appelé *l'architecture* et des édifices (matérialisés ou non) appelés *des architectures*, il manque une troisième acception du mot *architecture* constituée des modèles architecturaux. En effet, si un (co)concepteur (par exemple un architecte) vise le domaine, pour (co)concevoir des édifices, matérialisés ou non, il travaille sur des modèles architecturaux, lesquels sont directement issus de la (co)production mentale du (co)concepteur au cours du processus de (co)conception du projet d'architecture. De manière (très) générale, un modèle architectural est une image mentale en actualisation constante au cours du processus de (co)conception sur laquelle le (co)concepteur enchaîne une série d'opérations de (co)conception et à partir duquel il élabore des (re)présentations. Il est alors considéré comme un opérande de la (co)conception.

Ces trois acceptions du mot *architecture* sont appelées ici les *trois architectures* et chacune de celles-ci forment l'une des trois polarités d'une trialogique. Puisque le sujet de ce travail concerne le processus de (co)conception, les trois pôles de la trialogique sont définis à partir de la relation que chacun entretient avec un (co)concepteur de projet d'architecture. *Un* architecte est une personne qui vise le domaine de connaissances de *l'architecture* lorsqu'il (co)conçoit *des architectures* à l'aide *de* modèles *architecturaux*. C'est dans le cadre du processus de (co)conception de projets d'architecture que, pour (re)prendre l'expression de Louis I. Kahn (1996 ; 1970), *un* architecte peut offrir *des architectures* à *l'architecture*. Lorsqu'il la vise à l'aide *des* modèles *architecturaux* (*Arch₂*), *un* architecte mobilise donc des connaissances de *l'architecture* (*Arch₃*), pour (co)concevoir *des architectures* (*Arch₁*).

En tant que premier pôle de la trialogique, l'architecture (*Arch*₃) est un domaine de connaissances dont les éléments qui le constituent peuvent être mobilisés par l'architecte lorsqu'il (co)conçoit des architectures destinées à être/devenir réelles ou potentielles. Dans ce cas, il *vis*e le domaine de connaissances qu'est l'architecture. Le mot *architecture* est volontairement écrit au singulier et précédé d'un déterminant défini. Néanmoins celui-ci est multiple. L'architecture, en tant que domaine de connaissances, est en grande partie partagée culturellement. Le domaine de l'architecture contient entre autres des styles, des théories, des utopies, des esthétiques, des courants, des monographies d'architectes, des souvenirs, des traités, des rêves, des archétypes, des modèles, des doctrines, des procédures... De nombreuses *doctrines* confondent encore souvent l'architecture – domaine de connaissances – et des architectures – édifices construits ou non et connotés architecturalement. L'architecture ne peut être définie puisqu'il est impossible à un architecte de la mobiliser globalement lorsqu'il la *vis*e.

Le second pôle de la trialogique est constitué des modèles architecturaux (*Arch*₂), c'est-à-dire des images mentales de projets en cours de (co)conception sur lesquels le (co)concepteur mène des opérations. L'étude des modèles architecturaux occupe une place centrale dans ce travail, ils seront questionnés dans les chapitres suivants.

Le troisième pôle de la trialogique est occupé par les architectures (*Arch*₁) qui sont à distinguer des constructions. Si, au sein du réel augmenté, la problématique de la construction – son importance n'est pas niée ici – est souvent compliquée, l'institution d'un *lieu* – équilibre subtil entre questions socioculturelles, individuelles et environnementales – est toujours complexe. Les constructions sont des artefacts matériellement constitués qui tiennent debout, tandis que les architectures sont des dispositifs qui permettent l'émergence de qualités susceptibles d'instituer un lieu. Toutes les architectures sont des constructions, mais toutes les constructions ne sont pas des architectures, dans le sens où les actes qui ont concouru à leurs (co)conception ne visent pas tous l'architecture. Sans entrer dans des considérations purement poétiques ou esthétiques, ce point de vue est néanmoins compatible avec l'architectonique qui valorise une articulation pertinente entre construction et architecture.

Les architectures sont des artefacts, matérialisés ou non, (co)conçus par le (co)concepteur lorsqu'il *vis*e le domaine de l'architecture. Le type d'artefact le plus facilement identifiable est l'édifice, mais d'autres "niveaux d'environnements" (Norberg-Schulz 1971) existent tels que l'espace public ou le paysage, pour ne citer qu'eux.

Dans cette trialogique, l'expression *modèles architecturaux* et le mot *architectures* sont volontairement écrits au pluriel et précédés d'un déterminant indéfini. Le mot *architecte* est ici régulièrement remplacé par (co)concepteur puisqu'il ne faut pas forcément avoir le titre d'architecte pour prendre part à des activités qui concernent l'architecture prise au sens large.

Les trois architectures font partie d'une même trialogique dans le sens où de leur interaction constante émerge tout ce qui concerne l'architecture et dans le sens où

l'une est à la fois nécessaire à (et émergeant de) l'interaction dynamique des deux autres. Ainsi, l'interaction entre des modèles architecturaux et des architectures est possible par l'existence de l'architecture, puisque des architectures nourrissent le domaine de connaissances de l'architecture dont les contenus vont être mobilisés par des architectes et exploités dans la (co)conception des modèles architecturaux lorsqu'ils le visent.

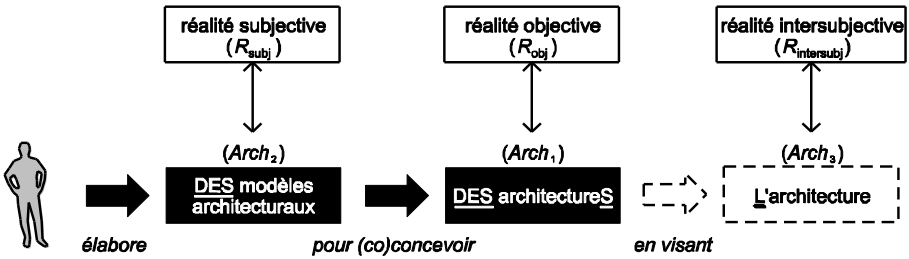


Fig. 1.5 – Viser l'architecture pour (co)concevoir des architectures à l'aide de modèles architecturaux.

L'architecture (Arch ₃)	Des modèles architecturaux (Arch ₂)	Des architectures (Arch ₁)
- les archétypes - les modèles - les doctrines - les théories - les traités - les rêves/souvenirs - les anthologies - ...	- des opérations mentales - des (re)présentations - ...	- des édifices réels - des mobiliers réels - des espaces publics - des acteurs - des médias - ...

Table 1 – Les trois architectures.



Fig. 1.6 – La trialectique des trois mondes logiques et celle des trois architectures.

De même, l'interaction entre des modèles architecturaux et l'architecture est possible par l'existence des architectures puisqu'il faut qu'il existe des architectures réelles ou non, (co)conçues ou à (co)concevoir, pour (co)constituer l'(auto)référentiel du (co)concepteur lorsqu'il vise l'architecture et les connaissances du domaine de l'architecture à mobiliser.

Par ailleurs, l'interaction entre l'architecture et les architectures est possible, d'un côté, par des modèles architecturaux qui permettent d'instituer des édifices – matérialisés ou non – en tant que des architectures et, d'un autre côté, à partir des architectures qui permettent de faire évoluer le domaine de l'architecture.

1.5 Les trois espaces logiques (Esp_1 , Esp_2 , Esp_3)

Parallèlement à la trialogique des trois architectures $Trial_2$, trois espaces qui appartiennent à des niveaux logiques différents sont construits heuristiquement. À travers eux, chacune des trois architectures peut être située. Il s'agit de la seconde transposition de la distinction générale des trois mondes logiques $Trial_1$ au domaine particulier de l'architecture.

En architecture, l'existence heuristique de trois niveaux a déjà été postulée sous de multiples formes. Dans *L'art d'édifier* (1442-52), l'architecte italien Leon Battista Alberti écrit, par exemple, que l'édifice est l'union des principes de conception qui relèvent de l'esprit (les linéaments : les lignes et les angles conçus dans la conscience du concepteur) et des propriétés de la matière qui relève de la nature (les matériaux et leur mise en œuvre). Il distingue donc les connaissances mobilisables (linéaments) et les matériaux réels (matière) en plaçant la conception entre eux.

Le découpage théorique proposé ici est un peu différent. Il s'inspire des travaux du théoricien français Philippe Boudon (2003) qui – en architecturologie – distingue l'"espace de conception" de l'"espace des édifices". Plus récemment, Boudon (2006) sépare l'"espace de conception" qui a valeur générale, de l'"espace architectural" qui concerne tel ou tel cas particulier. Le découpage suggéré ici est plus proche encore de la distinction entre "espace d'expérience" et "espace naturel" opérée par Hans Dom van der Laan (1977) qui montre que "nous prenons possession de la portion d'espace indispensable à notre mobilité", mais également que nous nous en "formons une image", que nous prenons conscience que "cette portion de l'espace naturel se rapporte à notre présence". Il appelle cette portion d'espace (co)construite en image mentale un "espace d'expérience". Dans ces différents exemples, une différence est faite entre l'espace physique de la matière et des édifices construits et l'espace des pensées qui permettent au (co)concepteur d'imaginer et de (co)concevoir le projet d'architecture menant à la matérialisation des édifices projetés. Mais il manque une troisième polarité – qui concerne le contexte – dans laquelle s'élabore cette relation entre espace de conception et espace des édifices. La trialogique proposée ici comble cette lacune en ajoutant un troisième terme.

Premier pôle de la trialogique, l'espace de l'architecture (Esp_3) est un espace de (co)conception (en) général (co-conceptualisation) qui concerne la réalité intersubjective ($R_{intersubj}$) et les processus de l'acquisition des connaissances au sens large, mais connotées architecturalement. Aussi appelé espace architectural, c'est l'espace de la mise en système des pensées, actualisées en fonction de l'"inconscient collectif" ou de la "noosphère". Cet espace est en grande partie inaccessible aux (re)présentations. Son existence repose sur le fait que chacun est potentiellement

un (co)concepteur : telle est la capacité humaine, selon Simon (1969), de produire des artefacts et de construire des modèles abstraits.

Second pôle de la trialogique, l'espace de l'architecture (Esp₂) est un espace de (co)conception (en) particulier (projétation/interprétation des concepts) qui concerne la réalité subjective (R_{subj}) ainsi que les processus et les opérations qui permettent de produire des architectures, lorsque le (co)concepteur vise l'architecture. Cet espace – appelé aussi espace des modèles architecturaux – n'est pas directement accessible ; c'est l'espace du *faire* et du *fait* imaginaire du (co)concepteur, qui n'est que partiellement accessible à travers les (re)présentations ponctuelles qu'il peut produire. Il est à la fois espace d'interprétation/projétation et espace d'opérations/(re)présentation. Il est un espace de (co)conception (en) particulier dans le sens où il s'agit d'un espace de (co)conception propre au projet d'architecture en cours de (co)conception, qui peut mobiliser des connaissances dans l'espace de l'architecture (Esp₃) (en) général. Dans cet espace non-réel se situe le modèle virtuel du projet à l'état *n*, c'est-à-dire la (re)présentation imagée et imaginaire du projet : la maquette virtuelle, l'*analogon* (Sartre 1940), ou le modèle architectural qui va être constamment (ré)actualisé au cours du processus de (co)conception.

Dernier pôle de la trialogique, l'espace de l'architecture (Esp₁) est un espace de perception (action/stimulation des percepts) qui concerne la réalité objective (R_{obj}) – augmentation du réel, qu'il existe ou non – et qui est occupé par des architectures. Cet espace – appelé aussi espace des architectures ou des édifices – est directement accessible, c'est l'espace du *faire* et du *fait* réel, des habitants, des édifices et des paysages. Les médias de (re)présentation en tant que supports physiques de celles-ci et utilisés par le (co)concepteur font également partie de l'espace des édifices, des paysages.

L'ordre d'énonciation de ces trois espaces n'a pas pour but d'établir une hiérarchie de valeur entre eux. S'ils sont en interaction dynamique en tant que termes d'une trialogique, chacun d'eux peut tout de même être considéré comme un "système" à part entière, en tant qu' "ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but" (Rosnay 1975).

Le modèle théorique de la (co)conception déployé dans ce travail concerne spécifiquement l'espace des modèles architecturaux Esp₂, bien qu'il tienne compte des interactions entretenues par celui-ci avec les deux autres niveaux. À partir du moment où c'est l'espace de l'architecture Esp₂ qui est au centre de toutes les attentions, les opérations de (re)présentation effectuées par le (co)concepteur sont importantes. En effet, l'acte de (re)présenter notamment par la production de documents graphiques permet de *passer* d'un niveau à l'autre, c'est-à-dire de l'espace de l'architecture Esp₂ depuis/vers l'espace des édifices Esp₁ ou depuis/vers l'espace de l'architecture Esp₃ au cours du processus de (co)conception d'un projet d'architecture. Les questions liées à la (re)présentation ont donc une grande importance dans le domaine de la (co)conception architecturale.

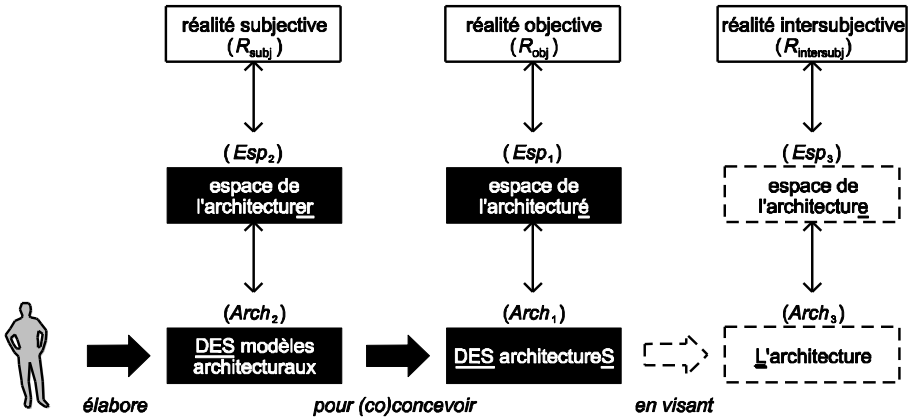


Fig. 1.7 – L'architecte vise le domaine de l'architecture pour (co)concevoir des édifices.



Fig. 1.8 – Trialogiques des trois mondes logiques et des trois espaces logiques.

1.6 La question principale

Il est temps de formuler la question centrale autour de laquelle ce travail est mobilisé/mobilisable. Un double du réel R est inévitablement créé par l'être humain : le réel augmenté R^+ . Les principales partitions du réel augmenté sont les réalités intersubjective $R_{intersubj}$, subjective R_{subj} et objective R_{obj} . Ensemble elles forment la trialogique des trois mondes logiques et elles montrent l'interdépendance des questions qui touchent respectivement à la culture, à l'individualité et à l'environnement. Cette triple partition trialogique du réel augmenté $Trial_1$ est à la base de deux autres distinctions heuristiques spécifiques au domaine de la (co)conception architecturale : celles des trois architectures $Trial_2$ et des trois espaces logiques $Trial_3$. L'évolution des pôles des deux dernières trialogiques est intimement liée aux pôles de la première. Au cours du processus de (co)conception d'un projet d'architecture, le (co)concepteur élabore des modèles architecturaux ($Arch_2$) dans l'espace de l'architecturer (Esp_2) en mobilisant les connaissances du domaine – c'est-à-dire en visant l'architecture ($Arch_3$) dans l'espace de l'architecture (Esp_3) – pour (co)concevoir des architectures ($Arch_1$) dans l'espace de l'architecturé (Esp_1).

À l'âge dit hypermoderne, comment est-il encore possible de concevoir un projet d'architecture ? Serait-il possible de modéliser la manière dont le (co)concepteur élabore des modèles architecturaux ($Arch_2$) dans l'espace de l'architecturer (Esp_2) ? Ce type de modélisation pourrait avoir notamment des effets sur le développement d'outils pédagogiques de démystification du processus de (co)conception architecturale. Or, il se fait que l'approche systémique offre la possibilité de modéliser des phénomènes complexes. L'intuition qui initie le travail développé ici est qu'il est possible de modéliser ce qui se passe autour/dans l'espace de l'architecturer (Esp_2) à l'aide de l'approche systémique. Ce travail propose d'utiliser l'approche systémique, une méthode de pensée élaborée pour comprendre les affres de l'hypermodernité, pour élaborer une modélisation graphique heuristique du processus de (co)conception qui vise l'architecture. Cette modélisation théorique est l'occasion de développer un outil théorique *et* pratique d'aide à la projétation, pour aider les (co)concepteur à (co)concevoir dans l'action, en pleine conscience de l'interdépendance des phénomènes. La question centrale qui traverse ce travail peut être formulée :

À l'aide de l'approche systémique, serait-il possible de modéliser un processus de (co)conception dans lequel un (co)concepteur – par la (co)conception d'un projet d'architecture – tient compte des effets culturels et environnementaux, filtrés par un réel augmenté R^+ , pour interroger de manière pertinente la relation entre l'homme et son environnement ?

2 LA POSTURE DE RECHERCHE : L'APPROCHE (ANALYTICO)SYSTÉMIQUE

La question étant posée, une posture de recherche est nécessaire avant d'aller plus loin dans le raisonnement et de tenter une réponse. À partir de celle-ci, une méthode de recherche sera choisie plus loin. La détermination d'une posture de recherche complète le postulat de base – l'hypothèse de l'existence du réel augmenté R^+ – et établit une base théorique nécessairement arbitraire, mais suffisamment évolutive pour tendre à l'objectivité.

L'étude du processus cognitif de base de construction du réel augmenté R^+ met en évidence quatre questions fondamentales qui ne peuvent être ignorées. Pour chacune d'elles une hypothèse est avancée sous la forme d'un postulat. En plus de compléter le postulat de base, l'ensemble rendu cohérent des quatre hypothèses qui suivent forme la posture de recherche adoptée dans le cadre de cette thèse.

La posture de recherche est construite du point de vue de l'étude générale du processus d'élaboration des connaissances. Elle est ensuite transposée au champ de la (co)conception architecturale. En effet, le processus de (co)conception qui vise l'architecture est observé ici en tant que processus de (co)construction de connaissances lors des interactions répétées entre le (co)concepteur et le modèle architectural M_i qu'il (co)conçoit.

2.1 Le processus cognitif de base

Un processus cognitif est à l'œuvre dans la conscience du (co)concepteur pour appréhender le réel augmenté R^+ . Au centre des préoccupations de ce travail, le processus de (co)conception qui vise l'architecture mobilise des activités cognitives dans la tête du (co)concepteur qui mettent en jeu les mécanismes généraux de la connaissance.

Selon le psychologue suisse Jean Piaget (1967), tout processus cognitif mis en œuvre pour connaître est défini, au minimum, par la mise en relation d'un sujet et d'un objet à l'aide d'une structure opératoire (cf. Fig. 2.1, p.22). Chaque fois qu'une proposition est énoncée, elle traduit un savoir et trois éléments de base sont mobilisés : un objet, un sujet et un processus cognitif. La présence de ces trois éléments suscite autant de questions. L'objet est du côté de *l'objet à connaître*, ce qui pose la question (1) de ce qu'est l'objet. Le sujet est du côté du *sujet qui connaît*, ce qui pose la question (2) de ce qu'est la connaissance. Enfin, le processus de cognition relie l'objet et le sujet. Il (re)présente les allers et retours entre les interprétations/projections du sujet depuis/vers l'objet et il pose la question (3) de la méthode utilisée par le sujet pour appréhender l'objet.

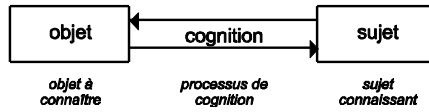


Fig. 2.1 – Le processus de cognition de base d'après Jean Piaget (1967).

De manière (très) générale, le philosophe des sciences canadien Robert Nadeau (1999) écrit que dans notre tradition occidentale l'épistémologie pose quatre questions : "[1] Qu'est-ce qui distingue la recherche scientifique d'autres formes de recherche ? [2] Quelles procédures les scientifiques devraient-ils suivre pour mieux connaître la nature ? [3] Quelles conditions une explication scientifique authentique doit-elle satisfaire ? [4] Quel est le statut cognitif des lois et théories scientifiques ?" D'un point de vue un peu différent, le systémicien français Jean-Louis Le Moigne (1995) pense que l'épistémologie pose trois questions fondamentales : (1) la question "gnoséologique" qui étudie ce qu'est la connaissance, (2) la question "méthodologique" qui observe les mécanismes de construction de la connaissance et (3) la question "éthique" qui apprécie la valeur ou la validité de la connaissance.

Les trois questionnements sous-jacents au schéma de la connaissance sont d'ordre épistémologique. Pour rencontrer les questionnements principaux de l'épistémologie tels que décrits par Nadeau et Le Moigne, un quatrième élément doit être ajouté au schéma de base de la connaissance proposé par Piaget : une position *méta*, un regard extérieur au processus, susceptible de valider le processus complet (cf. Fig. 2.2, p.22). Comment savoir, en effet, (4) si le processus de cognition engagé par le sujet peut lui donner des résultats valables ?

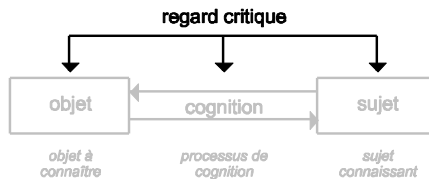


Fig. 2.2 – La connaissance de la connaissance.

Tout processus d'élaboration des connaissances mobilise donc quatre éléments : un objet à connaître, un sujet connaissant, un processus cognitif et une analyse réflexive. Et chacun d'eux est à l'origine d'une question épistémologique : les questions respectivement (1) ontologique, (2) gnoséologique, (3) méthodologique et (4) éthique (cf. Fig. 2.3, p.23).

Du côté de l'objet, la première question est ontologique : elle interroge l'*essence* des choses à connaître. Mais dans les faits, elle *visé* plutôt l'essence des choses du réel R à travers le filtre des objets du réel augmenté R^+ . Elle questionne la nature indifférente du réel à partir de la (co)construction augmentée d'un *cosmos* en apparence bien organisé. La question de l'ontologique n'apparaît pas chez Nadeau et Le Moigne : les philosophes des sciences se méfient des considérations d'ordre métaphysique. Mais il n'est pas nécessaire d'en faire si la question porte sur le

comment est construite l'essence des choses dans la tête du sujet, plutôt que directement sur l'essence elle-même. Plutôt que de se demander quelle est la *nature* du réel, la question est déplacée : comment est (co)construit le réel augmenté R^+ ?

Du côté du sujet, la seconde question tirée de la question gnoséologique de Le Moigne interroge la nature de la connaissance dans la tête du sujet qui connaît. L'étude de l'*essence* de la connaissance a aussi peu de chance d'aboutir définitivement que celle des choses à connaître. Plutôt que de (re)chercher l'essence des connaissances, c'est la (méta-)finalité poursuivie par le (co)concepteur pour les (co)construire qui est questionnée.

Du côté du processus cognitif, la troisième question, inspirée de la seconde question de Nadeau et de la seconde de Le Moigne, est méthodologique : elle interroge la construction des savoirs. Autrement dit, elle interroge la méthode d'élaboration des connaissances utilisée par la mise en relation dynamique des choses à connaître avec le sujet qui connaît. Une méthode pertinente d'élaboration des connaissances doit à priori dépasser la traditionnelle coupure objet/sujet.

Du côté de la réflexivité, la quatrième question, éthique, est inspirée de la troisième question de Le Moigne et de toutes les questions de Nadeau excepté la seconde. Elle interroge la méthode de validation des connaissances.

Quatre axes épistémologiques de réflexion ont donc été dégagés et cette étude doit être confrontée à chacun d'eux pour assurer une posture de recherche complète (cf. Fig. 2.3, p.23). Prises ensemble, ces quatre questions recouvrent la problématique de la connaissance et un postulat sera énoncé pour répondre à chacune d'elles. Produits d'un découpage intersubjectif du réel augmenté, ces quatre axes de réflexion sont interdépendants et rendus indispensables culturellement pour valider toute activité qui a à voir avec la projection architecturale.

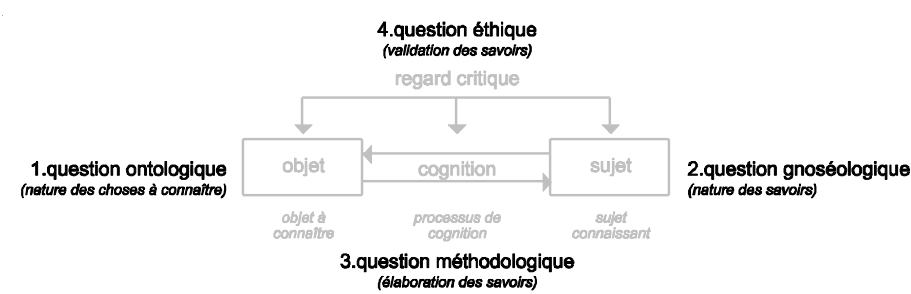


Fig. 2.3 – Les quatre questions épistémologiques récurrentes.

2.2 Postulat 1 – La nature du réel augmenté R^+ (P_1)

Bien qu'aucun texte de sa main n'ait été (re)trouvé et que ses *Dix livres d'architecture* ne nous soient parvenus qu'à travers une succession de traductions et de révisions, il est communément admis que la triade "*venustas/firmitas/utilitas*" a été énoncée au 1^{er} siècle av. J.-C. par l'architecte romain Marcus Vitruvius Pollio pour

montrer les exigences fondamentales auxquelles les édifices construits doivent satisfaire. Les quelques lignes qui suivent sont (très) connues :

"En toutes sortes d'édifices il faut prendre garde que la solidité, l'utilité et la beauté s'y rencontrent. Pour la solidité, on doit avoir principalement égard aux fondements qui doivent être creusés jusqu'au solide, et être bâtis des meilleurs matériaux qui se pourront choisir sans rien épargner. L'utilité veut que l'on dispose l'édifice si à propos que rien n'empêche son usage ; en sorte que chaque chose soit mise en son lieu, et qu'elle ait tout ce qui lui est propre et nécessaire. Et enfin la beauté pour être accomplie dans un bâtiment, demande que la forme soit agréable et élégante par la juste proportion de toutes ses parties." [Vitruve 1673]

Extraite du premier traité pratique (re)connu et fondateur dans l'histoire de la théorie de l'architecture, cette triade très/trop connue a été l'objet de nombreuses tentatives de (re)formulation et elle a mobilisé/hanté de nombreux théoriciens de l'architecture (Capon 1999 ; cf. Table 2, p.25). Réinterprétant la triade vitruvienne, Alberti propose ainsi, dans ses dix livres de *L'art d'édifier* (1442-52), les trois termes "*voluptas*", "*necessitas*" et "*commoditas*". Pour l'architecte français François Blondel (1675-83), l'architecture est faite de "décoration", de "construction" et de "distribution", tandis que pour l'architecte Jacques-François Blondel (1737-38), elle doit assurer l'"agrément", la "solidité" et la "commodité". Dans *Sur l'espace architectural* (1971), Philippe Boudon rappelle que la devise de la Société centrale des Architectes était "le Beau, le Vrai, l'Utile". Celle-ci avait été créée à partir de l'association du concept d'"utilité" et du titre du livre *Du vrai, du beau et du bien* (1862) écrit par le philosophe français Victor Cousin. La triade devient pour l'architecte français Hector Guimard (1899) les trois principes qui régissent l'Art nouveau : l'"harmonie", la "logique" et le "sentiment". Au xx^e siècle, de nombreuses (ré)interprétations de la triade ont été faites. Selon l'architecte italien Pier L. Nervi le choix d'une solution est dicté par les raisons techniques et économiques et la beauté vient après... si tout va bien. S'agissant de la France, Boudon montre que l'architecte français Henri E. Ciriani propose "permanence", "pertinence" et "présence", alors que Christian de Portzamparc propose la "perception" (corps vécu, phénoménologie), la "production" (technique, construction) et la "représentation" (discours esthétiques et idéologiques, modèles, styles). Si la tripartition est constante, les significations associées à chacune d'elles varient. Transposée à notre époque, cette triade comprend habituellement les termes *forme*, *structure* et *fonction*. Ces trois dimensions fondamentales correspondent par ailleurs aux trois grandes orientations actuelles de l'enseignement de l'architecture. L'offre de cours proposée aux futurs (co)concepteurs – à la fois plasticiens, techniciens et humanistes – combine arts graphiques, sciences naturelles et sciences humaines. Boudon (1971) pense qu'il n'existe aucune explication à cette "permanence trinitaire" qui est pourtant très étonnante. Il ajoute qu'"on aurait peut-être tort de vouloir expliquer trop rapidement [cette permanence] par des raisons 'd'habitude mentale'". L'explication de cette permanence sort du cadre de cette étude. Néanmoins, avec l'éclairage théorique développé ci-après, la triade de Vitruve pourrait bien être plus actuelle qu'elle ne le paraît !

Architecte	les trois termes de la triade		
Vitruve (I ^{er} siècle av. J.-C.)	<i>venustas</i>	<i>firmitas</i>	<i>utilitas</i>
Alberti (xv ^e)	<i>voluptas</i>	<i>necessitas</i>	<i>commoditas</i>
François Blondel (xvii ^e)	décoration	construction	distribution
Jacques-François Blondel (xviii ^e)	agrément	solidité	commodité
Jean-Nicolas-Louis Durand (xviii ^e -xix ^e)	économie	convenance	utilité
devise de la Soc. centrale des Arch. (xix ^e)	beauté	vérité	utilité
Hector Guimard (xix ^e)	l'harmonie	la logique	le sentiment
Christian de Portzamparc (xx ^e)	représentation	production	perception
Henri Ciriani (xx ^e)	permanence	pertinence	présence
Pier L. Nervi (xx ^e)	forme	structure	fonction

Table 2 – Permanence du schème trinitaire depuis Vitruve.
Adaptation à partir de Philippe Boudon (1971, p.43)



Fig. 2.4 – Les triades de Vitruve et d'Alberti.

2.2.1 Les trois niveaux d'organisation (*Niv₁*, *Niv₂*, *Niv₃*)

D'après le paradoxe de Bertrand A.W. Russel (1903), la connaissance de l'essence de la connaissance n'est pas possible puisque la connaissance est nécessaire pour se connaître elle-même. L'appréhension directe de l'essence du réel *R* n'a donc pas de sens d'un point de vue constructiviste. L'observation doit porter plutôt sur la manière qu'a le (co)concepteur d'organiser intentionnellement le réel augmenté *R⁺*. La nature du réel *R* est une question d'ordre métaphysique insoluble, alors que l'organisation du réel augmenté *R⁺* est une question heuristique qui permet des hypothèses. Plutôt que de tenter de définir l'essence du réel *R*, c'est l'organisation projetée du réel augmenté *R⁺* qui est à définir dans cette étude.

La triade vitruvienne moderne peut être (ré)interprétée et transposée du domaine de la (co)conception des architectures à celui de la (co)construction du réel augmenté *R⁺*. Si la forme, la structure et la fonction sont considérées comme des dimensions fondamentales de la (co)conception d'un projet d'architecture, ces mêmes concepts sont considérés comme trois niveaux d'organisation tout aussi fondamentaux pour la (co)construction du réel augmenté *R⁺*. Bien qu'ils puissent être à l'origine de savoirs nouveaux, ces trois concepts nomades doivent être pris avec précautions.

Différentes occurrences des concepts de *forme*, de *structure* et de *fonction* peuvent être identifiées d'après Le Moigne (1977) dans le paradigme systémique lui-même et dans les mouvements qui l'ont généré avec un sens parfois (très) différent. Au départ, la mécanique rationnelle héritée du cartésianisme se demande

comment les choses *fonctionnent*. Dans ce paradigme, tout objet est décrit parce qu'il possède une structure qui explique comment il est organisé, mais surtout comment il fonctionne. La structure est alors la cause de l'effet ; sans elle, la fonction n'est donc pas possible. L'objet observé est isolé du contexte pour pouvoir associer systématiquement aux mêmes causes les mêmes effets. Au XIX^e siècle, la thermodynamique défie la mécanique rationnelle : la science montre comment fonctionne l'objet, mais comment *évolue*-t-il ? Irréversibles, les transformations de la structure au cours du temps caractérisent pourtant l'objet observé. À la dialogique structure/fonction succède donc la dialogique structure/évolution qui s'intéresse à l'évolution dynamique des objets. Au début du XX^e siècle, le paradigme structuraliste relie *fonction* et *évolution* : l'objet est alors décrit dans sa totalité, en tant que structure qui fonctionne et qui évolue. En conservant les acquis du structuralisme, le paradigme systémique décrit également l'objet en fonction du *contexte* et de la *finalité* qu'il poursuit ou qui lui est attribuée. D'un côté, l'objet est ouvert et en interaction dynamique avec son environnement. De l'autre, le projet de l'objet d'étude et celui de l'observateur sont pris en compte d'un point de vue téléologique.

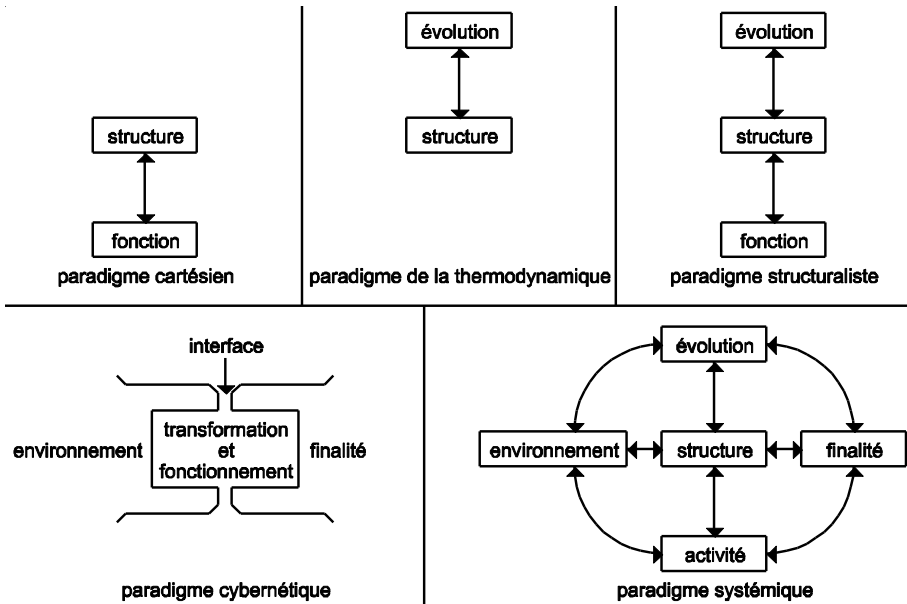


Fig. 2.5 – À chaque discours son paradigme, Jean-Louis Le Moigne (1977, p.51, p.59).

Trois modalités d'organisation du réel augmenté R^+ s'explicitent respectivement à partir des concepts de *forme*, de *structure* et de *fonction*. Chacune de ces modalités est l'expression privilégiée des recherches menées par un courant de pensée particulier : la *Gestalttheorie* pour la forme, le structuralisme pour la structure, la systémique pour le système. Développés au début du XX^e siècle, chacun de ces courants de pensée est une tentative particulière d'augmenter le réel R . Les trois

niveaux d'organisation du réel augmenté R^+ sont donc : (1) le niveau *formel* (Niv_1) qui concerne les phénomènes perçus, (2) le niveau *structurel* (Niv_2) qui concerne les objets statiques et hiérarchisés et (3) le niveau *fonctionnel* (Niv_3) qui concerne les objets dynamiques, contextualisés et finalisés. Lors de toute actualisation de l'organisation de son réel augmenté R^+ , le *sujet qui connaît* identifie d'abord des formes, il définit ensuite des structures et il simule enfin des fonctions. Ces trois niveaux d'organisation sont mobilisables par le (co)concepteur dans tous les projets d'architecture.

Le premier niveau logique d'organisation du réel augmenté R^+ est la configuration formelle Niv_1 . Cette première tentative d'augmenter le réel consiste à considérer que la réalité phénoménale est perçue à l'aide de formes. Fondée par l'école allemande de psychologie sociale, la *Gestalttheorie* définit une série de lois qui permettent d'organiser les formes perçues. Cette théorie est fondée sur l'idée de totalité : la perception d'un événement par un individu n'est pas l'addition des perceptions des différents appareils perceptifs, mais l'appréhension globale d'une forme complexe : une *Gestalt*. Ce qui fera écrire à Paul Guillaume (1937), principal représentant français de la *Gestalttheorie*, cette phrase emblématique : "Une forme est autre chose ou quelque chose de plus que la somme de ses parties." Selon lui, la forme est la perception d'une configuration sous-jacente à l'apparence phénoménale d'une chose réelle. La *Gestalt* est alors une forme structurée et complète qui prend sens pour nous par rapport à un contexte. Pour se défaire de la connotation esthétique du concept de *forme*, il est remplacé par celui d'*ensemble* Ens_i qui contient également l'idée de groupement.

Le second niveau logique d'organisation du réel augmenté R^+ est le structuralisme hiérarchique Niv_2 . Perçu à l'aide d'*ensembles* Ens_i au niveau de la configuration formelle Niv_1 , le réel est ensuite augmenté à l'aide de structures $Struct_i$. Au sein de ce niveau d'organisation hiérarchique, chaque élément possède une place précise dans le tout sous peine de mettre à mal l'entièreté de la structure. Développé sous de multiples formes à partir de la linguistique saussurienne, le structuralisme est une méthode de pensée qui considère les organisations logiques implicites des phénomènes en fonction de la place que ces derniers occupent dans un système. Ils utilisent une construction abstraite appelée la "structure" qui comprend "les trois caractères de totalité, de transformations et d'autoréglage" (Piaget 1968). Les caractères de transformation et d'autoréglage sont plutôt à envisager dans le cadre des systèmes qui occupent le dernier niveau logique proposé ici. Les structures $Struct_i$ sont des totalités hiérarchisées, matérielles ou non, de complexité croissante, mais fermées et à l'équilibre.

Le troisième niveau logique d'organisation du réel augmenté R^+ est l'émergentisme systémique Niv_3 . La troisième tentative d'augmenter le réel consiste à l'appréhender comme un tout, cette fois *organisé* en systèmes $Syst_i$. Les structures présentes au niveau du structuralisme hiérarchique Niv_2 permettent l'apparition de propriétés fonctionnelles émergentes. L'émergentisme systémique Niv_3 est à la rencontre entre le structuralisme, la cybernétique et la théorie de la complexité.

Les systèmes $Syst_i$ possèdent les propriétés des structures $Struct_i$, mais ils sont en plus dynamiques, contextualisés et finalisés.

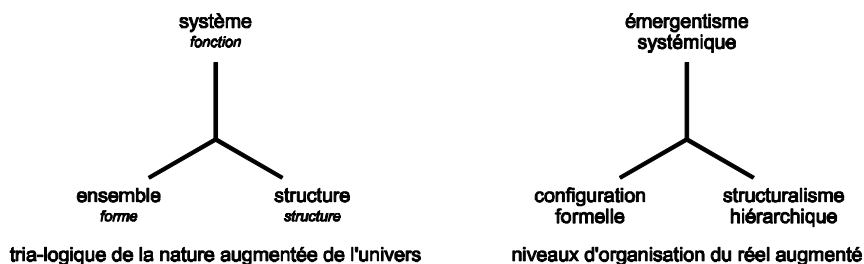


Fig. 2.6 – La nature et les trois niveaux d'organisation du réel augmenté.

2.2.2 Les trois constructions élémentaires (Ens_i , $Struct_i$, $Syst_i$)

Trois (co)constructions élémentaires permettent d'opérer dans le réel augmenté R^+ : l'ensemble Ens_i , la structure $Struct_i$ et le système $Syst_i$. Elles résultent toutes d'une agrégation de données opérée par le (co)concepteur.

À la base des trois constructions élémentaires, l'*agrégat* est un concept habituellement mal défini qui doit être précisé. Par opposition aux "monades" qui sont "simples", parce que "sans parties", le philosophe et mathématicien allemand Gottfried W. Leibniz (1714) écrit d'emblée que le "composé n'est autre chose qu'un amas ou *aggregatum* des simples". L'agrégat ne suppose aucune dépendance formelle, fonctionnelle ou structurelle de la part des éléments qui le constituent. Pour le philosophe français André Lalande (1926), l'agrégat est un "ensemble d'éléments juxtaposés et réunis par une certaine cohésion" ce qui reste définitivement vague. Pour caractériser différentes méthodes de (re)présentations de l'espace dans les œuvres artistiques, l'historien de l'art allemand Erwin Panofsky (1927) distingue l'"espace-agrégat" médiéval de l'"espace-système" renaissant. Le premier montre les compositions des artisans du Moyen Âge dans lesquelles les éléments sont juxtaposés/empilés, les rapports dimensionnels entre eux ne correspondent pas à ceux du réel et l'illusion de profondeur est absente. Les tailles des personnages représentés y sont déterminées en fonction de leur statut social. Le second émerge des méthodes de représentation des artistes de la Renaissance qui tentent de reproduire les effets du réel dans leurs œuvres. Les éléments représentés y occupent des positions précises les uns par rapports aux autres au sein d'un tout organisé. À sa suite, le peintre français René Passeron (1980) opère la même distinction lorsqu'il écrit que l'"espace-agrégat" précède historiquement et/ou logiquement l'"espace-système". L'agrégation désigne alors pour lui la simple disposition topologique des objets, sans distances mesurées ni construction de structure. Pour Le Moigne (1994) qui se base sur les écrits du scientifique d'origine azerbaïdjanaise Lofti A. Zadeh (1969), l'"agrégat" doit également être distingué du "système". Pour qu'un simple agrégat devienne un système, les éléments doivent être en interaction pendant une période de temps donnée et avoir des affinités

particulières pour maintenir la communication et la relation entre eux. Créer un agrégat, c'est donc grouper des éléments de manière non-exhaustive et "interpréter modestement ce à quoi nous nous intéressons, sans nous assurer de la totalité de cette interprétation". Un des principaux intérêts de la théorie du "système général" qu'il a élaborée est justement d'offrir au modélisateur une démarche cohérente pour l'aider à concevoir des agrégations judicieuses de données. L'agrégat est pour Edgar Morin (1997) "de la diversité non relationnée", c'est-à-dire que des éléments sont simplement (re)groupés sans qu'aucune relation n'ait été construite à leur sujet dans le réel augmenté R^+ . Le concept d'*agrégat* (Agr_i) est important puisque le (co)concepteur commence toujours par en (co)construire un avant de (co)construire une autre construction élémentaire (Ens_i , $Struct_i$ ou $Syst_i$). Ce concept est lié à l'action d'*agréger*, c'est-à-dire de regrouper plusieurs éléments à l'aide de rapports topologiques sans pour autant les organiser en totalité perceptive, les hiérarchiser et/ou observer l'évolution des relations qu'ils entretiennent dans le temps.

Première construction élémentaire du réel augmenté R^+ , l'ensemble Ens_i est toute collection d'éléments e_i , réels ou non, (re)groupés en fonction d'un caractère commun. C'est une construction élémentaire du niveau de configuration formelle Niv_1 du réel augmenté. La (co)construction mentale d'un ensemble précède toute (co)construction éventuelle d'une structure ou d'un système. Lorsque des éléments e_i sont agrégés, ils forment une catégorie, ou une classe, et ils sont alors caractérisés en fonction de leur appartenance ou non à l'ensemble Ens_i . L'ensemble est défini à l'aide d'une propriété P qui concerne tous les éléments e_i de l'ensemble Ens_i . Pour Robert Nadeau (1999), une classe est finalement un groupe d'éléments auxquels on reconnaît des caractères communs.

Seconde construction élémentaire du réel augmenté R^+ , la structure $Struct_i$ est un ensemble d'éléments e_i , réels ou non, en interaction statique et organisé hiérarchiquement. C'est l'entité structurelle de base du niveau du structuralisme hiérarchique Niv_2 du réel augmenté. La (co)construction mentale d'une structure présuppose l'existence d'un ensemble et précède toute (co)construction éventuelle d'un système. La structure est composée d'entités structurelles, c'est-à-dire de (sur/sous-)structures, de limites, d'éléments et de relations. La structure se distingue de l'ensemble parce que les éléments qui la constituent sont (re)liés et que chacun d'eux possède une place précise, sans laquelle la structure dans sa totalité serait mise à mal. Ce qui la distingue du système est, comme le rappelle André Lalande (1926), que la structure est la "disposition des parties qui forment un tout, par opposition à leurs fonctions". L'idée de fonctionnement étant plutôt liée au concept de *système*. Le mot *structure* vient du latin *structura*, lié au verbe *struere* ("construire"). Le mot est utilisé pour désigner aussi bien ce qui (re)lie les différents éléments d'un édifice que ceux d'une phrase ou d'un organe humain. La structure est donc un type d'agrégation de données qui permet l'analyse de l'objet observé à partir des entités structurelles identifiées. Ce n'est donc plus la forme et l'apparence qui sont observées. Ce sont bien ces deux idées d'autonomie et de relation qui sont exprimées par le linguiste danois Louis Hjelmslev (1971) lorsqu'il écrit

qu'une structure est, en linguistique, "une entité autonome de dépendances internes".

Troisième construction élémentaire du réel augmenté R^+ , le système $Syst_i$ est selon le biologiste et systémicien français Joël de Rosnay (1975) "un ensemble d'éléments en interaction dynamique orientés en fonction d'un but". C'est l'entité structurelle de base du niveau de l'émergentisme systémique Niv_3 du réel augmenté. La construction mentale d'un système présuppose l'existence d'une structure et donc également d'un ensemble. Ce qui distingue le système de l'ensemble et de la structure est exprimé en termes de quatre propriétés supplémentaires : (1) la relation au contexte, (2) le fonctionnement, (3) la finalité et (4) l'évolution au cours du temps. Alors que la structure ne s'intéresse qu'aux éléments internes au phénomène observé, le système prend en compte également la relation entre celui-ci et son contexte. En interaction avec le contexte dans lequel il est situé et avec lequel il interagit, le système est (co)construit dynamiquement, c'est-à-dire au cours d'une période de temps, en fonction d'une finalité qu'il poursuit. Dans la définition de de Rosnay, l'ordre des mots est important : le système est donc bien un *ensemble organisé d'éléments* et non un *ensemble d'éléments organisés*, puisque celui qui le (co)construit observe et modélise les interactions entre les éléments, plutôt que les éléments eux-mêmes.

Les trois constructions élémentaires sont régulièrement imbriquées : un système $Syst_i$ ne peut exister que s'il existe une structure $Struct_i$ sous-jacente et la structure $Struct_i$ elle-même n'est possible que s'il existe un ensemble Ens_i sous-jacent. Un système $Syst_i$ contient donc des structures $Struct_i$ qui contiennent elles-mêmes des ensembles Ens_i . Enfin, une agrégation de données Agr_i est toujours nécessaire pour démarrer la création de l'une ou l'autre construction élémentaires du réel augmenté R^+ .

Les trois constituants élémentaires du réel augmenté R^+ sont importants parce qu'ils servent d'opérandes pour le (co)concepteur d'un projet d'architecture. L'ensemble Ens_i est mobilisé au chapitre 9 (cf. p.251), la structure $Struct_i$ au chapitre 10 (cf. p.269) et le système $Syst_i$ au chapitre 11 (cf. p.291).

2.2.3 Les trois constituants universels (M, E, I)

Dans ce qui précède, l'existence du réel augmenté R^+ est posée (P_0). Celui-ci est organisé à partir de trois niveaux d'organisation (Niv_1 , Niv_2 et Niv_3), dans lesquels le (co)concepteur peut (co)construire trois types de constructions élémentaires (Ens_i , $Struct_i$ et $Syst_i$). Pour prendre position par rapport à la nature du réel R à travers l'étude de l'organisation du réel augmenté R^+ , il reste à déterminer les constituants fondamentaux de la substantialité, c'est-à-dire les éléments de base utilisés et mis en relation pour (co)construire les ensembles, les structures et les systèmes. Les paradigmes scientifiques continuant à se succéder régulièrement, il n'est pas impossible que d'autres types de flux apparaissent plus tard. Les changements de sens du concept de *substantialité* et les raisons de son développement au cours de

l'histoire des sciences en général, et plus particulièrement en physique, sont à la base de la découverte et de la définition progressive de ces trois constituants.

Pour André Lalande (1926), la substance est "ce qu'il y a de permanent dans les choses qui changent, en tant que ce permanent est considéré comme un sujet [d'une phrase] qui est modifié par le changement tout en demeurant 'le même', et en servant de support commun à ses qualités successives". À partir du préfixe *sub* (en-dessous), les mots *substance* et *subsister* viennent respectivement des mots latins *stare* ("se tenir") et *sistere* ("être placé", "s'arrêter"). La substantialité d'une chose à connaître est donc littéralement le fait que celle-ci possède une structure sous-jacente tant et si bien qu'elle résiste au changement et qu'elle est l'expression d'une existence sous-jacente.

Les éléments mis en relation au sein d'une construction élémentaire du réel augmenté sont des réservoirs qui peuvent être à l'origine de flux. La typologie des flux *MEI* est utilisée ici pour les modéliser. Initiée en cybernétique, elle repose sur l'existence de trois types de flux universels projetés sur le réel en procès : les flux de matière (*M*), d'énergie (*E*) et d'information (*I*). Initialement utilisée en cybernétique, cette typologie des flux a été étendue par Le Moigne (1977) en "classification universelle de tous les objets susceptibles d'être processés par un Système Général intervenant dans un processus". Elle a également été théorisée par le biologiste américain James G. Miller (1978) qui développe dans *Living Systems* une théorie générale du fonctionnement des systèmes vivants. Il montre que ceux-ci se maintiennent, se développent et changent parce que les systèmes vivants sont des systèmes auto-organisés ouverts en interaction avec leur environnement. Cette ouverture est exprimée par des échanges de matière, d'énergie et d'informations avec l'environnement. Cette typologie a été reprise par le biologiste et philosophe américain d'origine allemande Tom Stonier (1990) qui a démontré de manière controversée que les phénomènes physiques, mais également biologiques, sont à comprendre comme des processus d'information et de communication. Il considère même que la physique et la biologie peuvent être considérées comme des branches de la psychologie, ce qui est évidemment inacceptable pour les scientifiques des sciences dites dures. À partir d'observations transdisciplinaires, Donnadiou (2011) montre plus tard que la matière *M*, l'énergie *E* et l'information *I* peuvent être considérés comme les trois pôles d'une trialogique.

Le premier constituant universel du réel augmenté R^+ est la matière *M*. Le concept moderne de matière est apparu à la fois en philosophie et en physique bien avant ceux d'énergie *E* et d'information *I*. Les sciences classiques, et principalement la physique, ont été construites sur ce concept. La matière est la substance qui compose tout corps ayant une réalité tangible. Les quatre états les plus communs sont les états solide, liquide, gazeux et plasma. La matière occupe de l'espace et possède une masse. Le concept de matière *M* dont le nom vient du latin *materia* ("matière", "bois de construction") a évolué en fonction des différents points de vue sur les relations entre les parties pleines des choses à connaître, sur les vides qui les relient, sur la force de cohésion des parties et sur le mouvement des choses.

À la question de savoir ce que sont les choses présentes dans la nature, les présocratiques instaurent des philosophies de la nature. L'essence des choses est déterminée par un *archè* à l'origine du monde et des hommes (l'eau, la terre, le feu, l'apeiron...). Par contre, les atomistes pensent que toute chose est constituée de particules indivisibles de matière qui se distinguent entre elles par la figure, l'agencement et la situation. Elles se déplacent mécaniquement et perpétuellement par des pressions et des chocs mutuels, ce qui suppose l'existence d'une infinité de vides indivisibles qui assurent la cohésion des particules. Le concept est alors progressivement substantialisé : la matière est l'essence même du *cosmos*. Avec Démocrite, l'atomisme devient progressivement un matérialisme où les choses sont des complexes d'atomes déterminés par des qualités premières objectives (l'étendue, l'inertie, la densité, la dureté...) et des qualités secondes subjectives (la couleur, l'odeur, le goût...). Cette distinction mène progressivement à la désubstantialisation progressive du concept, c'est-à-dire que la matière devient une combinaison entre une substance et une *essence*. L'idéalisme platonicien distingue l'essence du monde des Idées de la substance du monde sensible, alors que l'empirisme aristotélicien penche pour l' "hylémorphisme", concaténation d'*hylê* (matière) et de *morphê* (forme). Dans la matière, l'essence n'existe qu'en puissance, elle ne parvient à la réalité (*énergéia*, ou "force en action") que par la forme. Ce déploiement de l'essence est l' "entéléchie" ou réalité complète. Ce mot vient de *telos* ("but"), ce qui est réalisé. C'est l'introduction de la téléologie, selon laquelle l'*ousia* se déploie du possible au réel en fonction de son but.

Initialement, la substantialité est donc chez Aristote plutôt du côté de la forme que de la matière. Mais par le biais des nombreuses (re)traductions, commentaires et influences diverses sur les textes originaux du philosophe jusqu'au xv^e siècle, la substance a été progressivement identifiée à la matière. Alors qu'elle était un élément déterminant chez Aristote, la forme a été évacuée. Au cours du temps, l'identification abusive d'*ousia* (matière) à *substantia* (substance) est encore renforcée par l'identification de *substance* à l'idée de *corps*, si bien que finalement, *substantiel* et *matériel* sont devenus équivalents. Mais au Moyen Âge, il devient nécessaire de définir une substance *sans* corps pour expliquer l'existence de Dieu : on a recours alors au mot *essence*. C'est le retour à *ousia*, cette fois traduit par l'essence platonicienne et, du coup, le mot *substance* est reparti du côté de la *matière*.

Dans un second temps, le concept de matière est progressivement désubstantialisée sur une période de trois siècles. Au xvii^e siècle, les physiciens sciences (dites) classiques pensent qu'une substantialisation complète de la matière est impossible: il faut quelque chose en plus comme une force extérieure. Ils élaborent des lois de la nature pour prouver que l'univers entier est une mécanique universelle globale dans laquelle tous les phénomènes terrestres et célestes dans leurs mouvements obéissent aux mêmes lois.

Le savant italien Galileo Galilei (dit Galilée) (1623; 1638) se débarrasse de la métaphysique de la substance pour créer la physique moderne dans laquelle les particules sont devenues des "corpuscules". Le mouvement n'est plus dans la chose

par le passage de la puissance à l'acte de la forme aristotélicienne, mais il lui est imposé par quelque chose qui lui est extérieur. Les corpuscules possèdent différents attributs : des qualités premières quantifiables inhérentes à la matière, indépendantes de l'observateur et inaltérables (donc mathématisables) et des qualités secondes subjectives. La matière est statique, résistante et possède une résistance au changement. Outre la matière et le vide, il introduit le concept étonnant de "force occulte" qui assure une attraction finie pour assurer la cohésion des parties de matière.

Au ^{xvii}^e siècle, le questionnement sur l'essence de la matière s'accompagne progressivement d'une étude plus concrète et plus pragmatique des corps réels. Le physicien anglais Isaac Newton (1687) développe les concepts de "force" et de "dynamisme" : la force d'inertie est liée à la masse (quantité de matière) et celle de gravitation n'est pas liée à une propriété essentielle de la matière. La matière devient "mécaniste", elle est décrite à l'aide des mouvements et des atomes. La force est un "pouvoir" appliquée au corps qui produit un changement de mouvement : $F = ma$. En fonction des natures des positions et des mouvements des parties de la matière, ce "pouvoir" produit un mouvement sur celles-ci. À la fin du ^{xix}^e siècle, le concept du *champ* remplace celui de *force* et les physiciens se (re)présentent le monde à l'aide des interactions entre matière et champ. La matière est tellement dé-substantialisée que certains physiciens se sont même demandés si un grain de matière n'équivaldrait finalement pas à une concentration très forte de champ, au point que la catégorie de matière ne fût plus nécessaire.

À la moitié du ^{xix}^e siècle, le concept d'*énergie* remplace progressivement le concept de *champ* et il décrit le second constituant universel du réel augmenté R^+ . Du grec *energía* ("force en action"), l'énergie (E) est un concept qui (re)présente aussi une capacité pour agir, un pouvoir pour effectuer un changement. Le concept d'énergie a été introduit par le physicien allemand Hermann L.F. von Helmholtz en 1847 pour le distinguer de celui de *force*. Dans un système isolé, l'énergie est une grandeur abstraite qui se conserve quelles que soient les transformations de celui-ci au cours du temps. Ceci a même poussé les tenants de l'énergétisme à dire que, incréée et indestructible, l'énergie est l'essence même du réel R (et donc de la matière). Les transformations de la matière traduisent des changements de nature de l'énergie. Ainsi, un apport de chaleur ou de travail à un système aboutit à un accroissement équivalent de son énergie interne. Dans la thermodynamique naissante, les scientifiques passent de l'étude des phénomènes purement mécaniques à l'étude des phénomènes calorifiques : tout processus naturel implique la désintégration d'une certaine quantité de matière et sa transformation en énergie. L'idée principale de la thermodynamique est l'équivalence entre le "travail" et la "chaleur". L'énergie est une grandeur exprimée en fonction des positions et des vitesses des particules microscopiques qui constituent la matière (M). La chaleur est le mouvement désordonné des éléments (molécules) d'un corps (unité). La valeur de l' "entropie" permet d'évaluer la dégradation de l'énergie d'un système et le degré de désordre du système observé. La reformulation moderne des principes

de la thermodynamique a été élaborée par le physicien américain Herbert B. Callen (1960) : (0) le principe de l'équilibre thermodynamique, (1) le principe de conservation de l'énergie microscopique dans un système clos et (2) le principe d'évolution entropique des systèmes.

Au début du xx^e siècle, après plusieurs tentatives de remplacer l'hylémorphisme aristotélicien (force obscure, force et champ), le physicien allemand Albert Einstein (1905) (dé)montre l'équivalence de la matière et de l'énergie avec l'équation $E = mc^2$. Aujourd'hui encore, pour un physicien la substantialité du monde, c'est l'énergie-matière.

Enfin, le troisième constituant universel du réel augmenté R^+ à être apparu est l'information (I). À partir de la première phrase de l'évangile selon saint Jean, "Au commencement était le verbe", le physicien américain John A. Wheeler ira jusqu'à dire "*It from bit*" (Au commencement était l'information) pour montrer que l'information est une propriété intrinsèque de l'univers et qui est là depuis l'origine du monde. En effet, selon Tom Stonier (1990), l'information (I), au même titre que l'énergie (E) (stockages de combustibles, piles...), peut être stockée (livres, bibliothèques, serveurs...). Depuis la découverte de l'ADN en 1953, les scientifiques savent qu'en effet la vie émerge, non seulement de l'intrication de la matière et de l'énergie, mais également de l'information. Inspiré par l'idée de "point oméga" chère au philosophe français Pierre Teilhard de Chardin (1956), Stonier développe une théorie physique qui place l'information en tant que constituant fondamental du réel au même titre que la matière et l'énergie en étendant l'équation d'Einstein. Il complète l'équivalence matière-énergie par l'équivalence énergie-information. L'équation initiale devient $E = mc^2 = I\mu$, dans laquelle l'information I est multipliée par un facteur μ . Selon lui, l'évolution de l'univers est un état énergétique pur (le Big Bang) qui se transforme progressivement en un état d'information pure (le point oméga), en passant par un état matériel pur. Cette conception de l'univers est (re)présentée à l'aide d'une triadologie entre la matière, l'énergie et l'information.

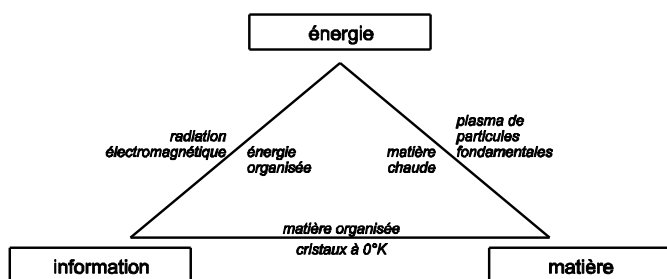


Fig. 2.7 – Matière, énergie et information, Tom Stonier (1990, p.74).

Le verbe *informer* vient du verbe *enformer* (donner une forme) et du latin *informare* ("instruire"). Le concept d'information vient donc de l'action de donner/recevoir une forme, mais aussi du produit de la communication (les informations). L'information est, pour Le Moigne (1990), une "composition de

formes" (de *Gestalts*) ou une "configuration stable de symboles". Alors que pour le célèbre anthropologue, psychologue et épistémologue américain d'origine anglaise Gregory Bateson (1984), elle est une "différence qui engendre une différence" : une représentation qui transforme une représentation. Une boucle existe dans laquelle un système informé, devient informant : il engendre lui-même des informations qui potentiellement la transformeront. L'information forme le système qui la forme.

Le second principe de la thermodynamique utilisé pour l'énergie peut être complété pour l'information. En effet, la valeur de l'entropie permet de mesurer l'incertitude de la nature d'un message donné à partir de celui qui le précède. L'énergie et l'information ne sont pas identiques, mais complémentaires : pour être utilisée, l'énergie doit être structurée et l'information donne alors forme à l'énergie. L'entropie négative (néguentropie) est donc équivalente à l'information. Mais, contrairement au deuxième principe de la thermodynamique, les systèmes ouverts ont accès à de l'énergie libre avec laquelle ils peuvent s'organiser et se construire.

Plusieurs diagrammes schématiques de la communication ont été proposés. La théorie mathématique de la communication de l'ingénieur électricien et mathématicien américain Claude E. Shannon (1948 ; cf. Fig. 2.8-1, p.36) montre que le mode de transmission de l'information (le canal) affecte la forme physique du média qui la supporte et affecte donc indirectement l'interprétation potentielle de sa signification par le récepteur. Il a également définit mathématiquement le "*logon*" ou de "*bit*" en tant que quantité d'information. L'information est définie techniquement comme un ou plusieurs événements parmi un ensemble d'événements possibles dans l'axe communicationnel émetteur → canal de transmission → récepteur. Plus l'information passe, plus l'incertitude diminue et plus le nombre de possibilités diminue. L'efficacité du message dépend donc de l'équilibre "originalité"/"redondance" et des effets du "bruit" qui peuvent encourager/perturber la transmission de celui-ci. La communication existe à partir du moment où un récepteur prend en compte une information. Dès ce moment, l'information est utile puisqu'elle présente une signification pour le récepteur, elle est alors autre chose que du simple "bruit". Alors qu'un message *original* n'est compris que par les récepteurs les mieux informés, un message *redondant* n'apporte que peu d'informations utiles et provoque l'ennui. Trois sources de "bruit" peuvent se combiner : le "bruit" propre au message lui-même à cause des erreurs de codage qu'il contient, le "bruit" provenant des insuffisances techniques de la voie de communication et le "bruit" issu des perturbations de l'environnement. Cette théorie est applicable aussi bien aux signaux artificiels qui déclenchent des actions cybernétiques, qu'au langage ou à l'étude du système nerveux.

Le mathématicien américain Warren Weaver (1949 ; cf. Fig. 2.8-2, p.36) a humanisé et complété le schéma (très) technique de Shannon. Il introduit trois niveaux supplémentaires en communication : les problèmes techniques, les problèmes sémantiques et l'efficacité ou la question de l'influence de la communication sur les comportements et les attitudes du récepteur. Il introduit donc (1) un "bruit sémantique" entre la source et l'émetteur pour rendre compte de phénomènes de

perturbation ou de distorsion de signification (tout élément susceptible de perturber le codage, le décodage et le décodage sémantique : fatigue, distraction, maladie, ivresse, préjugés...), (2) un "bruit technique" qui agit sur le canal et un "récepteur sémantique" entre le récepteur technique qui transforme les signaux en message pour le destinataire (problèmes techniques avec la précision de transmission des symboles) et (3) le destinataire de l'information. Ce récepteur soumet le message à un second décodage, destiné à conférer un sens aux symboles reconstitués, à accorder les caractères sémantiques des messages avec les possibilités sémantiques des destinataires.

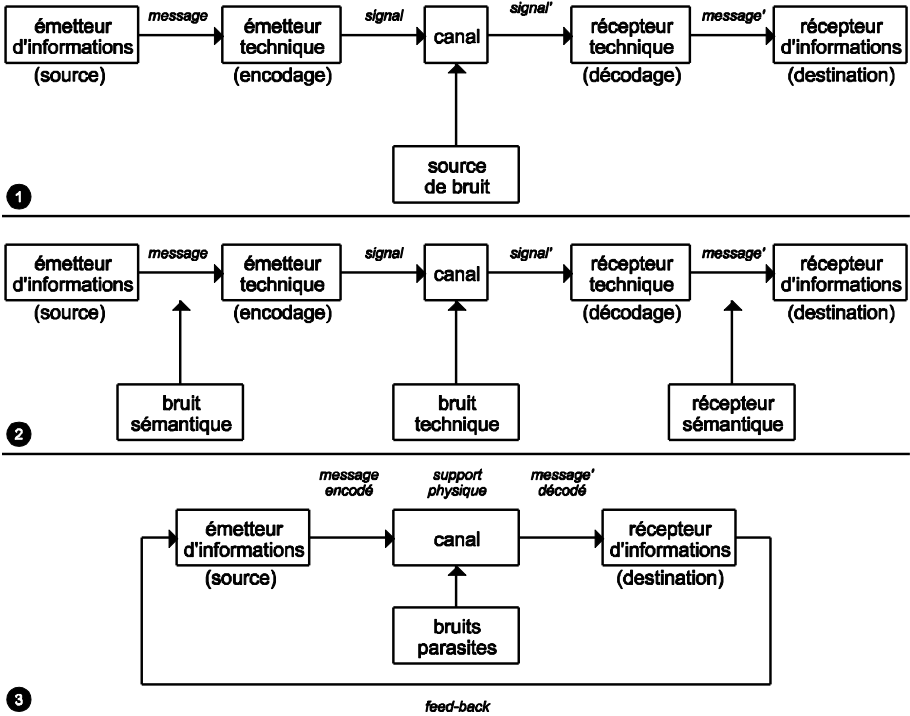


Fig. 2.8 – 1. Système général de communication. Adaptation d'après Claude E. Shannon (1948, p.381).
2. Schéma de la communication. Adaptation d'après Warren Weaver (1949, pp.11-15).
3. Schéma de la communication. Adaptation d'après Norbert Wiener (1948).

Bien que le concept d'information soit présent dans de nombreux domaines, il est utile, selon le systémicien français Daniel Durand (1979), de distinguer trois niveaux de l'information qui intéressent particulièrement l'approche systémique :

1. le "niveau technique" : c'est le seul niveau concerné directement par les travaux de Claude E. Shannon, des informaticiens ou des chercheurs en génétique ;

- 2. le "niveau sémantique" : c'est celui de la signification des messages, il fait intervenir l'intelligibilité du message par le récepteur et son aspect esthétique ou même émotionnel ;
- 3. le "niveau de l'efficacité" : il fait intervenir le pouvoir de communication, y compris la motivation du récepteur des messages.

Considéré comme le père de la cybernétique, le mathématicien américain Norbert Wiener (1948 ; cf. Fig. 2.8-3, p.36) – sollicité par Warren Weaver pour étudier le problème de l'identification des cibles pendant la Seconde Guerre mondiale – développe les concepts de *feedback* et de processus de régulation.

L'abréviation *MEI* est souvent utilisée pour désigner à la fois la matière (*M*), l'énergie (*E*) et l'information (*I*). Les différents constituants fondamentaux *MEI* du réel augmenté R^+ peuvent être observés et quantifiés lorsqu'ils sont stockés, mais également lorsqu'ils sont échangés. Lorsqu'un système est observé, les éléments sont des réservoirs potentiels de ressources qui peuvent contenir des stocks *MEI*, tandis que les relations dynamiques entre les éléments sont également traversées par des flux *MEI* par lesquels transitent des ressources. Aussi bien pour les réservoirs (les éléments) que pour les canaux (les relations), les ressources/flux *MEI* primaires doivent être distingués des secondaires, ces derniers étant des combinaisons des premiers (Durand 1979 ; cf. Fig. 2.9, p.37). Les ressources/flux *MEI* primaires sont donc les trois constituants fondamentaux du réel augmenté R^+ , alors que les secondaires sont des transformations à partir de deux ou de trois de ces constituants (produits, artefacts, déchets, argent...). Au sein du système, les ressources/flux *MEI* vont être dirigés par des centres de décision qui assurent la régulation de tous les flux *MEI* à l'œuvre entre les éléments du système. Ces centres de décision utilisent alors des signaux de commande ou d'action entre les éléments du système, mais aussi entre le système et l'environnement.

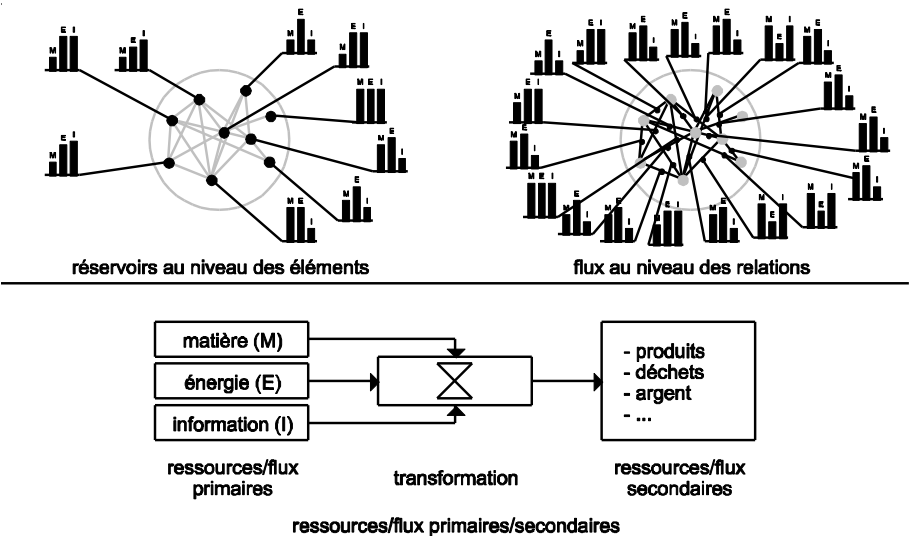


Fig. 2.9 – Les ressources et les flux, primaires ou secondaires.

Voici donc la question ontologique de l'insaisissable essence/nature du réel R déplacée vers la nature de la construction/organisation du réel augmenté R^+ . Elle donne lieu à un premier postulat. Trois niveaux d'organisation existent : le niveau de la configuration formelle Niv_1 , celui du structuralisme hiérarchique Niv_2 et celui de l'émergentisme systémique Niv_3 . Ils viennent de trois manières d'organiser le réel augmenté R^+ . Chaque niveau est occupé par une construction élémentaire qui est une manière différente d'agréger des données et de les relationner : l'ensemble Ens_i , la structure $Struct_i$ et le système $Syst_i$. Trois constituants universels du réel augmenté R^+ ont ensuite été identifiés : la matière M , l'énergie E et l'information I dont l'apparition historique successive vient des tentatives répétées de définir la substantialité des choses.

Un premier postulat peut donc être dégagé à propos de la nature du réel augmenté R^+ interprété à partir de trois niveaux d'organisation : les niveaux de la configuration formelle, du structuralisme hiérarchique, et de l'émergentisme systémique. Chaque niveau logique est associé à un type d'organisation imaginaire du réel (la forme, la structure, et la fonction) et possède des opérations construites au sein des théories correspondantes (lois de la *Gestalt*, lois structurelles, lois des systèmes).

2.3 Postulat 2 – La nature de la connaissance (P_2)

Répondre directement à la question de savoir quelle est la nature de la connaissance n'est pas possible, puisqu'il faudrait analyser objectivement la pensée à l'aide de capacités cognitives qui sont également produites par la pensée. Il est toutefois impossible de sortir de ce paradoxe : la pensée ne peut être qu'étudiée par la pensée. De plus, la question est à déployer de manière particulière dans le cas de la (co)conception architecturale. Par contre, une hypothèse peut être élaborée à propos de la (méta)finalité qui occuperait l'esprit du (co)concepteur et influencerait sa manière d'organiser les différentes opérations qu'il mène au cours du processus de (co)conception.

Les connaissances mobilisées lors des actes cognitifs qui rythment le processus de la (co)conception d'un projet d'architecture sont spécifiques. En effet, le (co)concepteur ne les met en jeu qu'à partir du moment où il vise dans l'espace de l'architecture Esp_2 le domaine de connaissances de l'architecture Esp_3 . Prendre position sur la question de la nature de la connaissance dans le domaine de la (co)conception architecturale, c'est prendre position, non pas sur la nature des contenus mobilisés – qui varient fortement d'un projet à l'autre – mais sur les raisons qui poussent le (co)concepteur à les mettre intentionnellement en relations. L'enjeu est de définir ici une méta-finalité – suffisamment générale – poursuivie par *tout* (co)concepteur lorsqu'il vise l'architecture. Les sous-finalités restent variables d'un (co)concepteur à l'autre.

2.3.1 De la nature de la connaissance à la (méta-)finalité

Le domaine de connaissance de l'architecture Esp_3 ne possède en lui-même aucune finalité. L'architecture est un agrégat de connaissances relationnées qui peuvent être mobilisées intentionnellement par un (co)concepteur pour produire des architectures (matérielles ou non). En tant qu'être (auto)organisé, seul un (co)concepteur possède un but lorsqu'il vise l'architecture pour (co)concevoir des édifices. En tant qu'être humain, le (co)concepteur projette constamment l'une ou l'autre (méta/sous-)finalité sur les phénomènes qui rythment son réel augmenté R^+ . Certaines peuvent l'orienter (in)directement dans le choix des opérations de (co)conception qu'il mène sur le modèle architectural du projet d'architecture en cours de (co)conception. Intrinsèquement, l'architecture n'a par contre aucune finalité ! Et les architectures non plus ! Seul un processus de (co)conception architecturale peut être orienté *intentionnellement* par un (co)concepteur.

De nombreuses théories ont identifié, à tort, une finalité propre – unique ou multiple – au domaine de l'architecture ou aux architectures. L'histoire a d'ailleurs retenu quelques aphorismes célèbres, comme autant de formules axiomatiques symptomatiques et doctrinales : pour le principal théoricien du néo-classicisme italien Francesco Milizia (1781), "rien n'est beau qui ne soit bon et utile" ; pour l'historien français Auguste Choisy (1899) "la construction crée la forme" ; pour l'architecte américain Louis H. Sullivan (1896) "*form ever follows function*" ; pour le poète britannique Robert Browning (1855) "*Less is more*" et cet aphorisme est souvent attribué à tort à l'architecte moderne allemand Ludwig Mies van der Rohe qui aurait par contre dit que "*Gott steckt im Detail*" (Dieu est dans les détails) ; l'architecte postmoderne américain Robert Venturi (1968) a réagi avec "*less is a bore*" ; l'architecte d'origine belge Auguste Perret (1944) a écrit "L'architecture est l'art d'organiser l'espace, c'est par la construction qu'il s'exprime" ; pour l'architecte français Pierre Pellegrino l'architecture est un "projet d'espace" (2007)... Ces axiomes diffusent des positions doctrinales qui, d'une certaine manière, réduisent la globalité de la question architecturale à l'une ou à l'autre des dimensions constitutives de la contextualité, en contournant la complexité contextuelle. Beaux exemples de *simplisme* et non de *simplicité* !

Il s'agit surtout d'un glissement, puisqu'il s'agit de prêter des intentions à des entités qui n'en n'ont pas. La finalité qui organise la mobilisation de contenus dans le domaine de connaissances est en effet prise elle-même pour un de ces contenus qu'elle est censée ordonner et mise en exergue arbitrairement parmi d'autres possibles. Ou, pire encore, celle-ci est fantasmée sur l'édifice matérialisé ou non. Ces projections sont le plus souvent formelles ou esthétiques, et la finalité poursuivie est alors confondue avec les architectures elles-mêmes. Ces dérives construisent hypothétiquement une (méta-)finalité du côté de l'architecture ou des architectures, et non du côté du (co)concepteur. Bien entendu, la projection d'une ou plusieurs finalité(s) anthropomorphisées sur l'architecture et/ou des architectures est malgré tout un comportement courant chez les (co)concepteurs, lequel est acceptable si le phénomène ne concerne que des parties secondaires du projet

d'architecture. Ainsi, dire qu'une façade *dialogue* avec une autre, qu'une poutre *soutient* un plancher ou qu'une toiture nous *protège* n'a somme toute que peu d'importance.

D'autres aphorismes existent tels que "*think globally, act locally*" (pense globalement, agis localement) – attribués par certains à l'architecte américain Richard Buckminster Fuller – qui prêtent des intentions à suivre par le (co)concepteur et qui évitent les glissements précédents, mais qui définissent de manière (très/trop) générale la source de ces intentions.

La définition d'une finalité n'a que faire ici d'un finalisme naïf selon lequel une entité supérieure quelconque existerait en point de convergence de toutes les intentions. Ce débat dépasse le cadre de ce texte. Le (co)concepteur ne projette évidemment pas toujours des finalités sur toutes les choses à connaître, qu'elles soient matérielles ou non. Et bien qu'une méta-finalité existe, la poursuite d'une ou plusieurs infra-finalité(s) au cours du processus de (co)conception est *inévitabile* pour tout (co)concepteur en tant qu'être (auto)organisé qui intervient dans le processus puisque dès qu'il y a projet d'architecture, il y a *intention* de projeter et une/des finalité(s) personnelle(s) du (co)concepteur existe(nt) donc.

L'erreur des doctrines est de défendre des *contenus* (styles, ornements, ordres classiques...) plutôt que des *relations* (organisations, structures, articulations, systèmes...). Les contenus montrent les interprétations sensibles de l'architecture par les architectes, alors que l'étude des relations établies entre ces contenus peut montrer les structurations et les opérations sous-jacentes récurrentes utilisées par un (co)concepteur lors d'un processus de (co)conception du projet d'architecture. L'étude des relations permet d'atteindre les fondamentaux de l'architecture et non les contenus anecdotiques des architectures. Ainsi, après d'autres aphorismes célèbres, il serait peut-être intéressant d'en proposer un qui valorise les structures sous-jacentes de (co)conception. Parmi d'autres possibles, pourquoi pas "*process is more !*"

Sans tomber du côté du finalisme, la question de l'existence d'une (méta)finalité récurrente qui oriente les intentions d'un (co)concepteur de projets d'architectures doit être posée. Objet de nombreuses tentatives de (re)définitions, le concept de *lieu* est un bon candidat pour soutenir la (co)construction d'une métafinalité spécifique à l'activité de (co)conception en architecture. Plus précisément, l'action de *fabriquer du lieu* est (ou devrait être) une préoccupation constante des architectes, indépendamment de l'esthétique, de la structure ou de la fonction de l'édifice projeté. Pour rappel, la définition d'une finalité au niveau méta laisse la possibilité au (co)concepteur de poursuivre de multiples sous-finalités.

2.3.2 Les finalités des lieux (topique/pantopique/atopique)

Une investigation phénoménologique du lieu qui tenterait de dire ce qu'est un lieu est vaine. Bien qu'il soit au centre des préoccupations des architectes, le concept de lieu désigne quelque chose qui ne peut être isolé et qui n'a aucune existence matérielle. À défaut de dire ce qu'est un lieu, il est préférable d'expliquer

le lieu à partir de la métafinalité à laquelle le (co)concepteur en architecture peut l'associer. À partir du moment où l'hypothèse est faite que la métafinalité de la (co)conception architecturale est de *fabriquer du lieu*, dire quelle est la fonction d'un lieu, c'est dire indirectement quelle est la fonction de la (co)conception architecturale et ainsi dire finalement de quelle nature est la connaissance mobilisée par le (co)concepteur.

De nombreux penseurs ont donné (ou plutôt tenté) des définitions du concept de lieu en architecture. Il est impossible de les passer toutes en revue ici. Par contre, une piste intéressante est présentée par les philosophes français Christian Godin et Laure Mühlethaler (2005) qui dressent un état des *lieux* en architecture, répondant ainsi à l'invitation à la "topo-analyse" adressée par Gaston Bachelard (1957) à ses lecteurs à la fin de *La poétique de l'espace*. Ce dernier a défini la "topo-analyse" comme l'"analyse psychologique systématique des sites de notre vie intime". Godin et Mühlethaler partent du principe que l'architecte a plusieurs solutions qui s'offrent à lui lors de sa démarche conceptuelle : (1) soit il part des singularités locales et il conçoit un projet qui met en valeur le *topos*, (2) soit il recherche des lois universelles de l'espace qu'il adapte ou non au lieu, qu'il applique arbitrairement à tous les lieux, ou (3) il conçoit un projet qui exprime sa pensée indépendamment du lieu. Pour eux, tous les points de vue théoriques sur l'architecture peuvent être classés selon la place réservée au concept de lieu en trois périodes : (1) "topique" (lieu naturel et sacré antique et vernaculaire, lieu anthropique et particulier, nomadisme, espace pré-euclidien, architecture singulière), (2) "pantopique" (lieu abstrait classique et moderniste, espace euclidien, architecture universelle) et (3) "atopique" (non-lieu mondialisé postmoderne et hypermoderniste, espace post-euclidien, architecture mondialisée). Étant donné qu'un édifice peut être à la fois topique, pantopique et/ou atopique, la succession de ces trois mouvements de l'architecture ne doit pas être interprétée de manière simpliste dans une histoire telle qu'il était une fois un paradis perdu dans lequel architecture et paysage étaient en parfaite harmonie, puis vint une structuration géométrique moderne en expansion planétaire et finalement l'avènement d'une terrible période de chaos, très (très) effrayante. Pour la clarté, Godin et Mühlethaler *classent* différents penseurs marquants dans ces trois périodes pour les expliciter. Ils proposent finalement un quatrième mouvement – peu développé, discutable et non repris ici – celui de la "suspension du lieu". Les architectures topique, pantopique et atopique sont les termes d'une triadologie sous-jacente (cf. Fig. 2.10, p.42).

À la suite, par exemple, d'Aristote, de Piaget et de Norberg-Schulz Le géographe et philosophe français Augustin Berque (2003) défend l'architecture topique. Selon lui, la distinction apparente entre lieu physique et lieu existentiel vient de la distinction entre les concepts de *topos* aristotélien et de *chôra* platonicienne.

À l'aide de l'hylémorphisme, Aristote définit dans la *Physique* [2002, livre IV] le *topos* (relatif à un lieu donné) où la chose et le lieu qui l'accueille sont indissociables : si la chose bouge, son lieu devient un autre lieu. Le *topos*, qui montre l'identité physique du lieu, est assimilé à un "réceptif immobile" qui limite immé-

diatement la chose. L'être de la chose ne dépasse pas son lieu : si elle dépasse cette limite, elle est une autre chose parce qu'elle a une autre forme, laquelle donne l'être à la chose. Le lieu n'est donc pas défini comme "matière" ou comme "forme", mais comme "intervalle" entre les deux. Par extension, une architecture vernaculaire est une exemplification de la topologie aristotélicienne, lorsque le (co)concepteur utilise les matériaux potentiels pour construire une forme (un édifice) qui épouse la limite du lieu et s'y adapte.

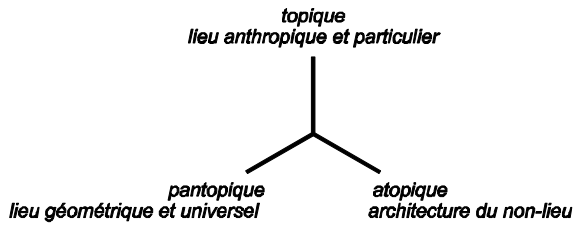


Fig. 2.10 – Trialogique des lieux topique-pantopique-atopique. Adaptation d'après Christian Godin et Laure Mühlethaler (2005).

Pour le philosophe allemand Martin Heidegger (1954b), "être au monde" et "être sur terre comme mortel" est d'abord "habiter le monde". Il définit le rapport entre l'homme et l'environnement à partir des concepts d' "identification" de l'homme et de "caractère" des lieux. En transposant cette idée à l'architecture, créer un lieu est la conception d'un "rapport au monde de l'être" qui permet à l'homme de se situer dans un "ici et maintenant" (Heidegger 1954a). Du coup, "habiter" est "la fin qui préside à toute construction" et "être homme veut dire : être sur terre comme mortel", c'est-à-dire "habiter". Le rapport de l'homme à/par des lieux à des espaces se réalise dans l'habitation et la relation de l'homme et de l'espace "n'est rien d'autre que l'habitation pensée dans son être" (Heidegger 1954b). En s'appropriant un lieu, l'homme habite la terre, sous le ciel et devant les dieux. La chose déploie son être en rassemblant le "Quadriparti", à savoir "sauver la terre, accueillir le ciel, attendre les divins, conduire les mortels". En prolongeant l'idée du *topos* aristotélicien, Martin Heidegger affirme que le lieu est ce qui ménage un espace pour qu'une chose puisse être : "un espace (*Raum*) est quelque chose qui est 'ménagé', rendu libre, à savoir à l'intérieur d'une limite [...]. La limite n'est pas ce où quelque chose cesse, mais bien, comme les Grecs l'avaient observé, ce à partir de quoi quelque chose *commence à être*". Il prend l'exemple du pont pour définir la notion de lieu et, à l'aide de celui-ci, il pose la question de savoir ce qu'est une "chose construite". Il cherche à déterminer l'essence du pont. Dans un premier temps, il ne fait que le décrire comme objet du paysage : "Le pont s'élance au-dessus du fleuve. Il ne relie pas seulement deux rives déjà existantes. C'est le passage du pont qui seul fait ressortir les rives comme rives." En même temps qu'il le décrit, il parvient à faire ressortir l'une des fonctions les plus importantes du pont : "Le pont est à vrai dire une chose d'une espèce *particulière* ; car il rassemble le quadriparti de *telle* façon qu'il lui accorde une *place*. Car seul ce qui est *lui-même* un *lieu* (*Ort*) peut

accorder une place. Le lieu n'existe pas avant le pont." Le pont établit donc une certaine stabilité qui convoque, rassemble et accorde un espace au quadriparti. Le pont est donc propice à l'établissement du "quadriparti". L'expression *accorder une place* doit donc être comprise au sens propre et au sens figuré. En définissant ainsi le pont, il donne en même temps sa définition du lieu, c'est-à-dire ce qui peut accorder une place dans les deux sens de cette expression. La différence entre *espace (Raum)* et *lieu (Ort)* apparaît. Un espace est indéfini et ne se démarque pas dans l'étendue, alors qu'un lieu est une chose construite, édifée ou "pro-duite" par l'homme qui donne une place au quadriparti. L'espace précède le lieu, il peut être divisé/assemblé en espaces plus particuliers uniquement à partir du moment où il est aménagé pour faire émerger un lieu. Ainsi, le fait de bâtir des lieux permet de fonder et d'assembler des espaces. Le fait de "bâtir" amène le "quadriparti" dans la chose (le pont) et le lieu est donc un "espace organisé" produit par l'homme qui permet à ce dernier de lui assurer une certaine stabilité, une certaine protection "en donnant à ce lieu périssable de l'immortalité".

Dans l'épistémologie structuraliste et génétique de Jean Piaget (1936 ; 1970 ; Piaget & Inhelder 1966), le rapport entre l'homme et l'environnement est défini à partir du concept de "situation". Le développement de l'intelligence chez l'humain n'est pas simplement innée : les connaissances se construisent progressivement lorsque l'individu – en particulier l'enfant – est en relations répétées avec l'environnement. L'intelligence ne débute alors pas par la connaissance du moi et des choses, mais par celle de leur interaction. Ce qui renforce l'hypothèse de la (co)construction du réel augmenté R^+ , puisque l'intelligence "organise le monde en s'organisant elle-même" (Piaget 1936).

Pour le théoricien de l'architecture norvégien Christian Norberg-Schulz (1974), c'est la combinaison d'une approche "culturelle" de la "situation" (extra-psychique) de Piaget et d'une approche "symbolique" de l'"identification" (intra-psychique) d'Heidegger qui lui permet de définir le concept d'"espace existentiel", qu'il décline en "espace existentiel public" et en "espace existentiel privé". Cet espace existentiel lui permet de théoriser les architectures en tant que médias institués et porteurs potentiels de significations existentielles. Les architectures sont alors capables d'assurer la formation de l'assise existentielle chez l'habitant et de permettre un rapport signifiant entre l'être humain et son environnement et entre l'être humain et les membres du groupe social dont il fait partie. La (co)conception d'édifices vise alors l'architecture pour (co)construire l'"espace existentiel", par la superposition d'un ensemble de significations articulées concrétisées dans des artefacts architecturaux – matérialisés ou non. Pour Norberg-Schulz (1974), les architectures forment donc un "système symbolique" architectural qui permet à l'homme d'expérimenter un "environnement signifiant" et l'aide ainsi à trouver une "assise existentielle". Le fait de "concourir à rendre l'existence humaine signifiante" est, selon lui, "le véritable but de l'architecture". Toutes les autres fonctions des architectures pour parer aux besoins purement physiques de l'homme "peuvent être satisfaites sans l'architecture". En prolongeant également l'idée du *topos* aristotélien, Norberg-Schulz (1979) insiste bien sur le fait que le lieu est un "phé-

nomène 'total' qualitatif, qui ne peut être réduit à aucune de ses propres caractéristiques, comme par exemple celle des relations spatiales, sans perdre de vue sa nature concrète". Le lieu et l'espace physique qui le supporte sont donc bien indissociables.

Aristote, Martin Heidegger et Christian Norberg-Schulz sont donc d'accord sur le fait que l'architecture est l'art de "faire apparaître" un déjà-là, de "faire habiter", de faire émerger des lieux à partir de la nature. Pour Benoît Goetz (2001), l'architecture est vue en tant qu' "une affection de l'espace" ou une modification parmi une infinité d'autres possibles de cette matière unique qu'est l'espace. Dans une architecture topique, l'usager se "situe" dans un *hic et nunc* (ici et maintenant). L'usager est un être (auto)organisé qui vit existentiellement – de manière centralisée – le monde. Le "*genius loci*" (Norberg-Schulz 1979) est propre à un espace donné et l'architecture aide à la représentation du *cosmos* qui l'entoure. L'architecture est alors contextuelle : le rapport entre le projet et son environnement à un point précis de l'espace-temps est unique. Plutôt que d'environnement ou de milieu naturel, c'est le concept d'éco-système qui est privilégié ici, du grec *oikos* ("maison") et *sustêma* ("ensemble"). Et l'éco-système influence lui-même l'usager. Deux polarités importantes du lieu émergent à partir de la composante topique de l'architecture : celle de l'homme (auto)organisé et celle de l'éco-système. Dans ce cas-ci, le lieu émerge d'un travail de mise en relation des activités et des besoins de l'homme (auto)organisé avec l'éco-système. Le (co)concepteur qui effectue ce travail est en retrait, et parfois même inexistant.

Ensuite, l'architecture pantopique – du grec *pan* ("tout") et *topos* ("relatif à un lieu donné"), donc littéralement *relatif à tous lieux*. Dans le *Timée* [2001], Platon est le premier auteur connu à avoir écrit sur l'inscription pantopique d'un édifice dans l'espace à partir du concept de *chora* (réceptacle d'un lieu). Le *chora* est un espace vide préalable entre les choses où un monde peut advenir à partir du chaos. C'est le lieu, l'intervalle entre le *topos noëtos* (lieu intelligible des Idées) et le *topos aïsthêtos* (lieu sensible) [Platon 2001]. En effet, si le monde des Idées (les modèles) est à distinguer du monde sensible (les copies), la correspondance entre le modèle et la copie n'est possible que par l'existence de la *chora* en tant qu'intermédiaire. Si l'Idée n'a pas besoin de lieu pour advenir (elle est éternelle), les choses sensibles ne peuvent exister sans la *chora*. Comme il ne peut être ni pensé (ce n'est pas une Idée), ni observé (ce n'est pas un objet sensible), Platon (re)présente métaphoriquement la *chora* par la "nourrice", la "matrice" ou la "mère". Au contraire du *topos* aristotélicien, le *chora* platonicien est donc une matrice indifférente à ce dont elle permet la genèse.

Les philosophes de l'âge classique distinguent l'étendue physique (particulière) de l'espace mathématique (universel), la distinction entre l'espace vécu et l'espace géométrique est importante aussi. Ces distinctions mènent à la différence entre les architectures topiques et pantopiques. Alors que l'architecture topique propose une représentation du *cosmos*, l'architecture pantopique s'y substitue. L'architecture se désinscrit du lieu singulier pour gagner l'espace universel de la géométrie. Elle fait suite au "désenchantement du monde" annoncé par Max Weber ou Marcel

Gauchet. Le "*genius loci*" est remplacé à la Renaissance par l'expression du *génie humain*.

L'architecture étant pour Le Corbusier "une pure création de l'esprit" (1923), il rappelle à "MM. les architectes" que "les formes primaires sont les belles formes parce qu'elles se lisent clairement", que les surfaces sont les "accusatrices et les génératrices" et que le plan est le "générateur" de celles-ci. Avec la *tabula rasa* du modernisme, le lieu est géré géométriquement et dissociable de l'espace physique. Les modernes pensent qu'un même lieu peut être (re)créé en différents endroits. La position défendue par l'architecture pantopique est inconcevable pour Bachelard (1957) qui croit que l'espace "saisi par l'imagination" ne peut rester l' "espace indifférent livré à la mesure et à la réflexion du géomètre". Pour lui, l'espace est vécu "non pas dans sa positivité, mais avec toutes les partialités de l'imagination".

L'architecture pantopique est l'idée d'un terrain aplani, lisse et abstrait, sur lequel le (co)concepteur utilise les codes culturels d'organisation de l'espace pour concevoir un projet à partir de ses idées et non des caractéristiques particulières de l'éco-système ou de l'agent (auto)organisé qui va "habiter le monde" à cet endroit. Une polarité importante du lieu peut être dégagée à partir de la composante pantopique de l'architecture : celle de l'organisation culturelle de l'espace. Par l'ordre rationnel et géométrique développé par ce type d'architecture, c'est l' "étendue" du groupe social qui est visé plutôt que la "centralité" de l'usager pour reprendre la distinction entre "philosophie de l'étendue" et "philosophie de la centralité" chez les philosophes français Abraham A. Moles et Elisabeth Rohmer (1972). Dans le cas de l'architecture pantopique, le lieu émerge d'un travail de mise en relation de l'homme (auto)organisé avec l'éco-système à partir de la culture. Il ne se situe pas dans le *nunc* (le maintenant) par rapport à l'histoire, mais dans le *hic* (l'ici) de la géométrie en tant que pure spatialité. L'architecture pantopique pousse l'architecte à traiter les architectures comme le ferait un démiurge. Le lieu est alors l'émergence de la pensée abstraite du (co)concepteur et à travers lui du système socio-culturel de valeurs dans lequel il s'inscrit. Des archétypes des projets d'architecture dits pantopiques et coupés de l'éco-système sont, par exemple, les cités idéales de la Renaissance, le Plan Voisin (1925) de Le Corbusier ou les trames régulières et orthogonales des grandes villes américaines. Outre les architectures classique et baroque, un des courants architecturaux les plus pantopiques est sans doute le Style international.

Enfin, l'architecture atopique est liée au non-lieu. Le préfixe *a* est synonyme en grec de *l'absence*, *atopique* signifie donc littéralement l'absence de lieu. L'architecture devient atopique lorsqu'elle se développe hors du lieu et qu'elle se déterritorialise : elle devient un non-lieu. L'atopie n'est pas pour autant une utopie : celle-ci est un lieu de l'imaginaire, alors que celui-là est un non-lieu bien réel. Dans une architecture atopique, l'usager ne se situe pas dans le *hic* (l'ici et l'espace), mais plutôt dans le *nunc* (le maintenant et le temps). L'architecture atopique valorise l'individualité au détriment de l'environnement et du groupe social.

À la question de savoir si un lieu se réduit au fait d'être une chose organisée, limitée et habitable, l'anthropologue français Marc Augé (1992) donne trois caractères communs à tous les lieux (topiques) :

1. le lieu est "identitaire" lorsqu'il (re)présente l'espace où l'on vit et que ce dernier nous caractérise. De là, "naître", c'est "naître en un lieu" et "être assigné à résidence" ;
2. le lieu est "relationnel" puisque plusieurs éléments de natures différentes peuvent y coexister. Les objets et les personnes qui se trouvent en un même lieu établissent une relation qui est propre à ce lieu sans pour autant perdre leur identité ;
3. le lieu est "historique", car ce qui fait sa nature présente est son passé. Le passé du lieu ne doit pas être connu pour le considérer comme tel, mais il doit lui-même posséder un passé. Le lieu est nécessairement historique puisqu'en conjuguant identité et relation, il se définit par une "stabilité minimale". L'habitant du lieu anthropologique "vit dans l'histoire, il ne fait pas d'histoire". Ce qui fait la stabilité d'un lieu est son origine : c'est elle qui nous permet d'acquiescer des repères et de nous orienter.

Si un lieu est défini comme identitaire, relationnel et historique, Augé pense qu'un espace qui ne possède pas ces trois caractéristiques doit être défini comme un "non-lieu". Pour lui, la "surmodernité" est productrice de non-lieux puisqu'elle contribue à la fabrication de choses éphémères et qu'elle développe l'individualité et la perte de l'identité. Augé montre que le concept de non-lieu peut être approché à partir du verbe *voyager*. Étant initialement la pratique des lieux et non du lieu, le voyage est aujourd'hui la pratique des non-lieux. Nous ne voyageons plus pour traverser des lieux, mais pour arriver en un lieu. De ce fait, notre rapport aux lieux par le voyage n'est plus qu'un rapport fictif et imaginaire. Ce qui nous importe, ce ne sont plus les lieux que nous traversons, mais le temps que nous allons mettre pour les traverser. L'espace du voyageur, les aéroports, les supermarchés ou encore les bureaux administratifs sont des modèles du non-lieu. Alors que c'est l'identité des choses qui créait le lieu anthropologique "à travers les connivences du langage, les repères du paysage, les règles non formulées du savoir-vivre", c'est aujourd'hui le non-lieu de l'architecture atopique qui crée l'"identité partagée des passagers, de la clientèle ou du conducteur du dimanche".

2.3.3 Faire émerger des lieux (culture, pensée, nature)

D'autres théoriciens ont déjà ouvert la voie à ce questionnement qui, à partir du concept de lieu, met notamment en relation les concepts de système socioculturel (réalité intersubjective), d'homme (auto)organisé (réalité subjective) et d'écosystème (réalité objective) : (1) la culture, (2) l'être humain et (3) l'environnement. Le concept de "situation" chez Piaget (1970) peut être considéré comme une dialogique entre la culture et l'être humain et celui d'"identification" chez Heidegger (1954a ; 1954b) peut être considéré comme une dialogique entre l'être humain et l'environnement. En (re)liant ces deux dialogiques, Norberg-Schulz (1974) per-

met la (co)construction d'une trialogique culture/individu/environnement. Si l'architecture topique semble valoriser le rapport entre l'homme (auto)organisé et l'éco-système, l'architecture pantopique valorise la culture au détriment de cette même relation. Enfin, l'architecture atopique valorise l'individualité de l'homme (auto)organisé au détriment de l'environnement et du groupe social. L'ethnologue français André Leroi-Gourhan (1965) montre que l'habitat met en jeu "technique", "société" et "situation". Pour lui, le lieu qui permet et aide l'habitation est la synthèse de ces trois polarités puisque dans tous les groupes humains connus, l'habitat répond à une triple nécessité "celle de créer un milieu techniquement efficace, celle d'assurer un cadre au système social, celle de mettre de l'ordre, à partir d'un point, dans l'univers environnant". Habituellement opposées par le rationalisme moderne, le sociologue français Bruno Latour (1991) pense que les deux concepts de culture et de nature doivent être (re)liés par un travail d'hybridation pour opérer une médiation entre ces deux polarités dialogiques. La boucle société/nature installée ici dépend donc du travail de médiation et d'hybridation conceptuelle d'un *tiers* : l'être humain. De son côté, Berque (1987) tente de combiner les deux logiques du lieu développées par Aristote et Platon en proposant les concepts de "trajectivité" et de "médiance". La "trajectivité" est une modalité selon laquelle le réel ne relève ni proprement de l'objectif, ni du subjectif. L'ontologie des choses est "trajective", chaque chose excède son lieu matériel tout en le supposant nécessairement. La trajection est un "double processus de projection technique et d'introjection symbolique", c'est le "va-et-vient" ou la "pulsation existentielle" qui anime la "médiance" et fait que le monde nous touche. Le monde "nous importe charnellement, parce qu'il est issu de notre chair sous forme de techniques et qu'il revient sous forme de symboles. C'est en cela que nous sommes humains, en cela qu'existe l'écoumène, et c'est pour cela que le monde fait sens". Les concepts de trajectivité et de médiance montrent la dialogique corps/esprit (nature/culture) et ses liens avec l'individualité du sujet.

Donnadieu (2002b) définit une trialectique "objet/sujet/environnement naturel, social et symbolique" adaptée à partir de ce qu'il perçoit comme une trialogique entre culture, auto-organisation et éco-système chez Morin, qui est reprise par la systémicienne belge Andrée Piecq (2011). En combinant environnement social et sujet, l'environnement naturel peut être placé du côté de l'objet et l'environnement symbolique peut être partagé sur les trois membres de la trialogique : ce qui mène à une trialectique culture/pensée/nature en rapport avec respectivement les réalités intersubjective $R_{\text{intersubj}}$, subjective R_{subj} et objective R_{obj} . La trialogique culture/pensée/nature est (co)construite à partir de trois dialogiques : (1) culture/pensée, (2) pensée/nature et (3) culture/nature.

Plutôt que de définir la nature de la connaissance directement, le cas de la méta-finalité potentielle de *fabriquer du lieu* a été observé. Toutes les tentatives de définitions du concept de *lieu* en architecture reprises ci-avant finissent par mettre en valeur trois polarités appartenant à une même trialogique : la culture, l'être (auto)organisé et l'éco-système. En partant de l'hypothèse que lorsqu'il vise le domaine de l'architecture pour (co)concevoir des édifices, la métafinalité d'un

(co)concepteur est de *fabriquer du lieu*, il faut pouvoir dire comment celui-ci se situe par rapport à la trialogique dégagée : culture/pensée/nature (*Tria₄*).

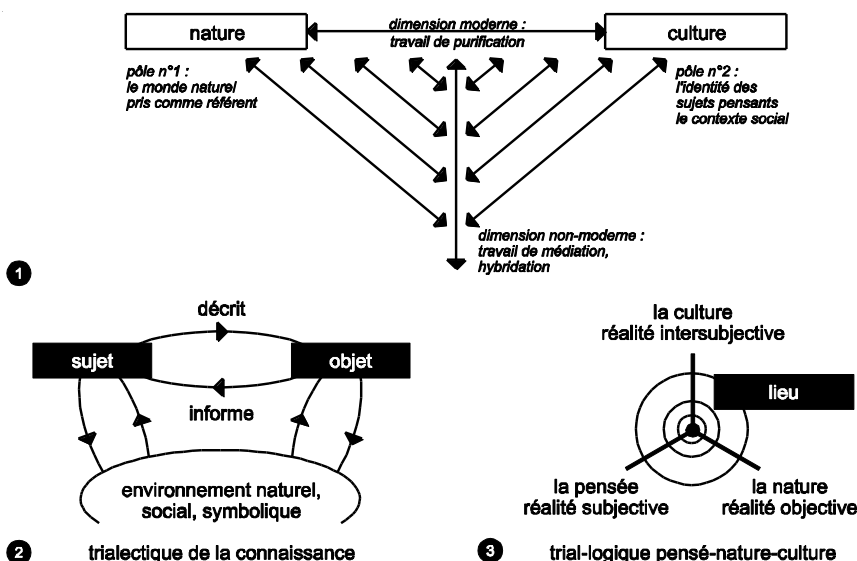


Fig. 2.11 – 1. La médiation et l'hybridation entre la culture et la nature. Adaptation d'après Bruno Latour (1991, p.74 et p.78). 2. Triadique de la connaissance d'Edgar Morin d'après Gérard Donnadieu (2011), reprise par Andrée Piecq (2011, p.20). 3. Trialogique culture-pensée-nature.

En tant qu'"ensemble d'éléments en interaction dynamique organisés en fonction d'un but" (Rosnay 1975), un lieu peut être considéré comme un "système" au sein du réel augmenté R^+ . En termes systémiques, le lieu est la propriété *émergente* de l'organisation – fortuite ou intentionnelle – d'éléments en interaction dynamique. Ces éléments peuvent être variés (objets, sujets, portions d'espaces, portions de temps...) et appartenir à des *dimensions* (cf. p.247), des *niveaux d'environnement* (cf. p.242) ou à de *types logiques* (cf. p.221) différents. Les éléments qui constituent le lieu sont organisés et équilibrés : ils sont structurés de manière cohérente – réflexive et critique – par une combinaison pondérée par le (co)concepteur en fonction d'un but. La métafinalité poursuivie intentionnellement par un (co)concepteur lors de *tout* acte de projection est de *fabriquer des lieux* et de donner à l'habitant une assise existentielle (une situation). Le lieu est donc également une (co)construction de l'esprit projetée dans le réel augmenté R^+ et qui peut être travaillé dans l'espace de l'architecturer *Esp₂*. Ainsi, l'architecture est affaire de création de *lieux* : en visant ce domaine, un architecte a pour métafinalité de projeter des édifices (matériels ou non) en questionnant les interactions des réels intersubjectif, subjectif et objectif.

Les qualités a/pan-topiques du lieu sont également liées à l'opération de (sur/sous-)détermination du lieu (co)opérée par le (co)concepteur. En tant que projection dans le réel augmenté R^+ , le lieu est déterminé indirectement par le (co)concepteur qui tente d'en provoquer l'émergence. Cette détermination est un

jeu constant entre deux polarités dialogiques que sont la *sous-* et la *sur-* détermination. Comme dans toute relation complexe, ses deux concepts, dialogiques, sont par définition "complémentaires/concurrents/antagonistes" (Morin 1990). Et l'ordre d'énonciation de ceux-ci ne montre aucune hiérarchie entre les deux. Pour tout projet d'architecture, le (co)concepteur équilibre donc *sur-* et *sous-* détermination :

1. la sur-détermination est l'opération d'augmentation des moyens menée par le (co)concepteur sur le modèle architectural, lorsqu'il enrichit le nombre de possibles que porte le projet d'architecture en exacerbant les quantités de ressources, les convergences de sens, les concentrations d'intérêts et de déplacements des artefacts qu'il (co)conçoit ;
2. la sous-détermination est l'opération de diminution des moyens menée par le (co)concepteur sur le modèle architectural, lorsqu'il enrichit le projet d'architecture en (co)concevant des artefacts (des édifices) volontairement réduits à l'essentiel, qui permettent à d'autres (les usagers) d'en révéler de nombreux possibles.

Si l'équilibrage (co)opéré par le (co)concepteur n'est pas efficace, un projet d'architecture totalement sous-déterminé tend vers l'in-détermination, tandis qu'un projet totalement sur-déterminé tend vers l'utopie d'un présent gelé. Dans la plupart des projets d'architecture, le (co)concepteur équilibre les deux opérations. Étant donné la richesse potentielle de tout lieu à (co)concevoir, le (co)concepteur est de toute façon incapable d'appréhender le tout à l'aide d'un projet d'architecture unique et il ne peut proposer tout au plus qu'un projet satisfaisant et suffisant, c'est-à-dire "*satisficing*" en reprenant le jeu de mot de Simon (1959). À l'inverse, les lieux-communs associés à une culture peuvent imposer au (co)concepteur des leviers de (co)conception temporels, économiques et pragmatiques qui raccourcissent le processus de (co)conception et donnent l'impression au (co)concepteur de proposer un projet d'architecture satisfaisant. La combinaison des opérations de sur/sous-déterminations est facilement illustrée par le cas d'un projet d'architecture dans lequel le (co)concepteur impose une trame modulaire carrée (c'est la sur-détermination de cette dimension), mais sur laquelle il dispose aléatoirement les modules construits (c'est la sous-détermination).

Pour répondre à la seconde question épistémologique (la question gnoseologique), un second postulat est donc proposé à propos de la nature de la connaissance. Dans le domaine de l'architecture, la *nature* de la connaissance peut être définie à partir de la (méta-)finalité poursuivie par le (co)concepteur : faire émerger des lieux. L'émergence d'un lieu est possible par les rapports trilogiques entre le système socioculturel, l'homme (auto)organisé et l'environnement écosystémique.

2.4 Postulat 3 – La méthode d'élaboration des connaissances (P_3)

2.4.1 Les théories (dites) classiques de la connaissance

Déterminer la méthode d'élaboration des connaissances, c'est décider avec quelle méthode de pensée un (co)concepteur choisit les données du réel augmenté R^+ qu'il considère utiles et comment il les traite dans l'espace de l'architecture Niv_2 pour proposer un projet d'architecture qui rencontre la métafinalité de *fabriquer du lieu* en équilibrant le système socioculturel, l'être (auto)organisé et l'éco-système (P_2). Mais avant de choisir une méthode de pensée pertinente à suivre par un (co)concepteur de projets d'architecture, quelques théories incontournables de la connaissance doivent être étudiées.

Selon l'anthropologue et économiste belge Paul Jorion (2009), les développements successifs de la théorie de la connaissance dans notre tradition occidentale reposent sur l'existence d'une particularité de la langue grecque ancienne par rapport à d'autres langues de l'époque – la structure antisymétrique du langage – et ensuite, sur la double invention du concept de "vérité" et du mythe non théologique de la "réalité objective". En raison de la coupure ontologique du langage, l'être humain appréhende le réel R à l'aide d'un *univers de mots*. Il crée donc un monde parallèle structuré par le langage : le réel augmenté R^+ (P_0). La structure du langage a donc une influence directe sur celle de notre (in)conscient. D'ailleurs, après une relecture critique de l'œuvre de Freud à la lumière de la linguistique structurale de Ferdinand de Saussure (1916) et de Roman O. Jakobson (1963), le psychanalyste français Jacques Lacan (1960) ira jusqu'à dire à partir de 1960 que "l'inconscient est structuré comme un langage". Deux types de relations entre notions au sein d'une phrase existent : les relations symétrique et antisymétrique. Présente dans toutes les langues *communes*, la première est considérée comme "primitive", parce que nécessairement pré-existante à l'émergence de la relation de la seconde, considérée comme "moderne". La relation *symétrique* est un rapport d'égalité ou une simple juxtaposition entre notions qui permet l'inventaire des notions classées par regroupements, en fonction de la similarité visible entre elles (A comme B , $A = B$, A avec B , A signale B et donc B signale A ...). Chaque élément peut donc appartenir à plusieurs catégories, puisque l'inventaire se réalise par association d'idées en fonction d'un affect. La relation symétrique est la "logique du signe" parce que la présence de A est le signe de la présence de B et la présence B est le signe de la présence de A . Alors qu'elle se perpétue dans les langues occidentales actuelles, la particularité de la structure du grec ancien est qu'elle autorise les relations symétriques, mais également les relations *antisymétriques*. Cette relation est un rapport d'inégalité qui peut s'établir entre notions à partir d'une relation d'*inclusion* (ou d'*appartenance*) sur un mode *statique* (A est inclus à B) ou d'*implication* sur un mode *dynamique*, (A est causé par B). Ce type de relation permet, non plus l'inventaire, mais la taxonomie – ou le découpage du monde en classes – des notions classées par regroupements, en fonction de la ressemblance évaluée subjectivement à partir de caractères abstraits et ainsi l'emboîtement des catégo-

ries (Jorion 2009). La relation antisymétrique, ce serait la "logique de la cause" : la présence de *A* serait la cause de la présence à venir de *B*.

Dans un cas comme dans l'autre, l'utilisation univoque de la relation symétrique ou de la relation antisymétrique mène à une impasse. En effet, si l'utilisation de la relation symétrique était généralisée, l'individu vivrait dans un monde *enchanté* d'analogies et d'empirisme, où chaque événement serait une remise en cause complète de sa conception du monde : une même cause n'aurait pas forcément le même effet ! Cet état extrême est observé chez l'enfant qui peut produire, en très peu de temps, des explications tour à tour différentes qui s'excluent, lorsqu'il est confronté à un événement pour lequel il ne possède pas encore de modèle pré-établi lui permettant de donner une réponse immédiate. Par contre, dans le cas théorique de l'omniprésence de la relation antisymétrique, l'individu vivrait dans un monde *dés-enchanté*, puisque la taxonomie complète de son monde – classification en fonction de critères d'apparence abstraits indépendants des affects – aurait produit un lent processus historique d'apprivoisement des forces naturelles, à ce moment-là complet. Dans ce monde dés-enchanté – monde uniquement rationnel –, une même cause aurait forcément toujours le même effet ! La condition occidentale "moderne" est marquée par l'utilisation habituelle de la relation antisymétrique qui empêche toute compréhension d'une phrase par la relation symétrique. Si bien que Jorion (2009) constate qu'une longue tradition de l'emploi du discours sur le mode de l' "implication causale" associée à l'existence du concept de "vérité" soutenu par le mythe de "réalité objective", nous empêche de trouver naturellement quelque validité scientifique à un raisonnement à partir d'analogies ou d'associations d'idées.

À la fin de la période présocratique, les philosophes grecs passent du mythe (le *logos*) à la raison (le *ratio*). Ils remplacent l'ordre cosmique enchanté par une pléthore de dieux anthropomorphiques par un *rationalisme* qui utilise des *arché* pour expliquer l'origine du monde et des hommes. Ils initient également la réflexion occidentale sur la théorie de la connaissance, en constatant que la raison et les sens peuvent être contradictoires. Certains pensent que nos sens nous trompent et que la raison est seule capable de nous mener à la connaissance. Ce qui favorise l'émergence des sciences mathématiques rationnelles, tout en freinant les sciences expérimentales empiriques. En brisant la pure symétrie de la "mentalité primitive" les présocratiques utilisent progressivement la relation antisymétrique, ce qui leur permet de mener des raisonnements susceptibles de se prolonger à l'infini. Les autres langues ne sont pas restées primitives pour autant, elles ont simplement développé d'autres propriétés non développées ici. Au début du v^e siècle av. J.-C., les philosophies de la nature développées par les présocratiques sont remises en cause par les sophistes qui placent l'homme au centre des préoccupations philosophiques. La pensée et le problème du langage deviennent un thème philosophique. Leurs talents oratoires et rhétoriques les conduit à une forme de *relativisme* qui favorise alors un *scepticisme*. Vrai dans un contexte donné, un fait peut être faux dans un autre. L'homme seul détermine l'être. Le scepticisme dogmatique des sophistes rend impossible toute validation définitive

d'une hypothèse initiale, l'homme seul déterminant selon eux ce qui est vrai et ce qui est faux. Mais la communauté scientifique naissante tente de développer à l'époque un paradigme constructif pour supporter son institutionnalisation. Encore imprégné de sophisme, Socrate assure que la seule chose qu'il sait, c'est qu'il ne sait rien. Pour guider un jugement et le valider, il propose un travail individuel auquel il faut s'exercer – la maïeutique – pour accoucher de la connaissance : "connais-toi toi-même !" Cette autonomie de pensée évacue définitivement les dieux et les *archè* au profit des concepts de *vérité* et de *réalité objective*. Aujourd'hui, d'après Jorion (2009), plus personne ne se rappelle qu'il s'agit de deux concepts, puisque leur invention a été censurée au cours de l'histoire et qu'ils forment encore aujourd'hui un noyau dur de nos croyances.



Fig. 2.12 – Fresque de l'École d'Athènes. Adaptation d'après Raphaël (1509-12).

Dans la fresque *L'École d'Athènes* (1509-12), le centre de la composition allégorique de Raphaël est occupé par deux personnages célèbres (cf. Fig. 2.12). À gauche, Platon tient le *Timée* [2001], valorise l'esprit spéculatif et il montre le ciel, pointant du doigt le monde des Idées, hors des choses, lieu de l'*idéalisme* rationnel. Il reprend les problématiques de Socrate et des sophistes pour développer sa théorie métaphysique des Idées. Les réalités intelligibles auxquelles l'homme peut avoir directement accès par la pensée (le monde des Idées) sont plus *vraies* et doivent donc être distinguées des réalités sensibles du *réel* (le monde sensible) qui ne sont que les images dégradées d'essences qui se trouvent ailleurs. Les Idées sont des modèles éternels et immuables à partir desquelles sont formés les objets du monde sensible. Il développe donc une méthode *déductive* à partir de la *contemplation* des Idées.

À droite, Aristote, l'*Éthique à Nicomaque* [1992a] à la main, valorise l'esprit pragmatique, réaliste, les enquêtes encyclopédiques et il tend la main vers la terre, lieu de l'*empirisme* rationnel, où les formes ne sont pas séparées des choses. Il aménage de manière critique la théorie des Idées platoniciennes et il se demande comment vivre et penser dans un monde imparfait. Il pense que les Idées sont dans les choses matérielles, que le monde sensible est intelligible, que les formes n'exis-

tent pas séparément, mais seulement incarnées dans une matière par hylémorphisme : toute "substance" est composée de "matière" et de "forme", la seconde projetée sur la première lui donnant vie. Il initie l'utilisation de la *déduction* à partir de l'*observation* en cherchant des correspondances entre des énoncés et des faits réels pour expliquer comment *fonctionne* le réel. Du point de vue des méthodes d'élaboration des connaissances, ce détail de la fresque résume à lui seul vingt-quatre siècles d'allers et retours entre deux grandes orientations *rationnelles* de la pensée occidentale qui recherchent la vérité et opposent le *logos* (discours conceptuel) aux mythes à l'aide de la logique, de la géométrie et des sciences déductives. Cette dialogique initiée au IV^e siècle av. J.-C. entre l'essence et la substance a eu des répercussions sur l'ensemble des théories de la connaissance développées par la suite. Celles-ci sont dialogiques dans le sens où l'une ne peut pas exister sans l'autre, elles sont comme le dirait Edgar Morin (1977) comme des "termes à la fois complémentaires, concurrents et antagonistes". Le processus cognitif de base de Piaget (1967) exprime bien cette dichotomie : l'idéalisme du *sujet qui connaît* et l'empirisme de la *chose à connaître*. Deux voies sont ouvertes à partir de l'invocation d'une "réalité objective" pour montrer la justesse d'un jugement : la contemplation du monde des Idées permet de trouver la *vérité* dans les *essences* platoniciennes, tandis que l'expérience du fonctionnement du monde sensible permet de trouver la *vérité* dans les *substances* aristotéliennes.

Au Moyen Âge, la dialogique essence/substance est remplacée par la dialogique universel/particulier lorsque la philosophie antique rencontre la religion chrétienne. La foi et la raison sont particulièrement étudiées et elles se soutiennent mutuellement avec néanmoins la priorité de la foi. Ainsi, philosophe et théologien, saint Augustin dit : "Comprends pour croire, crois pour comprendre", mais il ajoute aussitôt : "Si vous ne croyez pas, vous ne comprendrez pas." Le néoplatonisme des Pères de l'Église triomphe pour dépasser le scepticisme et prépare l'arrivée du cartésianisme : le fondement du savoir est dans la certitude intérieure de la conscience et les Idées sont les archétypes de tout être dans l'esprit de Dieu. Au cours de la première Scolastique (XI^e et XII^e siècles), la Querelle des Universaux se propage, qui prolonge la dialogique entre idéalisme platonicien et réalisme aristotélien. Elle divisera également les deux ordres mendiants créés par le Vatican pour notamment enseigner dans les universités : les frères mineurs (franciscains) et les frères prêcheurs (dominicains). À l'apogée de la seconde Scolastique (XII^e et XIII^e siècles), les écrits d'Aristote sont (re)découverts grâce à l'influence du monde arabe après le retour des croisades et le néoplatonisme est alors critiqué. À la Renaissance, les deux tendances ont leurs défenseurs, la toute-puissance de l'Église est remise en cause, et l'humanisme se développe en même temps que les arts et les sciences. Des tentatives de dépassement émergent partout, un scepticisme croissant par rapport à la tradition croît et une valorisation de la raison s'affirme. Le mathématicien, physicien et philosophe français René Descartes essaye alors de sortir la pensée occidentale de cette situation de confusion en forgeant le rationalisme, dérivé de l'idéalisme platonicien. Pour Donnadieu (2004), la science avant Descartes est essentiellement *inductive* (raisonnement qui sur la

base d'une série d'observations particulières conclut à la plausibilité d'une loi générale) et *abductive* (capacité de l'esprit humain à deviner l'hypothèse qu'il faut soumettre à l'expérience, laissant de côté toutes les autres sans les examiner.

Après l'émergence du cartésianisme, un petit nombre de théories (dites) classiques de la connaissance a fortement marqué l'histoire de l'épistémologie des sciences à partir de la période moderne dont les plus importants sont : le rationalisme (ou idéalisme), l'empirisme, le positivisme (ou empirisme logique), le constructivisme et le réalisme scientifique. Chacun de ces courants possède des accointances avec l'idéalisme platonicien, le réalisme aristotélicien ou les deux. De nombreuses études détaillées de la nature et des implications épistémologiques de ces courants existent ailleurs (Nadeau 1999, Achinstein 1968, Lalande 1926, Barreau 1995, Besnier 2005 ; Riopel 2005). Elles nous dispensent d'en faire à nouveau l'exposé dans ce texte-ci.

description des courants	tendances pédagogiques	philosophes/scientifiques
rationalisme (xvii ^e) toute connaissance valide provient essentiellement de l'usage de la raison.	insister sur l'importance de la rationalisation au détriment de l'expérimentation.	l'idéalisme platonicien, René Descartes, Gottfried W. Leibnitz, Emmanuel Kant, Georg W.F. Hegel
empirisme (xviii ^e) toute connaissance valide provient essentiellement de l'expérience.	insister sur l'importance de l'expérimentation au détriment de la rationalisation.	Anaximène, Francis Bacon, John Locke, Isaac Newton, Georges Berkeley, David Hume
positivisme (xix ^e) la science progresse en se fondant sur des faits mesurés dont elle extrait des modèles par un raisonnement inductif rigoureux. Tout ce qui n'est pas directement mesurable n'existe pas.	reconnaître l'importance complémentaire de l'expérimentation et de la rationalisation en insistant sur la démarche scientifique qui fait progresser la science.	Sextus Empiricus, Auguste Comte, John Stuart Mill, Ernst Mach, Percy W. Bridgman, Niels H.D. Bohr, Rudolf Carnap
constructivisme (xx ^e) les connaissances scientifiques (observations et modèles) sont des constructions subjectives qui ne nous apprennent rien de la réalité.	insister sur le caractère arbitraire ou subjectif des modèles scientifiques en encourageant l'élève à construire ses connaissances.	Héraclite, Protagoras, Luitzen E.J. Brouwer, Jean Piaget, Ernst von Glasersfeld, Gaston Bachelard, Paul Valéry, Léonard de Vinci, Giambattista Vico, le scepticisme des sophistes
réalisme (xx ^e) les modèles scientifiques sont des constructions destinées à prédire certains aspects d'une réalité objective qui existe indépendamment de l'observateur.	insister sur la différence entre les modèles, qui sont construits par les scientifiques, et la réalité, qui existe indépendamment des modèles. Les modèles sont des approximations successives de la réalité.	Le réalisme aristotélicien, Thomas Reid, Max Planck, Albert Einstein, Bertrand A.W. Russell, Karl R. Popper

Table 3 – Tableau des courants épistémologiques. Adaptation d'après Martin Riopel (2005, p.23)

Depuis le ^{xvii}^e siècle, dans la continuité de l'idéalisme platonicien et surtout depuis le *Discours de la méthode* (1637) de René Descartes, l'approche rationaliste est profondément ancrée dans la culture européenne continentale et largement utilisée par de nombreux scientifiques encore aujourd'hui. À l'aide de la déduction analytique, toute connaissance vraie provient de la raison.

Au ^{xviii}^e siècle, l'empirisme britannique a choisi une voie complémentaire en prolongeant le réalisme aristotélicien. Toute connaissance vraie provient essentiellement de l'expérience, à l'aide cette fois de l'induction synthétique.

Issu de l'école Saint-Simonienne, le positivisme (ou empirisme logique) est un courant épistémologique du ^{xix}^e siècle qui tente une approche complémentaire entre le rationalisme et l'empirisme. Cette méthode considère que toute connaissance vraie provient essentiellement des faits de l'expérience sans chercher de raison théologique ou métaphysique. Les *choses en soi* étant inaccessibles, les sciences qui s'efforcent de (re)lier simplement les données expérimentales ne peuvent le faire qu'à l'aide de relations et de lois en utilisant les mathématiques. Le progrès des sciences est donc possible par la combinaison de l'expérience et du raisonnement.

Mais les deux grandes orientations platonicienne et aristotélicienne ressurgissent au ^{xx}^e siècle. Le constructivisme est un courant épistémologique qui renonce au concept d'objectivité par la connaissance directe des choses perçues dans le réel *R*. Les tenants du constructivisme considèrent que toute connaissance d'apparence *vraie* provient essentiellement de la construction mentale réalisée par le sujet. Par contre, le réalisme scientifique montre que les modèles scientifiques sont des approximations d'une réalité objective qui existe indépendamment de l'observateur. Si l'observateur constructiviste construit la réalité, le scientifique réaliste pense que l'observateur fait partie du réel.

2.4.2 L'émergence de la pensée systémique

La pensée systémique a émergé progressivement autour du concept central de système, du grec *sustêma* ("assemblage", "composition"). Une grande variété de définitions de ce terme existe, il n'est d'ailleurs pas si récent puisqu'il apparaît déjà chez les stoïciens sous la forme d'un cercle fermé. En s'inspirant de la méthode scientifique mise en valeur par René Descartes (1637), Gottfried W. Leibniz (1695) a tenté d'adapter la philosophie aux exigences d'une science rationnelle. Il retravaille alors le corpus philosophique en tant que "système" de propositions en établissant "quelque chose de solide par des démonstrations claires". Le philosophe allemand Christian Wolff (1729) parle de système lorsqu'il organise sa métaphysique à l'aide d'un "entendement systématique" empreint d'un rationalisme déductif.

Les Lumières font système de tout : du monde, des plantes, des animaux, des planètes, des métiers... – de tout le savoir lui-même. L'abbé et philosophe français Étienne Bonnot de Condillac, pour qui "le système est ce qui permet à l'esprit humain de saisir l'enchaînement des phénomènes", introduit dans son *Traité des systèmes* (1749) une première définition moderne du concept : "Un système n'est

autre chose que la disposition des différentes parties d'un art ou d'une science dans un ordre où elles se soutiennent toutes mutuellement, et où les dernières s'expliquent par les premières." Dans leur *Encyclopédie* (1751-65), Diderot et D'Alembert utilisent également le concept de système pour désigner notamment les "systèmes symboliques de notation musicale". Dans le *Discours préliminaire de l'Encyclopédie*, D'Alembert parle de l' "esprit de système" de René Descartes distinguant ainsi l'intérêt du système en soi de l'esprit systématique de son époque. Régulièrement accusé d'être la source de toutes les dérives de l'approche analytique, René Descartes a hérité de l'esprit de système de la philosophie scolastique du Moyen Âge, un désir d'explication universelle de tous les phénomènes de la nature. À partir d'une pensée holistique comparable à celle défendue par la pensée systémique, il a eu le besoin d'élaborer une systématique. Dans sa *Dialectique transcendantale* (1781), Emmanuel Kant pense que la raison polarise tous les actes de l'entendement (les concepts) et s'exprime dans la cohésion d'un "système de représentations" puisqu' "entre les idées transcendantales elles-mêmes éclate une certaine cohérence et une certaine unité, et que la raison pure, par le moyen de ces idées, réduit toutes ses connaissances à un système". Le tout est donc un "système articulé" et non pas seulement un "amas". Emmanuel Kant définit d'ailleurs une "architectonique de tout le savoir humain". D'ailleurs il entend par *architectonique* "l'art des systèmes", lequel est, selon lui, comme l' "unité systématique", c'est-à-dire "ce qui transforme en sciences la connaissance commune, c'est-à-dire ce qui d'un simple agrégat de ces connaissances fait un système, l'architectonique est donc la théorie de ce qu'il y a de scientifique dans notre connaissance en général". Les scientifiques dévalorisent donc, à l'époque, l' "esprit de système" en tant que pensée formaliste au profit de l' "esprit systématique" en tant qu'étude réfléchie et donc valable des phénomènes. Ils ne suppriment pas pour autant le concept de système, parce que l' "envie de système" de la "raison connaissante" est une nécessité logique et épistémologique.

Plus tard, l'archéologue, philosophe et critique d'art français Quatremère de Quincy, dans son *Encyclopédie méthodique* (1801-20), définit le mot *système* en le rapprochant d'un ensemble ordonné de règles de composition : "Ce mot est formé de deux termes grecs, la préposition *sun* et le verbe *istèmi*, qui, rapprochés, signifient ce qu'on exprime par *ensemble*, *composition*. Un *système*, en quelque genre que ce soit, est un assemblage de plusieurs choses formant un tout. [...] il nous a semblé que le système grec était de tous, celui qui était le plus système, en tant qu'il est l'assemblage le plus complet des éléments qui peuvent former un tout, où chaque partie trouve une raison nécessaire, subordonnée à la raison nécessaire de l'ensemble, où chaque chose explique sa manière d'être, où chaque détail est à la fois conséquence et principe d'un autre détail, où enfin on ne saurait rien ajouter, sans faire du superflu, d'où l'on ne saurait rien retirer sans tout détruire."

Écrit en 1894, un cahier complet de Paul Valéry (1973) porte le nom de *Système*. Celui-ci se demandait à l'époque si la psychologie balbutiante pouvait être assimilée à un "ensemble scientifique" comme d'autres sciences reconnues. Il écrit que c'est possible si l' "on consent à regarder l'homme comme un système – c'est-à-dire

un ensemble de parties, isolées ensemble et séparées de tout et qui sont toutes hors de l'œil qui regarde, soumises semblablement et entièrement à la même connaissance – quelles que soient leurs différences intérieures entre elles – et leurs relations".

Bien que les idées sous-jacentes soient relativement constantes, les formulations successives du concept de système varient en fonction de domaine de connaissances mobilisé. En linguistique, Ferdinand de Saussure (1916) écrit qu'un système est "une totalité organisée, faite d'éléments solidaires ne pouvant être définis que les uns par rapport aux autres en fonction de leur place dans cette totalité". En philosophie, André Lalande (1926) définit un système comme un "ensemble d'éléments, matériels ou non, qui dépendent réciproquement les uns des autres de manière à former un tout organisé".

Le mot est repris et relancé à partir des années 1950 notamment par le biologiste théoricien Ludwig Von Bertalanffy qui veut traiter au moyen d'un langage commun tous les systèmes tant artificiels (mécaniques et fermés) que naturels (biologiques et ouverts). Ludwig von Bertalanffy (1968) définit en biologie le système comme "un ensemble d'unités en interrelations mutuelles". Le mot s'utilise alors couramment dans d'autres domaines. Jacques Lesourne (1976) pense qu'en économie un système est "ensemble d'éléments liés par un ensemble de relations". Edgar Morin (1977) pense qu'un système constitue en épistémologie "[une] unité globale organisée d'interrelations entre éléments, actions, ou individus". En gestion des ressources humaines, Arlette Yatchinovsky (2005) écrit qu' "un système est constitué d'un ensemble d'éléments en interaction dont chacun concourt à l'objectif commun ou finalité du système". Benjamin de Mesnard (2007) écrit en philosophie qu' "un système est un ensemble complexe, formé de sous-ensembles (éventuellement de sous-systèmes) en interactions non-linéaires dynamiques par le jeu d'un ensemble de relations lui donnant un caractère de totalité". Enfin, un système est selon Joël de Rosnay (1975) "un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but".

Le concept de système s'éclaire progressivement, mais qu'en est-il de la méthode qui utilise celui-ci de manière opératoire ? Qu'en est-il de la pensée systémique ?

Avant de revenir sur les principales propriétés de l'approche systémique, trois courants précurseurs de celle-ci doivent être au minimum esquissés dans cette étude pour contextualiser l'usage de cette dernière. Outre les cinq principales théories (dites) classiques de la connaissance citées précédemment, d'autres courants importants du ^{xx}^e siècle présents en filigrane dans les pages précédentes de cette étude ont une grande importance dans l'émergence du paradigme systémique actuel. Outre ses accointances avec le constructivisme, les principaux courants de pensée à la base de l'approche systémique habituellement cités sont le structuralisme, la cybernétique et la théorie de l'information et de la communication.

Développé au début du ^{xx}^e siècle sous de multiples formes à partir de la linguistique, le structuralisme est un mouvement qui s'est propagé vers l'anthropologie, la psychanalyse et la psychologie. Le concept principal, qui se veut interdisciplinaire,

est celui de structure. La méthode structurale permet d'obtenir une meilleure appréhension des phénomènes étudiés par le biais de formalisations et donc de généralisations. Elle s'est principalement développée selon trois axes de réflexion, les approches : linguistique, anthropologique et psychologique. En linguistique, Ferdinand de Saussure (1916) a montré que nous ne pouvions réduire le processus du langage à la syntaxe et à l'histoire de la formation des mots, mais qu'entraient aussi en ligne de compte des interactions entre signe et sens, entre signifiants et signifiés. En anthropologie, l'approche a principalement été développée par Claude Lévi-Strauss (1958) qui a réalisé des recherches sur les sociétés (dites) primitives en y mettant en lumière les structures inconscientes sous-jacentes aux institutions et aux coutumes. Enfin, en psychologie, les développements de la *Gestalttheorie* ont mené à l'étude des *Gestalts*, régulièrement appelées des "structures perceptives" (Piaget 1968). Bien que le concept même de structure varie d'un structuralisme à l'autre et qu'il se rapproche beaucoup de la définition du système, Jean Piaget (1968) définit de manière générale la structure comme étant "un système de transformations, qui comporte des lois en tant que système (par opposition aux propriétés des éléments) et qui se conserve ou s'enrichit par le jeu même de ses transformations, sans que celles-ci aboutissent en dehors de ses frontières ou fasse appel à des éléments extérieurs". Une structure comprend donc selon lui "trois caractères" : la "totalité", les "transformations" et l' "autoréglage".

La cybernétique a été fondée par Norbert Wiener (1948 ; 1952) qui en donne une définition très large puisqu'elle s'applique à l'action de commander et qu'elle concerne à la fois l'animal et la machine. Le systémicien français Daniel Durand (1979) rappelle que le mot *cybernétique* vient du mot grec *kubernesis* ("action de manœuvrer un bateau") ce qui signifie au sens figuré *l'action de diriger ou de gouverner*. Finalement, la cybernétique serait pour le mathématicien français Louis Couffignal (1963) "l'art et la science d'assurer l'efficacité de l'action". À l'époque, le développement de cette théorie est directement lié à celui de technologies nouvelles pendant la Seconde Guerre mondiale tels que l'informatique, l'automation et la communication. La cybernétique est alors la science et la technique des systèmes capable d'autorégulation programmés grâce à des processus de réception/traitement de l'information et à des boucles de rétroaction. Ainsi, l'appareil de pilotage automatique des avions, le thermostat d'une chaudière ou le régulateur d'une centrale sont des machines typiquement cybernétiques. Le rôle du cybernéticien est d'entamer la reconnaissance de la structure et de l'état interne de la machine, de décrire les relations que la machine entretient avec l'environnement et enfin de prévoir l'évolution du comportement de la machine. Les tenants de la cybernétique ont également développé un langage spécifique qui facilite la représentation de la machine observée et de son fonctionnement, qui rend intelligibles de nouveaux problèmes et qui favorise la transdisciplinarité. Les mots "système" et "cybernétique" ont à l'époque autant de succès l'un que l'autre. L'un est souvent utilisé pour l'autre et il est difficile de discerner dans les documents de l'époque les apports propres à chacune des deux approches. Ainsi, certains concepts spécifi-

quement utilisés par les cybernéticiens ont été (re)pris par l'approche systémique (Durand 1979) :

1. le cybernéticien conçoit des "machines", des "automates", des "mécanismes" et/ou des "servomécanismes" ;
2. les "affecteurs" sont des capteurs ou des organes matériels qui décèlent les modifications du milieu extérieur, tandis que les "effecteurs" sont des organes d'action sur le monde extérieur ;
3. la "*black box*" est un "élément d'un système considéré comme un atome de structure. Le concept de boîte noire permet d'ignorer le fonctionnement interne de ladite boîte noire, considérée comme simple élément comportant des entrées et des sorties" ;
4. la "*feedback*" montre l'effet de rétro-action lorsque l'*output* (la sortie) d'une boîte noire agit sur l'*input* (l'entrée) de celle-ci selon un processus de bouclage. Il ne s'agit plus d'une simple relation de cause à effet, mais d'une relation plus complexe dans laquelle l'effet obtenu rétroagit sur la cause ;
5. la machine varie au cours du temps et possède un véritable "comportement" ;
6. le concept principal de la cybernétique est l'"organisation". Si les structuralistes avaient déjà mis en évidence le concept d'organisation, les cybernéticiens développent la base technico-scientifique solide *ad hoc* et ils étendent le concept d'organisation en l'appliquant aussi bien aux machines qu'aux animaux ou aux sociétés humaines ;
7. le mécanisme est dit "finalisé" s'il a été construit pour réaliser des opérations déterminées à l'avance. Le concept de finalisation est très important pour les cybernéticiens : il ne s'agit plus d'un déterminisme classique où l'étude du phénomène se fait à partir de la cause, mais d'étudier celui-ci en tant que système à partir de l'objectif que ce dernier semble poursuivre. C'est l'émergence d'un des concepts majeurs de l'approche systémique.

La théorie quantitative de l'information a déjà été expliquée dans cette étude au moment de l'introduction des trois constituants universels du réel augmenté R^+ (cf. p.34), mais quelques informations supplémentaires peuvent être données sur la théorie qualitative de la communication qui lui a été associée progressivement. Si *in-former* veut littéralement dire mettre en forme un contenu dans un contenant communicable à autrui, la théorie de l'information s'intéresse au contenant (la forme du message) et non à son contenu (le sens du message). Par contre, la théorie qualitative de la communication s'intéresse aux contenus et aux questions de communication inter-personnelles. Elle s'est développée notamment avec les nouveaux moyens de transport et les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC).

À partir des acquis du structuralisme, de la cybernétique et des théories de l'information et de la communication, la "*general system science*" (théorie générale des systèmes), la "*systems approach*" (l'approche système), ou la "*systems science*" (science des systèmes) se développe progressivement pendant les années 1950 aux États-Unis. À l'appellation "théorie générale des systèmes" se substitue progressivement le vocable plus général de "systémique", d' "approche systémique", ou

encore de "modélisation systémique". Selon Jean-Louis Le Moigne, ce mot apparaît en 1977 et les premières sociétés scientifiques portant ce nom apparaissent à partir de 1979. Pour éviter certaines confusions habituelles, le mot "systémique" ne doit pas être confondu avec la "systématique" (méthode de résolution de problèmes où le concepteur dénombre et classe exhaustivement et dans un certain ordre tous les éléments du problème), la "systématisation" (action de rendre systématique), ou encore avec l' "analyse-système" (analyse des performances du système d'exploitation d'un ordinateur). Étant donné que l'organisation d'un système comporte de l'ordre mais aussi du désordre : un système ne peut pas être traité à l'aide d'une méthode systématique. Deux périodes sont habituellement distinguées. Une *première* systémique a désigné la "théorie générale des systèmes" appliquée à un champ d'application élargi aux domaines des sciences humaines et sociales : elle s'occupait alors seulement des systèmes *fermés* à l'équilibre. Encore indifférenciée de la cybernétique et du structuralisme, elle était centrée sur les concepts de *structure*, d'*information*, de *régulation* et de *totalité*. Apparue à partir des années 1970, une *seconde* systémique s'occupe des systèmes *ouverts* et intègre en plus les concepts de *communication*, d'*autonomie* et d'*auto-organisation*. Cette méthode de pensée a été questionnée sur ses propres fondements paradigmatiques à partir du "paradigme de la complexité" développé par Edgar Morin notamment dans les six volumes de *La Méthode* (de 1977 à 2004) et sur ses fondements épistémologiques à partir des "épistémologies constructivistes" remises à l'honneur par Jean-Louis Le Moigne (1995).

L'approche systémique est un paradigme en cours de construction et il en existe actuellement de nombreuses définitions. Le développement de la systémique se poursuit aujourd'hui et elle s'enrichit des multiples expériences de la modélisation des systèmes complexes qui s'accumulent dans tous les domaines du savoir : biologie, écologie, sciences des éco-systèmes, psychologie, psychanalyse, thérapies de groupe, économie, sciences sociales, sciences politiques, automation et robotique, bureautique, science des organisations, sciences de l'ingénierie, sciences de la cognition, sciences de la communication, sciences de l'éducation... Pourquoi et dans quel but pourrait-elle être utilisée dans le domaine de la (co)conception architecturale ?

L'émergence de la systémique est souvent associée abusivement à la (seule) critique du rationalisme cartésien. En réalité, la constitution de la pensée systémique ne s'est pas faite contre le cartésianisme, mais plutôt en complémentarité de celui-ci. Son élaboration est devenue nécessaire à partir d'une critique *constructive* du cartésianisme dont les effets négatifs sont connus depuis longtemps. Intéressé par la question de la modélisation, Jean-Louis Le Moigne définit la systémique comme une discipline dont le projet est l'élaboration/développement de méthodes de modélisation des phénomènes perçus/conçus complexes comme/par un système (en) général. Pour lui, la systémique ne cherche pas à *résoudre* autrement et mieux les problèmes dont on dit qu'ils *résistent* à la modélisation analytique : elle cherche à les formuler différemment. Son projet n'est pas d'expliquer, ni de prescrire, mais de décrire intelligiblement. Les principales critiques récurrentes faites à l'approche

cartésienne sont principalement de quatre types : (1) le dualisme, ou la séparation esprit/corps, selon laquelle l'esprit est supérieur au corps, est une division interne du sujet qui ne peut refléter le réel ; (2) l'idéalisme selon lequel la connaissance des choses n'est possible que par la contemplation de concepts, alors que le réel ne peut être changé directement par la pensée et que celle-ci est également nourrie par le monde ; (3) l'individualisme du "*cogito, ergo sum*" (Descartes 1637) alors que le monde existe également ; (4) le rapport au réel rationnel dans lequel tout est réduit à la représentation.

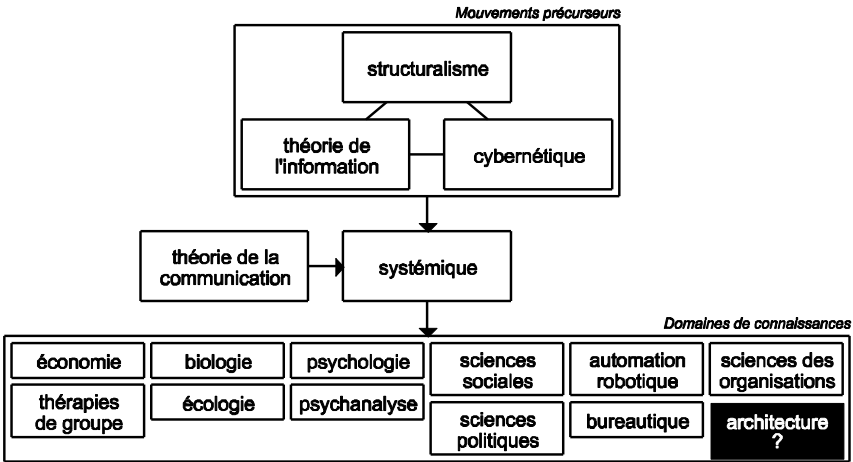


Fig. 2.13 – La synthèse systémique. Adaptation d'après Daniel Durand (1979, p.57).

2.4.3 La méthode de pensée (analytico)systémique

Pour synthétiser les principes fondamentaux de l'analytique et de la systémique, nous reprenons ici une comparaison entre les préceptes du *Discours de la méthode* de René Descartes (1637) et ceux du *Nouveau discours de la méthode* de Jean-Louis Le Moigne (1977). Ce dernier a défini ses préceptes en complément – et non en opposition – de ceux de Descartes. Pour rappel, ce dernier a écrit ses quatre préceptes du rationalisme pour bien conduire sa raison de cette manière :

"Ainsi, au lieu de ce grand nombre de préceptes dont la logique est composée, je crus que j'aurais assez des quatre suivants, pourvu que je prisse une ferme et constante résolution de ne manquer pas une seule fois à les observer. [...] [1] Le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie, que je ne la connusse évidemment être telle : c'est-à-dire, d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention ; et de ne comprendre rien de plus en mes jugements, que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit, que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute. [...] [2] Le second, de diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre. [...] [3] Le troisième, de conduire par ordre mes pensées en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour mon-

ter peu à peu comme par degrés jusque à la connaissance des plus composés, et supposant même de l'ordre entre ceux qui ne se précèdent point naturellement les uns les autres. [...] [4] Et le dernier, de faire partout des dénombrements si entiers et des revues si générales que je fusse assuré de ne rien omettre. [...] Ces longues chaînes de raisons toutes simples et faciles, dont les géomètres ont coutume de se servir pour parvenir à leurs plus difficiles démonstrations, m'avaient donné occasion de m'imaginer que toutes les choses qui peuvent tomber sous la connaissance des hommes s'entre-suivent en même façon, et que, pourvu seulement qu'on s'abstienne d'en recevoir aucune pour vraie qui ne le soit, et qu'on garde toujours l'ordre qu'il faut pour les déduire les unes des autres, il n'y en peut avoir de si éloignées auxquelles enfin on ne parvienne, ni de si cachées qu'on ne découvre." (Descartes 1637)

À ces principes de la pensée cartésienne, Le Moigne propose d'ajouter quelques "nouveaux" principes. Il écrit à ce sujet :

"[1] Le précepte de pertinence : Convenir que tout objet que nous considérerons se définit par rapport aux intentions implicites ou explicites du modélisateur. Ne jamais s'interdire de mettre en doute cette définition si, nos intentions se modifiant, la perception que nous avons de cet objet se modifie. [...] [2] Le précepte du globalisme : Considérer toujours l'objet à connaître par notre intelligence comme une partie immergée et active au sein d'un plus grand tout. Le percevoir d'abord globalement, dans sa relation fonctionnelle avec son environnement sans se soucier outre mesure d'établir une image fidèle de sa structure interne, dont l'existence et l'unicité ne seront jamais tenues pour acquises. [...] [3] Le précepte téléologique : Interpréter l'objet non pas en lui-même, mais par son comportement, sans chercher à expliquer *a priori* ce comportement par quelque loi impliquée dans une éventuelle structure. Comprendre en revanche ce comportement et les ressources qu'il mobilise par rapport aux projets que, librement, le modélisateur attribue à l'objet. Tenir l'identification de ces hypothétiques projets pour un acte rationnel de l'intelligence et convenir que leur démonstration sera bien rarement possible. [...] [4] Le précepte de l'agrégativité : Convenir que toute représentation est partisane, non pas par oubli du modélisateur, mais délibérément. Chercher en conséquence quelques recettes susceptibles de guider la sélection d'agréats tenus pour pertinents et exclure l'illusoire objectivité d'un recensement exhaustif des éléments à considérer." (Le Moigne 1977)

Le rapprochement des quatre préceptes de Descartes avec ceux de Le Moigne permet de tendre vers une complémentarité assumée entre analytique et systémique. Si les huit items sont (re)groupés par paires, alors ils peuvent être considérés respectivement comme les termes de quatre dialogiques énoncées sous la forme de préceptes :

1. le précepte d' "évidence/pertinence" : le caractère immédiat de la perception des phénomènes de la réalité garantit la pertinence, et l'évidence dépend de l'intentionnalité de la personne qui les perçoit, c'est la pertinence par rapport au chercheur qui est voulue ;
2. le précepte de "réductionnisme/globalisme" : le réductionnisme consiste à isoler et décomposer l'objet pour en connaître les moindres détails (c'est la priorité à l'analyse) et le globalisme consiste à toujours replacer l'objet étudié

dans un contexte plus large (c'est appréhender le contexte du système observé) ;

3. le précepte de "causaliste/téléologique" : l'interprétation d'un processus peut être une analyse *idéale* du plus simple au plus compliqué fondée sur l'étude du passé, un raisonnement linéaire de cause à effet, *ou* elle peut s'appuyer sur l'étude *intentionnelle* du futur et la recherche du comportement du système par l'analyse de la finalité de celui-ci ;
4. le précepte d' "exhaustivité/agrégativité" : la connaissance exhaustive et universelle par la description complète de la réalité est possible dans un champ d'observation limité, *et* il est impossible de recenser tous les facteurs à l'œuvre dans une situation complexe ce qui rend nécessaire la modélisation du problème observé à l'aide d'un agrégat (regroupement d'objets sélectionnés subjectivement par l'observateur, en vue d'une représentation simplifiée).

D'autres comparaisons ont été élaborées entre les approches analytique et systémique. Ainsi, en partant également des quatre préceptes de Descartes, Joël de Rosnay (1975) en propose une autre, (re)prise synthétiquement par la systémicienne française Arlette Yatchinovsky (2005 ; cf. Table 4-1, p.64) de manière à montrer l'efficacité de chacune de ces approches. De même, la systémicienne française Françoise Kourilsky-Belliard (1996 ; cf. Table 4-2, p.64) introduit une autre comparaison qui permet de montrer que dans la démarche systémique, c'est la question des buts/objectifs futurs à atteindre qui est importante, alors qu'avec l'approche analytique, l'observateur s'inspire du passé pour comprendre comment faire évoluer le système.

Pour Le Moigne (1990), la complémentarité entre analytique et systémique passe aussi par l'utilisation combinée de deux logiques :

1. la logique disjonctive ou "logique du *ou*" qui reprend les trois axiomes de base de la logique analytique hérités de la logique aristotélicienne (axiomes d'identité, de non-contradiction et du tiers exclus) ;
2. la logique conjonctive ou "logique du *et*" qui comprend trois axiomes utiles lors de la modélisation systémique (axiomes de synchronicité, de diachronicité et du tiers inclus).

Le (co)concepteur cartésien observe et questionne un objet, alors que le (co)concepteur systémicien s'intéresse au contexte, au système émergeant des interactions entre un objet et son contexte. Le cartésien analyse en déterminant quels sont les éléments (parties) de l'objet, alors que le systémicien s'intéresse aux lois de fonctionnement du système. Le cartésien évalue l'objet en regardant s'il est vrai ou faux, tandis que le systémicien évalue le système pour voir s'il est opérant ou non. L'observateur cartésien est objectif, alors que l'observateur systémicien est autoréférentiel. La méthode cartésienne s'utilise, d'après Bertalanffy (1968), lorsque les interactions entre les parties sont faibles ou inexistantes et que les relations qui décrivent le comportement du phénomène observé sont linéaires. Dès que ces deux conditions ne sont pas remplies, l'utilisation d'une autre approche pour penser est nécessaire. La systémique est une des approches qui s'occupe de problèmes de nature plus générale que les problèmes "analytico-sommatifs" de la

science classique. L'approche systémique permet surtout d'amener de nouveaux moyens d'action face à un monde "hypermoderne" (Lipovetsky 2004), incertain, mondialisé et terriblement complexe. Le but n'est pas d'énoncer dogmatiquement que la théorie des systèmes est la bonne théorie, mais plutôt d'élaborer un cadre de pensée opératoire, qui permette – face à notre perception augmentée et complexe du réel *R* – de définir une stratégie d'action ou une vision du monde.

approche analytique	approche systémique
- isole : se concentre sur les éléments - considère la nature des interactions - s'appuie sur la précision des détails - modifie une variable à la fois - indépendante de la durée : les phénomènes considérés sont réversibles - la validation des faits se réalise par la preuve expérimentale dans le cadre d'une théorie - modèles précis et détaillés mais difficilement utilisables dans l'action - approche efficace lorsque les interactions sont linéaires et faibles - conduit à un enseignement par discipline - conduit à une action programmée dans son détail - connaissance des détails, buts mal définis	- relie : se concentre sur les interactions entre les éléments - considère les effets des interactions - s'appuie sur la perception globale - modifie des groupes de variables simultanément - intègre la durée et l'irréversibilité (2^e principe thermodynamique) - la validation des faits se fait par comparaison du modèle avec la réalité - modèles insuffisamment rigoureux pour servir de base aux connaissances, mais utilisables dans la décision et l'action - approche efficace lorsque les interactions sont non linéaires et fortes - conduit à un enseignement pluridisciplinaire - conduit à une action par objectif - connaissance des buts, détails flous
approche analytique	approche systémique
- logique binaire, disjonctive - causalité linéaire - orientée passé - présent - pour résoudre un problème il faut d'abord résoudre ses causes - centrée sur l'explication des dysfonctionnements et les handicaps du système - l'observateur s'inspire du passé pour faire évoluer le système - le passé détermine le présent et le futur	- logique ternaire, conjonctive - causalité circulaire - orientée présent - futur - pour résoudre un problème, il faut d'abord clarifier l'objectif à atteindre - centrée sur les fonctions utiles des dysfonctionnements et sur les ressources du système - l'observateur s'inspire du présent et fait évoluer le système en fonction du but à atteindre - la projection du futur souhaité influence le présent

Table 4 – Comparaison entre les approches analytiques et systémiques.
Adaptation d'après Joël de Rosnay (1975, p.18) et Françoise Kourilsky-Belliard (1996, p.19)

déduction	1. règle	tous les édifices de ce quartier sont blancs	<i>prouve</i> que quelque chose <i>doit</i> être
	2. cas	ces édifices sont de ce quartier	
	3. résultat	ces édifices sont blancs	
induction	1 cas	ces édifices sont de ce quartier	<i>montre</i> que quelque chose <i>est</i> effectivement
	2. résultat	tous les édifices de ce quartier sont blancs	
	3. règle	ces édifices sont blancs	
abduction (rétroduction)	1. règle	tous les édifices de ce quartier sont blancs	<i>suggère</i> que quelque chose <i>pourrait</i> être
	2. résultat	ces édifices sont blancs	
	3. cas	ces édifices sont de ce quartier	

Table 5 – Trois types de raisonnement. Adaptation d'après Aristote [1992b] et Charles S. Peirce [1898]

En (re)prenant le processus d'élaboration des connaissances de base de Piaget (1967), la méthode de pensée – qu'elle soit analytique ou systémique – donne des outils au concepteur pour orienter le processus cognitif entre la *chose à connaître* (l'objet) et le *sujet qui connaît* (le sujet), ainsi que l'analyse réflexive de celui-ci. La méthode de pensée donne des outils pour raisonner, c'est-à-dire mener une opération mentale par laquelle un jugement nouveau peut être tiré de jugements donnés. Depuis l'Antiquité, trois modes de raisonnement classiques ont été définis : la *déduction* (les syllogismes chez Aristote [1992b]), l'*induction* (comme intuition pour développer des connaissances à partir d'expériences répétées chez Aristote [2000b]) et la *réduction* (développée par Charles S. Peirce [1898]). Circulaire et récursive, cette dernière est souvent nommée *abduction*. La déduction (les deux prémisses sont vraies) mène à des raisonnements rigoureux. L'induction est un syllogisme hypothétique qui peut être testé à posteriori. Avec la prémisse majeure vraie et la prémisse mineure probable, l'abduction ne peut mener qu'à des raisonnements probables. Elle est pourtant intéressante puisqu'elle possède également l'avantage de permettre l'émergence de découvertes scientifiques.

En synthétisant les effets de différentes méthodes de pensée, trois formes de raisonnements fondamentaux peuvent être dégagées et toutes les théories de la connaissance en sont des combinaisons :

1. le raisonnement *hypothético-déductif* : à partir d'hypothèses à propos du réel R , le concepteur élabore des lois/modèles (une axiomatique) pour organiser son réel augmenté R^+ . Il en déduit ensuite une compréhension générale du réel qu'il projette. Enfin, il vérifie expérimentalement l'exactitude de ses projections ;
2. le raisonnement *empirico-inductif* : à partir d'expérimentations et d'observations sur le réel R , le concepteur extrait les données de la situation pour induire des lois/modèles et organiser son réel augmenté R^+ . Il possède enfin une compréhension pragmatique du réel qu'il interprète ;
3. le raisonnement *réductif* : à partir d'hypothèses vraisemblables, le concepteur (ré)organise son réel augmenté R^+ (auto)réflexivement et teste ses hypothèses par induction.

Une approche qui (re)lie analytique et systémique met en place une boucle récursive entre le réel R et le réel augmenté R^+ , entre induction (synthétique) et déduction (analytique), entre expérience et théorisation, entre la *chose à connaître* et le *sujet qui connaît*. Cette boucle est mobilisée par les réduction à l'œuvre dans l'esprit du concepteur qui actualise son réel augmenté R^+ (auto)réflexivement. La méthode de *moindre faillibilité* se situe donc dans la combinaison de ces trois types de raisonnements fondamentaux. Les défauts de l'un pouvant être en partie compensés par les avantages des deux autres et réciproquement. La mise en tension – heuristique – de ces trois approches complémentaires produit une mise en abyme avantageuse et réciproque. Elle permet de (re)considérer les problématiques étudiées avec un point de vue renouvelé, mais ne peut tout résoudre. Qu'il s'agisse de l'approche analytique, de l'approche systémique ou que toute autre

méthode d'élaboration des connaissances, aucune de ces méthodes ne peut détenir la *vérité ultime* !

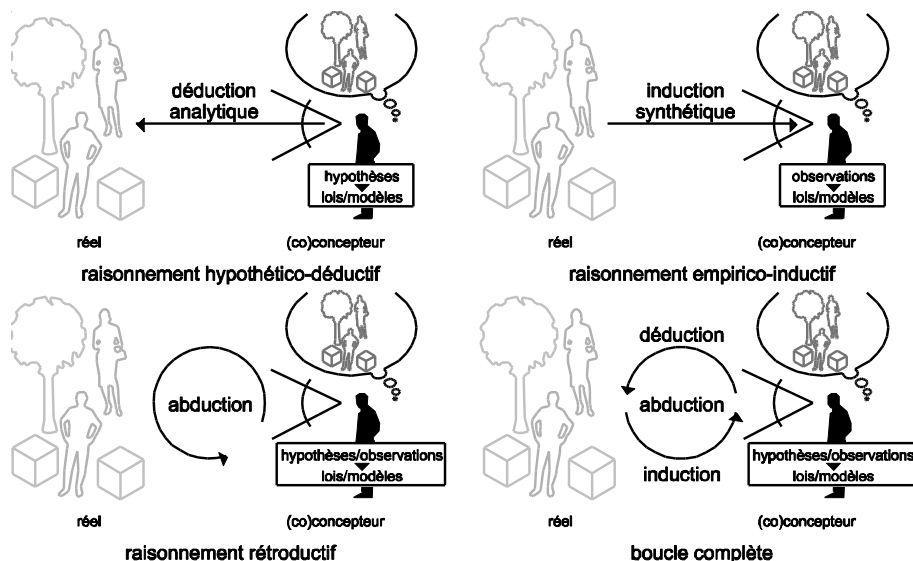


Fig. 2.14 – Les raisonnements hypothético-déductif, empirico-inductif, abductif et la boucle complète.

Une tentative (re)connue d'assumer la complémentarité analytique/systémique est offerte par la "pensée complexe" développée par Edgar Morin (1990) et correspond à cette méthode de pensée appelée ici *analyticosystémique*. Loin d'être synonyme de "complication", la "complexité" est un concept construit au sein du réel augmenté pour tenir compte – c'est une tentative – de la richesse du désordre, de l'inconnu, de l'aléatoire et de l'incertain. Cette perte du réel augmenté avait été évacuée par l'approche analytique dans certains cas. La "pensée complexe" élaborée par Morin tout au long des six volumes de *La Méthode* (1977 ; 1980 ; 1986 ; 1991 ; 2001 ; 2004) est une tentative fructueuse de construire une méthode de pensée qui relie les préceptes de l'analytique et de la systémique. Les trois principes fondamentaux qui, selon lui, permettent de "penser complexe" sont (1990 ; 2004) :

1. le "principe dialogique" : le (co)concepteur maintient la dualité au sein d'une unité complexe en associant deux termes à la fois complémentaires, concurrents et antagonistes. À distinguer de la dialectique hégélienne ;
2. le "principe de causalité circulaire" : le (co)concepteur prend en compte la récursivité organisationnelle du réel augmenté où les produits et les effets sont en même temps causes et producteurs de ce qui les produit ;
3. le "principe hologrammatique" : le (co)concepteur assume que la partie est dans le tout et que le tout est dans la partie. L'idée de l'hologramme dépasse à la fois le réductionnisme qui ne voit que les parties et l'holisme qui ne voit que le tout.

La question méthodologique au sujet de la méthode d'élaboration des connaissances donne lieu à un troisième postulat. La méthode d'élaboration des connaissances est issue d'une complémentarité entre deux méthodes de pensée souvent opposées à tort : l'analytique et la systémique. L'une ne peut être utilisée sans l'autre. Les préceptes de chacune de ces deux approches sont connus, et quelques principes qui assument la complémentarité existent dans l'élaboration de la "pensée complexe".

2.5 Postulat 4 – La méthode de validation des connaissances (P_4)

Pour répondre à la question *éthique* de savoir comment ces connaissances peuvent être validées, les connaissances étant (co)construites à priori avec une méthode de pensée (analytico)système (P_3), le concept de vérité – à condition qu'il ait encore une valeur – doit être questionné du point de vue de la systémique. Différentes théories de la vérité/fausseté existent et elles observent les propositions qui composent un raisonnement. Dans le passé, Arlette Yatchinovsky (1999) rappelle que trois méthodes importantes d'élaboration des connaissances ont existé et qu'elles correspondent à trois manières de (co)concevoir ce qu'est la vérité : la "vérité-correspondance", la "vérité-cohérence" et le "pragmatisme". Valider les connaissances (co)construite reviendrait donc à traiter de la "correspondance", de la "cohérence" ou de l'"efficacité" des connaissances produites des interactions entre le (co)concepteur et le réel augmenté R^+ par rapport au réel R des choses à connaître.

Utiliser la "vérité-correspondance" pour valider une connaissance, c'est dire qu'un jugement est vrai, parce ce que ce qu'il énonce *correspond* à la (co)conception du réel possédée par le (co)concepteur. C'est la définition (dite) classique du concept de vérité tel qu'il est formulé par Aristote dans la *Métaphysique* [1991] : "Dire de ce qui est qu'il n'est pas, et de ce qui n'est pas dire qu'il est, voilà le faux ; dire de ce qui est qu'il est, et de ce qui n'est pas qu'il n'est pas, voilà le vrai ; [...]" Mais il nous est impossible de comparer le modèle original dans le réel R et la (re)présentation que nous en avons dans le réel augmenté R^+ . La posture selon laquelle la vérité équivaut à la réalité (*veritas rei*) n'est plus tenable aujourd'hui. Pourtant la "vérité-correspondance" demeure l'idée de la vérité la plus commune.

Utiliser la vérité-cohérence pour valider une connaissance, c'est dire qu'un jugement est vrai parce qu'aucune contradiction n'apparaît entre les symboles logiques utilisés pour l'énoncer. Dans cette posture, la vérité n'est plus la correspondance entre le réel et les idées, mais l'accord des idées entre elles et la non-contradiction des jugements grâce à la logique formelle. Mais la "vérité-cohérence" n'est pas tenable non plus : la richesse des jeux de la logique formelle peut masquer la vérité. Néanmoins, le fait que toutes les idées forment un tout cohérent, un système d'idées est un minimum.

Utiliser le pragmatisme pour valider une connaissance revient à dire qu'un jugement est vrai, non parce qu'il copie le réel, mais comme le dirait le psychologue et

philosophe américain William James (1907) parce qu'il permet à l'individu de se mouvoir efficacement au sein de celui-ci. Dans la mesure où cette idée du réel R élaborée dans le réel augmenté R^+ "fonctionne" correctement et qu'elle nous permet de réussir une action, elle est alors vraie si elle est vérifiée par des conséquences d'ordre physique ou mental. Ce qui correspond à la posture systémique lorsqu'il s'agit d'un processus qui est validé par l'efficacité de cette idée sur le réel.

Selon le philosophe luxembourgeois Jacques Steiwer (2010), l'épistémologie a abandonné depuis longtemps l'idée de trouver une vérité à la fois "dogme et révélation, intuition fulgurante ou inébranlable certitude". Elle se contente de chercher des vérités relatives ou des paradigmes défendables. La définition du concept de vérité est "essentiellement dialectique et en devenir". Selon lui, deux abîmes récurrents sont à éviter à tout prix : (1) le "solipsisme" du côté du *sujet qui connaît* qui enferme la connaissance dans le sujet en niant l'existence d'une réalité extérieure par la tentative de déterminer la vérité à partir de vérités-cohérences et (2) le "paraître", un réalisme naïf du côté de la *chose à connaître* qui postule que le monde extérieur est une évidence tangible et qui exclut la subjectivité inhérente au sujet en tentant de déterminer la vérité à partir de vérités-correspondances. Plusieurs biais ont été imaginés par les philosophes pour sortir du *solipsisme*. Ainsi, René Descartes (1641) utilise la preuve ontologique de l'existence de Dieu pour garantir la véracité des perceptions et de l'existence du réel. Libéré du solipsisme par Dieu, il propose alors de relativiser la connaissance (trop) immédiate du réel à partir du "doute" cartésien. Pour se libérer de l'argument du solipsisme, Emmanuel Kant (1781) construit le concept de la "chose en soi" inaccessible à notre capacité de connaissance qui ne peut appréhender que les "phénomènes". L'hypothèse du *paraître* n'est pas tenable non plus, puisque la "rationalité limitée" tel que définie par Herbert A. Simon (1957) affecte l'esprit humain et l'empêche d'appréhender totalement le réel R .

À l'aide d'un formalisme hérité des théories de l'information et de la communication, l'hypothèse de la posture systémique est, selon Steiwer (2010), de décentrer la conscience individuelle pour la replacer à l'un des deux pôles de l' "arc communicationnel" (cf. Fig. 2.8-1, p.36). Cet arc est une séquence réversible du type : récepteur $\leftrightarrow$ décodage $\leftrightarrow$ transmetteur $\leftrightarrow$ codage $\leftrightarrow$ émetteur. Le "sujet communiquant" découvre le réel augmenté R^+ dans "chaque différenciation qu'il imprime à son flux de conscience" et renvoie au réel R une "réalité sémiotique" à l'aide de "son discours". D'un côté de l'arc, un sujet émet/reçoit des informations au sein du réel augmenté R^+ , tandis que de l'autre, indifférent, le réel R est sujet à des interprétations/projections de la part du sujet. Avec cet arc, l'existence d'un monde en dehors de nous – le réel R – est admise, ce qui permet de dépasser le solipsisme et infirme l'hypothèse de l'utilisation de la vérité-cohérence pour distinguer ce qui est vrai du faux. Mais la nature de ce monde reste inconnue et, par conséquent, la nature vraie ou fausse des jugements projetés sur lui n'est pas connue non plus. Dans la tradition de la théorie de l'information, l'argument du réalisme naïf est également évacué, puisque le processus de communication est tributaire du bruit cybernétique, du canal physique utilisé et des capacités d'enco-

dage/décodage de l'émetteur/récepteur... Tout signifiant du langage renvoie par ailleurs à un signifié qui n'existe que dans la conscience du sujet parlant. Le mot renvoie donc à une (re)présentation contenue dans le système nerveux central qui l'engendre. L'hypothèse de l'utilisation potentielle de la vérité-correspondance est donc également infirmée. Un réel R existe donc, mais l'acte de connaître, producteur du réel augmenté R^+ , est relativisé.

En partant de l'hypothèse que la *vérité* est une "approche première" du réel, Steiwer (2010) considère que celle-ci est une "condition comportementale de la matière vivante". L'animal a pour finalité de survivre et de perpétuer l'espèce en établissant des distinctions pertinentes – et donc vraies – sur le réel R : par exemple cette eau est potable, ce végétal n'est pas comestible, cet animal est un prédateur... Si cette distinction n'est pas pertinente, la "vérité" projetée sur le réel est fausse et l'action est un échec : le réel résiste. Le langage a servi de "découpage phénoménal" du monde en autant de "surfaces repères", qui permettent d'aider l'être humain à parcourir un éco-système efficace (Steiwer 2010). Steiwer tente alors une réponse qui articule vérité-cohérence et pragmatisme dans une vision systémique unifiée. En effet, une proposition P est vraie – selon lui – lorsque "la prétention de validité qu'elle avance peut être [doublement] satisfaite". À la fois par "son insertion réussie dans un ensemble linguistique cohérent, formant un réseau de propositions collatéralement compatibles", ce qui assure la vérité-cohérence requise au minimum, et par "l'assentiment discursif quelle peut trouver dans la communication intersubjective, où elle porte à des comportements réussis par rapport au 'monde environnant'" ce qui assume la conception pragmatiste de l'efficacité de l'action et assure la validité de cette proposition. D'ailleurs, la systémique est une méthode de pensée qui valorise "la connaissance dans l'action". Plutôt que de considérer uniquement l' "*ens cogitans*" (l'être pensant), elle considère également à la fois l' "*ens agens*" (l'être agissant) et l' "arc communicationnel" qui les relie. Bertalanffy (1968) pense également que "le défaut le plus sérieux de la philosophie classique occidentale, de Platon à Descartes et à Kant, [...] est de considérer l'homme en premier lieu comme un spectateur, un *ens cogitans*, alors que pour des raisons biologiques il doit essentiellement être un acteur, un *ens agens* dans le monde où il est jeté". La source de toute connaissance est pour Morin (1986) "à la fois l'activité du sujet connaissant et la réalité du monde objectif". Pour lui, La disjonction cartésienne n'est plus tenable : sujet et objet font partie d'une "indissoluble conjonction", siège d'une "boucle réursive" qui articule *computo* (cerveau) et *cogito* (esprit) et suppose une "*praxis*" (action) (cf. Fig. 2.15, p.70). L'existence de cette boucle réursive permet d'échapper à l' "alternative stérile" entre idéalisme solipsiste et réalisme naïf. Il formule même l'aphorisme "*computo ergo sum*" (je compute, donc je suis), qui parodie et complète le "*cogito, ergo sum*" (je pense, donc je suis) de Descartes (1637). Cette boucle est à considérer ici comme un "arc communicationnel" (Steiwer 2010) entre la chose à connaître et le *sujet qui connaît*. La vérité ou la fausseté sont donc des catégories du langage – inhérente au processus de la communication – qui ne se réfèrent ni à un pur état

de conscience du côté du sujet, ni à un être dans le monde du côté du réel, mais à l' "arc communicationnel" qui s'établit entre la conscience et le monde.

Selon Jacques Steiwer (2010), la connaissance est liée à un processus de communication avec le monde. Il s'agit d'une relation triangulaire : "*ego / alter ego / alteritas rerum*". Ceci signifie que toute proposition émise par un sujet, un "*ego*" (moi-même) qui prétend être vraie doit pouvoir être justifiée par un échange communicationnel avec d'autres sujets, d'autres "*alter ego*" (d'autres moi-même) et une vérifiabilité ou falsification de l'expérience, un "*alteritas rerum*" (l'altérité des choses, faits ou affaires). La parole est pragmatique dans le sens où elle vise l'action en tant qu'établie par la société des êtres humains. Aussi scientifique qu'elle soit, elle est idéologique dès sa conception même. Sans être solipsiste, la parole émane d'un émetteur – récepteur et donc d'un point de vue irrémédiablement personnel. Ce n'est pas négatif ! "L'idéologie est une dimension heureuse, dans la mesure où elle s'ouvre à l'échange communicationnel" (Steiwer 2010).

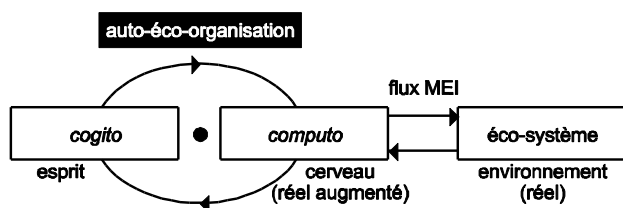


Fig. 2.15 – La boucle récurrente d' "auto-éco-organisation" chez Edgar Morin (1986).

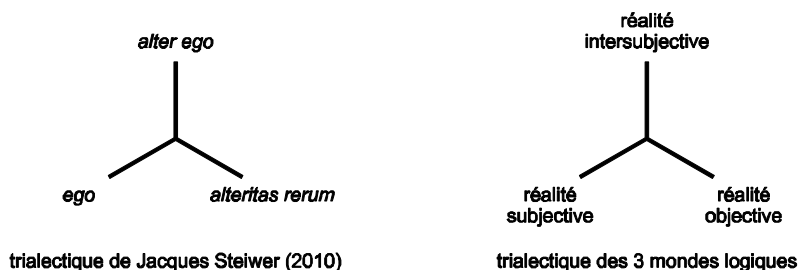


Fig. 2.16 – Comparaison de la trialectique "*alter ego / ego / alteritas rerum*" chez Jacques Steiwer (2010) et de celle constituée par les réalités intersubjective, subjective et objective.

La distinction entre une méthode qui permet la validation des connaissances et une méthode qui ne le permet pas est liée – selon Robert Nadeau (1999) – à la recherche d'un "critère de démarcation". Ce dernier est alors "le signe, le caractère ou la propriété" qui permet de distinguer "la science (empirique) de la non-science (ou de la pseudo-science)". L'élaboration d'un critère de démarcation ultime est en soi impossible puisqu'encore une fois nous ne pouvons sortir de nos (re)présentations. À défaut de pouvoir proposer un critère *totale*ment objectif, cette grande question de l'épistémologie ne peut être résolue que par un critère qui *tend* à l'objectivité. Nadeau (1999) explique que plusieurs critères de démarca-

tion ont été développés pour faire la part des choses entre ce qui est vrai et ce qui ne l'est pas. Au xx^e siècle, certains exemples de critères de démarcation, tels que le critère de "réalité physique", les critères de "vérifiabilité" et plus tard de "confirmabilité" élaborés par les positivistes logiques, le critère de "réfutabilité" ou de "falsifiabilité" (Popper 1934) et le critère de "science normale" du philosophe et historien des sciences américain Thomas S. Khun (1962) sont (très) connus. Selon Nadeau (1999), la validation pose problème à cause du "statut cognitif" des théories scientifiques. La capacité de l'être humain à concevoir les théories comme des énoncés vrais ou faux est difficile à évaluer. Quel critère de démarcation utiliser alors pour montrer le caractère scientifique d'une méthode d'élaboration des connaissances (analytico)systémique ? De manière générale, la validation de la connaissance peut se faire à posteriori ou à priori. Fondée principalement sur des contrôles expérimentaux après la déduction de démonstrations à partir d'axiomes, la validation à posteriori peut être utilisée en analytique. La validation à priori sur les relations est utilisée en systémique et elle est fondée sur les principes de cohérence et de testabilité.

La question éthique au sujet de la méthode de validation des connaissances donne lieu à un quatrième postulat. La validation de la connaissance est possible parce que le concepteur – en tant qu'être (auto)organisé – est (auto)réflexif et tient compte de son (auto)référentiel, individuel ou partagé, pour déterminer quand il y a adéquation ou non entre la (méta-)finalité poursuivie initialement et les actions entreprises pour l'atteindre. L'efficacité pragmatique des actions menées sur l'éco-système est prise en compte ainsi que la cohérence entre les connaissances acquises.

2.6 La posture de recherche complète

En (re)partant du schéma de Jean Piaget (1967 ; cf. Fig. 2.1, p.22) décrivant *au minimum* la structure de toute activité cognitive lors de la création de connaissance, trois entités ont été dégagées : le *sujet qui connaît* (le sujet), la *chose à connaître* (l'objet) et la cognition (le processus de cognition). Une quatrième entité a complété ce schéma de base : le regard critique sur le processus complet. Ces quatre polarités correspondent chacune à une question épistémologique à laquelle a été associée un postulat. Outre un postulat de base (P_0) qui pose l'existence d'un réel augmenté R^+ et qui mène à la question posée, quatre autres postulats ont donc été élaborés :

1. un premier postulat (P_1) répond à la question *ontologique* : quelle est la nature du réel ? La nature du réel augmenté R^+ est interprétée à partir de trois niveaux d'organisation : les niveaux de la configuration formelle, du structuralisme hiérarchique, et de l'émergentisme systémique. Chaque niveau logique est associé à un type d'organisation imaginaire du réel (la forme, la structure, et la fonction) et possède des opérations construites au sein des théories correspondantes (lois de la *Gestalt*, lois structurelles, lois des systèmes) ;

2. un second postulat (P_2) répond à la question *gnoséologique* : quelle est la nature de la connaissance ? La *nature* de la connaissance est définie à partir de la (méta-)finalité poursuivie par le (co)concepteur : faire émerger des lieux. L'émergence d'un lieu est possible par les rapports trialogiques entre la culture, l'homme (auto)organisé et l'environnement éco-systémique ;
3. un troisième postulat (P_3) répond à la question *méthodologique* : quelle est la méthode d'élaboration des connaissances ? La méthode d'élaboration des connaissances est issue d'une complémentarité entre deux méthodes de pensée souvent opposée à tort : l'analytique et la systémique. L'une ne peut être utilisée sans l'autre. Les préceptes de chacune de ces deux approches sont connus, et quelques principes qui assument la complémentarité existent dans l'élaboration de la "pensée complexe" ;
4. un quatrième postulat (P_4) répond à la question *éthique* : quelle est la méthode de validation des connaissances ? La validation de la connaissance est possible parce que le concepteur – en tant qu'être (auto)organisé – est (auto)réflexif et tient compte de son (auto)référentiel, individuel ou partagé, pour déterminer quand il y a adéquation ou non entre la (méta-)finalité poursuivie initialement et les actions entreprises pour l'atteindre.

Le postulat de base, les quatre axes de réflexion et les quatre postulats dégagés précédemment permettent alors de construire une posture de recherche complète (cf. Fig. 2.17, p.73). Cette dernière est ensuite transposée au champ de la (co)conception architecturale : le sujet est alors le (co)concepteur, tandis que l'objet est le modèle architectural.

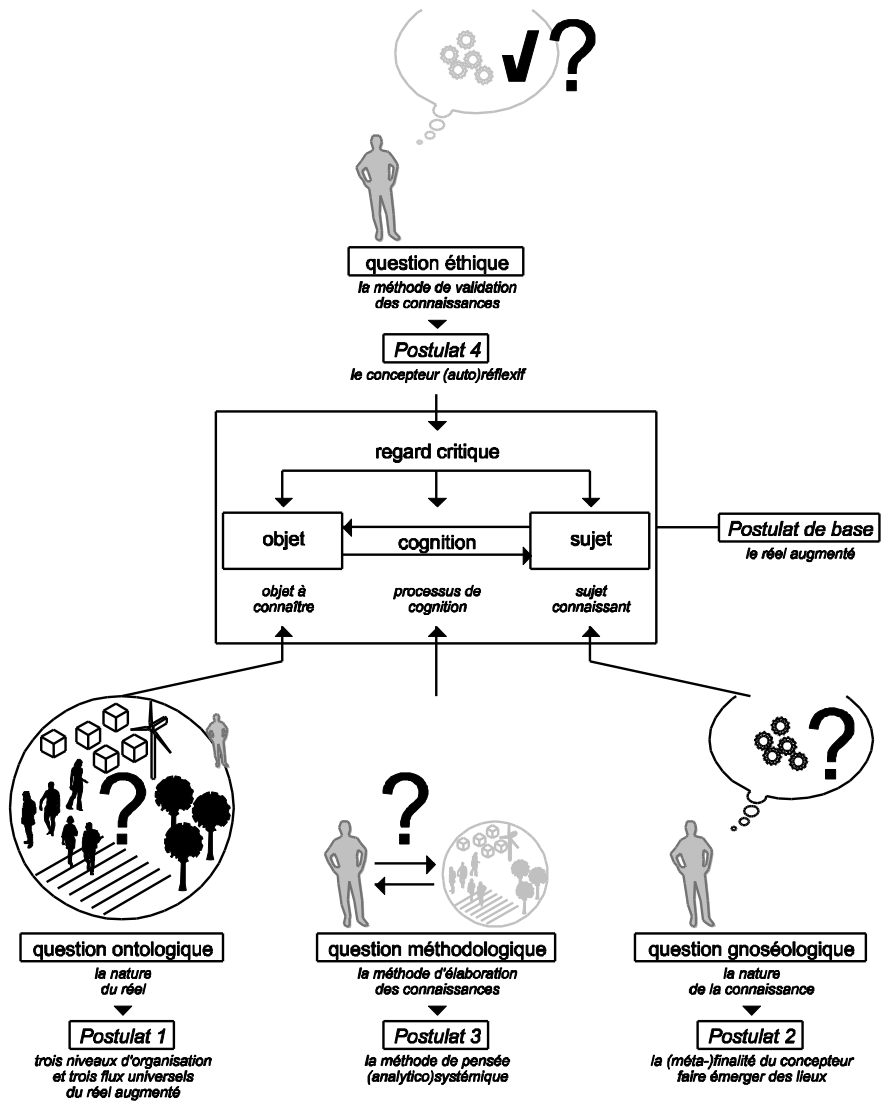


Fig. 2.17 – Les quatre questions épistémologiques récurrentes.

3 LA MÉTHODE DE RECHERCHE : LA SYSTÉMOGRAPHIE

Le schéma du dispositif minimum de tout processus cognitif inspiré de Piaget (1967, *cf.* p.21) est (ré)interprété ici en un modèle systémique applicable au champ de la (co)conception architecturale. De la relation réciproque entre le *sujet qui connaît* (le sujet) et la *chose à connaître* (l'objet) effectuée par un processus de cognition, le schéma transposé devient la relation réciproque entre le (co)concepteur et le modèle architectural M_i au cours du processus de (co)conception d'un projet d'architecture.

À partir d'un postulat de base – l'existence du réel augmenté (P_0) – et du processus cognitif minimal de Piaget (1967), quatre questions épistémologiques ont été posées qui ont fourni quatre postulats complémentaires. Ensembles, ils forment une posture de recherche complète (*cf.* p.71) qui est à la base de la méthode de recherche présentée dans ce chapitre.

La méthode de recherche utilisée pour opérer la modélisation du processus de (co)conception d'un projet d'architecture repose sur la définition de modèles spécifiques au champ de la (co)conception architecturale et sur l'utilisation d'une méthode d'élaboration des connaissances par la modélisation appelée la "systémo-graphie" et développée principalement par Jean-Louis Le Moigne (1977 ; 1987 ; 1990). La méthode de recherche repose donc sur une méthode théorique et heuristique d'élaboration de *modèles* qui respectent l'axiomatique de la posture de recherche. En effet, la recherche se propose de développer trois modélisations heuristiques : dans la Partie II, celles (1) du processus de (co)conception (en) général (*cf.* chapitre 5, p.159) et (2) du (co)concepteur (*cf.* chapitre 6, p.191) et dans la Partie III, celle (3) du processus de (co)conception (en) particulier (*cf.* chapitres 7, 8, 9, 10 et 11, *cf.* p.217).

Mais d'abord : qu'est-ce qu'un modèle ?

3.1 Les modèles : types, limites et méthodes

Au départ, le modèle est une référence à imiter ou à (re)produire, comme le modèle du peintre. Mais il est progressivement devenu le résultat de cette imitation. Le modèle est alors cette fois une image – une (re)présentation – établie à partir d'un objet. La recherche scientifique s'est progressivement approprié le concept de modèle au cours du xx^e siècle. Du côté des "arts et métiers", le mot *modèle* est utilisé depuis longtemps pour désigner une maquette. Aujourd'hui, il est couramment utilisé pour désigner les (re)présentations des phénomènes à comprendre ou à expliquer. Pour le systémicien français Serge Diebolt (2012), le modèle est un "système de symboles", qui est "indifféremment et simultanément graphique, discursif, mathématique, iconique" et dont l'extrême souplesse poten-

tielle permet de rendre compte de la plupart des perceptions dont l'observateur dispose lorsqu'il souhaite décrire un phénomène imaginaire ou non afin de l'interpréter intelligiblement. Les systèmes d'écriture les plus divers et les systèmes de notation mathématique, chimique, musicale ou chorégraphique sont tous des (re)présentations qui permettent de modéliser des phénomènes. Chacun d'eux est doté de règles grammaticales (re)connaissables. La méthode de recherche qui utilise des modèles facilite l'investigation scientifique. Lui-même (co)construit par l'activité de la modélisation, le modèle est finalement pour Robert Nadeau (1999) "une représentation heuristique utilisée en science pour formuler ou développer une théorie". Paul Valéry (1973) écrit dans ses Cahiers qu'il n'a jamais cru aux "explications", mais qu'il a cru "qu'il fallait chercher des *représentations* sur lesquelles on pût opérer comme on travaille sur une carte ou l'ingénieur sur épures" et qui surtout puisse "servir à faire". Le modèle est donc un "opérateur de connaissances", plus qu'un modèle d' "explication". Selon Jean-Louis Le Moigne (1987), "modéliser", c'est "construire dans sa tête". Et "modéliser" ce n'est pas "appliquer", mais "concevoir" – à l'image du *disegno*. Contrairement à une théorie pure, c'est son caractère actif, multidimensionnel et complexe qui confère au modèle sa puissance. Pour Le Moigne (1990), "un modèle est une production de l'esprit visant à représenter symboliquement un phénomène". Modéliser n'est pas (re)présenter le réel tel qu'on suppose qu'il est, selon Le Moigne (1977), c'est plutôt procéder à un "projet de connaissance active", à une "interprétation investigatrice" pour atteindre "l'intelligence de la situation". Modéliser, c'est construire un système de (re)présentation qui facilite l'identification et la définition des problèmes, de manière à pouvoir (co)opérer sur eux. Pour l'ingénieur et économiste français Bernard Walliser (1977) le concept de système est par ailleurs inséparable du concept de modèle, puisque la construction d'un système permet de modéliser un phénomène observé.

Différents types de modèles existent et le philosophe des sciences américain Peter Achinstein (1968) distingue quatre types de modèles en passant par le concept de prototype : les modèles (1) "représentationnel" (ou "iconique"), (2) "analogique", (3) "théorique" et (4) "imaginaire".

D'abord, le modèle "représentationnel" (re)présente physiquement un prototype dont il possède une structure similaire par iso-morphisme. Ce type de modèle sert à effectuer des expériences au sujet du prototype et il peut prendre la forme par exemple d'une maquette d'édifice pour tester la spatialité ou la structure projetée. Par contre, le modèle "analogique" ne (re)produit pas les propriétés du prototype et il s'installe dans une relation analogique avec celui-ci. Un problème est alors transposé d'un domaine à un autre et une fois la solution découverte, celle-ci est appliquée *mutatis mutandis* (une fois effectués les changements nécessaires) au système de départ. D'après Le Moigne (1987), le modèle analogique est parfois un "modèle symbolique" – le symbole étant de préférence mathématique – qui devient progressivement autonome. À la différence des modèles représentationnel et analogique, le modèle "théorique" ne met pas en relation un modèle et un prototype, mais un modèle et des suppositions au sujet d'un hypothétique prototype

auquel le modèle théorique attribue une structure interne, une composition ou un mécanisme destiné à rendre compte de certaines propriétés manifestes de celui-ci. Selon le philosophe des sciences d'origine tchèque Ernest Nagel (1961), le modèle théorique est issu d'un cadre théorique plus général auquel il fournit une interprétation complète au sujet du prototype, au sens où tous les énoncés de cette théorie générale acquièrent grâce au modèle théorique une signification cognitive relativement au prototype. Bien entendu, une théorie générale peut admettre plusieurs modèles théoriques contradictoires qui peuvent rendre compte des diverses caractéristiques du prototype. Un modèle théorique peut aussi s'inspirer d'une analogie entre le prototype visé et un autre objet ou système et en un sens être aussi un modèle iconique. Enfin, le modèle "imaginaire" met également en relation un modèle et des suppositions au sujet d'un hypothétique prototype. Mais la grande différence avec le modèle théorique, c'est que les suppositions faites ne doivent pas forcément être vraies (ou en tout cas ne pas être voulues comme telles), elles doivent simplement être acceptables du point de vue de la logique. Ce type de modèle, qui peut paraître à première vue fantaisiste, peut permettre de concilier des hypothèses à première vue contradictoires et être le départ de recherches originales. Cette typologie des modèles est intéressante, mais dans la pratique, tout modèle est à la fois, iconique, analogique, théorique et imaginaire.

Des difficultés incontournables et des pièges courants à éviter sont pris en compte pour toute élaboration d'un modèle théorique et heuristique :

1. les éléments non essentiels du modèle peuvent être considérés à tort comme des éléments indispensables de la théorie. Ils peuvent distraire le chercheur de la véritable signification opératoire de la théorie, c'est-à-dire de son contenu empirique ;
2. le modèle n'est pas la théorie : surtout lorsqu'une théorie ne possède qu'un seul modèle, les succès de la théorie amènent parfois les chercheurs à croire en la réalité ou en l'existence physique de tous les éléments du modèle. Bien qu'historiquement les mots *modèle* et *théorie* ont parfois été synonymes ;
3. tout modèle est chargé d'ambiguïté : en transposant la théorie de l'information en biologie, le physicien d'origine viennoise Henry Quastler (1956) a montré graphiquement qu'un émetteur et un récepteur ne communiquent jamais directement. Ils communiquent par la nécessaire médiation d'un tiers-inclus : le canal. Du coup, symboliquement, le récepteur reçoit – selon Le Moigne (1977 ; 1987) – à la fois plus (ambiguïté) et moins (équivoque) d'information que ne lui en a adressé l'émetteur. Pour Quastler, le sens émerge dès qu'il y a communication. En tant que (re)présentation du phénomène observé, tout modèle est donc toujours chargé d'erreur ;
4. difficulté de correspondance réel/modèle : à défaut d'y arriver pour la structure et la fonction, le modélisateur doit toujours viser, au minimum, l'isomorphisme des formes et des situations. Un cas d'isomorphisme permet un pouvoir d'interprétation certain, mais il (pré)suppose que le modèle soit préalablement mathématisé. En trouvant le même schéma invariant à divers récits,

la notion de modèle devient possible en sciences humaines aussi ; le modèle est prédictif dans le sens où il mène à une action ;

5. le test est une épreuve, c'est la mise à l'épreuve de la théorie à travers le modèle. Mais en fonction des différents critères de démarcation, de l'intentionnalité de l'observateur et du point paradigmatique, les tests concluants ne valident pas forcément le modèle.

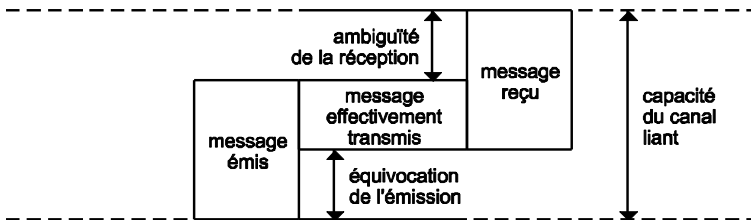


Fig. 3.1 – Plus ou moins d'informations en fonction de la capacité du canal.

Adaptation d'après Henry Quastler (1956).

3.2 Les types de correspondances modèle / objet modélisé

La création d'un modèle nécessite de définir la correspondance potentiellement entretenue entre le modèle et l'objet à modéliser. En analytique, un modèle doit impérativement permettre une correspondance *bi-univoque* très contraignante par analogie formelle, structurelle et fonctionnelle avec l'objet observé. Par contre, en systémique, une modélisation graphique *bi-équivoque* est construite *intentionnellement* par analogie avec l'objet observé.

Selon Gérard Donnadiou (1985), la modélisation graphique d'un objet a recours à l'*analogie*. Connu des philosophes de l'Antiquité et des théologiens médiévaux, ce mode de raisonnement s'est trouvé décrié au ^{xix}^e siècle par le positivisme, alors même qu'il continuait d'imprégner la démarche heuristique des chercheurs. Le concept d'analogie est donc à utiliser prudemment en science. Ainsi, Robert Nadeau (1999) définit par exemple les différentes modalités d'utilisation de l'analogie en science. Lorsque dans un champ donné, un scientifique fait une analogie entre *A* et *B*, selon lui, il soutient habituellement les quatre thèses suivantes :

1. au départ, certaines similarités entre *A* et *B* existent, sinon le recours à l'analogie n'est pas possible ;
2. bien que certaines similarités existent, certaines différences existent également entre *A* et *B* ;
3. avec méthode et sans aller trop loin, *A* peut être pensé et décrit du point de vue de *B*, en utilisant des concepts et des modes de pensée appropriés à *B* qui n'auraient pas été associés spontanément à *A* ;
4. l'analogie permet de mieux comprendre ou encore de rendre plus plausibles certaines assertions au sujet de *A*, dans la mesure où *B* est plus familier et plus facilement compréhensible au départ que *A*.

Le tout est de savoir *comment* opérer une analogie entre la modélisation et l'objet (re)présenté. En mathématique, un morphisme est une application entre deux ensembles munis – en tout ou en partie – d'une même espèce de structure. Les préfixes *iso-*, *poly-* ou *homo-* permettent alors de qualifier la correspondance entre les éléments de ceux-ci. S'agissant d'analogie, Donnadiou (1989) distingue trois niveaux d'analogie : la "métaphore", l'"isomorphisme" et le "polymorphisme". Du point de vue de la correspondance modèle / objet modélisé, Jean-Louis Le Moigne (1977) distingue l'"isomorphisme" de l'"homomorphisme" et du "polymorphisme". Plusieurs manières d'opérer une correspondance entre le modèle et l'objet modélisé (objet physique, organisation, modèle abstrait...) sont donc définies ici : la métaphore, l'homo-morphisme, le poly-morphisme et l'iso-morphisme (cf. Fig. 3.2, p.80).

Pour Donnadiou (1985), la *métaphore* établit une "correspondance souvent toute extérieure" entre deux phénomènes/systèmes différents. Bien que (très) "dangereuse" parce que fondée sur l'"apparence", elle peut, "bien utilisée", se révéler précieuse, parce qu'elle stimule l'imagination et qu'elle facilite la création de nouveaux modèles.

Pour Le Moigne (1977) l'homo-morphisme est une correspondance "surjective" telle qu' "à tout élément de l'ensemble d'arrivée corresponde un élément au moins de l'ensemble de départ". Mais la réciproque n'est pas vraie : la correspondance est transitive et réflexive, mais non symétrique. Pour Donnadiou (1985), la correspondance se fait donc entre le système observé et un "modèle théorique ou d'un système concret plus simple ou plus commodément étudiable (que l'on appelle alors *modèle réduit*)". Par des observations effectuées sur ce "modèle réduit", certains aspects du comportement du système étudié peuvent alors être prévus.

Le poly-morphisme pour Le Moigne (1977) est une correspondance "injective" telle qu' "à tout élément de l'ensemble de départ corresponde un élément au moins de l'ensemble d'arrivée". La réciproque n'est pas vraie non plus. L'utilisation du poly-morphisme ne sera, selon lui, pas utilisée par un modélisateur qui cherche à valoriser la correspondance "pour lui unique" qu'il établit entre l'objet et le modèle.

L'iso-morphisme possède, quant à lui, des propriétés différentes. Deux systèmes sont iso-morphes lorsqu'ils ont la même forme, la même structure. Ils sont dits iso-morphes lorsqu'une correspondance biunivoque existe entre eux qui conserve les relations caractérisant la structure. Pour Le Moigne (1977), l'iso-morphisme est une correspondance "bijective", telle qu' "à tout élément de l'ensemble d'arrivée (le modèle) correspond un élément et un seul de l'ensemble de départ (l'objet)". Contrairement à l'homo-morphisme et au poly-morphisme, la réciproque est vraie également, la correspondance est donc transitive, réflexive et symétrique. Pour Donnadiou (1985), "le terme d'isomorphisme désigne d'abord un terme mathématique selon lequel, lorsque deux structures peuvent être superposées de manière isomorphique, à chaque élément d'une structure correspond un élément de l'autre structure, en ce sens que chacun des éléments joue le même rôle dans leurs structures respectives". Pour le systémicien français Jean-Claude Benoit (1988), l'iso-

morphisme est un concept mathématique selon lequel, "à chaque élément d'une structure correspond un élément de l'autre structure, en ce sens que chacun des éléments joue le même rôle dans leurs structures respectives". Si les éléments des deux structures jouent le même rôle c'est que la correspondance n'est pas seulement formelle et structurelle, mais aussi fonctionnelle. L'iso-morphisme est donc bien, pour Donnadiou (1985), la "seule analogie acceptable dans une démarche analytique traditionnelle". En effet, la correspondance est établie "entre tous les traits de l'objet étudié et ceux du modèle" et "rien ne doit être oublié".

Donnadiou (1985) ajoute – et c'est important ici – que l'iso-morphisme est utilisable "pour les systèmes à faible complexité de la physique et de la chimie", mais qu'il n'est guère tenable pour les systèmes complexes. L'élaboration d'un modèle iso-morphique étant impossible dans certains cas, le modélisateur doit donc accepter l'imperfection d'un modèle (simplement) homo-morphique et il doit voir dans cette imperfection "la condition nécessaire de tout accès à la connaissance". Le modèle élaboré par le modélisateur dans le réel augmenté R^+ est sans doute une réduction du réel R , mais c'est également pour cette raison que ce dernier peut être compris et utilisé pour "orienter nos actions".

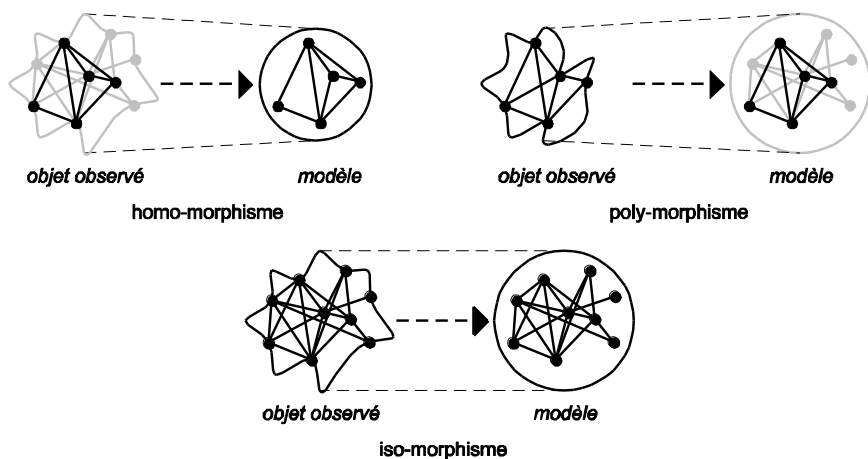


Fig. 3.2 – Les correspondances homo-morphique, poly-morphique et iso-morphique.

En (re)prenant le schéma de base de la connaissance proposé par Piaget (1967), la *chose à connaître* peut être remplacée par la *chose à modéliser*, tandis que le *sujet qui connaît* peut être remplacé par la *chose modélisée*, le pôle objet est pris par le phénomène observé et le pôle sujet par le modélisateur qui anime le processus de cognition (cf. Fig. 3.3, p.81). Mais alors quelle méthode utiliser pour opérer le processus de modélisation et comment définir et trouver la correspondance entre le phénomène observé, le modèle du phénomène et le modélisateur du modèle ?

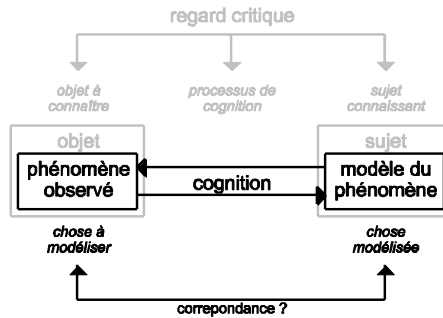


Fig. 3.3 – Quelle correspondance entre le modèle et le phénomène observé ?

3.3 Postulat 5 – Modéliser avec la systémographie (P_5)

Comment proposer alors un modèle pertinent dont les connaissances heuristiques produites peuvent être validées scientifiquement ?

La modélisation est possible par l'utilisation d'un "appareil à systémographier" tel que défini par Jean-Louis Le Moigne (1977 ; 1987 ; 1990) qui combine des correspondances *iso-* et *homo-*morphiques. Ainsi, un modèle d'un "phénomène perçu complexe" est "délibérément" (co)construit ici, à l'aide d'une procédure. La "systémographie" définie par Le Moigne est une procédure dans laquelle le phénomène observé est modélisé comme/par un "système général" actif et se transformant dans un environnement par rapport à quelques finalités. Dans ce type de procédure, le modélisateur utilise donc un "système (en) général" et un "appareil à systémographier" pour (re)présenter le phénomène observé, quel que soit le domaine de connaissances, en trois étapes successives : le "cadrage", le "développement" et l' "interprétation" (cf. Fig. 3.5, p.82) :

1. le "cadrage" *iso-*morphique : une forme canonique du système (en) général imposée par l'axiomatique des modèles est créée à priori. À partir de celle-ci, le modélisateur entame la (co)construction d'un modèle (en) particulier par *iso-*morphisme avec ce système (en) général ;
2. le "développement" *homo-*morphique : le modèle (en) particulier est alors documenté par correspondance *homo-*morphique avec des traits perçus du phénomène observé à modéliser tel que perçu dans son environnement ;
3. l' "interprétation" : des actions possibles sont simulées sur le modèle pour anticiper des conséquences éventuelles dans le comportement du phénomène.

L'élaboration d'un "appareil à systémographier" théorique applicable à la modélisation du schéma de base de la création des connaissances est possible (cf. Fig. 3.6, p.83). Par rapport à la posture de recherche complète dégagée dans le chapitre précédent, un cinquième postulat est ajouté : l'utilisation de la systémographie (P_5). L'objet à modéliser ici est le processus de (co)conception qui vise l'architecture. Par l'effort de la modélisation, une unité conceptuelle peut être atteinte (correspondance *iso-*morphique entre les modèles théorique (en) général et parti-

culier) et le phénomène peut être rendu intelligible (correspondance ho-mo-morphique entre le phénomène et le modèle théorique particulier). Le modèle ho-mo-morphique de l'objet à modéliser est iso-morphe au système (en) général, et il est donc doté de toutes ses propriétés.

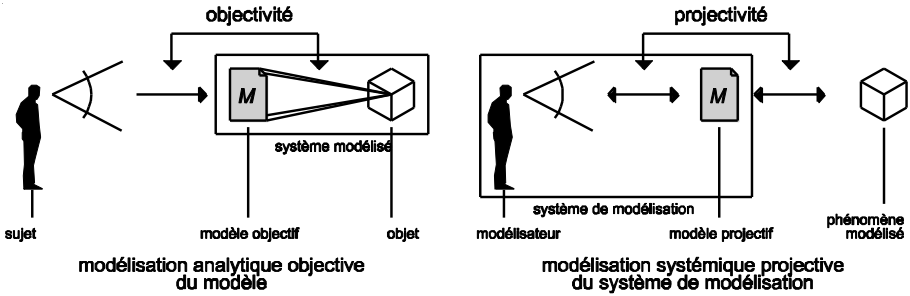


Fig. 3.4 – Modélisation projective (téléologique) d'un système complexe.
Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1990, p.65).

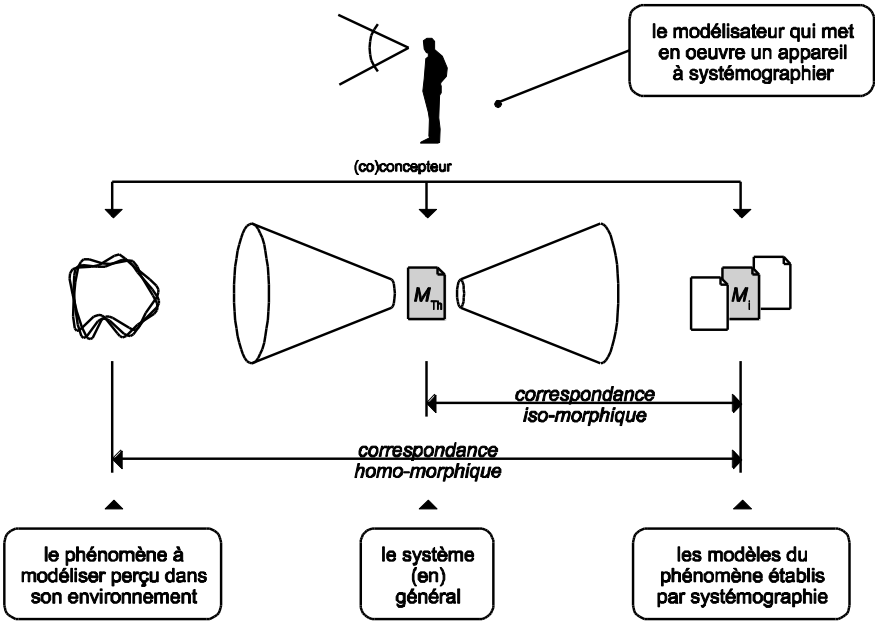


Fig. 3.5 – La systémographie. Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1990, p.28).

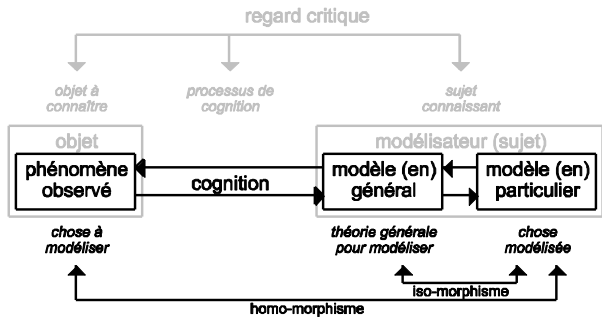


Fig. 3.6 – La méthode de recherche transposée au schéma d'élaboration des connaissances.

3.4 La transposition à la (co)conception architecturale

Pour (re)venir au champ de la (co)conception architecturale, Gordon Best (1969 ; cf. Fig. 3.7, p.83) pense que la situation initiale du projet d'architecture est de l' "information non-structurée" à partir de laquelle le (co)concepteur opère une interprétation – une structuration de l'information – à l'aide d'une "réduction homomorphique" pour (co)concevoir une "forme" réalisable. Mais une relation homo-morphique unique entre le projet d'architecture à résoudre et le modèle architectural proposé n'est pas suffisante. Le (co)concepteur doit pouvoir compter sur un modèle théorique plus général qui lui permette de savoir comment il doit opérer cette homo-morphisme. C'est l'intérêt d'utiliser une systémographie ici.

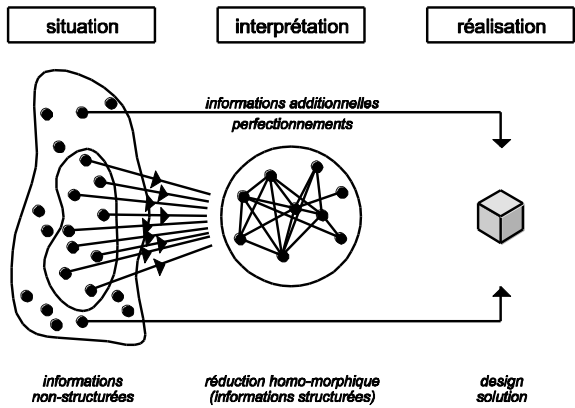


Fig. 3.7 – Processus de conception architecturale. Adaptation d'après Gordon Best (1969, p.157).

À partir de la posture de recherche complète et de l'utilisation de la systémographie (Le Moigne 1977 ; 1987 ; 1990) pour modéliser le processus de création des connaissances, la transposition au champ de la (co)conception architecturale est possible. Au cours du processus de (co)conception qui vise l'architecture, une succession d'états cognitifs non-représentables occupe la conscience du

(co)concepteur. Chaque état cognitif réel est la source d'une (re)présentation mentale du projet d'architecture en cours d'élaboration. À chaque état du processus – pour $i = 0, 1, 2, 3, \dots, k, \dots, n$ – un acte cognitif réel correspond à un modèle architectural M_i et occupe l'esprit du (co)concepteur dans l'espace de l'architecture Esp_2 . Mais l'(intra-)psychique est inaccessible et l'observation directe des états cognitifs réels est impossible. Par contre, à chaque (re)présentation abstraite, c'est-à-dire à chaque état i du modèle architectural M_i du projet d'architecture, le (co)concepteur peut produire des (re)présentations externes (maquettes, dessins, plans, schémas, croquis...), c'est-à-dire des médias Md_i . La probabilité que ce type de média existe augmente fortement si l'état cognitif en question correspond à une étape du projet jugée importante par le (co)concepteur.

En utilisant la procédure de modélisation de Le Moigne (1977 ; 1987 ; 1990), un "appareil à systémographier" est construit parallèlement à la succession des états cognitifs réels. L'élaboration d'un "appareil à systémographier" théorique nécessite une théorie générale à priori (M_{Th}) et un modèle théorique à posteriori (M_i). D'abord, un modèle théorique général M_{Th} est élaboré, à priori. À partir de celui-ci, des modèles théoriques (en) particuliers M_i peuvent être (co)construits – par iso-morphisme avec lui – en fonction du processus de (co)conception observé. Ensuite, le modèle théorique (en) particulier M_i est documenté avec des traits perçus du processus des états cognitifs réels dans son contexte par homo-morphisme à posteriori. Mais comme l'intra-psychisme est inaccessible, la documentation homo-morphique est faite à partir des (re)présentations externes des étapes jugées importantes du projet en cours : les médias Md_i . À travers l'observation des (re)présentations externes, ce sont les états cognitifs réels qui sont indirectement observés. De même, les opérations mentales que le (co)concepteur (co)opère entre les différents états du modèle architectural M_i ne peuvent être observées directement, mais le modélisateur peut interpréter/projeter des relations entre les différentes (re)présentations externes observées. Cette interprétation/projection est rendue possible par la mise en place d'un "appareil à systémographier" et de la (co)construction d'un modèle théorique général M_{Th} . Pour résumer, la systémographie pour étudier le processus de (co)conception architecturale consiste à suivre trois étapes :

1. le "cadrage" iso-morphique : une forme canonique du système (en) général imposée par l'axiomatique des modèles est créée à priori. À partir de celle-ci, le modélisateur entame la (co)construction d'un modèle particulier M_i par iso-morphisme avec ce système général M_{Th} . Un système (en) général propre à la (co)conception du projet d'architecture est (co)construit dans les pages qui suivent. Création à priori d'un modèle théorique général et mise en relation de celui-ci par iso-morphisme à un modèle particulier propre au projet d'architecture en cours de conception ;
2. le "développement" homo-morphique : c'est la documentation du modèle (en) particulier M_i par correspondance homo-morphique avec des traits perçus du phénomène observé, du phénomène à modéliser perçu dans son environnement. Les traits perçus sont, dans le cas de la (co)conception architecturale,

- uniquement les (re)présentations externes Md_i produites en cours de processus ;
3. l' "interprétation" : c'est la simulation d'actions possibles sur le modèle M_i pour anticiper les conséquences éventuelles dans le phénomène observé. Le (co)concepteur (co)opère des simulations sur le modèle théorique en particulier M_i pour vérifier que les effets escomptés apparaissent également dans le phénomène observé.

La (co)construction d'un modèle théorique général M_{Th} du processus de (co)conception qui vise l'architecture est réalisée à l'aide des trois modélisations heuristiques. Pour faciliter l'objectivation du phénomène observé – ici la (co)conception du projet d'architecture –, le modèle théorique doit être élaboré dans un cadre logique homogène fonctionnel et cohérent. Le problème épistémologique principal tient dans la validité de la modélisation choisie et de ses capacités de généralisation. Pour qu'un modèle soit pertinent, Donnadiou (2008) rappelle qu'il doit rencontrer deux critères principaux : l' "opérativité" et l' "enseignabilité". Nous tenterons donc de le rendre *opérationnel*, pour qu'il permette au public cible – ici les (futurs) (co)concepteurs – de l'utiliser lors de l'*action*, et facilement *communicable* à autrui, en privilégiant un support économique et lisible de la pensée qui permet l'intégration du point de vue du (co)concepteur. Les trois modélisations proposées sont : celles (1) du processus de (co)conception (en) général (cf. chapitre 5), (2) du (co)concepteur (cf. chapitre 6) et (3) du processus de (co)conception (en) particulier (cf. chapitres 7, 8, 9, 10 et 11).

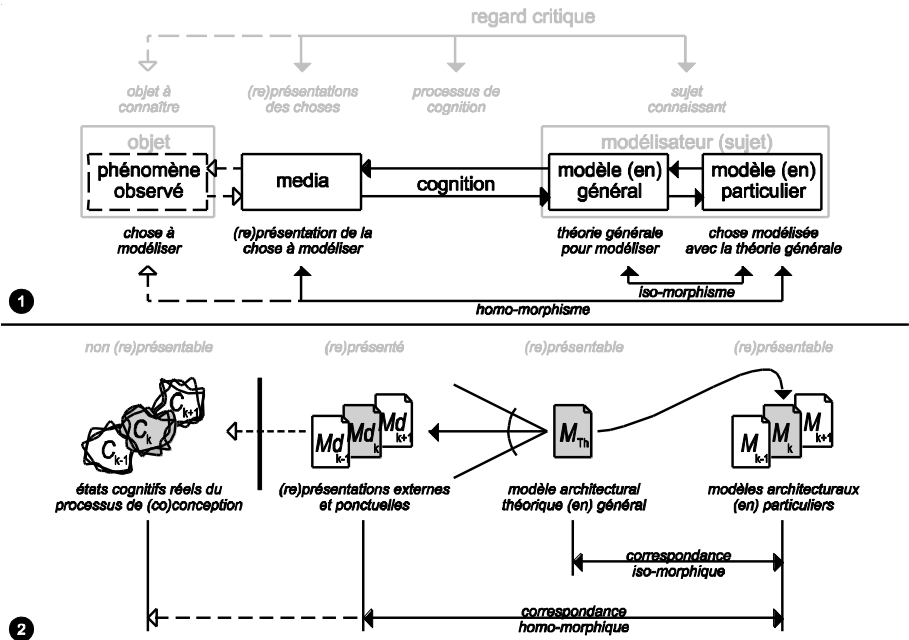


Fig. 3.8 – Un "appareil à systémographier" adapté à la (co)conception architecturale.

PARTIE II.

L'OBSERVATEUR, LE PROCESSUS, LE SYSTÈME OBSERVÉ



Fig. II – Giuseppe Momo, Escalier à double hélice au Vatican, Italie : Rome (1932),
Photo sous licence *Creative Commons*, retravaillée.

4 HISTORIQUE CRITIQUE DES THÉORIES DE LA (CO)CONCEPTION ARCHITECTURALE

Ce chapitre développe une archéologie critique de méthodes et de modèles théoriques de la (co)conception architecturale. Ceux-ci permettent de contextualiser et d'annoncer les questionnements autour desquels s'articule le modèle systémique de la (co)conception qui vise l'architecture exposé de manière originale dans les chapitres suivants. Celui-ci est développé à partir de trois modélisations systémiques heuristiques : les modèles du (co)concepteur, du processus de (co)conception (en) général et d'un état (en) particulier de ce dernier.

Bien que de nombreux événements plus anciens aient marqué le domaine avant cette période et ne puissent être occultés, une étude (re)centrée sur les principaux modèles théoriques de la (co)conception à partir des années 1960 est nécessaire – mais également suffisante – pour produire un état de l'art consistant dans le domaine.

L'histoire récente des différentes théories de la (co)conception peut être (re)constituée dans les écrits de nombreux auteurs, tels que J. Christopher Jones (1970), Geoffrey Broadbent (1979b), Nigel Cross (1980 ; 1984 ; 1993 ; 2001), Richard Buchanan et Victor Margolin (1995), Vladimir Hubka et Ernst Eder (1996), Nigan Bayazit (2004), Jean-Pierre Chupin (2010), Antoine Picon (2010)... Proposé par l'équipe de recherche dirigée par Hugh Dubberly (2004), un "compendium de modèles" très intuitif existe également.

À l'époque de leur déploiement, ces méthodes et ces modèles de la (co)conception ont provoqué de nombreuses réactions, positives et/ou négatives, mais presque toujours passionnées. Celles-ci s'accordent autour d'une "impossibilité fondamentale", décrite avec ironie par Jean-Pierre Chupin (2010). En effet, une conviction partagée par tous est qu'au fond "la conception serait, en quelque sorte, inconcevable"!

4.1 Les (proto/méta-)modèles de la (co)conception

Au cours de l'histoire des théories de la (co)conception, trois grandes périodes se sont succédées et correspondent d'un côté, à trois situations de (co)conception prises par trois types d'agents différents et de l'autre, à trois types de (co)conception architecturale.

Dans *Notes on the Synthesis of Form*, Christopher Alexander (1964) décrit trois situations dans lesquelles la conception peut prendre place et qui expliquent le "rôle" que le concepteur joue dans le processus. Trois situations de conception architecturale peuvent donc être distinguées de manière générale :

1. la "situation dans une civilisation naturelle" : est une situation dans laquelle un artisan travaille directement dans le réel *R* en régulant une interaction complexe bidirectionnelle entre les "exigences" d'un contexte *C1* et les "inadéquations" d'une forme *F1*. L'artisan n'est alors qu'un "simple agent", inconscient, qui interprète directement le réel et qui "réagit aux inadéquations en les modifiant", mais il ne peut imposer à la forme *F1* aucune "conception 'concertée'". Cette situation correspond par exemple à la conception artisanale des hogans des indiens Navajos d'Amérique du Nord, des *trulli* italiens ou des maisons noires des Hébrides écossaises ;
2. la "situation consciente" : est une seconde situation dans laquelle un artiste – Christopher Alexander n'utilise toutefois pas le mot *artiste* – travaille hors du réel *R* en régulant une interaction réciproque entre, d'une part, une (re)présentation conceptuelle du contexte *C2* que l'artiste a apprise et inventée et, d'autre part, une (re)présentation de forme *F2* par l'intermédiaire d'idées, de diagrammes et de dessins. L'artiste est alors "conscient" des tentatives qu'il mène. Cette situation correspond par exemple à la conception professionnelle d'édifices religieux à la Renaissance ou des vaisseaux de guerre au XVIII^e siècle ;
3. appelée ici *situation réflexive* parce que Christopher Alexander ne lui donne aucun nom, la troisième situation apparaît lorsqu'un concepteur travaille à l'abstraction et à la formalisation des (re)présentations conceptuelle de contextes et de formes afin que d'autres concepteur en situation consciente puissent les utiliser. Le concepteur est alors en situation consciente d'autres situations conscientes dont il extrait les structures sous-jacentes pour les (ré)examiner selon des opérations (pré)définies de manière à ce que le processus de conception ne soit plus "biaisé par le langage ou l'expérience".

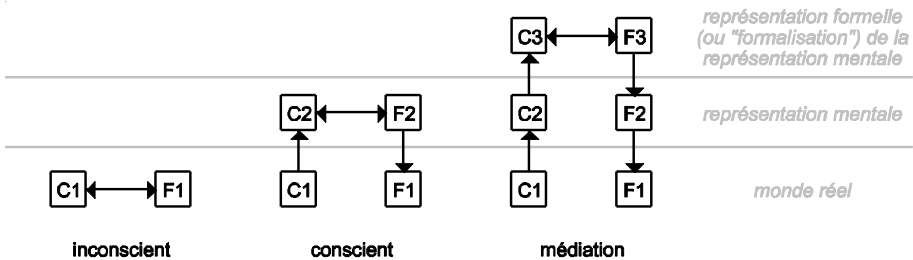


Fig. 4.1 – Les trois situations de conception. Adaptation d'après Christopher Alexander (1964, p.64).

Dans *Design Methods, Seeds of Human Futures* (1970), le designer britannique J. Christopher Jones propose d'établir – ce qui est rare – un lien entre, d'une part, deux méthodes de la conception qu'il qualifie de "traditionnelles", la "conception artisanale" et la "conception par le dessin" et, d'autre part, ce qu'il désigne moins clairement par la "méthode scientifique" (ap)portée par les méthodologies des années 1960. Cette troisième méthode dont il était à l'époque un des initiateurs peut être interprétée comme la "conception méthodologique".

À partir d'un livre de l'écrivain anglais Georges Sturt (1923) qui montre le passage de l'artisanat de la fin du XIX^e siècle à l'industrialisation, J. Christopher Jones (1970) explique d'abord la "conception artisanale". Il remarque que le travail de conception de l'artisan repose évidemment sur des (re)présentations internes, mais également sur des (re)présentations externes, par la transmission orale du savoir ou par l'intermédiaire d'un modèle à imiter. Il déduit également quelques caractéristiques du processus de travail de l'artisan dans lequel le *penser* et le *faire* sont (trop) directement liés :

1. les artisans ne veulent ou ne peuvent dessiner leur travail et fournir des motifs suffisants pour les décisions qu'ils prennent ;
2. l'artefact artisanal est actualisé par les échecs et les succès fournis à l'aide d'un processus d'essais et erreurs déployés sur plusieurs siècles. Cette recherche, séquentielle et lente, suit des règles de conception invisibles et permet une évolution graduelle ;
3. l'artisan peut aboutir – par essais, erreurs et corrections – à un résultat étonnamment bien équilibré et ajusté au plus près des besoins de l'utilisateur ;
4. l'artisan ne prend pas toujours en compte l'évolution de la demande. La faiblesse de la méthode consiste à changer une seule chose à la fois et à s'appuyer sur un état précédent, alors qu'il est parfois nécessaire d'opérer une (ré)organisation complète ;
5. le savoir artisanal accumulé est visible d'abord dans l'apparence du produit qui reste stable. Le savoir est stocké et transmis dans des modèles (à imiter) et l'apprenti s'exerce en (re)créant ceux-ci ;
6. la forme globale de l'artefact et les raisons de celle-ci ne sont pas extériorisées dans des médias d'information (plans, coupes, élévations...). Elle ne peut donc pas être examinée et modifiée sans expérimentation directe des changements potentiels sur l'artefact. Ces expériences rares impliquent la perte de l'équilibre patiemment acquis et elles mettent en forme un nouveau modèle d'artefact.

Ensuite, Jones montre la "conception par le dessin". Dans le cas de cette seconde méthode, la phase de mise au net des documents graphiques est progressivement distinguée de celle de la production réelle de l'artefact. Le point de départ de cette seconde méthode dite "traditionnelle" est la séparation entre le *penser* et le *faire*. L'architecte utilise des (re)présentations externes (plans, coupes, élévations, maquettes...), contenant des éléments mis à l'échelle, sur lesquelles il opère des changements, plutôt que d'effectuer directement ceux-ci sur l'objet réel. Il en déduit également quelques caractéristiques de la "conception par le dessin" :

1. donner les dimensions des différents constituants d'un édifice à l'avance permet de répartir la production de celui-ci entre différents intervenants. La "division du travail" est d'ailleurs – selon lui – la force et la faiblesse de la société industrielle ;
2. établir les dimensions essentielles d'un édifice projeté avant la construction permet la mise en œuvre d'édifices normalement trop grands/complexes pour un artisan seul ;

3. les documents graphiques permettent à un groupe d'artisans de dialoguer autour d'un même projet. Le partage des informations nécessite la mise en place de dimensions standards, d'unités de mesure partagées et d'une échelle de dessin préalable ;
4. la division du travail rendue possible par l'utilisation des dessins à l'échelle augmente aussi la vitesse de production de l'artefact. Au sein d'une équipe, chacun des artisans peut se consacrer simultanément à une tâche unique et répétitive, alors que l'artisan qui travaille seul construit successivement les différentes parties de l'édifice.

Les changements qui marquent le passage de la "conception artisanale" à la "conception par le dessin" sont à l'origine de l'intellectualisation progressive des méthodes de conception et de l'émergence d'une nouvelle classe de professionnels, les concepteurs. Ces derniers doivent être formés grâce à la transmission orale du *savoir-faire* développé par les praticiens, mais également grâce aux *méthodes* qui aident à *savoir penser*. Cette nécessité mène à la troisième méthode de conception plébiscitée à l'époque par J. Christopher Jones dont il est l'un des acteurs privilégiés et qui occupe la majeure partie de son livre. Appelée ici la "conception méthodologique", cette troisième posture est une conception de méthodes plutôt qu'une méthode de conception.

Selon lui, après la Seconde Guerre mondiale, quelques méthodes d'élimination des rigidités mentales sont apparues (synectique, brainstorming...) dans les années 1950 et la "conception par le dessin" est devenue progressivement un outil pour résoudre des sous-problèmes de problèmes devenus plus complexes (construire un Boeing 747, un hôpital moderne ou un système d'exploitation informatique). Pour stimuler la créativité, des méthodes sont d'abord apparues pour contourner les rigidités mentales et favoriser l'originalité des solutions. Cette rigidité mentale est présente lorsque, par exemple un concepteur agit de manière habituelle alors que le problème à résoudre et/ou le contexte de celui-ci est/sont différent(s), ou encore quand il est incapable de percevoir des réalités extérieures qui font que les solutions qu'il propose sont irréalisables. Depuis cette époque, le nombre de facteurs pris en compte est croissant dans les environnements social, économique et écologique. Des approches de la psychologie de la conception deviennent usuelles. Les concepteurs travaillent de plus en plus en équipes (multiples niveaux d'intelligence qui doivent travailler ensemble) et de nombreux intervenants différents apparaissent dans le champ de la co-conception architecturale. De nouveaux problèmes sont apparus à partir de l'usage d'artefacts (congestion du trafic, problèmes de parking, éducation de masse, délabrement des villes...). Différents niveaux logiques apparaissent : des composants, des produits, des systèmes et des communautés. Le nombre d'agents impliqués dans et par le processus a augmenté (comités, sponsors, équipes de concepteurs, entrepreneurs, ouvriers, distributeurs de matériaux, utilisateurs, membres du groupe social...).

À notre époque, les problèmes ne sont plus des actes de la nature ou des dieux qui doivent être acceptés passivement, et J. Christopher Jones pense que les

concepteurs ont besoins de nouvelles méthodes de conception. Des méthodologies doivent donc être développées.

Les situations de conception "naturelle", "consciente" et "réflexive" décrites par Christopher Alexander (1964) peuvent être mises en parallèle avec la distinction entre "conception artisanale", "conception par le dessin" et "conception méthodologique" faite par J. Christopher Jones (1970). Ces deux tripartites peuvent être utilisées sous la forme de deux dialogues complémentaires : chacune des trois situations de (co)conception correspondant à l'un des trois types de (co)conception. Un (co)concepteur est donc au cours d'un même projet d'architecture alternativement un artisan qui conçoit naturellement, un artiste qui conçoit consciemment par le dessin, un concepteur qui conçoit réflexivement selon des méthodologies.

Associées aux trois types de (co)conception, les trois situations de (co)conception se sont succédées au cours de l'histoire des méthodes de (co)conception architecturale. Trois types de modèles de la (co)conception sont donc distingués ici : les proto-modèles (conception naturelle d'artefacts par un artisan), les modèles (conception consciente d'artefacts par les artistes à l'aide du dessin) et les méta-modèles (conception de méthode par les concepteurs à l'aide de méthodologies). À travers l'analyse des différentes générations de méthodologues, ce sont essentiellement les méta-modèles de la (co)conception qui sont développés dans ce chapitre. Il n'y a aucune hiérarchie dans cette distinction, chaque situation étant efficace à tour de rôle et complémentaire.

Un parallélisme est également possible entre ces trois situations de (co)conception et trois périodes historiques dans l'histoire récente des modèles de la conception (Jones 1970 ; Cross 2001 ; Bayazit 2004) :

1. la période pré-industrielle : la conception des édifices fonctionne par *copie* et par *procédure* à suivre. Cette méthode fournit des "recettes" qui fonctionnent avec plus ou moins d'efficacité parce qu'elles ont été répétées au cours de l'histoire et affinées par essais, erreurs et corrections. Ces méthodes de conception traditionnelle étaient utilisées par les (co)concepteurs du type *black box* : les compagnons, les architectes-bâisseurs, les mystiques... ;
2. la période industrielle : la conception des édifices est avant tout la réalisation de *produits*. Ces modélisations mettent en valeur la *rationalité* du produit *fini* en s'intéressant en priorité aux éléments produits. C'est la division et la spécialisation du travail. Cette méthode de conception est défendue par les (co)concepteurs du type *glass box* : les architectes modernes des années 1920 jusqu'aux méthodologues des années 1960 ;
3. la période post-industrielle : plutôt que des produits finis, ces méthodes modélisent les *processus* et mettent en valeur le *contrôle* opéré par le (co)concepteur sur le processus du projet. L'intérêt est porté plutôt sur les relations entre les objets en fonction du temps que sur les objets eux-mêmes. C'est le développement du rapport critique à la situation (la réflexivité), ainsi que le développement de la conception à plusieurs (la co-conception). Cette conception est utilisée par les concepteurs (auto)réflexifs d'après Mai 1968.

Au cours de tout processus de (co)conception qui vise l'architecture, le (co)concepteur met simultanément en œuvre à la fois des procédures doctrinales (par exemple des recettes apprises chez un maître de stage), des méthodes rationnelles (par exemple des études de matériaux, des études structurales...) et des processus réflexifs (par exemple des critiques internes et externes, des études des relations...).

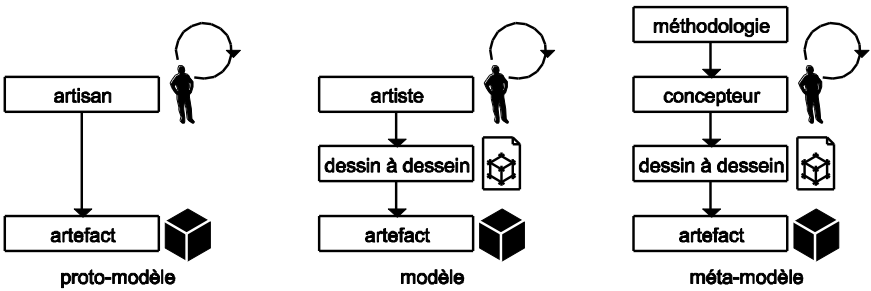


Fig. 4.2 – Les (proto/méta-)modèles de la (co)conception architecturale.

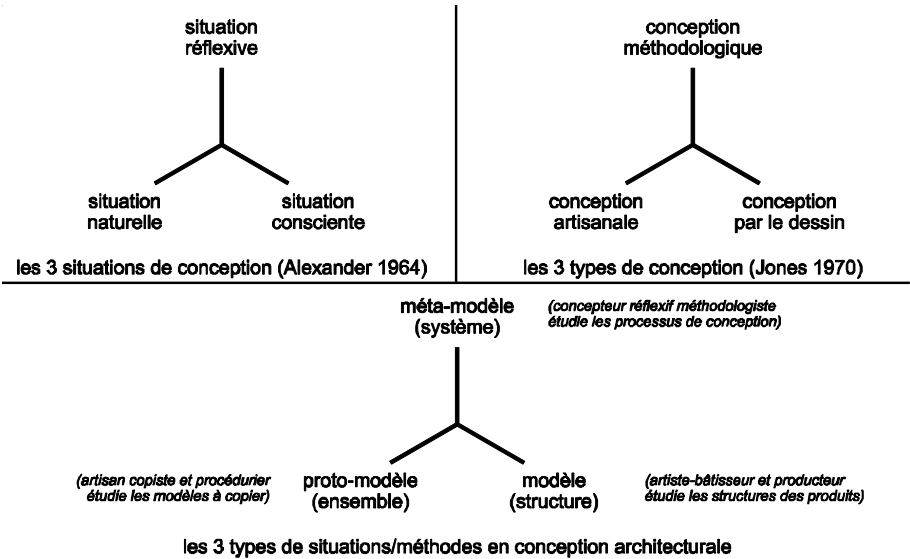


Fig. 4.3 – Triangologie des périodes historiques et des types de modèles de la conception.

4.2 Premières réflexions sur la (co)conception

Avant de s'intéresser à la *conception*, il est utile d'opérer une archéologie critique de ce concept et de ses accointances avec des concepts tels que la *composition*, la *distribution* ou la *disposition*.

Certains auteurs vont jusqu'à affirmer qu'il n'existe aucune théorie cohérente et systématique de la (co)conception architecturale avant la Renaissance. Pourtant

certains artisans-copistes sont devenus des bâtisseurs de métier bien avant cette période. Constructeurs entre autres des pyramides, des temples, des amphithéâtres ou des cathédrales, il ne faut pas pour autant penser que les anciens architectes-bâtisseurs n'usaient pas de la raison pour produire des artefacts. Les médias d'extériorisation des connaissances, les supports physiques de stockage de l'information étaient certes plus rares qu'aujourd'hui mais la transmission des savoirs – essentiellement orale – était utilisée efficacement.

Certains documents – remarquables – ont tout de même été (re)trouvés. Un des textes les plus (re)connus reste *Les dix livres d'architecture* de Vitruve, réputé fort ancien, et considéré par beaucoup comme le premier texte fondateur de la théorie architecturale : il daterait du 1^{er} siècle avant J.-C. ! Un codex incomplet contenant des illustrations médiévales tel que *Le Livre d'ornements et de motifs* (vers 1230) de Villard de Honnecourt (cf. Fig. 4.4, p.95) laisse clairement deviner, par exemple, quelques prémisses de la théorie de l'architecture gothique émergente.

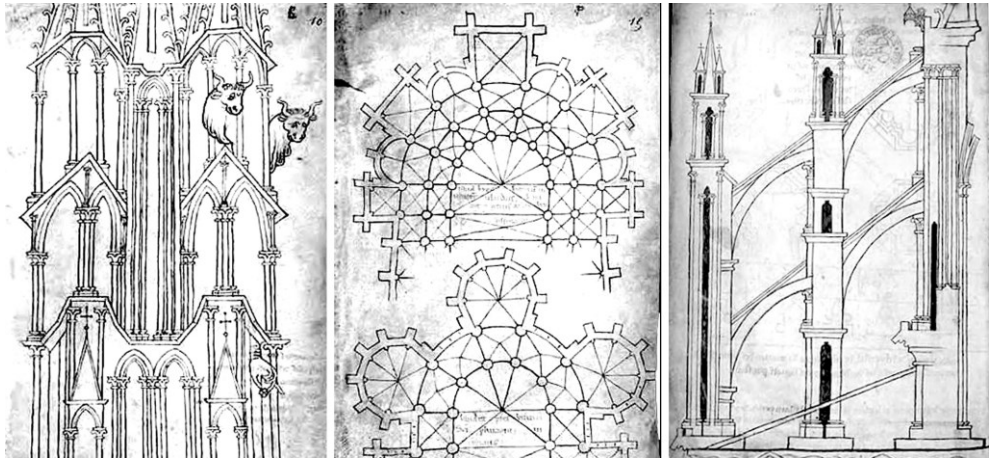


Fig. 4.4 – Extraits du *Livre d'ornements et de motifs*.
Villard de Honnecourt (vers 1230, planches 19, 29 et 64).

Outre quelques rares textes et dessins (re)trouvés de manière parfois fortuite, certains ornements appartenant aux édifices eux-mêmes étaient utilisés pour transmettre des savoirs concernant le processus de (co)conception architecturale précédant leur édification. Le labyrinthe est, par exemple, une allégorie récurrente de la complexité du processus de (co)conception architecturale. Rendu célèbre par la légende du Minotaure, le labyrinthe de Cnossos immortalise ainsi l'espoir de l'architecte Dédale qui selon la légende aurait réussi le pari fou de concevoir un assemblage de douze palais et de trois milles salles.

Des labyrinthes sont également représentés sur le sol à l'entrée d'édifices religieux (cathédrales de Chartres et de Reims, église de Saint Quentin...). Plusieurs hypothèses ont été émises au sujet de leur finalité. Ils pourraient représenter la vie comme un chemin difficile, mais où il n'y a pas de voie sans issue. Parfois appelés

"Chemin de Jérusalem", ils pourraient également simuler la difficulté et la longueur du voyage en Terre Sainte, tel un chemin symbolique que les croyants peuvent parcourir à genoux, autant d'épreuves imaginées à passer avant de pouvoir participer à l'office.

Détruit en 1778, le labyrinthe en marbre noir et blanc de la cathédrale de Reims est un "Chemin de Jérusalem" qui rend également hommage aux architectes-bâisseurs. Il est connu par un dessin de l'artiste rémois Jacques Cellier (1583-87) qui (re)présente ce labyrinthe aux quatre angles duquel sont figurés les quatre architectes qui se sont succédés lors de l'édification de la cathédrale (cf. Fig. 4.5, p.96) : Jehan Loup représenté avec une équerre, Jean d'Orbais avec un compas, Bernard de Soissons avec une corde à nœuds et Gauthier de Reims, l'index levé, qui donne des ordres aux ouvriers du chantier. Au centre, les historiens placent habituellement l'évêque Evrard de Reims qui aurait commandité la cathédrale vers 1211. Par allégorie, l'auteur anonyme de ce labyrinthe montre d'abord le parcours long, difficile et labyrinthique de la (co)conception d'un édifice et des compétences fondamentales nécessaires aux architectes-bâisseurs de l'époque : dessiner et donner la mesure des ouvrages *in situ* à l'aide de l'équerre, du compas et de la corde à nœuds et de contrôler le chantier en donnant des instructions aux artisans.

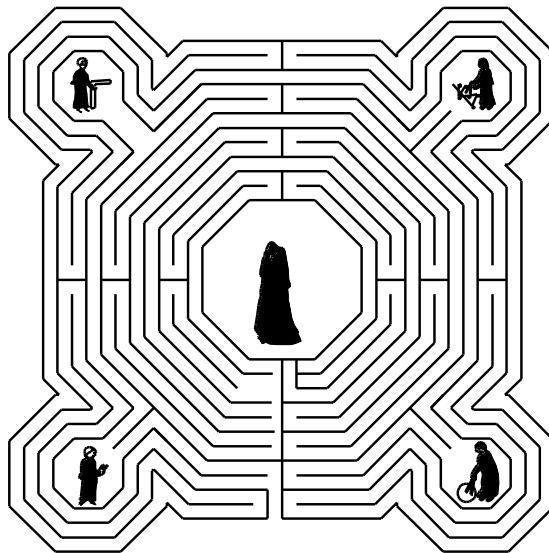


Fig. 4.5 – Labyrinthe de la cathédrale de Reims. Adaptation d'après Jacques Cellier (1583-87, p.82).

D'autres allégories (re)connues existent et montrent que les architectes-bâisseurs actifs dans la production d'édifices aspiraient à mieux connaître les ressorts des processus de conception qu'ils suivaient. Ainsi, dans *De l'architecture* (1561), l'architecte français Philibert de l'Orme présente une allégorie dans laquelle, le compas à la main, l'architecte sort de la "grotte obscure du Moyen Âge", de l'ignorance et de l'obscurantisme pour recevoir la "palme des temps nouveaux",

c'est-à-dire la palme de la Renaissance. Le sol est jonché d'embûches symbolisées par les étoiles métalliques acérées sur le sol. Deux autres allégories sont également représentées, celles du *mauvais* et du *bon* architecte. Aveugle et manchot, le premier erre dans un paysage désolé dont le seul édifice est un château médiéval. Tandis que le second évolue dans un jardin luxuriant entouré d'édifices antiques et renaissants, il possède plusieurs mains et il dispense son savoir à la jeunesse. Ces allégories montrent l'euphorie de la Renaissance, période à partir de laquelle le Moyen Âge est injustement réduit à une période sale et obscure. Comme dans le cas du labyrinthe de la cathédrale de Reims, la première allégorie montre que le processus de (co)conception est semé d'embûches, il est à nouveau long, difficile et aléatoire. Mais il montre cette fois aussi que l'architecte – censé être juste et instruit – s'aide de ses outils (équerre, compas et corde à nœuds) et mène le chantier – avec hardiesse – jusqu'à la réalisation de l'édifice. Le (co)concepteur a donc besoin de méthodes pour l'aider dans son entreprise.



Fig. 4.6 – Allégories de l'architecte, du mauvais et du bon architecte.
Philibert de l'Orme (1561, p.112, p.281, p.283).

Selon de nombreuses sources (Bendjedouch 1998), l'architecture, bien que pratiquée depuis la nuit des temps, n'est devenue une discipline intellectuelle qu'à partir du *Quattrocento*. Ainsi, au *xv^e* siècle, l'architecture a du mal à se détacher des corporations pour devenir une discipline pleinement intellectuelle. Au *xv^e* et *xvi^e* siècles, les humanistes de la Renaissance s'affranchissent de la foi, l'homme n'est plus considéré comme un simple pécheur, mais comme un être doué de raison. L'architecte italien Filippo Brunelleschi défend l'idée que la peinture doit avoir un statut d'art libéral, ce qui lui permet d'être considéré socialement. À partir de trois traités célèbres, Alberti place d'ailleurs respectivement l'architecture, la sculpture et la peinture parmi les arts libéraux au même niveau que la musique, la géométrie, la poétique et la rhétorique. Cette situation prépare le développement au *xvii^e* siècle de la "méthode pour bien conduire sa raison" de René Descartes (1637), basée sur l'indépendance du *cogito* par rapport au corps. De grands voyages étendent l'espace, et la terre n'est bientôt plus au centre de l'univers :

l'héliocentrisme remplace progressivement le géocentrisme. Les sciences se développent, et l'architecture essaie d'y trouver une place. Pour assurer celle-ci, plutôt que de tenter d'explicitier le processus de conception en tant que tel, mystérieux et aléatoire, les architectes ont donc tendance à étudier et à valoriser l'objet fini – l'édifice réel – qui offre l'avantage d'être appréhendable directement par le (grand) public, en déterminant des ordres, des règles et des proportions. Les artisans-copistes deviennent des artistes-bâisseurs, ce qui veut dire qu'au sein de la société les architectes se positionnent en tant qu'intellectuels tout en défendant leur sensibilité artistique. Johannes Gutenberg (ré)invente l'imprimerie vers 1456, ce qui permet de multiplier considérablement l'externalisation et le stockage des informations dans des supports physiques tels que les livres imprimés. Au XVIII^e siècle, Diderot et d'Alembert (1751-65) cristallisent les avancées d'Alberti, de Brunelleschi et d'autres : ils définissent l'expression *Beaux-Arts*, les architectes et le domaine de l'architecture rejoignent alors définitivement les *arts libéraux* en tant qu'ouvrage de l'esprit digne des hommes libres. Bien que les architectures semblent rester du côté des *arts mécaniques* en tant qu'artefacts produits à l'aide de savoir-faire spécialisés et de travaux manuels, fatigants et salissants. Les textes fondateurs qui permettent de (re)tracer les débuts de l'architecture en tant que domaine de connaissances institué et valorisé socio-culturellement sont moins rares que ceux du Moyen Âge.

Dans ce contexte, le concept de conception n'est pas encore utilisé, mais il se (re)trouve en partie dans le concept de composition, apparu à la Renaissance (Lucan 2009). Ce concept fait largement référence à la dimension esthétique et mathématique de l'architecture, puisqu'à cette époque-là, celle-ci s'occupait principalement d'églises, de palais et de châteaux pour lesquels la fonction défensive héritée du Moyen Âge laissait peu à peu place à celle de l'agrément. En effet, un grand nombre des grands traités d'architecture décrivent des règles de composition : autant de recettes à appliquer. À la Renaissance, les mots *distribution*, *disposition* et *composition* sont utilisés de manière aléatoire. Ils (re)couvrent de temps à autre le sens du mot *conception* tel qu'il serait utilisé aujourd'hui.

Dans *L'art d'édifier* (1442-52), Alberti met en valeur la "puissance de l'esprit", "tout l'art et toute la compétence d'édifier" de l'architecte-bâisseur qui lui permet d'assembler et d'ajuster les "partitions" (les parties) en un seul "corps" (le tout). Pour lui l'architecture doit être harmonieuse pour imiter l'essence même de la nature. À la suite de Vitruve, il pense que pour imiter la nature, il faut imiter l'humain. L'édifice est alors une "sorte de corps" : "De même que dans un être vivant les membres répondent aux membres, de même dans un édifice il convient que les parties répondent aux parties". Imprégné d'une mystique du nombre issue de la tradition antique et connaissant personnellement le mathématicien italien Luca B. Pacioli – l'auteur de *De divina proportione* (1496-98) consacré au nombre d'or – Alberti pense que la "beauté" naît de l'accord des parties au tout. Elle est l'"harmonie, réglée par une proportion donnée" entre l'"ensemble des parties du tout auxquelles elles appartiennent", si bien que "rien ne puisse être ajouté, retranché ou changé sans le rendre moins digne d'appropriation". Ceci n'est possible

que par l'usage de nombres "parfaits" pour composer l'édifice. Il pense également que l'édifice est l'union des "linéaments" (principes de conception) qui relèvent de l'esprit (les lignes et les angles) et de la "matière" qui relève de la nature (les matériaux réels mis en œuvre). Il place alors la (co)conception en tant qu'émergence de l'interaction entre les deux : c'est l'idée du *disegno*.

À la Renaissance, le concept de *disegno* apparaît également chez le génie italien Léonard de Vinci [1987] : construire dans sa tête avant de construire dans le réel est un processus dans lequel le *penser* et le *faire* (re)deviennent synonymes. Paul Valéry (1894) vante la puissance modélisatrice du *disegno* léonardien en tant que "dessin à dessein". Le *disegno* est une méthode de conception ou une activité cognitive qui émerge des interactions réciproques entre dessin et dessein, objet et projet, tracé et intention, forme et finalité. L'acte de production de connaissance devient un va-et-vient entre la *praxis* (l'action intentionnelle) et la *poïesis* (la réflexion), entre l'action de dessiner (ou de peindre) et l'acte de concevoir ou d'imaginer. Il est la relation entre l'idée dans la conscience du (co)concepteur et la sensibilité expressive des (re)présentations externes qu'il produit. Le *disegno* consiste tout autant à *pré-voir* qu'à *transmettre une vision*. Il est à la fois le dessin en tant qu'expression d'une (re)présentation et le dessein, en tant que (re)présentation mentale d'une expression. Pour Vinci, dessiner c'est connaître ; la pratique du dessin – au sens général – est active, productive : c'est une véritable pensée graphique qui permet l'invention. Un siècle avant les *Méditations métaphysiques* (1641) de René Descartes qui sépare la *res extensa* (substance corporelle) de la *res cogitans* (substance pensante), Vinci utilise la méthode du *disegno*, reliant extension du corps et esprit, ce qui lui permet de créer une œuvre scientifique exceptionnelle, puisqu'il invente notamment *sur papier* le parachute, l'hélicoptère et le sous-marin. Le *disegno* est le retour à l'hylémorphisme aristotélicien [Aristote 2002], selon lequel l'essence de la matière n'existe qu'en puissance et elle ne parvient à la réalité que par la forme. Matière et forme sont donc indispensables l'une à l'autre. Le concept de *disegno* montre donc la capacité du (co)concepteur de mettre en relation l'idée qui occupe sa conscience et la sensibilité expressive des (re)présentations graphiques qu'il produit pour (co)concevoir un projet d'architecture.

Considéré par le philosophe cybernéticien allemand Ernst von Glasersfeld comme le "premier vrai constructiviste", Giambattista Vico (1708) défend à l'époque une alternative au "*cogito, ergo sum*" (je pense, donc je suis) de Descartes (1637) en proposant la formule : "*verum ipsum factum*" (le vrai est le faire même). L'équilibre difficile entre le penser et le faire est à nouveau en jeu. Il parle alors d' "*ingenio*" qui permet l' "*inventio*". Contrairement à la faculté d'analyse, l' *ingenio* est cette faculté *innée* de la raison humaine qui permet au (co)concepteur de synthétiser, c'est-à-dire d'associer et d'unir, de conjoindre et de contextualiser intentionnellement des notions ou des processus. Pour les tenants de la pensée complexe, la capacité mentale de l' *ingenio* fonctionne avec la méthode de pensée du *disegno*.

À la fin du XVII^e siècle, après les espoirs déçus de la Renaissance, deux positions s'affrontent chez les architectes. La Querelle (récurrente) entre les Anciens fédérés

par le conservateur Nicolas-François Blondel (dit Blondel), qui avec un point de vue classique dispense ses *Cours d'architecture* (1675-83) à l'Académie royale d'architecture, et les Modernes, emmenés par Claude Perrault, qui expose son point de vue baroque en 1673, dans les notes de sa traduction des *Dix livres d'architecture* de Vitruve. Les Anciens et les Modernes sont d'accord pour dire que la structure doit être efficace et que les espaces doivent être fonctionnels, mais c'est à propos de la conception de la forme qu'ils se déchirent. Les Anciens prolonge l'idée intelligible (néo)platonicienne du Beau absolu que seul l'esprit peut discerner en copiant les proportions des architectures classiques héritées de l'Antiquité, tandis que les Modernes pensent que le Beau est une perfection sensible esthétique (du grec *aisthêsis* : la "sensation") et relative (un consensus culturel) qui autorise de nouveaux dispositifs formels. Ils se querellent notamment à propos de la symétrie, des ordres des colonnes et des corrections optiques.

Au xviii^e siècle, selon le théoricien de l'architecture français Jacques Lucan (2009), les mots *distribution*, *disposition* et *composition*, bien que parfois d'un usage encore imprécis, acquièrent une signification particulière dans les traités d'architecture. Bien qu'ils aient commencé à en construire au xvii^e siècle (hôtels urbains, maisons...), les architectes s'occupent enfin d'édifices plus modestes (appartements, maisons, hôtels particuliers...). Le mot *distribution* – surtout utilisé dans l'architecture française de l'époque – est alors pour eux la "première préoccupation" de l'architecte, elle consiste à répartir les pièces en plan, qui deviennent alors indépendantes pour assumer plus efficacement une fonction particulière. Pour Blondel (1675-83), la "distribution" s'occupe de la "*commoditas*" (commodité), alors que la décoration et la construction correspondent respectivement à la "*voluptas*" (plaisir des sens) et à la "*necessitas*" (nécessité). La "disposition" a par contre un sens plus large (disposition des pièces, des masses, des éléments...) et plus vague. Vers 1750, à la fin de la période baroque, les révolutions industrielle et sociale achèvent l'"ancien monde", le Siècle des Lumières se termine par la Révolution française en 1789 qui marque le passage vers la modernité.

Au début du xix^e siècle, le mot *composition* devient courant pour désigner ce qui serait appelé aujourd'hui *conception*. En pleine période historicisante, c'est la guerre entre le néoclassicisme et le style néogothique. Les formes sont transférées à de nouveaux types d'édifices ce qui amène à une dévaluation de celles-ci. Dans la plupart des cas, les édifices sont constitués d'une structure dont les matériaux se diversifient et évoluent, sur laquelle une enveloppe ornementée est juxtaposée. L'enveloppe est distinguée de la structure primaire.

L'architecte français Alain Farel (1991) accuse Jean-Nicolas-Louis Durand (dit Durand) d'avoir introduit seul la pensée rationaliste de René Descartes en architecture. Les préceptes cartésiens se prolongeraient alors dans la méthode de conception de l'architecture moderne du xx^e siècle, le processus de conception des architectes modernes étant, pour lui, essentiellement linéaire, rationnel et hiérarchisé. En contextualisant son œuvre, Durand n'a évidemment pas été seul à agir. À l'époque, de nouveaux types d'édifices sont traités par les architectes : prisons, hôpitaux, casernes, arsenaux, ports, phares... Après la Querelle des Anciens et des

Modernes initiée au xvii^e siècle, la rationalité éclairée au xviii^e siècle pour se déployer au xix^e siècle : Durand peut donc être, à ce titre, considéré comme un des premiers architectes modernes.

Dans son *Précis des leçons d'architecture données à l'École royale polytechnique*, Durand (1802) tente en effet de déterminer de manière générale la "marche à suivre dans la composition d'un projet quelconque" (titre de la planche 21). Puisque l'architecture est l' "art de composer et d'exécuter tous les édifices publics et particuliers", il lui semble évident que les architectes ont besoin d'une "méthode" pour "bien conduire leur raison". Il s'étonne de l'usage général du mot "composition" qui, "n'avait jamais été traitée dans aucun ouvrage, ni dans aucun cours". Dans la planche 18 (cf. Fig. 4.7-1, p.102), il montre, par exemple, que tout édifice peut être composé en combinant un module de base. Partisan du fonctionnalisme et de l'économie dans la construction, il définit donc une méthode combinatoire à suivre, radicale et souvent critiquée, (parfaitement illustrée par la planche 20 annexée à son précis et intitulée "Ensemble d'édifices, résultants de divisions du carré, du parallélogramme et de leurs combinaisons avec le cercle"). Bien que l'objet fini soit au centre des questionnements, une recherche à propos du processus de composition qui y mène est engagée. Pour lui, combiner les différents éléments d'un édifice, "passer aux différentes parties de l'édifice, et de ces parties à l'ensemble, telle est la marche à suivre, lorsque l'on veut apprendre à composer" (cf. Fig. 4.7-2, p.102). Mais, lorsque qu'un concepteur compose, il "doit commencer par l'ensemble, continuer par les parties, et finir par les détails". (Durand 1813)

Pour Durand, le "triangle de l'enseignement" (Lucan 2009) dispensé aux élèves ingénieurs dans l'apprentissage de la composition est composé de modèles historiques, de types architecturaux et d'une "méthode" qui utilise des "mécanismes compositionnels". Si cette méthode est critiquée (et critiquable), elle reste une contribution essentielle aux théories de la conception, puisqu'avec sa radicalité et son rationalisme, elle permet de considérer les architectures en tant qu'objets de la (co)conception. La dimension esthétique n'est plus la seule à être valorisée. Durand montre que la "composition" d'un édifice est un tout, dans lequel les relations entre les éléments sont plus importantes que ceux-ci et sont organisées en fonction du tout. Le concept de composition évolue donc vers un sens plus moderne.

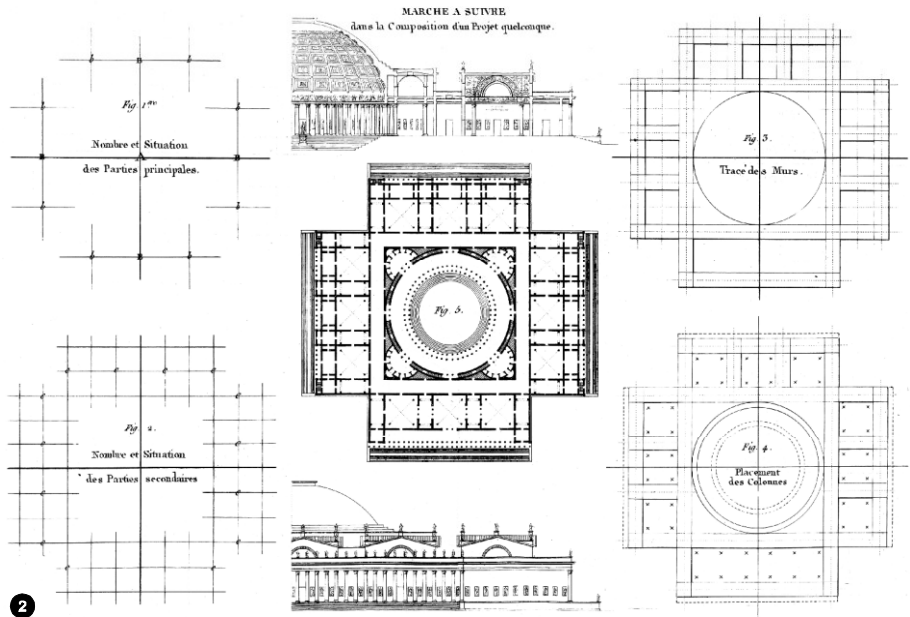
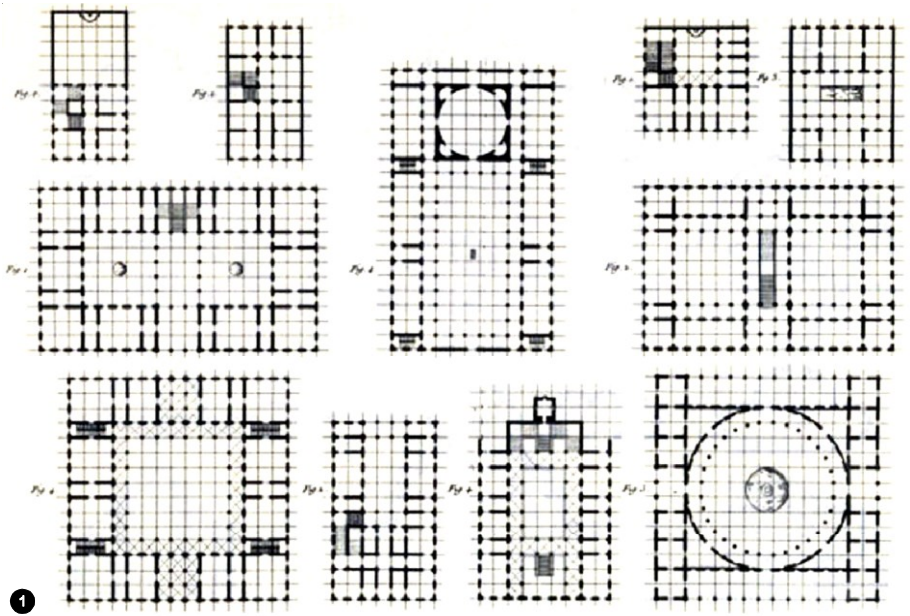


Fig. 4.7 – 1. Modulation des édifices. Jean-Nicolas-Louis Durand (1813, planche 18).

2. Marche à suivre dans la composition d'un projet quelconque.

Jean-Nicolas-Louis Durand (1802, planche 21, ajoutée à l'édition de 1813).

Au début du xx^e siècle, des avant-gardes artistiques et architecturales s'opposent au néoclassicisme du xix^e siècle en repartant des fondements éclairés, rationalistes et sociaux du $xviii^e$ siècle. Ces mouvements s'accordent pour rejeter la définition typiquement néoclassique d'un ensemble de règles esthétiques conditionnées par une technique artistique ou par une volonté de copier la nature. En rejetant l'esthétisme néoclassique et poussée par un "désir de scientificité" (Cross 2001), l'architecture moderne émergente préfère valoriser la dimension matérielle de l'architecture en favorisant une recherche scientifique qui permette la conception de "produits". Contre l'État, Adolf Loos écrit son article "Ornement et crime" (1908) dans lequel il montre que l'architecture du xx^e siècle est prête à "surmonter l'ornement" en arrivant au "stade du dépouillement" des "objets d'usage". Ce qui fait la "grandeur" de l'époque est alors son incapacité à produire un style (un ornement). L'absence d'ornement montre également la "force spirituelle" du concepteur.

Cette conception de l'architecture influence alors les modèles et les théories de la (co)conception architecturale de l'époque. Avec le temps, le concept de composition s'érode, mais ne disparaît pas. Comme le dit Jacques Lucan (2009), il ne peut simplement plus correspondre à l'ensemble des opérations que l'architecte doit utiliser pour construire un édifice. La distinction progressive entre l'ossature et l'enveloppe établie au xix^e siècle est reprise au xx^e siècle. Alors que la *composition* était un travail d'organisation hiérarchique de pièces closes, les modernes vont "rompre la fermeture" jusqu'à arriver finalement à des dispositifs tels que le Plan libre. Plus tard encore, les (co)concepteurs se dirigent même vers des problématiques "non-compositionnelles" (recherches de surfaces neutres, de structures agrégatives, des processus automatiques à partir d'une règle...).

La Première Guerre mondiale laisse des traces : de nouveaux moyens de transport (la voiture et l'avion), des nouveaux matériaux et de nouvelles techniques de construction apparaissent, ce qui modifie la manière de (co)concevoir les projets. Après la révolution de 1917, les constructivistes russes répondent aux besoins utilitaires de la nouvelle société communiste en proposant des applications du nouveau langage de l'abstraction géométrique. Pour l'artiste russe Alexandre Rodtchenko (1922), par exemple, le "style tectonique" émerge "des caractéristiques même du communisme" et "de l'emploi fonctionnel du matériel industriel". Tandis que la "construction" est l'"organisation" entre les éléments de l'édifice, elle s'adapte tectoniquement à la matière dans une expression fonctionnelle et communiste.

Proche des constructivistes russes, le courant *De Stijl* émerge en 1917. Les néoplasticiens hollandais y encouragent également l'austérité formelle et ils créent un nouveau "style" qui correspond aux exigences de la société industrielle. Au sein de ce courant, l'architecte hollandais Theo van Doesburg (1917) perçoit l'émergence d'une époque "nouvelle" où la société serait hostile à toute considération subjective sur l'architecture. Il prône l'utilisation de la "machine" pour créer et un "constructivisme", à la géométrie sévère et à l'esthétique technologiquement avancée. Le constructivisme qu'il recommande est alors bien éloigné du contexte

original social russe. L'objectif de l' "artiste plastique" est selon lui de donner forme "à son expérience esthétique de la réalité" ou "à son expérience créatrice de l'essence fondamentale des choses". Pour le peintre hollandais Piet C. Mondrian, les seuls moyens picturaux purs sont les couleurs, les formes, les lignes et les plans.

Contre les mouvements de la fin du xix^e siècle qui défendaient la tradition des métiers d'art, le *Deutscher Werkbund* (littéralement l' "Association allemande des artisans") réunit des artistes et des industriels à partir de 1907 pour tenter de concilier industrie, modernité et esthétique. Mais le débat entre l'art, l'artisanat et l'industrie au sein de celui-ci s'envenime et une querelle célèbre éclate en 1914 entre l'architecte belge Henry van de Velde et l'architecte allemand Hermann Muthesius. Le premier au nom des "innovateurs solitaires" pensait que l'artiste devait imposer sa loi à l'industriel : pour lui, l' "industrie" devrait plutôt être une "manufacture" en atelier, plutôt qu'une chaîne de production linéaire et mécanisée, telle que le prévoyait le taylorisme et le fordisme latent de l'époque. Contre la standardisation des œuvres d'art, Van de Velde pour qui "l'essence de l'ornement est synthèse" est pour l' "unité des arts" et la conception architecturale "totale", de l'édifice au mobilier en passant par les objets. Tandis que Muthesius était également partisan d'une "unité des arts", mais qui devait se traduire par la standardisation d'objets industriels dont l'esthétique serait élaborée par un regroupement d'artistes mettant leur créativité en commun, pour aider à la rationalisation de la production industrielle.

À Weimar, l'école du Bauhaus, fondée en 1919 par l'architecte allemand Walter Gropius, offre à l'aide de ses "maîtres" un enseignement tourné vers le rationnel et le fonctionnel. Au cours de la première période à Weimar, Walter Gropius précise le programme initié au *Deutscher Werkbund* : chaque atelier est dirigé par un artiste *et* un artisan. La (co)conception architecturale (re)lie à nouveau le *penser* et le *faire*. Cette école des *arts et techniques* insiste sur l'unité fondamentale de tous les types de (co)conception et la nécessité d'une analyse rationnelle et systématique au départ de tout programme de construction. Les théories du Bauhaus sont "fonctionnalistes", ce qui veut dire que "si un objet est bien conçu pour répondre à l'usage qu'on en attend, la beauté viendra par surcroît" (Gombrich 1950). C'est la recherche d'une synthèse entre art et technique, pour "donner aux produits de la machine un contenu réel et signifiant" (Gropius 1935). Pour Walter Gropius (1923), l'enseignement dispensé au Bauhaus montre que "tout le processus créateur se conçoit comme un tout indivisible" et que la "construction" d'une œuvre rassemble étroitement le "travail formel" et le "travail pratique". Les élèves y apprennent à utiliser des matériaux modernes et innovants pour l'époque, ainsi qu'à réfléchir à la production et au design à l'heure de l'industrialisation. La conception est alors la production d'objets et la réalisation de "produits" réels.

Prolongeant au cours de la seconde période du Bauhaus à Dessau la querelle d'Henry van de Velde et d'Hermann Muthesius, les adeptes des approches sensibles (intuitives et artistiques) s'affrontent aux partisans d'une méthodologie s'appuyant sur des acquis scientifiques et développant des procédures systématiques de conception. Des polémiques éclatent entre les successeurs du peintre

suisse Johannes Itten et Hannes Meyer. Empreint de métaphysique, le premier, dispensait le cours préliminaire du Bauhaus à Weimar dans lequel il développait la sensibilité artistique des étudiants. Tandis que le second, communiste, pense que l' "architecture comme expression des émotions de l'artiste ne se justifie pas". Pour lui, "construire, c'est seulement organiser : organiser la vie sociale, technique, économique et psychologique".

Parallèlement aux initiatives constructivistes, la notion de "structure" et de "construction en série" apparaît chez Le Corbusier, dans son projet d' "ossature standard 'Dom-ino', pour exécuter en grande série" (1914). L'édifice n'est plus une masse, mais une "construction" déterminée uniquement par une structure intérieure et des murs-rideaux. L'opposition entre l'espace intérieur et l'espace extérieur est progressivement abolie. Pour lui et le peintre français Amédée Ozenfant (1920), la conception permet d'atteindre un "ordre" de "qualité mathématique" dont la perception est "la plus haute délectation de l'esprit humain" et participer à la mise en place de cet "ordre" est "la plus grande satisfaction humaine". La création de l'œuvre d'art doit donc "disposer de moyens à résultats certains". En élaborant son architecture "fonctionnelle", il développe le concept de "machine à habiter" (1923) pour symboliser la maison construite avec une méthode de conception objective et rationnelle, c'est-à-dire la recherche d'une méthode scientifique de conception architecturale. Il développe également le Modulor (1950 ; 1955) en tant qu'ensemble de règles de composition à l'image des considérations esthétiques des traités (néo)classiques.

Pour les tenants de la *Gestalttheorie*, la (co)conception est la résolution d'un problème. Le (co)concepteur est alors face à une situation, il cherche à atteindre un but et doit trouver les moyens pour y parvenir. L'objectif de la résolution du problème est alors de parvenir à une *Gestalt*, c'est-à-dire une forme ou une configuration des éléments de la solution qui s'apparente à la solution recherchée. Le produit du processus de (co)conception est alors la formation d'une *Gestalt* à partir d'opérations perceptives. La résolution de problèmes est en fait le résultat d'activités perceptives et appréhender un phénomène revient à assembler mentalement les parties en un tout. La solution à un problème ne peut surgir que si le (co)concepteur est capable de visualiser et d'organiser différentes parties du problème selon une nouvelle perspective, une nouvelle *Gestalt*. À l'époque, les Gestaltistes n'avaient pas fait de recherches rigoureuses pour expliquer comment le système cognitif pouvait parvenir à la formation d'une *Gestalt*, mais ils ont tout de même suggéré quelques étapes récurrentes dans la résolution des problèmes. Dans *L'art de la pensée* (1926), Graham Wallas a présenté l'un des premiers modèles du processus créatif constitué de cinq étapes. Il présente ce modèle comme *évolutionnaire* dans le sens où il s'agit d'un processus qui permet au concepteur de s'adapter rapidement aux modifications rapides du contexte (cf. Fig. 4.8, p.106) :

1. la préparation : dans cette phase, le (co)concepteur reconnaît qu'un problème existe. Il y a une différence entre l'état actuel de la situation et l'état désiré. À l'aide de travaux préparatoires, l'esprit du (co)concepteur se concentre sur le problème et en explore les multiples dimensions ;

2. l'incubation : après quelques tentatives infructueuses de résolutions, le problème est internalisé dans l'inconscient et extérieurement rien ne se passe ;
3. l'intimation : le (co)concepteur créatif a l'intuition que la solution se trouve sur son chemin. L'intimation est souvent considérée comme une sous-étape du processus et elle disparaît souvent lorsque le modèle de Graham Wallas est repris par d'autres ;
4. l'illumination : au bout d'un certain temps, le (co)concepteur se remet à chercher la solution. Après la phase d'incubation, le (co)concepteur a un "*insight*", une illumination soudaine et l'idée de création jaillit de son traitement pré-conscient dans la conscience. L'*insight* résulterait de la mise en œuvre de processus cognitifs "productifs" à la base de la créativité et non pas "reproductifs" (la solution est directement récupérée dans la mémoire) ;
5. la vérification : le (co)concepteur confirme l'*insight* en vérifiant que l'idée apparue soudainement correspond à une solution du problème. L'idée est consciemment contrôlée, élaborée, puis appliquée.

L'une des découvertes des Gestaltistes est l' "effet de représentation". C'est simplement que le taux de réussite à la résolution du problème varie en fonction de la représentation de celui-ci. Résoudre le problème revient souvent à le considérer autrement. De manière générale, la vision Gestaltiste mise en valeur par le modèle de Graham Wallas (1926) est critiquable dans le sens où elle correspond assez bien à notre vision intuitive de l'activité de résolution de problèmes (nous cherchons longtemps une solution qui finit par apparaître soudainement alors que nous ne la cherchions plus), mais elle repose sur quelques propositions implicites qui n'ont pas été prouvées : qu'est-ce qu'un processus inconscient ? Le processus de résolution est-il discontinu, n'est-il pas continu et cumulatif ? Il est impossible de définir réellement ce que signifie par exemple l'incubation...

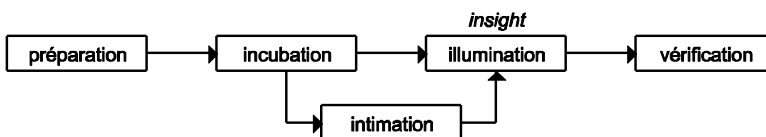


Fig. 4.8 – Processus de résolution de problèmes. Adaptation d'après Graham Wallas (1926).

Entre 1928 à 1959, les Congrès Internationaux d'Architecture Moderne (CIAM) favorisent le développement du Mouvement Moderne qui se transforme progressivement en un Style international dont les édifices multiples ne sont plus réalisés par les *maîtres*, mais par des *suiveurs*. Des principes similaires de (co)conception sont appliqués à tous les édifices, quelques soient le contexte historique et géographique dans lesquels ils s'implantent.

L'enseignement initié par le Bauhaus est prolongé après sa fermeture à la *Hochschule für Gestaltung* d'Ulm (1954-67). Les affrontements entre approches sensibles et approches scientifiques continuent avec le remplacement du fondateur de l'école, l'artiste suisse Max Bill par le peintre et designer argentin Tomás Maldonado. Ce dernier est partisan d'une méthodologie qui s'appuie sur des acquis

scientifiques et le développement des procédures systématiques de conception. Gui Bonsiepe (1964) et lui proposent des modèles théoriques à plusieurs phases pour l'enseignement de la conception à l'aide de nouvelles ressources mathématiques utiles pour la conception : analyse combinatoire, théorie des groupes, théorie de la courbe, géométrie polyédrique, topologie, programmation... Ils veulent donc que les techniques de classification soient plus systématiques pour éliminer les types. À cette époque, le "désir de scientificité" (Cross 2001) devient une fin en soi. Maldonado est contre l'usage des types formels en architecture – vestiges de la "conception artisanale" qui ne sont pas utiles au développement scientifique de la conception architecturale qui tente de décrire les lois générales et sous-jacentes à ces types formels. Maldonado pense que quand le (co)concepteur ne peut pas classer tous les éléments observables dans un programme, une typologie des formes architecturales peut être utilisée. Mais ces formes sont – selon lui – comme un "cancer" dans le "corps" de la "solution".

Avant les années 1960, les modèles de la (co)conception architecturale passent par la résolution des problèmes que pose l'objet *fini*. Ils dotent l'artefact de règles de compositions strictes (nombre d'or, proportions, ordres, Modulor...). Ils oscillent entre le faire et le penser, entre la sensibilité expressive et mystique de l'artiste d'un côté, et la rationalité scientifique de l'autre. Ces courants s'intéressent donc encore aux éléments, plutôt qu'aux relations qui les relient. À partir des années 1950, plutôt que d'étudier l'objet fini, les théories s'intéressent progressivement aux processus qui permettent de les générer.

4.3 Les premiers méthodologistes (années 1960)

Les historiens s'accordent pour dire que trois vagues de chercheurs se sont succédées autour des "*design methods*" : (1) celle des méthodologies des années 1960, (2) celle de la conception et des (co)concepteurs pédagogues d'après Mai 68 et (3) celle des sciences cognitives et des (co)concepteurs auto-réflexifs dans les années 1980. Depuis cette époque les recherches continuent avec notamment le développement des sciences cognitives, de nouvelles approches pour penser et de nouvelles méthodes de modélisation.

À la fin des années 1950, les scientifiques reprennent les avancées technologiques et scientifiques développées par la NASA et par les militaires pendant la Seconde Guerre mondiale pour les développer dans des applications civiles. La recherche opérationnelle et la gestion des techniques de prise de décision apparaissent, ainsi que des ordinateurs et de nouveaux moyens de communication. De nombreux chercheurs de l'époque transposent ces découvertes au domaine de la résolution de problèmes et de la conception d'artefacts. C'est à cette époque que naissent la cybernétique et la théorie de l'information et de la communication parallèlement à l'émergence d'une culture de masse qui met en valeur la production, la consommation et l'information. Les nombreux théoriciens de l'architecture tentent d'ailleurs de (re)lier architecture et informatique (L. Bruce Archer,

J. Christopher Jones, Christopher Alexander, Gordon Best, Nicholas Negroponte, Cedric Price, Gordon Pask, Geoffrey Broadbent...).

Le "désir de scientificité" qui s'était exprimé à travers les préoccupations modernes et scientifiques depuis Durand (1802), en passant par Hermann Muthesius, Hannes Meyer, Le Corbusier et Tomás Maldonado, a fortement refait surface au début des années 1960 avec la première génération des méthodologistes du "*design thinking*". Les méthodes de cette première génération de scientifiques majoritairement anglo-saxonne développent et appliquent un ensemble de procédures (techniques de conception, stratégies de résolutions de problèmes, généralisation systématique de solutions...). Ils tentent de généraliser diverses modalités de prise des décisions dans les différentes branches à projet. Quelques ouvrages pionniers dans le domaine des méthodes de conception et approches scientifiques de la conception se démarquent, tels ceux du chercheur américain Morris Asimow (1962) et de l'ingénieur anglais L. Bruce Archer (1965).

À cette époque, le domaine de l'architecture est en effervescence. D'un côté, des architectes pensent que la modernité et la mondialisation sont (très) positives. En effet, l'architecture moderne prône depuis plus de quarante ans la confiance dans le progrès scientifique et l'utilité fonctionnelle de la rationalité et de l'objectivité. Le critique et historien de l'architecture d'origine tchèque Sigfried Giedion (1968) va même jusqu'à écrire que "chacun sait qu'aujourd'hui nous disposons de bien plus de moyens qu'à toute autre époque pour exercer un contrôle beaucoup plus étendu sur les transformations qui interviennent dans le monde" et que ces "nouvelles possibilités" permettent de "donner à l'homme une vie meilleure et mieux équilibrée". De l'autre côté, l'architecture moderne a déçu le grand public et dans un contexte (très) socio-démocrate incubateur de Mai 68, le public accuse les grands ensembles de logements et les grands immeubles de bureau – édifices emblématiques du modernisme – d'avoir saccagé les villes. Les habitants accusent aussi les architectes de n'avoir tenu compte ni d'eux ni de leurs besoins et de s'être focalisé uniquement sur l'esthétique des édifices. Avec l'évolution technologique et les implications de la production de masse, la conception d'un édifice n'est plus, selon le grand public, uniquement une question d'esthétique ou de structure, elle concerne également l'examen des besoins humains.

Cette époque est également le théâtre de l'utilisation de nouveaux matériaux de construction et du développement de progrès technologiques dont les applications ont fait évoluer de manière importante les formes et les structures en architecture. De nombreux exemples d'architectures innovantes de l'époque existent : coques en béton armé de l'architecte finlandais Eero Saarinen, dômes géodésiques de Richard Buckminster Fuller, surfaces paraboloides de l'architecte mexicain d'origine espagnole Félix Candela Outeriño, structures de câbles de l'architecte allemand Frei Otto, structures pneumatiques ou gonflables de l'architecture cinétique de l'architecte et ingénieur allemand Hans-Walter Müller... De manière générale, les structures traditionnelles sont rendues plus sophistiquées, l'industrialisation et le nombre de composants préfabriqués croissent. Le développement des services techniques est également impressionnant : conditionnement de l'air, gestion de

l'acoustique, adduction d'eau, contrôle de l'aération... Les architectes doivent donc être formés différemment : la conception des édifices demande une maîtrise accrue d'un nombre de paramètres grandissant et les décisions prises en cours de conception préalablement au chantier deviennent encore plus importantes. Il faut également ajouter que ces bouleversements de l'architecture ont lieu à l'époque de la "course à l'espace" sur fond de Guerre froide. Aux États-Unis, le gouvernement américain octroie des subsides importants pour le développement des recherches sur les "méthodes de créativité" en réponse au lancement du premier satellite Spoutnik de l'Union soviétique. L'esthétique de certains édifices s'inspire alors clairement des images véhiculées par la conquête spatiale et la science-fiction.

Face à ces nouveaux défis, les *design methods* apparaissent pour aider les concepteurs en général et les architectes en particulier. Les méthodologies permettent le développement de recherches scientifiques sur la conception architecturale qui ne portent, cette fois, plus sur les contenus (les produits), mais sur les relations (le processus) à l'œuvre au cours de la conception. Issus principalement du design industriel, les chercheurs de cette époque tentent de dépasser les défauts du modernisme et de mettre au point des méthodes scientifiques et systématiques qui se veulent universelles. L'architecte ne peut plus se contenter de l'arbitraire d'un flou artistique pour (co)concevoir un édifice. D'après Jean-Pierre Chupin (2010), l'"irresponsabilité du concepteur" est mise en cause par le public, les architectes offrent alors une réponse mathématique à l'arbitraire artistique. Dans un élan d'optimisme technologique, les scientifiques pensaient (in)consciemment remplacer les disciplines du projet par une discipline générale du *design* en cernant la conception au moyen de quelques algorithmes.

Marquée par le développement de techniques de créativité parfois douteuses, la première vague cherche une légitimité dans des méthodes d'inspiration cybernétique. La métaphore de la *black box* (boîte noire) associée à la notion de rétroaction sert de point de repère à l'ensemble des théories. La polarité métaphorique entre "rationalité" (théorie) et "créativité" (pratique) fournit un questionnement de base à toutes les méthodes. À cette époque, le (co)concepteur est considéré comme un expert qui dicte aux usagers ce dont ils ont besoin.

Bien qu'il s'agisse d'approcher la (co)conception à partir d'une base scientifique objective, les méthodologistes distinguent clairement la conception de la science. Pour Christopher Alexander (1964), les scientifiques tentent d'"identifier les composantes des structures existantes", tandis que les concepteurs cherchent à "donner forme à des éléments de structures nouvelles". La méthode scientifique est un type de modélisation du comportement de la nature existante pour résoudre des problèmes, alors que pour Sydney A. Gregory (1966) la méthode de conception en est un autre qui sert "à inventer des choses... qui n'existent pas encore". Si la science est analytique, alors la conception est "constructive". Pour Herbert A. Simon (1969), les "sciences naturelles" s'occupent de "la façon dont les choses sont", alors que les "sciences artificielles" (le design) s'occupent de "la façon dont les choses devraient être".

Au cours des années 1960, trois rencontres exceptionnelles et incontournables ont eu lieu entre tous les chercheurs de la conception (re)connus de l'époque. La *Conference on Design Methods* (sept. 1962) de Londres est considérée comme un point de départ majeur de ce mouvement. Les actes de cette première rencontre, publiés par J. Christopher Jones et Denis G. Thornley (1963), constituent des documents de référence dans le domaine, même si les modèles du processus de conception développés à l'époque paraissent aujourd'hui quelque peu... ingénus. En effet, la conception s'y déroule (simplement) en trois étapes : (1) l' "analyse" (constitution de listes de facteurs avec les personnes concernées par le bâtiment), (2) la "synthèse" (méthodes de *brainstorming*) et (3) l'évaluation (méthodes de statistiques). Intitulée *The Design Method* (1965), la seconde rencontre s'est tenue à Birmingham. Les participants y ont tenté de relier méthode de conception et méthode scientifique en faisant référence spécifiquement à une *design science* (une science de la conception). Sidney A. Gregory (1966) en publie les actes et il y définit pour la première fois le concept de *design science* en tant que science qui étudie, recherche et accumule des connaissances sur le processus de conception et sur les opérations constitutives de celui-ci. Enfin, le symposium *Design Methods in Architecture* (1967) à Portsmouth dont les actes sont publiés par Geoffrey Broadbent et Anthony Ward (1969) porte sur les méthodes de conception spécifiques cette fois à l'architecture. Ce symposium marque le point culminant et en même temps la fin de la première génération des méthodologies. Les chercheurs présents se querellent : d'un côté, les existentialistes affirment que la conception est qualitative, tandis que d'un autre, les behavioristes pensent qu'elle est quantitative. Le symposium annonce déjà la fin de la première génération de méthodologues.

Outre Morris Asimow, les pionniers et les acteurs principaux des méthodologues de la première génération dont les travaux ont eu une influence énorme non seulement à l'époque mais encore aujourd'hui sont principalement J. Christopher Jones, L. Bruce Archer et Christopher Alexander. Alors que les deux premiers s'intéressent plutôt aux différentes phases qui séquent le processus de conception, le troisième s'intéresse spécifiquement au processus de conception.

Précurseur, le chercheur américain Morris Asimow (1962) développe dans *Introduction to design* une interprétation simplifiée du processus de conception qui est devenue un classique du genre, qualifiée de "modèle iconique du processus de conception". Ce modèle combine à la fois un temps linéaire et un temps cyclique. Ce dernier est (re)présenté sous la forme d'un schéma hélicoïdal qui illustre la succession de boucles de conception passant par trois étapes (cf. Fig. 4.9, p.111) :

1. l' "analyse" : constitution de listes de facteurs avec les personnes concernées par le bâtiment ;
- 2 la "synthèse" : phase de découverte de la solution à partir de méthodes de *brainstorming* ;
3. l' "évaluation" : phase de vérification à partir de méthodes statistiques.

Alors qu'elle n'apparaît pourtant pas dans le livre d'Asimow, cette figure est l'une des plus reproduites dans les ouvrages traitant de conception architecturale. Ce modèle est à la base des (re)présentations hélicoïdales du processus de conception

qui seront, par exemple, revues chez L. Bruce Archer (1969), John Zeisel (1981 ; 2006) et Olivier Tric (1999).

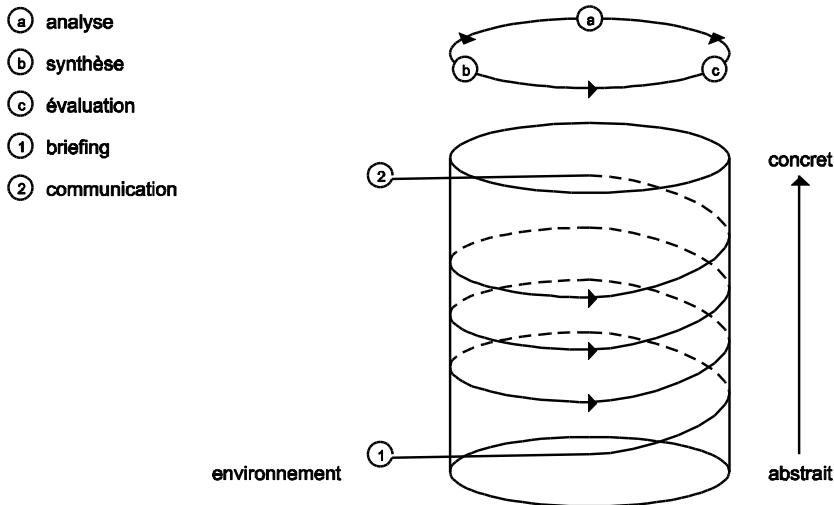


Fig. 4.9 – Processus de base en trois étapes. Adaptation d'après Mihajlo D. Mesarovic (1964).

Repris par Ronald D. Watts (1966, p.85), Geoffrey Broadbent (1973a, p.258),

Peter G. Rowe (1987, p.48) et Jean-Pierre Chupin (2010, p.248).

Behavioriste, L. Bruce Archer pense que pour mettre au point une méthode de conception, il ne s'agit pas de définir un *bon* projet. En effet, pour lui, "la nature logique de l'acte de conception est largement indépendante de la nature de la chose conçue" (Chupin 2010 ; Archer 1969) : une *bonne* méthode permet d'arriver plus efficacement à un résultat qu'une autre, sans présumer de la qualité de celui-ci. La conception est (re)présentée comme mécanisée et quantifiée. Par contre, sans prétendre que tout problème peut être résolu à partir d'une formule, Archer montre que l'intérêt de mettre au point une méthode de conception est de fournir un cadre conceptuel et opérationnel que les concepteurs peuvent adapter en fonction des différents problèmes à résoudre.

Souvent repris dans les livres, le modèle "opérationnel" de base de la conception architecturale proposé par Archer (1965 ; cf. Fig. 4.10, p.112) est organisé en trois phases principales réparties sur six étapes successives. D'abord, la phase "analytique" qui requiert une observation objective et un raisonnement inductif. Ensuite, la phase "créative", qui demande l'implication subjective du concepteur soutenue par un raisonnement déductif. Enfin, la phase "exécutive" également objective et inductive. Il suggère de simplifier le processus en ce qu'il appelle un "sandwich créatif" : la phase "créative" étant "prise en sandwich" entre deux bornes solides, objectivables et vérifiables : l'analyse initiale et l'exécution finale. Au cours de ce processus, se succèdent respectivement (1) la programmation, (2) la collecte des données, (3) l'analyse, (4) la synthèse, (5) le développement et (6) la communication.

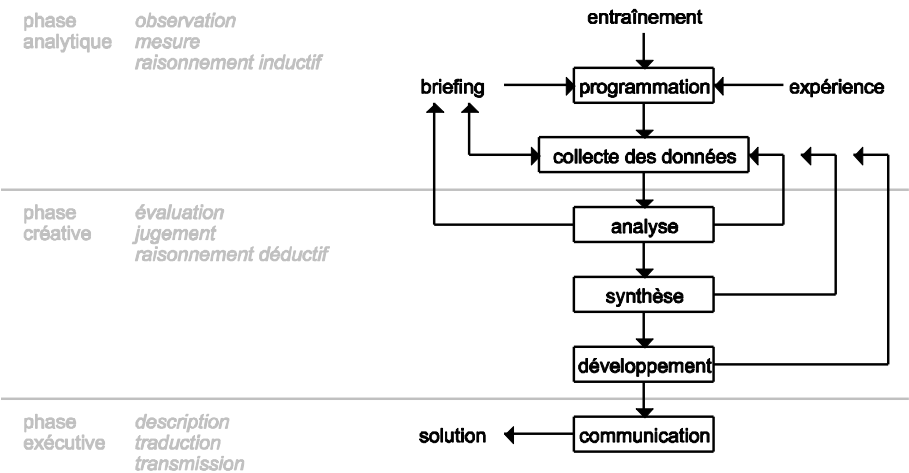


Fig. 4.10 – Modèle opérationnel de la conception architecturale.
Adaptation d'après L. Bruce Archer (1965, p.64).

Par la suite, L. Bruce Archer (1969) a étudié le processus de conception architecturale de manière analytique et très (ou trop) précise. Pour lui, la conception est "une activité de résolution de problèmes dirigée vers un but". Il tente de définir mathématiquement et qualitativement les différents niveaux logiques (niveaux de décision) qui rythment ce processus depuis la conception de l'idée jusqu'à la production de l'artefact. Avec la "transparence" logique de la science, il pense même pouvoir articuler les disciplines "intellectuelles" et "sensibles".

Bien que le chemin emprunté (le processus) importe peu du moment que la méthode mène efficacement à une solution (le résultat), il préfère modéliser la façon dont "on navigue en direction d'une destination choisie, plutôt que l'identité ou le mérite de la destination elle-même". Il prévient même que "le modèle systématique développé [...] est un moyen efficace de formuler la structure logique d'un problème, mais [que] cela ne permet pas d'établir ce que sera la solution". En effet, selon lui, un modèle qui cherche avant tout une efficacité opérationnelle, risque de perdre sa "cohérence logique" et sa "validité scientifique" (Chupin 2010). Les modèles permettent de structurer le problème, non de garantir la validité de la solution. Il partage la critique adressée par Christopher Alexander (1964) aux architectes "qui ont déjà, en tête, la solution". Il préfère les "procédures" qui permettent de confronter le "modèle logique" aux contingences du réel.

Le modèle du processus de conception architecturale détaillé présenté par L. Bruce Archer (1969) est bien un "programme de design" au sens informatique du terme : il est directement inspiré des concepts de la cybernétique. Il commence par (re)formuler les étapes principales du processus de conception architecturale (cf. Table 6, p.113) dont il formalise ensuite graphiquement le processus.

Au départ, le modèle graphique envisage le processus de conception comme un "dialogue entre le monde réel et le monde opérationnel" (cf. Fig. 4.11-1, p.114). Il

définit son "modèle opérationnel global" de la conception architecturale en combinant un/des "analogue(s)" (un dessin, un abaque, une formule mathématique...) et un/des "modèle(s) systématique(s)". Les analogues sont utilisés pour trouver une alternative à l'usage de prototypes, parce que ceux-ci sont plus économiques que ces derniers, qui correspondent à un objet qui se comporte totalement comme l'objet du monde réel qu'il est censé modéliser. La combinaison des "analogues" et des "modèles systématiques" est en relation avec le "monde réel". Ce dernier fournit, d'un côté, les "données" du problème auquel il faut trouver une "solution", de l'autre, des lois au "modèle systématique" qui produit de connaissances en retour. Des analogues graphiques, mathématiques ou physiques peuvent être employés pour prédire des effets ou donner des *inputs* (Archer 1969). Comme aucun analogue n'est parfait, il faut en utiliser différents pour différents systèmes. Ainsi, par exemple, un plan dessiné (analogue 1 : dessin) pourrait être utilisé pour déterminer la disposition des pièces dans un immeuble, des diagrammes de vecteurs (analogue 2 : mathématique) pour travailler sur la répartition des charges de structure, et un modèle de bloc (analogue 3) pour prédire l'apparence générale. Du point de vue des modèles systématiques, certains systèmes reçoivent des *inputs* à partir des *outputs* d'autres systèmes, des séquences peuvent alors apparaître. La (re)présentation graphique illustre un "motif" caractéristique des mouvements d'un concepteur entre le monde réel, sa conception structurée du problème à résoudre et les analogues qu'il a utilisé pour le résoudre.

Étapes du processus	Phases
1. convenir des objectifs	préparation d'un cahier des charges des performances du produit
2. évaluer des objectifs	
3. identifier des propriétés requises pour être exposées dans le résultat final	
4. déterminer les relations entre les différents états de la propriété et les différents degrés de réalisation de leurs objectifs respectifs	
5. établir les états de limiter les propriétés et donc le domaine de l'acceptabilité par les objectifs implicites	
6. identifier les variables de décision à la disposition du concepteur, et la portée des ressources telles que définies par leurs états limites et leurs interrelations	mise en place des ressources de la conception
7. élaborer un modèle des systèmes de but-décision, qui relie les variables de décision avec les propriétés et les propriétés avec les objectifs	
8. veiller à ce que l'interdépendance des propriétés constitue un domaine de faisabilité et que ce dernier se trouve au moins en partie dans le domaine de l'acceptable	développement de la conception de la/des solution(s)
9. proposer un ou plusieurs ensembles d'états pour les variables de décision, dans le cadre des ressources ; établir la performance prévue (c'est-à-dire, les ensembles des états résultants des propriétés), et veiller à ce qu'au moins un des résultats soit situé dans le domaine défini par l'étape 8 ci-dessus	
10. évaluer la qualité des résultats globaux prédits	évaluation de la/des conception(s)
11. choisir la solution optimale	
12. communiquer une description du processus de conception	

Table 6 – La nature du processus de conception. Adaptation d'après L. Bruce Archer (1969, p.93)

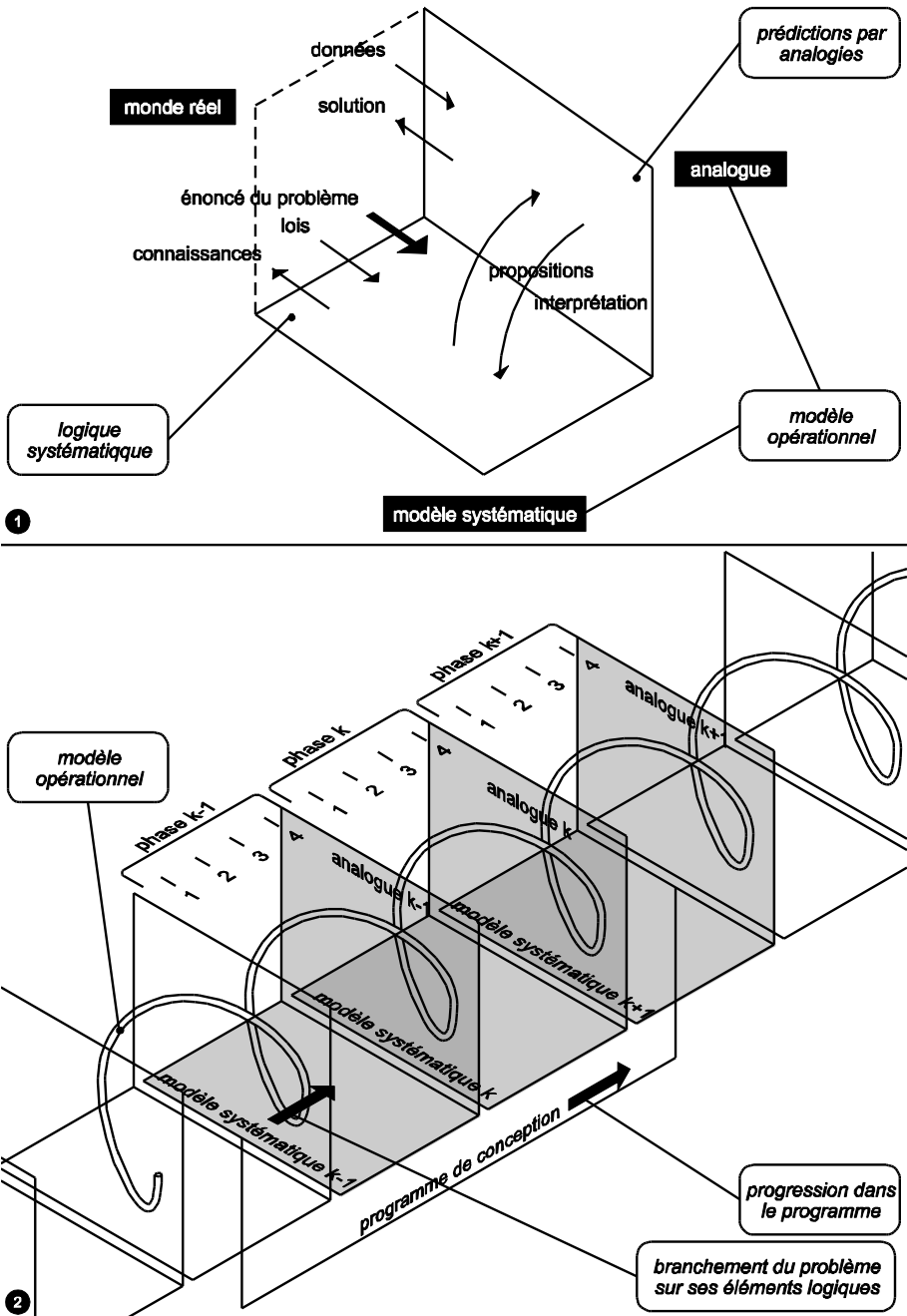


Fig. 4.11 – 1. Modèle opérationnel de la conception architecturale. 2. Modèle opérationnel de la conception architecturale. Adaptation d'après L. Bruce Archer (1969, p.94, p.96, p.99 et p.100).

L'ensemble du processus est modélisé selon trois dimensions complémentaires (cf. Fig. 4.11-2, p.114) :

1. la progression dans le projet et le temps indiqué par différents analogues (monde réel / analogues), les analogues rythmant le processus comme autant de plans ou de (sous-)problèmes à traverser ;
2. branchement du problème dans ses parties logiques (modèle systématique / programme de conception) indépendamment (hors) du temps ;
3. mouvement cyclique au travers des (sous-)problèmes dans le temps "humain" qui connecte les deux premiers : monde réel et modèle systématique ou analogues et programme de conception dans une "routine réitérative" (hélicoïdale).

Un dernier point intéressant dans la théorie d'Archer (1969) est sa définition graphique de l' "aire de solution" du problème à (co)concevoir. Selon lui, les solutions d'un problème peuvent être situées graphiquement dans une surface à l'intersection du "domaine de faisabilité" (respect des contraintes du réel) et du "plan d'acceptabilité" (respect de la logique systématique du modèle systématique) qui délimite l'aire à l'intérieur de laquelle une solution doit être choisie.

Le modèle de L. Bruce Archer est terriblement rigide et mécanique, mais il a marqué l'histoire des théories de la conception architecturale.

Dans *Design Methods, Seeds of Human Futures* (1970), J. Christopher Jones a réalisé un recensement – selon lui exhaustif – des méthodes de conception connues à l'époque. Face à la croissance du degré d'abstraction et à la diversité des méthodes élaborées dans les années 1960, il opère une sorte de bilan des méthodes. Il a une vision éthique de l'approche méthodologique : selon lui, les méthodes élaborées ont pour finalité d'éclairer pour tous les publics les processus de conception – connotés artistiquement – qui mettaient en péril "la pertinence sociale" des disciplines du "design", notamment la profession d'architecte. Pour Jones (1969), toutes ces méthodes pour "expliciter le processus de conception" sont des tentatives "pour rendre public" ce qui appartenait jusqu'à présent au domaine privé des designers.

Jones (1970) critique les méthodes traditionnelles (artisanat et conception par le dessin) qui semblent insuffisantes face à la complexité croissante du contexte. Les méthodes de conception de l'époque sont moins concernées par les produits que par le processus. Il critique également d'autres méthodes plus récentes qui tentent de révéler l' "essence" de l'acte de concevoir. Il pense que toutes s'intéressent davantage aux "ingrédients" de la conception, lesquels "diffèrent autant que les ingrédients dans un livre de recettes, si ce n'est plus", qu'aux résultats de celle-ci. Selon lui, il vaut mieux définir le processus à partir du résultat.

Dans *Design Methods* (1970), J. Christopher Jones présente une typologie des modèles théoriques de la (co)conception en les classant à partir des trois principales étapes qu'il distingue au sein d'un processus de (co)conception : (1) la "divergence" (déconstruction du programme), qui nécessite par exemple des méthodes d'exploration de la situation, (2) la "transformation" (saut créatif), qui requiert par exemple des méthodes d'exploration de la structure des problèmes et

(3) la "convergence" (réduction progressive des incertitudes), qui concerne par exemple les méthodes d'évaluation. Il recense déjà à l'époque trente-six types de méthodologies différentes.

Jones souligne aussi que, sous la pression de la modernité qui attend de l'architecte qu'il devienne plus scientifique, ce dernier n'est plus distingué des autres professions (financiers, fournisseurs, distributeurs, clients, politiciens, entrepreneurs...) parce qu'il fait un travail "créatif" : il doit participer à et se fondre dans la société parce que considérer que la conception dépend d'une mystérieuse capacité à dessiner et à prévoir les situations futures sous forme visuelle n'est plus tenable et parce que toutes les professions, créatives ou non, doivent maintenant planifier leurs activités sur une base industrielle faisant usage autant que possible de systèmes homme-machine.

Pour lui, le point commun de toutes les méthodes de conception est qu'elles essaient toutes d'externaliser le processus de conception. Leur intérêt est non seulement de pouvoir justifier le projet auprès des clients en lui montrant comment celui-ci est conçu, mais aussi de pouvoir échanger des informations avec d'autres concepteurs pour accroître les connaissances et l'expérience de chacun.

Il propose plusieurs modèles utiles à la conception architecturale. Comme L. Bruce Archer (1965), il reprend d'abord les principales séquences d'opérations à l'œuvre dans un processus de conception architecturale (cf. Table 7, p.116).

D'abord, il définit un graphique *inputs/outputs* (Jones 1970) de classement et de sélection des méthodes de conception de 1 à 6, dans lequel il suppose que la pertinence d'une méthode est jugée en comparant les *inputs* que le concepteur connaît déjà et les *outputs* qu'il aimerait trouver à partir de ceux-ci. Les concepteurs peuvent évidemment utiliser une ou plusieurs méthode(s) et passer d'une étape à l'autre.

Ingénierie	Architecture
1 faisabilité <i>trouver un ensemble de concepts possibles</i>	1. création 2. faisabilité 3. ébauches de propositions
2 conception préliminaire <i>sélectionner et développer le meilleur concept</i>	4. conception d'un projet
3 conception détaillée <i>réaliser une description "ingénieur" du concept</i>	5. conception des détails
4 planification <i>évaluer et modifier le concept afin de répondre aux exigences de la production, de la distribution, de la consommation et de la retraite de produit</i>	6. production d'informations 7. métrés 8. appel d'offres 9. planification du projet 10. opération sur place 11. achèvement 12. réaction

Table 7 – Les principales étapes d'un processus de conception d'après Morris Asimow (1962) et le Royal Institute of British Architectes (1965). Adaptation d'après J. Christopher Jones (1970, p.24)

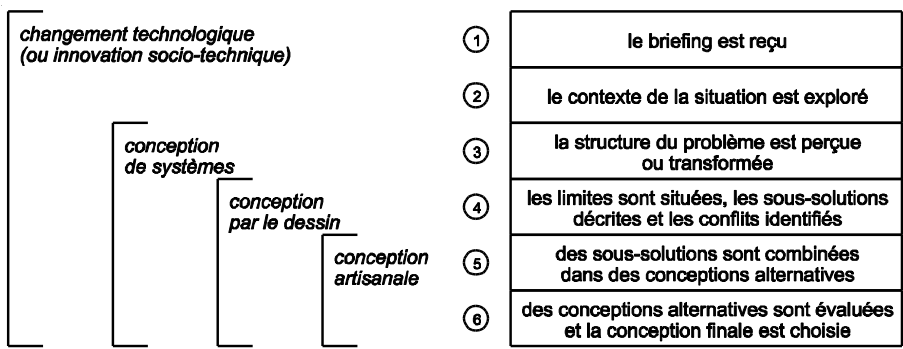


Fig. 4.12 – Classement des méthodes de conception architecturale.
Adaptation d'après J. Christopher Jones (1970, p.82).

Lié à une confiance dans le progrès informatique, le "besoin de rationalité" (Alexander 1964) réclamé par quelques architectes devient pour certains méthodologistes l' "urgence" de trouver une méthode logique face à l' "irresponsabilité" de l'architecte *traditionnel* qui utiliserait l'arbitraire et le flou artistique pour concevoir. Pour Christopher Alexander, les problèmes fonctionnels deviennent de moins en moins simples, mais les concepteurs admettent rarement leur "incapacité à les résoudre". Lorsqu'ils n'appréhendent pas assez clairement un problème pour trouver une solution, "ils se rabattent sur un agencement formel arbitrairement choisi". Le problème demeure alors non résolu à cause de la complexité qu'il présente. Cette critique était partagée par de nombreux méthodologistes de l'époque qui estimaient que les architectes, souvent dépassés par l'ampleur des problématiques envisagées, réutilisaient des solutions toutes faites, conventionnelles et rassurantes, plutôt que d'affronter réellement les problèmes.

Pour Christopher Alexander (1963), la conception est l'action consistant à trouver les bons composants physiques d'une structure physique. Il s'intéresse spécifiquement au processus de conception, c'est-à-dire "le processus conduisant à inventer des éléments physiques qui, en réponse à une fonction à assumer, proposent un nouvel ordre physique, une nouvelle organisation, une nouvelle forme" (Alexander 1964). Il travaille donc sur des outils (mathématiques) qui permettent de (re)présenter différemment les problèmes architecturaux, pour donner au concepteur les moyens d'assurer une correspondance entre le problème initial et la solution formelle. Il développe alors une méthode de "décomposition" diagrammatique du problème posé en (sous-)systèmes hiérarchisés. L'un des exemples les plus connus est sa décomposition d'un village indien (Alexander 1963 ; cf. Fig. 4.13, p.118).

Le livre le plus connu de Christopher Alexander, *Notes on the Synthesis of Form* (1964) est la première thèse de doctorat soutenue en *design methods* et l'une des premières tentatives de transcription sous la forme d'un calcul informatique des étapes et des opérations à l'œuvre lors du processus de conception qui vise l'architecture. Dans l'introduction de l'ouvrage – "le besoin de rationalité" – sont convoqués les concepts de "processus", d' "invention", de "formes nouvelles"...

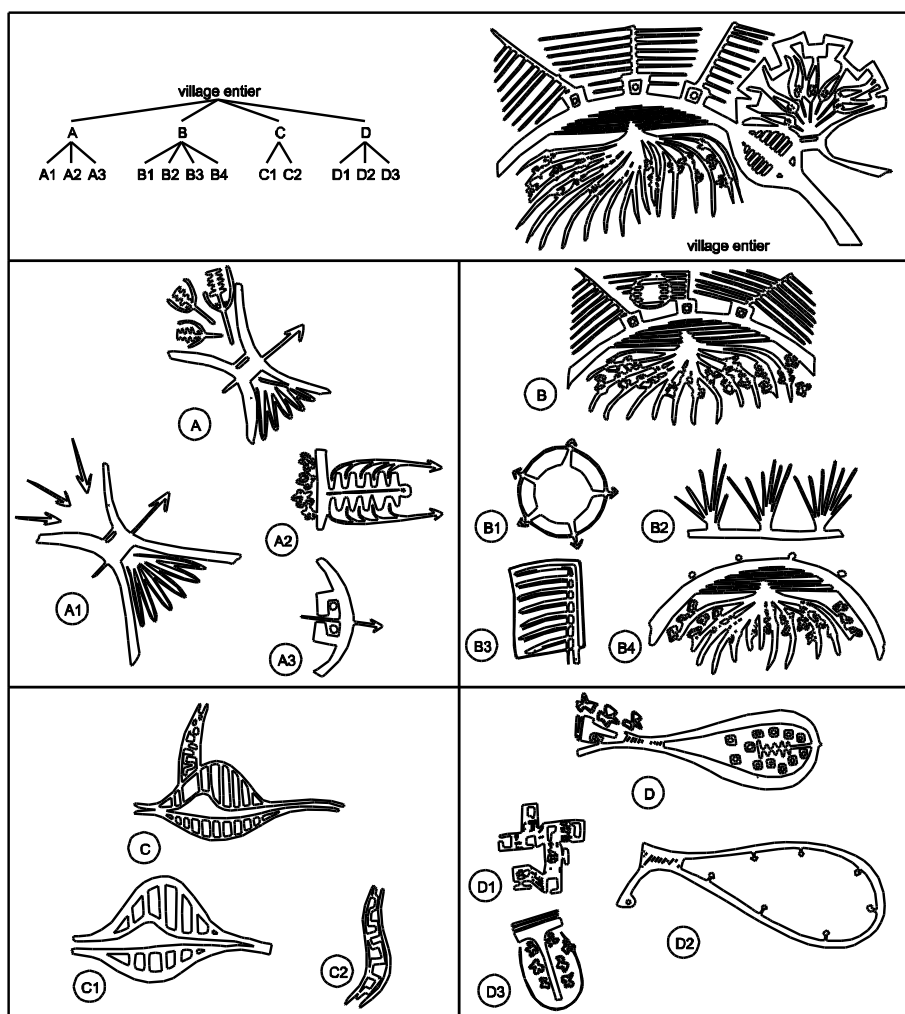


Fig. 4.13 – Décomposition d'un village indien. Adaptation d'après Christopher Alexander (1963, pp.33-56).

Christopher Alexander, Sara Ishikawa et Murray Silverstein (1977) ont développé à partir de la théorie des ensembles le "*Pattern Language*" (langage de motifs) dans lequel chaque "*pattern*" (motif) "décrit un problème qui se manifeste constamment dans notre environnement, et donc décrit le cœur de la solution à ce problème, d'une façon telle que l'on puisse réutiliser cette solution des millions de fois, sans jamais le faire deux fois de la même manière". Ils réalisent alors des recherches historiques en quête de situations archétypales, ou "*patterns*", qui relient un contexte, un problème et une solution. Un "*pattern*" est donc une configuration qui (re)lie une solution à un problème dans un contexte. Ainsi, un problème récurrent peut mobiliser chez le (co)concepteur une solution prédéfinie, ou "*pattern*", prête à

être adaptée à son contexte particulier. En valorisant le savoir savoir-faire d'experts, l'utilisation des "*patterns*" permet de scinder les problèmes de conception en petits motifs résolubles en appliquant la théorie de l'information.

Fortement influencé par la cybernétique, les théories de l'information et de la communication, le modèle théorique du chercheur anglais Gordon Best (1969) (cf. Fig. 4.14-1, p.120) (re)présente à peu de choses près le processus de la communication de base : émetteur → codage → canal → décodage → récepteur (Weaver 1949). Unique et irréversible, le processus de conception est, selon lui, soumis à un dispositif de "contrôle", construit à partir des systèmes de pensées, des théories de la conception et des conventions socioculturelles. Ce dispositif de régulation (re)lie les *inputs*, c'est-à-dire les "classes d'informations" qui décrivent la situation et le briefing, et les *outputs* qui décrivent la configuration physique, les dessins et les rapports nécessaires à la construction de l'édifice.

Le second diagramme de Gordon Best (1969) (cf. Fig. 4.14-2, p.120) montre une vision, typique de l'époque, dans laquelle le processus de conception est linéaire et semble inéluctable. La diversité des données initiales est réduite progressivement en une forme finale. Au départ, à l'étape de l'interprétation, des données de la situation initiale du projet d'architecture (de l'information non structurée) sont sélectionnées, (re)groupées et (re)liées en une série de réductions homomorphiques. Ces différentes réductions, élaborées à partir d'un langage commun, peuvent donc être comparées entre elles. Elles subissent ensuite une série de régulations qui mène à une réduction unique, au milieu d'autres morceaux de réductions résiduels. Enfin, à l'étape de la réalisation, la réduction choisie est transformée en solution du projet d'architecture. Les données initiales sont informes (un nuage de données), tandis que le résultat est une forme pure (dans ce cas-ci un cube).

Grâce au concept de conception, popularisé en architecture dans les années 1960, le projet d'architecture devient une forme de raisonnement, un processus et plus seulement un résultat. Mais malgré cette ouverture, Chupin (2010) rappelle que la doctrine guette toujours la théorie, et les "méthodes directives" et les "marches à suivre" fleurissent à toutes les époques. Le processus de conception est vu par les tenants de la première génération de méthodologistes comme une tentative d' "optimisation" qui mène à des solutions automatiques, de "*problem-solving*" (résolution de problème). Les modèles théoriques sont linéaires ou en cascade. La conception est devenue une branche particulière de la science parmi les "sciences de l'artificiel". La posture est neutre et objective, les modèles "descriptifs", le savoir factuel. Les critiques de ces méthodes élaborées par la première vague sont multiples (Bendeddouch 1998) :

1. l'étude est limitée au passage du "problème" à la "solution" ;
2. ce passage ne peut se faire qu'en décomposant analytiquement le problème en (sous-)problèmes, autant de (sous-)solutions partielles qui sont alors synthétisées en une solution unique et optimale, supposée la meilleure ;
3. seul le concepteur (ou son équipe) est pris en compte, le maître de l'ouvrage, les entreprises n'apparaissant pas ;

- 4. les méthodes restent abstraites et présentent des problèmes *parfaits* dans des contextes *parfaits* ;
- 5. aucun des méthodologistes observés n'accorde d'importance aux (re)présentations graphiques, en tant qu'instruments essentiels de la conception.

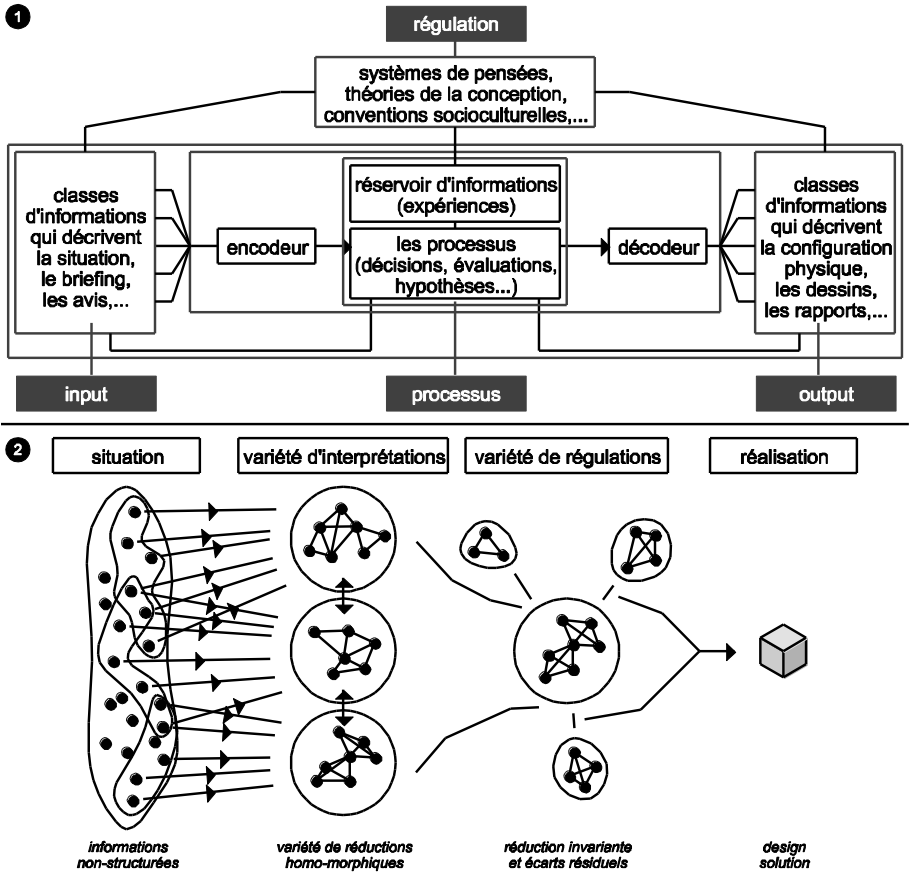


Fig. 4.14 – 1. Processus de conception. Adaptation d'après Gordon Best (1969, pp.147-165).
2. Processus de conception. Adaptation d'après Gordon Best (1969, p.162).

4.4 Le moment critique autour de Mai 68

Quelques événements ont une (grande) influence sur les modèles théoriques de la (co)conception à cette époque-là :

1. les méthodes de créativité critiquent les premières méthodologies de la conception parce qu'elles ne tiennent pas compte du facteur humain ;
2. le tournant amorcé par Mai 1968 modifie le climat socioculturel, les étudiants se révoltent dans les campus, ils poussent un nouvel humanisme libéral et ils rejettent en bloc les valeurs conservatrices ;
3. la "course à l'espace" entre l'Est et l'Ouest se termine en 1969, lorsque Neil A. Armstrong pose le premier pas sur la Lune ;
4. l'emblématique opération de logements sociaux de Pruitt-Igoe est démolie et Charles Jencks (1977) écrit que "l'architecture moderne est morte à Saint-Louis, Missouri, le 15 juillet 1972 à 3 h 32 de l'après-midi" ;
5. Robert Venturi écrit *Complexity and Contradiction in Architecture* (1966), ouvrage qui sera considéré comme marquant la naissance du postmodernisme, qui aspire à la complexité et à l'amusement ;
6. la "condition postmoderne" se développe parallèlement à l'incrédulité progressive à l'égard des métarécits (Lyotard 1979).

Après les années 1960, les méthodologistes prennent conscience que les modèles théoriques de la conception ne tiennent pas compte des problèmes psychologiques soulevés par les techniques de créativité. En effet, les méthodologies sont plus rigides et cartésiennes que systématiques ou appropriées. Elles souffrent donc des mêmes défauts que les théories de la créativité qu'elles critiquent, puisque les méthodes utilisées s'apparentent plutôt à de bonnes recettes pour concevoir. Les méthodes développées dans les années 1960 ont eu peu de réussites dans l'application pratique de la conception au quotidien.

Dans les années 1960, les techniques de créativité ont été développées parallèlement aux méthodologies et leurs résultats ont bousculé les méthodologistes de la première vague. Ces deux tendances sont en partie incompatibles, puisque les créativistes cherchent à *stimuler* la créativité, tandis que les méthodologistes cherchent à *simuler* les processus.

Le concept de créativité trouve sa source dans la comparaison entre, d'une part, les heuristiques du scientifique qui cherche de nouvelles lois ou phénomènes et, d'autre part, celles de l'artiste qui cherche de nouveaux agencements de dispositifs déjà connus ou de nouveaux dispositifs. De ce point de vue-là, le scientifique et l'artiste sont alors considérés tous les deux comme des créatifs. Mais pour Jean-Pierre Chupin (2010), le scientifique privilégie plutôt la méthode pour produire des connaissances, alors que l'artiste privilégie le média en visant la création d'un artefact ou d'une œuvre. Au-delà de la dualité art/science, c'est donc la tension entre la pratique et la théorie qui hante les années 1960. Le principal problème des théories de la créativité est qu'elles recherchent toujours des conditions psychologiques favorables pour utiliser les méthodes de créativité, sans pouvoir expliquer les mécanismes en jeu. Pour les méthodologistes, elles présentent donc un vide

théorique et ne permettent pas la modélisation des processus de découverte eux-mêmes.

Pour les méthodologistes, les techniques de créativité ont été considérées comme un obstacle au développement méthodologique sur la conception. Pourtant elles leur ont appris des choses sur les capacités créatives des concepteurs grâce aux penseurs les plus influents de ce courant, à savoir Alex F. Osborn (1942 ; 1953) qui est le premier à définir la technique du *brainstorming* dans *How to 'Think Up'* (1942), William J. J. Gordon (1961) qui invente la synectique et Edward de Bono (1973 ; 1999) qui invente la "pensée latérale".

La synectique est une méthode qui consiste en la mise sur pied de "séances d'invention" où le problème est présenté de manière générale – au point de cacher l'objet réel de la commande – de façon à ne pas interférer avec le processus créatif. Il s'agit pour Jean-Pierre Chupin (2010) "d'identifier des mécanismes existants à l'état de potentiel chez tous les individus pour les reconstruire artificiellement dans une mise en situation collective" en cherchant à faire "survenir l'intuition créatrice" devant le problème à résoudre. Pour William J.J. Gordon (1961), les solutions derrière des problèmes sont rationnelles, mais la façon d'y parvenir ne l'est pas. Trois résultats significatifs de la synectique peuvent être pointés :

1. le processus créatif est intelligible et analysable ;
2. les mécanismes créateurs sont indépendants des objets de la recherche ;
3. une correspondance existe entre le processus de création chez les individus et dans les groupes.

Selon Jean-Pierre Chupin (2010), deux postulats de la synectique se sont perpétués dans les méthodologies :

1. les phénomènes culturels de l'heuristique sont analogues dans les arts et les sciences et ils dépendent fondamentalement des mêmes processus psychiques ;
2. les processus de création sont analogues chez les individus et dans les groupes.

La méthode de la pensée latérale proposée par Edward de Bono (1973) repose sur la distinction entre "pensée verticale" et "pensée latérale". La "pensée verticale" est sélective et elle ne se déplace que si elle dispose d'une direction, tandis que la pensée latérale est "générationnelle" et elle se déplace de façon à "générer une direction". Le processus de conception est, selon lui, rythmé par des transformations verticales et latérales :

1. la transformation "verticale" : entre deux états le concepteur développe une même idée et propose à l'état d'arrivée l'idée légèrement plus détaillée qu'à l'état de départ. La pensée verticale, essentiellement hypothético-déductive, est apparentée à la logique scientifique, mais elle s'en différencie par la liaison du concepteur au contexte de la problématique observée. Cette pensée n'est utilisable que pour les problèmes qui peuvent être formulés de manière équivoque ;
2. la transformation "latérale" : le (co)concepteur passe d'une idée à une autre en les faisant évoluer parallèlement. La pensée latérale est utilisée dans le cas où les problèmes sont complexes. Les concepteurs *créatifs* utilisent des mé-

thodes opportunes (brainstorming, analogie...) pour faire des détours. La pensée latérale se propose comme une méthode pour diriger ces détours et accompagner le travail de création.

Au cours notamment du célèbre symposium *Design Methods in Architecture* (1967) de Portsmouth, les méthodologistes occupent deux postures antagonistes :

1. les existentialistes (anciennement marxistes) emmenés par Anthony Ward (1969) affirment que la conception, qualitative, doit être envisagée en fonction de l'être de l'homme et de son humanité ;
2. les behavioristes emmenés par L. Bruce Archer (1965 ; 1969) pensent que les modèles théoriques de la (co)conception, pour être scientifiques, doivent être (re)présentés de manière mécanisée et quantifiée.

Le symposium annonce déjà la fin de la première génération de méthodologistes.

Opposé au behaviorisme, Anthony Ward (1969) trouve que les méthodologies ont tendance à rationaliser le processus de conception et ne tiennent pas compte du côté éthique des questions, à savoir la "*rightness*" (justesse) ou la "*wrongness*" (inexactitude) dans l'environnement physique. Les méthodologies ne peuvent imposer des jugements éthiques. D'ailleurs le jugement éthique est rendu obscur à cause des techniques numériques. Le cycle classique des méthodes de conception – analyse, synthèse et évaluation – est imperméable aux jugements de valeur. Les modèles manquent souvent de l'expérience de l'utilisateur. Le comportement observé d'une personne, s'indigne Ward, ne peut être considéré comme une "abstraction manipulable" ou comme "un 'bit' dénué de sens", mais uniquement comme l'expression de la "personne totale". Pour lui, l' "expérience dans sa totalité ne peut jamais être capturée par les mécanismes linéaires utilisés à ce moment". Il critique l'absence de préoccupation humaine des méthodologies, ce qui est prémonitoire, puisque cette question reviendra au cœur des débats dans la décennie suivante. Il réclame une "résistance critique" (1993) puisque l'attitude "objective" de la (co)conception architecturale est selon lui responsable de la "situation sociale actuelle" jugée problématique.

Ces prises de positions et ces débats conduisent à une rupture. En 1967, J. Christopher Jones (1969) avait eu la lourde responsabilité de conclure le symposium historique de Portsmouth qui avait pour but de présenter un état des lieux des méthodes de conception en architecture de l'époque. Au cours de ce symposium, les deux postures théoriques adverses – celle de l'acte créatif (existentialisme) et celle du processus scientifique (behaviorisme) – étaient représentées. Il avait créé trois dessins caricaturaux, qui, outre ces deux postures, prophétisait une troisième voie possible qui annonçait les modèles *réflexifs* de la conception de Donald A. Schön (1983). Il réutilise d'ailleurs ces trois caricatures dans *Design Methods, Seeds of Human Futures* (1970) dans lequel il dresse un état de l'art exhaustif des modèles théoriques de la conception. Toutes les méthodes sont questionnées à partir de ces trois points de vue : celui de la "créativité", celui de la "rationalité" et celui du "contrôle du processus de conception". Chacun de ces points de vue est symbolisé par une des trois caricatures qu'il qualifie de "portraits cybernétiques" et qui (re)présente une sorte de typologie des concepteurs. À l'époque, Jones pense que

la troisième caricature montre la prochaine étape dans l'évolution des méthodes de conception. Voici ces trois postures spéculatives.

Première posture, celle du "concepteur-magicien", qui caricature les méthodes des créativistes, des obscurantistes, des vitalistes qui développent les *black box* de la première cybernétique. Ceux-ci pensent que le fonctionnement du cerveau ne peut être expliqué, sous peine de réductionnisme. Le "concepteur-magicien" *croit* au mystère de l'acte créatif pur et il refuse la rationalisation au profit d'une métaphysique du projet. Le concepteur est alors une *black box* dont il est impossible de décrire le fonctionnement qui reçoit des *inputs* et qui, après un mystérieux saut créatif, propose une solution unique : les *outputs*. C'est une vision poétique de tout ce qui sous-tend les actions d'un être doté d'un système nerveux. Non sans ironie, Jones écrit que pour le "concepteur-magicien", il est "rationnel" de croire que les actions du concepteur sont contrôlées "inconsciemment" et qu'il est "irrationnel" d'espérer expliquer la totalité du processus avec une explication "rationnelle". Le portrait du "*black box designer*" représente le "processus d'amorçage" et le critère de "créativité". Il concerne la problématique de l'invention, de l'heuristique et de tout ce qui met en jeu les processus de genèse. Jones (1969) explique qu' "en dépit de son caractère 'irrationnel' ", le point de vue sous-jacent à la notion de *black box* peut être exprimé clairement en termes "cybernétiques et physiologiques". De manière pragmatique, pour lui, tout concepteur humain est capable de produire des *outputs* dans lesquels il a confiance et qui fonctionnent, sans qu'il puisse dire comment il a obtenu de tels résultats. Un exemple de ceux qui défendent la boîte noire est l'architecte français Philippe Madec pour qui le projet reste un secret bien gardé, une chimie individuelle qui ne peut être transmise par un schéma. Il valorise une poétique vitaliste pour développer le côté artistique de l'architecture, il fait l'apologie de la pratique architecturale et de la "métaphysique du projet". Mais l'enfermement du projet dans les mystères de l'incertitude et l'inconscient court le risque de faire surgir un besoin de contrôle et de régulation, un méta-projet. Ainsi, avec le paysagiste français Michel Corajoud, Philippe Madec (1995) se pose la question de savoir s'il n'est pas vain "de chercher à maîtriser le développement projectuel" dont l'essence "échappe bien sûr au projecteur lui-même", mélange d'émotions personnelles simultanées et contradictoires, de surprises, de hasards et de rencontres. Finalement, "le résultat du projet ne provient-il pas d'interactions si nombreuses et si complexes qu'il est impossible de les appréhender" ? L'architecte français Christian Girard (1986) propose, lui, à partir du "concept nomade" un contrepoids à l'architecturologie et à tous les essais de modélisation de la conception avec son anti-théorie de la dérive, du nomadisme et de la transdisciplinarité qui rejette toute possibilité de théoriser le projet. Avec la *black box*, les méthodologistes n'expliquent pas le processus ; le concepteur produit un résultat satisfaisant sans trop savoir pourquoi : c'est le "mystère" de la conscience ou une étrange connexion symbolique. Les techniques de la créativité reposent sur l'activité inconsciente du système nerveux. La création y est un "saut de l'intuition" considéré volontairement comme irrationnel, qui doit être tenu secret pour les uns et qu'il faut explorer pour les autres. Le défaut de cette position réside dans l'occul-

tation de tous les efforts de recherche en neuro-psychanalyse. Accepter l'existence des boîtes noires, c'est occulter les recherches scientifiques ; nier l'existence des boîtes noires, c'est simplifier le problème de la conception en isolant artificiellement les recherches théoriques de la réalité. Jones classe de ce côté-là une minorité importante des théoriciens de la conception qui sont soutenus par les praticiens de l'architecture, entre autres Alex F. Osborn (1953), William J.J. Gordon (1961), Edward Matchett (1968), Geoffrey Broadbent (1966), ainsi que quelques méthodes : le brainstorming, la synectique...

Seconde posture, celle du "concepteur-ordinateur" qui caricature les rationalistes, les scientifiques, les mécanistes qui développent les *glass box*. Ils pensent que le fonctionnement du cerveau doit être détaillé à tout prix, sous peine de mysticisme. Ils *analysent* des chaînes causales, pour *décrire* des opérations mentales. Ils refusent de considérer le caractère opératoire des concepts (en pratique) au profit d'une nouvelle science de la complexité. Les *inputs* du problème sont connues de manière exhaustive et classées à l'aide de fiches ; le concepteur est représenté par une *glass box* dans laquelle le processus rationnel est complètement descriptible par un processus rationnel d'opérations (par exemple des boucles d'analyse, de synthèse, et d'évaluation), il produit alors un optimum, c'est-à-dire une solution optimale (les *outputs*) par rapport à d'autres solutions possibles. Les objectifs, les variables et les critères sont fixés à l'avance. L'analyse est terminée – ou au moins tentée – avant de penser une solution et l'évaluation est en grande partie linguistique et/ou logique (à l'opposé de l'expérience). Les stratégies sont fixées à l'avance ; elles sont plutôt séquentielles, mais elles peuvent être menées en parallèle, être conditionnelles ou boucler. Le portrait du "*glass box designer*" représente le "processus de formalisation" et le critère de "rationalité", il concerne la problématique de la représentation (figurale et discursive), tout ce qui met en jeu les processus de mise en forme, le passage du schème à la figure. Pour Jones (1969), "l'image du concepteur rationnel, ou systématique, est comparable à celle d'un ordinateur humain, une personne qui opère exclusivement à partir des données qui lui sont fournies et qui procède selon une séquence très planifiée d'étapes et de cycles d'analyse, de synthèse et d'évaluation jusqu'à ce qu'il reconnaisse la meilleure des solutions possibles". Les tenants de l'architecturologie proposent, par exemple le développement épistémologique, la rationalisation et la construction de l'architecture en tant que science. Philippe Boudon *et al.* (1994) identifient, par exemple, les opérations de la conception et la construction des modèles. Mais le nombre croissant des "échelles architecturologiques" peine à suivre la complexité des pratiques qu'elle entend rationaliser. "Dans son travail, l'architecte réunit ce que chacun des points de vue sépare. Ainsi faut-il plutôt envisager la conception comme un système complexe, pouvant être rendue intelligible par un travail de modélisation à priori, plutôt que comme l'addition de différents points de vue réducteurs dans une sorte de conjonction alchimique... la démarche architecturologique tente de rendre compte de la diversité des modalités de décision dans une cohérence globale (un modèle)". Que le processus de conception puisse être entièrement descriptible est assumé dans cette posture, mais les modèles propo-

sés sont tellement systématiques – et non pas systémiques – qu'ils semblent considérer le concepteur comme un homme ayant une connaissance exhaustive de ce qu'il fait et de pourquoi il le fait. Ces modèles sont tellement formalisés que les méthodes s'enlisent dans des détails mathématiques pour finir par perdre tout contact avec la réalité. Jones classe de ce côté-là une majorité importante des théoriciens de la conception qui sont souvent incompris par les praticiens de l'architecture, au premier rang desquels L. Bruce Archer (1965 ; 1696).

Troisième posture, celle de "concepteur-auto-organisé", caricature le concepteur qui s'interroge *réflexivement* sur le *contexte* d'apparition de la connaissance. Après avoir énoncé les deux premières postures, Jones présente le dilemme qui préoccupait tous les chercheurs à l'époque : accepter l'existence de la *black box* dans la situation du "concepteur-magicien" nie les efforts de recherche des méthodologues, tandis que nier leur existence revient à simplifier le phénomène de la conception. Ce dilemme mène à la proposition d'une troisième posture "moins familière". Cette posture permet au concepteur de trouver des raccourcis à travers un territoire inconnu, et reprend la valeur pratique d'une théorie de la conception. Par un "rapport critique à la solution", cette posture facilite aussi le travail collectif. Lorsque le (co)concepteur est considéré en tant que système auto-organisé, c'est concordant avec l'idée selon laquelle le processus de (co)conception serait qualifié de "pulsion fractale" par Alain Findeli & Hervé Christofol (1994). Le concepteur est conscient qu'il conçoit, il est capable de mettre en abyme son comportement pour le contrôler en fonction de son (auto)référentiel. Le concepteur est capable de mettre en perspective sa posture et le problème posé dans le champ de l'architecture. Le portrait du "concepteur-auto-organisé" (re)présente le "processus de validation" critique des pratiques réflexives et l'analyse rétrospective d'un concepteur (auto)réflexif (Schön 1983) en prenant déjà en compte le travail collectif et le rapport critique à la solution. C'est la possibilité d'avoir un regard presque *éthique* sur le processus de conception.

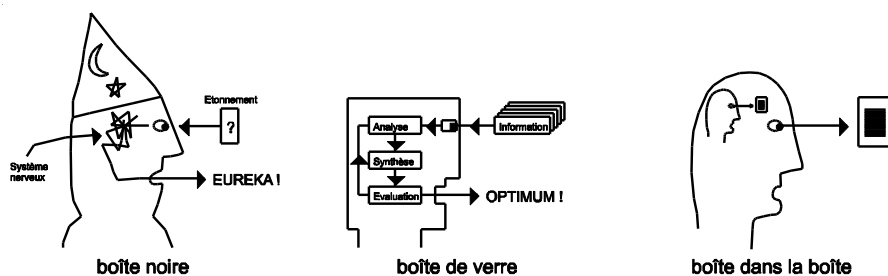


Fig. 4.15 – "Designer as a magician", "Designer as a computer" et "Designer as a self-organizing system".
Adaptation d'après les caricatures de J. Christopher Jones (1969, pp.193-197).



Fig. 4.16 – Trialogique des boîtes et place de l'architecture dans les sciences.

Ces trois "portraits" sont évidemment des découpages théoriques qui caricaturent des positions théoriques caricaturales. Dans la réalité, ce découpage n'est pas net et dépend de la structure du réel augmenté du (co)concepteur qui initie un processus de (co)conception., Jones estime que si le problème à résoudre est simple, et donc "décomposable" analytiquement, le point de vue "rationnel" (*glass box*) est efficace, mais que si le problème est compliqué (le champ des solutions possibles est trop vaste et qu'il est impossible de les tester toutes) ou "indécomposable", des méthodes plus puissantes sont nécessaires et la posture du (co)concepteur (auto)réflexif se révèle alors très utile. Dans le cas de problèmes complexes, l'intuition seule (*black box*) est inopérante, l'utilisation d'un super-ordinateur qui cherche systématiquement toutes les solutions (*glass box*) est impayable, le recours à un méta-langage (le concepteur (auto)réflexif) est alors utilisé.

Selon Jean-Pierre Chupin (2010), les modèles de la conception sont plutôt *descriptifs* en architecture et insistent sur des cycles cognitifs, alors qu'ils sont plutôt *prescriptifs* en ingénierie et insistent sur des séquences d'étapes obligatoires. Selon la troisième voie ouverte par Jones, le modèle théorique de la (co)conception qu'il définit est résolument "hybride", à la rencontre de l'art et de la science. En effet, la voie réflexive, permet de relier savoir *faire* et savoir *penser*, pour dépasser certains dualismes récurrents (*black box* / *glass box*, art/science, incertitude/contrôle, holisme/réductionnisme, nature/culture...), qui ont occupé le domaine de l'architecture et occulté d'autres questions plus fondamentales. En fonction de sa personnalité, un concepteur peut avoir tendance à valoriser plutôt le côté *descriptif*, ou plutôt le côté *prescriptif*, voire même le côté *spéculatif*. Il n'y a pas de jugement de valeur de la part de Jones : l'hybridation du modèle de la conception ne se fait pas au détriment de l'une ou de l'autre des options.

Pour éviter aussi bien les écueils du pur mysticisme (*black box*) que ceux de la rationalité à tout prix (*glass box*), l'architecte doit aujourd'hui dépasser les clivages décrits précédemment et prendre en compte la complexité inhérente au réel augmenté R^+ . Il doit mettre en œuvre des méthodes de construction de la pensée "hybrides" qui soient à la fois "systémiques" et "analytiques" pour penser efficacement dans l'action avec lucidité (le savoir *faire*), en pleine conscience de l'interdépendance des phénomènes (le savoir *penser*). Les trois portraits de Jones représentent les trois formes principales de raisonnement : le "concepteur-

ordinateur" (*glass box*) utilise le raisonnement hypothético-déductif, le "concepteur-magicien" (*black box*) valorise le raisonnement empirico-inductif, le "concepteur-auto-organisé" alimente les boucles du raisonnement réductif. Un parallèle est possible entre les trois postures caricaturées par Jones et les trois situations de conception proposées par Alexander (1964) : le "concepteur-magicien" se situe dans une "civilisation naturelle", le "concepteur-ordinateur" se trouve en "situation consciente", tandis que le "concepteur-auto-organisé" se place en "situation réflexive". Selon Jean-Pierre Chupin (2010), la tripartite de Jones permet également de symboliser trois moments de l'histoire des méthodes de conception en architecture : (1) le "concepteur-magicien" questionne les pré-conceptions, la création, les heuristiques et "ce qui met en jeu les processus de genèse des idées" ; (2) le "concepteur-ordinateur" questionne la représentation (figurale et discursive) et le déploiement des processus de mise en forme ; (3) le "concepteur-auto-organisé" questionne finalement le "processus de validation-critique (ou d'analyse rétrospective et réflexive) et d'auto-organisation ou encore d'auto-apprentissage". Pour Chupin, l'ensemble est "potentiellement homothétique dans la mesure où l'on imagine, sans peine, qu'à l'intérieur même d'une phase de générativité, il existe des processus d'amorçage, de formalisation et de réflexivité".

Les prises de position pour ou contre les méthodologies auront été régulières au cours du xx^e siècle. Le développement scientifique (très) rapide des années 1960 a mené à la théorisation, mais aussi aux dangers du discours doctrinaire qui va de pair avec les "méthodes à suivre". À la fin des années 1960, les modèles des premiers méthodologistes sont attaqués par les principaux pionniers de cette tendance lorsque ces derniers perdent toutes leurs illusions. Influencé par les écrits du compositeur américain John M. Cage sur le hasard, Jones (1977) attaque le premier. Avec une certaine amertume, il réagit contre les méthodes de conception, parce qu'il "n'aime pas le langage machine, le behaviorisme [et] la tentative continue de fixer l'ensemble de la vie dans un cadre logique". Il préfère (ré)introduire l'intuition, la chance et l'accident. En proposant une troisième voie – celle du (co)concepteur en tant que système (auto)organisé – il remplace d'ailleurs les trois phases habituelles d'analyse, de synthèse et d'évaluation par celles de "divergence" (déconstruction du programme), de "transformation" (saut créatif) et de "convergence" (réduction progressive des incertitudes). Les caricatures qu'il montre ne (re)présentent toujours qu'un concepteur unique, la co-conception n'étant pas vraiment envisagée par Jones. Bien que leur but initial – proposer une démarche scientifique – reste d'actualité, Alexander (1971) critique les méthodologies parce qu'elles n'ont pas permis de produire une meilleure (co)conception des projets. Selon lui, les chercheurs ont perdu de vue l'objectif principal de l'acte de concevoir, à savoir faire de meilleurs bâtiments. Les méthodologies sont trop abstraites, il est temps de revenir sur le terrain. Il y a, selon Alexander, "si peu d'utile sur la façon de concevoir des bâtiments" dans les méthodes de conception, qu'il va jusqu'à écrire : "oubliez cela, oubliez toutes ces choses"!

4.5 Seconde vague : le concepteur pédagogue (années 1970)

Après les critiques de J. Christopher Jones et de Christopher Alexander, d'autres chercheurs continuent à étudier le processus de conception en se démarquant des modèles des années 1960. Au cours d'une interview, le mathématicien et théoricien allemand Horst W.J. Rittel (1972) parle de l'émergence d'une *seconde* génération de méthodologistes. Quelques éléments nouveaux sont intégrés aux modèles de la conception par les tenants de cette seconde vague. Les chercheurs se rencontrent autour du concept de "conception" tel que l'a mis en valeur Herbert A. Simon. Durant cette période, les recherches sur la conception architecturale deviennent similaires en Europe et aux Etats-Unis sous le vocable de "*design methods*". Les architectes travaillent avec des chercheurs d'autres disciplines pour améliorer les procédures de conception (analystes de systèmes, ingénieurs, spécialistes de la recherche opérationnelle...). Les chercheurs sont influencés par les recherches de Simon qui a mis en place une polarité métaphorique entre "problème" et "résolution". Dans le sillage des travaux de Simon, la décennie est marquée par la relation dialogique entre problème et solution. Ce passage du "design" à la "conception" est parallèle à l'avènement progressif des sciences cognitives : la conception n'est plus une simple disposition créative, mais une opération mentale. La procédure en trois phases (analyse/synthèse/évaluation) est remise en cause. Les modèles de la conception développés essaient d'en comprendre le processus et non plus uniquement de "contrôler" ce dernier comme le préconisaient au départ les cybernéticiens.

En utilisant (trop) hâtivement les acquis de l'ingénierie, de l'informatique, de la gestion ou de la recherche opérationnelle, les premiers méthodologistes en avaient oublié la dimension sociale des projets d'architecture. Au lendemain des bouleversements sociaux de Mai 68, les chercheurs veulent régler les problèmes de la conception en faisant participer les usagers. Les facteurs humains et les valeurs sociales sont intégrés dans l'étude du processus de conception architecturale, c'est l'âge d'or du participationnisme, situation de conception dans laquelle sont convoqués les différents intervenants du processus. Le concepteur n'est plus un démiurge isolé, il joue à cette époque le rôle d'accompagnateur, d'intermédiaire et de pédagogue qui accompagne et montre aux autres comment planifier par eux-mêmes. Le concepteur se considère comme un *acteur responsable* qui laisse *accoucher* le processus spontané du processus de conception.

Après le crash boursier de 1973, une attention plus grande est portée aux problèmes sociaux et aux énergies alternatives. Face à l'échec relatif des méthodes systématiques, les chercheurs se recentrent sur la nature intrinsèque de la conception et ils mènent des études empiriques par l'analyse de cas réels, par des interviews et des enquêtes. Sous l'influence de la psychologie sociale, des études sont menées pour éviter le manque de correspondance entre les méthodologies théoriques et les activités des praticiens sur le terrain. Celles-ci portent sur l'observation du travail de conception des architectes et des expériences en laboratoire sont organisées. Mais les concepteurs observés restent dans des situations artifi-

cielles et les théories s'intéressent toujours au concepteur isolé en évacuant les facteurs et les acteurs extérieurs qui constituent le contexte de conception. Pour éviter cela, certains chercheurs proposent d'autres méthodes, telle que l'"interview libre" au cours duquel on demande à un architecte d'explicitier la démarche qu'il a suivie pour établir une solution dessinée à partir d'un problème donné. C'est la voie suivie notamment par Jane Darke (1979) à la fin de la décennie.

Les chercheurs s'interrogent également sur les spécificités des problèmes de conception architecturale, pour les différencier de ceux des sciences. Ils s'intéressent à l'apparente complexité des problèmes de conception architecturale, laquelle viendrait de ce que les problèmes à résoudre sont, selon le chercheur américain Walter Reitman (1964 ; 1965), des "*ill-defined problems*" (problèmes mal définis). Allen Newell (1969) a ensuite mis en valeur les problèmes de structure pouvant apparaître dans les méthodes de résolution de problèmes, ce qui a permis à Simon (1973) de définir le concept de "*ill-structured problems*" (ISP) (problèmes mal structurés) en opposition aux "*well-structured problems*" (WSP) (problèmes bien structurés) des sciences. Il met en évidence que la majorité des problèmes de conception sont des problèmes "mal structurés" (ISP), qui ne deviennent "bien structurés" (WSP) qu'après avoir été étudiés et transformés. Aucun problème n'échapperait en théorie, pour lui, à une structuration possible à condition de pouvoir le "représenter autrement". Un problème est "mal structuré" si :

1. aucun critère connu n'est disponible pour valider la solution proposée ;
2. aucun "espace-problème" n'est capable de contenir à la fois un état initial et tous les états intermédiaires du problème ;
3. aucun "espace-problème" ne peut contenir toutes les connaissances nécessaires au (co)concepteur pour le résoudre ;
4. il est impossible de prédire totalement comment le nouveau produit va "changer le monde".

Avec l'urbaniste et théoricien américain Melvin M. Webber, Horst W.J. Rittel (1973) pense à la même époque que la plupart des problèmes concernant la conception architecturale sont des "*wicked problems*" (problèmes malicieux) qui ne peuvent pas être étudiés avec pertinence à l'aide de techniques scientifiques habituelles et qu'il s'agit donc d'"apprivoiser". Pour eux, ces problèmes forment une classe et concernent des systèmes sociaux mal formulés, où l'information est source de confusion, où les intervenants sont nombreux et où les décideurs doivent jouer avec des valeurs contradictoires et où les ramifications dans l'ensemble du système sont tout à fait déroutantes. Chaque "problème malicieux" est unique, assume un degré d'indétermination et fait appel à une solution spécifique. Plus tard, Richard Buchanan (1992) montre que Rittel a distingué au moins dix caractéristiques pour identifier les "problèmes malicieux" :

1. les "problèmes malicieux" n'ont pas de formulation définitive, mais chaque formulation correspond à la formulation d'une solution ;
2. les "problèmes malicieux" n'ont pas de règles fixes/fixées ;
3. les solutions aux "problèmes malicieux" ne peuvent être vraies ou fausses, elles peuvent seulement être bonnes ou mauvaises ;

4. pour les résoudre, aucune liste exhaustive des opérations admissibles n'existe ;
5. pour chaque "problème malicieux", il existe toujours plus d'une explication possible. Ces explications sont fonction de l' "idéologie" du concepteur ;
6. chaque "problème malicieux" est un symptôme d'un autre problème à un "niveau supérieur" ;
7. aucune formulation de solution d'un "problème malicieux" n'est définitive ;
8. la résolution d'un "problème malicieux" est une opération "*one shot*", sans possibilité d'essais et d'erreurs ;
9. chaque "problème malicieux" est unique ;
10. les "résolveurs" de "problème malicieux" n'ont pas le droit de se tromper, ils sont entièrement responsables de leurs actes.

Le chercheur en éducation américain James G. Greeno (1978) montre que la distinction entre problèmes "bien définis" et "mal définis" définie par le chercheur en psychologie américain Walter R. Reitman (1964) est terriblement floue, le concepteur cherchant parfois à résoudre les problèmes "mal définis" en les transformant en problèmes "bien définis". Il décide alors d'affiner cette distinction puisque selon lui trois catégories de problèmes existeraient en réalité :

1. les "problèmes de transformation" nécessitent la découverte d'une succession d'opérations qui transforment un état initial (situation-problème) en un état final (solution). L'habileté cognitive principale est alors l' "analyse moyen-fin" qui consiste à détecter la différence entre l'état désiré et l'état actuel du problème et à mettre en œuvre une action qui va réduire cette différence (Newell & Simon 1972). Le nombre d'états du problème est l' "espace-problème" (espace de recherche construit par l'interprétation que le concepteur se fait de la tâche à accomplir), tandis que l' "espace de la tâche" correspond à la démarche logique à entreprendre pour atteindre le but en fonction de l'état initial et des opérateurs, c'est-à-dire les moyens à utiliser pour relier les états intermédiaires entre eux jusqu'à l'état final. L'état final ne peut dès lors être atteint que si le concepteur est capable de faire coïncider l'espace-problème avec l'espace de la tâche, en adoptant pour résoudre celui-ci, d'autres contraintes que celles contenues dans la consigne. L'exemple classique de ce type de problème est la Tour de Hanoï (cf. Fig. 4.17-1, p.132) au cours duquel le joueur doit déplacer des disques de diamètres différents d'une tour de départ à une tour d'arrivée en passant par une tour intermédiaire en un minimum de coups (un seul disque à la fois peut être déplacé et un disque ne peut être posé que sur un disque plus grand ou sur un emplacement vide) ;
2. les "problèmes de configuration" nécessitent l'arrangement de certains éléments selon un critère préalablement défini pour arriver à une configuration qui donne un sens à chacun des éléments. L'habileté cognitive principale développée par le concepteur est alors la "recherche constructive" qui est "le développement systématique d'une manière d'examiner les différentes combinaisons d'éléments à réarranger jusqu'à ce que soit trouvée une solution" (Lemaire 1999). L'exemple classique est la partie de Scrabble (cf. Fig. 4.17-2,

p.132) au cours de laquelle le joueur a devant lui un ensemble de lettres à partir desquelles il doit former un mot ;

3. les "problèmes d'induction de structure" supposent que le concepteur extrait/induit une structure commune entre les informations qu'il possède à propos d'un problème déjà résolu et d'un problème à résoudre. Ces problèmes dits "analogues" nécessitent la mise au jour de leur structure pour faire émerger de nouvelles connaissances. De manière générale, le concepteur, face à quatre éléments, doit déterminer si ceux-ci peuvent être mis en relation de manière à satisfaire l'équation $A \text{ est à } B \text{ ce que } C \text{ est à } D$. En général, les changements de structure viennent de la sélection de données pertinentes à partir d'informations qui ne sont pas immédiatement disponibles, de la combinaison d'éléments qui n'ont à première vue aucun lien entre eux ou encore, de la comparaison entre des données qui ont déjà été utilisées et d'autres qui ne l'ont pas encore été. L'exemple classique est la partie de *Master Mind* (cf. Fig. 4.17-3, p.132) au cours de laquelle un joueur doit deviner la couleur et la position de quatre pions cachés en début de manche par son adversaire.

Dans le cas de la (co)conception architecturale, la distinction de James G. Greeno (1978) met, certes, en lumière quelques grandes catégories de problèmes. Toutefois créer des typologies ne permet pas de comprendre pour autant comment le concepteur résout les problèmes. De plus, certaines habiletés cognitives ne sont pas spécifiques à certains types de problèmes, alors que d'autres le sont. La question devient alors : quels types de stratégies le concepteur utilise-t-il pour résoudre un problème ? Les travaux d'Herbert A. Simon ont notamment permis de tenter des réponses à cette question en envisageant l'approche de la cognition humaine en termes de traitement de l'information.

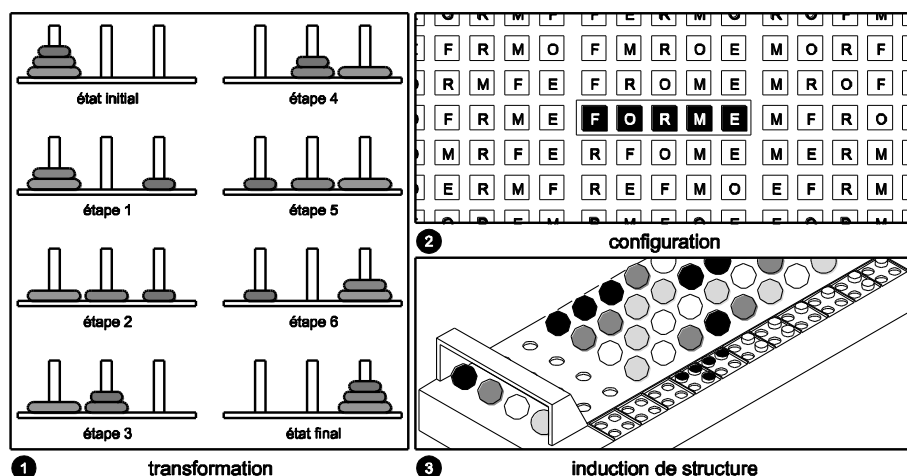


Fig. 4.17 – 1. La Tour d'Hanoï (problème de transformation). 2. Le jeu de Scrabble (problème de configuration). 3. Le jeu de Master Mind (problème d'induction de structure).

Très connu depuis la publication de sa thèse, *Les sciences de l'artificiel* (1969), Herbert A. Simon influence encore aujourd'hui le domaine de la conception. Ses différents travaux caractérisent le processus de conception de manière inter-disciplinaire comme la "résolution d'un problème". La conception devient une activité centrale lorsqu'il affirme que, quel que soit le domaine de connaissances mobilisé, les mêmes caractéristiques principales de la conception peuvent être distinguées dans tous les champs de recherche. En effet, différentes disciplines (l'ingénierie, l'architecture, la peinture...) utilisent la conception non pas pour le "nécessaire", mais par le "contingent". La "conception" n'a aucun intérêt pour "la façon dont les choses sont", mais pour "la façon dont elles pourraient être". Toute personne intervenant dans un processus de conception peut également être considérée comme (co)concepteur puisque, selon lui, "quiconque imagine quelques dispositions visant à changer une situation existante en une situation préférée est concepteur".

Influencé par les pragmatistes comme John Dewey ou Charles Sanders Pierce, Simon pense que la conception est une activité double, à la fois "cognitive" et "créative". Il n'utilise pas le mot *créativité* de la même manière que quand il l'est par les théories de la créativité : pour lui, la créativité est "un rationalisme capable de considérer le contingent non comme une dimension indéterminable, mais comme une donnée, provisoirement indéterminée, dans l'immédiat de la situation" (Chupin 2010).

La théorie développée par Simon (1957) pour prendre des décisions dans le domaine de l'économie remet en question l'omniscience du concepteur rationnel en vertu du principe de "*bounded rationality*" (rationalité bornée). Si, en effet, le contexte ne s'y prête pas, le concepteur ne dispose pas de tous les éléments lui permettant de faire les meilleurs choix : sa rationalité est donc "limitée". Ce principe montre la complexité des situations de choix relativement aux capacités de traitement de l'information du décideur. Les limites de la connaissance sont en partie (auto)référentielle et le recours à des explications sur le caractère transcendant de l'essence des choses (qui nous est bien entendu inaccessible) est évitable. Le concepteur n'est pas pour autant un imbécile : seulement, sa capacité "bornée" à résoudre des problèmes associée à la complexité de l'environnement rend difficile sa prise de décision. La rationalité/cognition pure n'existe pas puisque celle-ci est toujours "située" par rapport à l'environnement dans lequel elle s'exerce. Bien que considéré comme optimisateur, le modèle de la "rationalité limitée" élude la question de l'intuition, des émotions et de l'invention dans la prise de décision rationnelle. C'est pourquoi Herbert A. Simon (1983) proposera plus tard que la "rationalité limitée" contienne une facette "intuitive". L'intuition est la capacité que l'on a à identifier une configuration de choix déjà rencontrée par le passé et à retrouver dans sa mémoire des éléments que l'on a appris à son sujet. L'intuition ou la reconnaissance sur la base de l'expérience acquise est donc un guide de l'activité de recherche.

Simon en viendra à distinguer deux types de rationalité (1976 ; 1982), la "rationalité substantive" qui émerge de l'(auto)référentiel – à la fois logique et affecté – du

concepteur et la "rationalité procédurale" qui émerge des interactions entre celui-ci et l'environnement. La "rationalité substantive" est un comportement de résolution de problème selon lequel le concepteur peut efficacement résoudre les problèmes simples lorsqu'il a une connaissance à priori, des données complètes du problème à résoudre et des objectifs initiaux, ce qui lui permet d'élaborer un modèle préalable. Un comportement est donc substantiellement rationnel s'il est approprié à un objectif donné et à un système de contraintes et qu'il permet d'atteindre les buts donnés à l'intérieur des limites imposées par les conditions et les contraintes données. La "rationalité procédurale", elle, est un comportement cognitif et adaptatif de résolution de problème qui permet au concepteur de réajuster progressivement sa compréhension du problème face au caractère changeant de la situation pendant la résolution de ce dernier. La "rationalité procédurale" est donc "*bounded*" (limitée) en fonction des limites cognitives du concepteur, mais, bien utilisée, elle permet de résoudre des problèmes complexes.

En raison de la "rationalité limitée" qui les affecte, les concepteurs, bien que rationnels dans les choix qu'ils effectuent, prennent, selon Simon (1959), des décisions "satisfaisantes", mais "non-optimales". Les concepteurs (re)cherchent une solution et, s'ils ne la trouvent pas, ils réduisent leurs exigences pour en trouver une autre plus accessible. À partir d'études empiriques, Simon (1959) critique les modèles rationnels des premiers méthodologistes qui augmentent le nombre et la difficulté des calculs à effectuer par le concepteur pour déterminer une solution "optimale", alors que sur le terrain les praticiens peuvent réduire le nombre d'opérations à effectuer de manière intuitive. Si dans ces modèles systématiques toutes les alternatives doivent être évaluées avant le choix, les modèles procéduraux incluent une procédure d'évaluation séquentielle des alternatives au fur et à mesure de leurs découvertes. La solution "*satisficing*" (satisfaisant et suffisant) est obtenue par une succession de doubles phases d'évaluation et de choix, alors que l'"optimisation" est obtenue par la séparation des moments d'évaluation et de choix. La solution est toujours "*satisficing*" (satisfaisante) et donc "sous-optimale".

Simon (1947) propose le modèle "Intelligence – Modélisation (ou conception) – Choix" (IMC). Il modélise le processus de conception en trois phases dans la plus pure tradition du modèle (analyse/synthèse/évaluation) des premiers méthodologistes :

1. la "phase d'intelligence" (ou de prise d'informations) consiste en la construction d'un "espace-problème". Cet espace contient des structures symboliques qui permettent de (re)présenter : l'état de la connaissance sur le travail à réaliser, l'état des informations disponibles, les buts recherchés. Exercer son intelligence, c'est donc extraire du contexte toutes les informations pertinentes qui permettent de le (re)présenter, lui, le problème à résoudre et la solution à atteindre ;
2. la "phase de conception de solutions" (ou de représentation) est l'élaboration de stratégies d'action pour résoudre le problème. Pour la construction d'un champ des possibles, Simon distingue deux cas de figure : (a) le cas où les actions possibles sont prédéfinies (problèmes simples) et (b) le cas où les actions

possibles doivent être imaginées (problèmes mal connus). Le concepteur utilise des "heuristiques" pour modifier la (re)présentation symbolique du problème pour pouvoir le résoudre (tâtonnements essais/erreurs, progression action-but...). L'exploration n'est pas faite au hasard : elle est guidée par des informations extraites de l' "espace-problème" ;

3. la "phase de sélection" (ou choix la solution la plus satisfaisante) est la valorisation d'une solution entre les différentes réponses possibles. Lors de cette phase, le concepteur peut : (a) décider d'une action à mener : dans ce cas la solution est acceptée et elle correspond généralement à la première solution, jugée satisfaisante; rencontrée lors du processus d'exploration ; (b) décider de s'informer à nouveau : si les critères d'exploration ne sont pas assez discriminants ou que les différentes solutions ne lui conviennent pas ; (c) décider de se (re)finaliser, si les informations acquises l'amènent à considérer que ses finalités ne sont plus adaptées à la situation ;

Une quatrième phase d'exécution et de contrôle revient à vérifier si cette action est réalisable et si les résultats obtenus correspondent aux attentes.

Certains considèrent que la méthode d'Herbert A. Simon est trop systématique et ne permet pas de traduire le côté opportuniste de la conception ; que trois phases linéaires ne suffisent pas et la décomposition systématique du problème est surévaluée ; que la (co)conception avec d'autres ou avec l'environnement est absente.

Avec Allen Newell et John C. Shaw, Herbert A. Simon (1957 ; 1959) développe le "*General Problem Solver*". La théorie GPS de résolution de problèmes est censée être universelle, elle doit permettre de résoudre aussi bien des preuves de théorèmes que des problèmes mathématiques, des parties d'échecs... ou des projets d'architecture. Ce programme informatique est basé sur des heuristiques (informations de départ pour démarrer le processus) et sur la logique tirée des théorèmes de Russell et Whitehead (1910-13). Il s'agit d'une théorie computationnelle qui utilise la "méthode des protocoles verbaux". L'homme est alors considéré comme un système de traitement de symboles. L'approche consiste simplement à demander aux sujets observés en cours de conception de verbaliser tout ce à quoi ils pensent pendant qu'ils cherchent la solution au problème. Ils réalisent même des tests sur leurs collègues en leur demandant de résoudre des problèmes, pour découvrir les "heuristiques" à utiliser dans leur modèle. Les expériences fournissent un *corpus* de données utilisables par les psychologues qui cherchent à comprendre les processus cognitifs intervenant dans la formulation de problèmes et la conception de solutions. La théorie GPS, suffisamment générale pour pouvoir s'appliquer à différents types de problèmes à résoudre, décrit une suite d'étapes de traitement qui ne sont pas nécessairement mises en œuvre séquentiellement :

1. la représentation du problème : le (co)concepteur (co)construit lui-même un "espace-problème" spécifique. Dans cet espace il représente l'état initial et l'état final du problème, ainsi que les diverses contraintes ou données qu'il juge pertinentes. L' "espace-problème" n'est pas donné au départ, le (co)concepteur le (co)construit et tout ce qu'il sait sur la résolution du pro-

blème et sur le problème lui-même en affecte la (co)construction. L' "espace-problème" peut évoluer au cours du processus ;

2. la sélection d'un ou des opérateurs : le (co)concepteur sélectionne une opération à effectuer qui transforme l'état initial du problème. Il peut combiner plusieurs opérateurs et il en évalue la pertinence. L' "espace-problème" peut déjà être associé à des opérateurs, mais d'autres opérateurs peuvent être sélectionnés ou inventés. Lorsque l' "espace-problème" est très étendu, le concepteur a tendance à utiliser des heuristiques ;
3. la mise en œuvre de l'opérateur sélectionné : le (co)concepteur applique l'opérateur sélectionné, ce qui mène à un nouvel état du problème qui peut approcher/correspondre (ou pas) à l'état visé. Pour certains problèmes une seule étape est suffisante, alors que d'autres nécessitent une série de plusieurs opérateurs ;
4. l'évaluation du résultat obtenu : le concepteur vérifie et évalue sa situation dans le processus de résolution du problème. S'il pense que le problème est résolu, il s'arrête ; mais, s'il estime que ce n'est pas le cas, il reprend l'étape 2 ou 3 afin d'opérer d'autres transformations du problème.

La principale critique adressée à cette méthode est que les concepteurs, en tant que sujets, ne peuvent pas forcément verbaliser tout ce à quoi ils pensent ; que, de plus, certains processus mentaux, n'étant pas conscients, ne sont forcément pas non plus verbalisables.

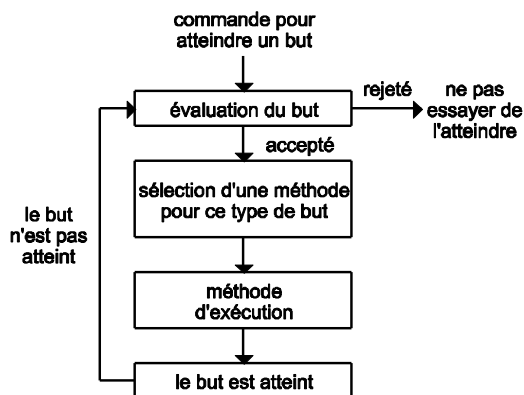


Fig. 4.18 – L'organisation d'exécution avec le "General Problem Solver" (GPS). Adaptation d'après Herbert A. Simon, Allen Newell & John C. Shaw (1959, p.7).

Pour Herbert A. Simon (1969), une différence fondamentale existe entre les productions "naturelles" et "artificielles". Le "corrélât procédural" de l'artificiel est justement la "conception". Un artefact (objet fabriqué) ne peut pas être construit uniquement à partir d'une intuition substantive. Il est créé/modélé procéduralement à partir d'objectifs pour réaliser un but (la fonction qu'il remplit) et il est tributaire des influences de l'environnement. Parallèlement à l'émergence de la systémique de second ordre, l'artefact est considéré par Simon comme un système

ouvert dont le comportement de l'environnement interne, orienté en fonction d'un but, doit s'adapter à l'environnement externe de celui-ci. Les limites d'adaptation de l'artefact construit face aux stimulations de l'environnement proviennent de la "rationalité limitée" du concepteur, et donc des limites de sa capacité à effectuer des choix.

Combinée à la marche idéale et inéluctable du progrès scientifique initiée par Francis Bacon (1605), la conviction de Giambattista Vico (1708) selon qui "l'homme ne peut réellement connaître que les productions humaines" inspire la théorie de la conception de Simon. Pour lui, la "représentation" – principalement spatiale et géométrique pour les architectes – opère lors de tout processus de conception architecturale et cette opération est (très) importante. En effet, puisque le mot *conception* équivaut dans le chef de Simon (1969) à l'expression *résolution de problèmes*, "résoudre un problème" signifie "simplement" le représenter autrement, c'est-à-dire "le représenter de façon à rendre sa solution transparente". Une grande partie de l'effort de résolution du problème par le concepteur consiste donc à (re)structurer le problème différemment. La solution se (re)trouve dans la question et la première n'est qu'un simple changement de représentation de la seconde. Pour Herbert A. Simon (1969), le "thème de la représentation" devrait être un "thème central" dans toute tentative d'élaboration d'une théorie de la conception. Elle doit s'intéresser aux modalités de création des représentations et à leurs effets sur ou à leurs contributions à la résolution des problèmes.

Dans *Sur l'espace architectural, Essai d'épistémologie de l'architecture* (1971), le théoricien de l'architecture français Philippe Boudon constate que les contenus théoriques mobilisés dans le domaine de l'architecture le sont le plus souvent à partir de domaines extérieurs à celle-ci. Il élabore une science de l'architecture, qu'il propose de nommer architecturologie, dont l'objet sera d'étudier et d'établir des axiomes et des concepts propres à l'architecture en tant que "pensée de l'espace". Pour l'architecturologue française Caroline Lecourtois (2012), l'architecturologie est devenue un champ scientifique en soi qui offre un savoir construit et modélisé – basé sur un langage systémique – comprenant des concepts qui explicitent les opérations cognitives de la conception. Ces opérations concernent l' "attribution de formes et de mesures à un futur objet ou espace". Deux espaces abstraits existent selon l'architecturologie : l' "espace de conception" qui regroupe l'ensemble des opérations mentales mises en œuvre pour concevoir et l' "espace de représentation" qui regroupe l'ensemble de celles utilisées pour représenter. Les architecturologues posent cinq postulats "premiers" (Boudon *et al.* 1994) :

1. la "référence" est ce par rapport à quoi la mesure est donnée ;
2. la "dimension" est ce à quoi la mesure est donnée ;
3. la "pertinence" questionne comment la mesure est donnée ;
4. l' "embrayage" est une fonction par laquelle rendre réalisable le projet ;
5. les cinq "opérations élémentaires de la conception", à savoir : (a) le "découpage" (choisir un point de vue), (b) la "référenciation" (lier une référence à une dimension), (c) le "dimensionnement" (lier une dimension à une perti-

nence), (d) le "positionnement" (positionner le tout ou une partie de son projet) et (e) l' "orientation" (orienter le tout ou une partie de son projet).

Trois de ces opérations élémentaires de la conception sont mises en évidence :

- a. l' "opération de découpage" : le concepteur décide sur quoi va porter la mesure. Il introduit de la discontinuité dans la continuité du projet d'architecture. Il abstrait ce qui est pour lui mesurable en définissant les entités à mesurer ;
- b. l' "opération de référenciation" : l'architecte sélectionne un point de vue ou un éclairage particulier. Lorsqu'il donne des références à un modèle architectural M_i , le concepteur sélectionne des données et des instruments à utiliser pour actualiser le modèle architectural. Cette opération est liée à l'existence et à l'activation des espaces de références ;
- c. l' "opération de dimensionnement" : en fonction de la "pertinence", le concepteur lie ce qui est mesuré et l'instrument de mesure en choisissant une façon appropriée de donner la mesure.

Ces cinq postulats premiers permettent de construire plusieurs postulats "secondes" :

1. l' "échelle architecturologique" est un "système opératoire reliant référence, dimension, pertinence, embrayage et opérations élémentaires de la conception", une "classe d'opérations de mesure" déclinée en vingt-et-un (sous)échelles en fonction des pertinences qu'elles mettent en œuvre (Lecourtois 2012) ;
2. l' "espace de référence" est la construction et l'organisation abstraites de références personnelles ou de représentations de la réalité relatives à une situation de conception particulière (Boudon *et al.* 1994) ;
3. les concepts dits "systémiques" qui questionnent les "rôles" des échelles au sein du processus de conception engagé ou sur ce processus lui-même. L'échelle est "initialisante" (elle initie le processus), "dominante" (elle donne sa couleur au projet), "principale" (elle apparaît plus souvent que les autres dans le processus) et "structurante" (elle organise le processus et les échelles). Les échelles peuvent être "surdéterminées" ou "juxtaposées" (elles déterminent spatialement une même dimension ou des dimensions distinctes), en "cascade" ou en "relais" (relation temporelle d'échelle avec ou sans nécessité), en co-détermination (relation spatio-temporelle par laquelle des échelles fonctionnent ensemble par itération).

À l'aide de ce système conceptuel, défini a priori, les architecturologues tentent actuellement de développer une liste d'opérations de conception à l'œuvre dans tous les processus de conception, quel que soit le projet d'architecture à concevoir.

Dans *Design in Architecture, Architecture and the Human Sciences* (1973a), le chercheur anglais Geoffrey Broadbent élabore une méthode de conception qui (re)lie et "réconcilie" les multiples préoccupations environnementales, architecturales et humaines en gérant les interactions entretenues par ces trois systèmes et en se basant sur des analyses psychologiques. Il prend donc en compte :

1. le "système environnemental", qui comprend le "contexte culturel" (social, économique, politique, esthétique, religieux...) et le "contexte physique" (climat, géologie, topographie, bâti existant, lois, usages, plans de circulation...) ;
2. le "système bâtiment", qui comprend la "technologie de la construction" (ressources disponibles, système structuraux, séparation d'espaces, systèmes de services, systèmes de montage, types d'articulations...) et l'"ambiance interne" (lumières, acoustique, vues, ventilation, chauffage...) ;
3. le "système humain" comprenant les "besoins des usagers" (besoins organiques, sociaux, spatiaux, perceptifs...) et les "objectifs des clients" (sécurité, prestige, profit...).

L'architecte a pour compétence spécifique, selon Geoffrey Broadbent, d'être un "spécialiste de l'espace" et plus particulièrement d'avoir "une capacité de visualisation" ou de "génération" des "formes tridimensionnelles des bâtiments, des espaces intérieurs". Broadbent pense qu'il faut développer une théorie de la conception des comportements qui prédit de manière probable la façon dont l'architecte – c'est-à-dire toute personne qui tente de générer une "forme bâtie" en trois dimensions – agira lorsqu'il essaye de concevoir.

La méthode de conception de Broadbent passe par plusieurs étapes qui concourent à déterminer la "matrice environnementale" du projet à concevoir (*cf.* Fig. 4.19, p.141) :

1. la première étape de la méthode consiste à modéliser une première fois cette "matrice environnementale" en (re)présentant le contexte du bâtiment dans une série de médias de (re)présentation (du croquis au modèle numérique à trois dimensions). Les informations prises en compte sont par exemple le terrain, le relief, la végétation, les bâtiments adjacents, les services (eau, gaz, électricité, téléphone, égouts...) ;
2. dans une seconde étape, la "matrice environnementale" est également modélisée avec les contraintes conceptuelles, légales, financières et temporelles (planning à respecter) pour aboutir à la définition d'une "enveloppe admissible" pour le bâtiment ;
3. une fois cette dernière fixée, le concepteur ajoute à la "matrice environnementale" toute une série de dimensions. Il propose de (re)présenter les informations à propos du climat, des sens (sources de bruit, odeurs, attractions visuelles...), des relations sociales, du trafic... Les activités qui ont des besoins environnementaux particuliers sont placées dans la matrice. Les personnes qui dessinent préfèrent une lumière non aveuglante et sont par exemple placées au nord, l'entrée est située dans un endroit facile d'accès, la chambre à l'est reçoit la lumière du matin, le bureau des dirigeants est placé symboliquement en hauteur avec une large vue sur l'extérieur, la salle de lecture est placée dans un lieu silencieux... Les espaces sont déplacés en fonction des accès, des circulations et de la nature des matériaux.

Une fois que la "matrice environnementale" finale est élaborée, le concepteur "passe" de celle-ci à la forme tridimensionnelle de l'édifice réel. Le concepteur peut mener cette activité de "traduction" vers le réel par la "génération" de formes

tridimensionnelles selon quatre voies possibles, identifiées par Broadbent, en n'en prenant qu'une ou en les combinant. Chacune de ces voies correspond à un "type historique" de conception, comme autant d'"espaces cognitifs" : les conceptions (1) pragmatique, (2) iconique, (3) analogique et (4) canonique (cf. Fig. 4.19, p.141). Il classe respectivement ces conceptions de la plus "primitive" à la plus "intellectuelle", bien que, en pratique, ces types soient, la plupart du temps, combinés par les architectes (1973a ; 1973b ; Chupin 2010) :

1. la "conception pragmatique" : le concepteur utilise des matériaux disponibles, des données climatiques locales pour déterminer par essais et erreurs ce qui fonctionne ou ce qui est efficace, jusqu'à ce qu'une forme émerge et remplisse les objectifs. La plupart des formes de construction semblent avoir commencé de cette façon. Ce type de conception est souvent mise en œuvre lorsque de nouveaux matériaux sont utilisés ;
2. la "conception iconique" ou "typologique" : le concepteur part de types (re)connus et établis pour s'approcher le plus possible de l'essence du type. Ces types peuvent être présents à toutes les échelles, de la poignée de porte en passant par l'aménagement des cuisines et de l'échelle des plans de bâtiments jusqu'à la disposition des espaces entre les bâtiments. La conception iconique est souvent encouragée par les mythes, les légendes et les traditions, partagés par un groupe socioculturel, qui décrivent le processus de conception en valorisant l'adaptation mutuelle entre les modes de vie, les savoir-faire et la forme archétypale du bâtiment. Les conventions culturelles attachées aux différents savoir-faire nécessitent un long apprentissage, et, une fois apprises, elles sont difficiles à abandonner par le concepteur qui les utilise ;
3. la "conception analogique" : le concepteur utilise des images de choses (la nature, la peinture, la sculpture, les bâtiments existants...) de manière à déclencher des idées dans son esprit, à faire des comparaisons... L'analogie est un mécanisme de créativité récurrent en architecture qui nécessite l'utilisation particulière des médias de (re)présentation (dessin, modèle virtuel, programme informatique, maquette, schéma...) qui influencent la façon dont les concepteurs conçoivent ;
4. la "conception canonique" : le concepteur travaille à partir d'un système de règles (le plus souvent géométriques). Par abstraction, il géométrise l'environnement pour construire des dessins précis à partir desquels il déduit progressivement un projet (trames, axes, systèmes de proportions, modules, dimensions...). Les architectures du xx^e siècle sont souvent fondées sur des systèmes modulaires, des systèmes de construction préfabriqués, des techniques mathématiques et le dessin assisté par ordinateurs. La conception canonique possède également des aspects analogiques. Elle est soit répétitive, ce qui suppose une analogie exacte, ou elle dépend de l'usage du dessin, qu'il s'agisse de grilles canoniques ou d'un autre analogue de l'édifice.

Avec cette méthode, Geoffrey Broadbent pense que les concepteurs, organisés cette-fois à plusieurs, peuvent engager ces quatre espaces cognitifs en parallèle ou en série, en fonction de l'organisation des équipes, des ressources et de la stratégie

de conception. Chaque modèle architectural est examiné à partir des quatre espaces cognitifs. Une équipe qui serait "pragmatique" examine la conception d'une manière directe et physique, elle tente de résoudre les problèmes évidents directement en utilisant les moyens disponibles. Si elle est "iconique", elle se penche sur des solutions préexistantes qu'elle utilise pour générer une réponse créative aux besoins identifiés à notre époque. L'équipe "canonique" applique les principes, les règles et la géométrie cognitive du problème dans le but de générer une solution créative. Tandis que l'équipe dite "analogique" utilise des analogies avec d'autres domaines pour susciter une transformation créatrice. En combinant ces quatre approches, une équipe de concepteurs peut développer plusieurs projets architecturaux.

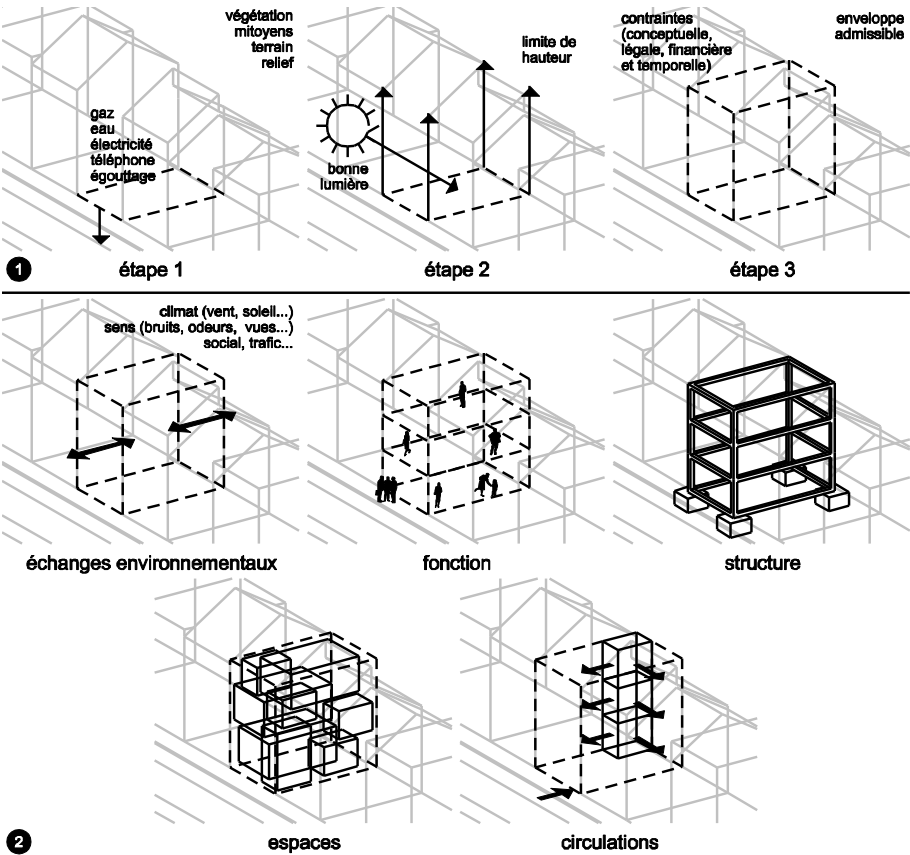


Fig. 4.19 – 1 Définition de la "matrice environnementale" de base de l'édifice à concevoir.

2. Quelques dimensions qui peuvent être ajoutées à cette matrice.

Adaptation d'après Geoffrey Broadbent (1973a, pp.402-410 et pp.412-430).

À la fin de la décennie, la chercheuse américaine Jane Darke (1979) expose dans un article célèbre sa théorie des "*primary generators*" (générateurs primaires). Celle-ci prend en compte les *préconceptions* présentes à priori dans la tête du

concepteur au départ de tout processus de conception. Pour elle, l'observation des concepteurs au travail uniquement à partir de l'ensemble des (re)présentations externes qu'ils produisent (plans, croquis, maquettes...) est limitée. Cette observation est plus pertinente si les concepteurs restituent eux-mêmes leurs propres processus de projétation ou si tous les agents du processus de conception participent (in)directement à la recherche théorique. Elle a donc interviewé six architectes praticiens ayant travaillé sur une sélection de six projets d'habitats groupés à Londres. Elle a également interrogé un groupe ciblé d'habitants de chacun de ces projets. Les questions types posées pendant les interviews sont destinées à montrer les ressorts dans l'évolution de la pensée du (co)concepteur au cours du processus : existe-t-il une image du futur utilisateur ? Quelle est la source d'une telle image ? Quelles sont les relations avec le client ? Quelle est l'équipe de projet ? Quelle est la répartition des tâches ? Quelle est la vision de la conception d'habitations en général ? Comment cette vision a changé avec le temps ? De cette enquête, il ressort que les concepteurs ont des difficultés à expliquer au moyen de mots ce qu'ils font intuitivement dans un processus non-verbal. Leurs souvenirs sont falsifiables et (ré)interprétables. Le processus est rationalisé lors de sa description à posteriori. Elle en conclut que les architectes ne commencent pas leur conception par des facteurs clairement définis ; qu'au contraire, ils réduisent la (trop) grande variété de solutions potentielles à un problème donné en une petite classe de solutions gérable sur le plan cognitif. Pour cela, les architectures s'(auto)imposent – la plupart du temps non logiquement, mais subjectivement, mais ce n'est pas un mal – des objectifs ou des groupes d'objectifs particuliers. Ces concepts initiateurs ou ces groupes d'objectifs sont appelés des "générateurs primaires". Ceux-ci permettent l'émergence d'une "conjecture" qui, dans la suite du processus, est (ré)évaluée lorsque le problème est mieux compris. Darke en conclut que la subjectivité du concepteur doit être introduite dans les théories de la conception. Cette position n'est pas évidente à l'époque, puisque d'autres chercheurs considèrent que les solutions (pré)existantes entravent le développement de solutions innovantes. Les premiers méthodologistes, Tomás Maldonado en tête, critiquaient l'utilisation d'idées préconçues ou de types architecturaux pour démarrer un processus. Même si elle reconnaît les limites de cette méthode empirique, ces enquêtes de terrain ont confronté Jane Darke aux questions habituellement posées par les sciences humaines : comment introduire dans la théorie de la conception les intentions subjectives des concepteurs ?

L'architecte et chercheur américain Bryan R. Lawson (1972) distingue deux types d'opérations utilisés en pratique au cours de tout processus de conception :

1. le "*problem-focus*" : les opérations sont focalisées sur le problème et le concepteur acquiert le plus d'informations possibles sur celui-ci avant de tenter une solution ;
2. le "*solution-focus*" : les opérations sont focalisées sur la solution et le concepteur tente une première solution puis il travaille par essais et erreurs.

Mais, pour Jane Darke, la première génération des méthodologistes s'est construite autour de questions mobilisées hors du champ de la conception

architecturale (recherche opérationnelle, ingénierie, design industriel...) et autour de la déclinaison d'un modèle traditionnel qui, à part la phase d'évaluation, est construit sur les relations entre deux phases de base : l'analyse et la synthèse. Les chercheurs américains Bill Hillier *et al.* (1972) ont suggéré de les remplacer par les phases de "conjecture" et d'"analyse". Selon eux, des "raisons très pratiques" existent pour lesquelles "des conjectures de solutions approchées devrait venir dès le début". Notamment lorsqu'ils impliquent d'autres co-concepteurs, de nombreux choix de conception ne peuvent être pris avant qu'une "solution de principe" ne soit proposée. Il s'ensuit que les phases de "conjecture" et d'"analyse" du problème à résoudre doivent être envisagées parallèlement, plutôt que l'une après l'autre.

À partir, d'une part, des données tirées de l'enquête et, d'autre part, des idées de Bryan R. Lawson, Jane Darke adapte le modèle binaire de Bill Hillier *et al.* en y ajoutant l'idée de "générateur" en un modèle, pour constituer trois phases : "générateur", "conjecture" et "analyse". Ces trois phases peuvent fonctionner en boucle. La méthode consiste à construire une solution provisoire qui permet au concepteur d'arriver à la solution en s'en écartant progressivement à rebours, puisque la solution est, selon elle, la redécouverte par l'architecte de quelque chose qu'il connaissait déjà. Dans ce cas, le "générateur" permet au concepteur de former son point de vue à partir duquel il propose une "conjecture" et passer finalement par l'"analyse" de cette dernière. L'invention d'une chose vient de la conception d'une solution, jusque-là ignorée de tous, dans la pensée d'un concepteur, tandis que la découverte est la révélation de l'existence d'une chose. La méthode de Darke correspond à l'idée très répandue chez les architectes (dont exemplairement Louis I. Kahn) que la solution du problème doit être découverte, qu'elle existe déjà quelque part en attendant d'être révélée. Le concepteur n'*invente* pas réellement la solution, mais il peut la déceler, la révéler ou la faire *émerger*.

En essayant de mettre à l'épreuve un schéma poppérien sur le processus de conception, Jane Darke se rend compte que les praticiens proposent une succession de formes soumises à un examen critique. Mais ce mouvement est précédé d'une prise de position délibérée du concepteur à partir de laquelle démarre celui-ci. Elle définit alors le concept de "générateur primaire" : c'est le constat empirique d'un processus d'exploration dans lequel s'effectue un "dialogue réflexif avec la situation" pour paraphraser Donald A. Schön (1983). Cette hypothèse montre l'impossibilité de réaliser une formulation exhaustive du problème. Lors de la conception, le concepteur mène un processus d'exploration en projetant une solution préconçue qui peut être étrangère à la problématique visée. Ce "déclencheur" utile à l'origine du processus de conception vient de l'impossibilité de formuler exhaustivement le problème. Les générateurs ne sont ni des analyses, ni des synthèses mais des solutions à priori qui permettent de structurer la perception même de la situation. À défaut d'être un raisonnement rationnel, un générateur est un concept, un objectif ou une hypothèse initiale subjective du concepteur qui "génère une solution". En tant qu'idée ou que groupe de concepts relationnés, le concept de "générateur primaire" correspond également au concept

d'idée génératrice : des formes architecturales ou des références conventionnelles à partir desquelles un projet peut être embrayé. Les concepteurs commencent habituellement leur projet par une idée très simple pour réduire l'éventail des solutions possibles et analyser plus facilement le problème. Un "générateur primaire" est une "conjecture" qui est matérialisée. Ces générateurs constituent un point de départ pour l'architecte, une "entrée en matière du problème" pour démarrer le processus, lorsqu'il est incapable d'énumérer de manière exhaustive les contraintes du projet à prendre en compte. Tout "générateur primaire" peut servir de base rationnelle justificative, mais, "au moment où il pénètre dans le processus de conception, il s'agit plus d'un acte de foi de la part de l'architecte, d'une contrainte que s'impose le concepteur, pas nécessairement de manière explicite". Dans l'enquête, une grande variété d'objectifs peut servir de générateur primaire : pour exprimer le site, pour assurer une relation particulière entre habitat et environnement, pour maintenir les structures sociales... Bien que ceux-ci soient justifiés rationnellement au début du processus, le concepteur intègre ensuite ces déclencheurs empiriquement pour servir le processus d'exploration dans lequel s'effectue un dialogue réflexif avec la situation du projet.

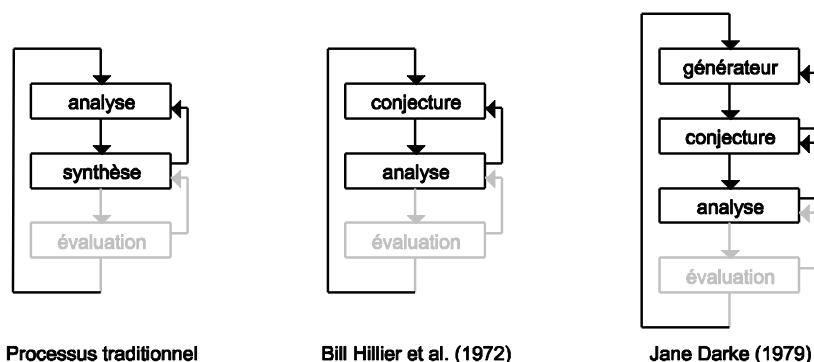


Fig. 4.20 – Les générateurs primaires dans le processus de conception.

La thèse de Jane Darke a été largement acceptée par la communauté scientifique (Schön 1983 ; Conan 1990 ; Cross & Roozenburg 1992 ; Chupin 1998). Sans jeu de mots, la *pré-conception* du concept de "générateur primaire" est déjà présente chez Herbert A. Simon (1969) lorsqu'il utilise le paradoxe de Ménon pour montrer que la solution est déjà connue dans la tête du concepteur, mais que ce dernier doit la révéler. Dans ce dialogue, Socrate est confronté à un paradoxe établi par Ménon : peut-on parvenir à une réponse correcte si on ne la connaît pas ? Comment chercher et retrouver dans la sagesse ce que l'on ignore ? Comment reconnaître ce qu'on ne connaît pas ? Dans son *Ménon*, Platon [1999] défend l'idée de "réminiscence" et il prétend que tout apprentissage est fait de souvenirs. Herbert A. Simon écrit que Platon ne pouvait pas expliquer autrement comment nous découvrons ou reconnaissons la solution d'un problème, à moins que nous ne la connaissions déjà. Pour lui, le concepteur ne connaît pas réellement la solution

d'avance, mais il pose un problème en donnant une description d'état de sa solution. Sa tâche consiste alors "à découvrir une séquence de processus qui produise l'état désiré à partir de l'état initial". Cette description d'état de solution peut être vue comme un générateur primaire. La pédagogie utilisée à l'atelier dans les écoles d'architecture fonctionne souvent de la même manière : l'étudiant doit accepter d'apprendre à concevoir, tout en cherchant ce qu'est la conception. La conception et l'apprentissage de la conception sont alors des opérations réciproques, cycliques et itératives.

Le processus de conception est vu par les méthodologistes de la seconde génération comme une tentative de *discussion* avec la situation, plutôt qu'une *optimisation*. Il est également vu comme une élaboration / un cadrage de finalités, plutôt qu'une résolution de problèmes. Les modèles théoriques sont plus linéaires, ou simplement en cascade, ils contiennent des boucles de régulation à de multiples niveaux. La conception n'est plus une branche particulière parmi les sciences de l'artificiel. Elle possède maintenant son propre domaine. Les chercheurs ne croient plus qu'ils développent des modèles neutres et objectifs : ils assument les côtés sociaux, politiques et subjectifs de ceux-ci. Une description complète du processus n'est plus envisageable, les modèles ne sont donc plus seulement *descriptifs*, mais *spéculatifs*. À la place de la question : qu'est-ce que ceci ?, les chercheurs se posent la question : que *pourrait-être* cela ? L'horizon temporel est le futur. Le savoir n'est plus *factuel*, il est à présent *instrumental*.

4.6 Troisième vague : le concepteur réflexif (années 1980)

La troisième vague de méthodologistes s'appuie sur l'image du scientifique renouvelée par l'influence notamment des idées de Karl R. Popper (1934 ; 1963 ; 1972) qui propose des cycles de conjecture/analyse/réfutation. Les principes de la conception ne sont plus séparés des intentions du concepteur lui-même. Ce dernier peut alors faire des conjectures que les utilisateurs peuvent accepter ou non. Le concepteur n'est plus conçu comme un "concepteur-ordinateur" ou un "concepteur-magicien" (Jones 1969), mais il est considéré comme un transformateur actif d'une situation donnée en une situation désirée/souhaitée. La conception est alors considérée comme une activité à la fois cognitive et créative. Le mot *créatif* doit être compris à cette époque comme un comportement pragmatique, c'est-à-dire un rationalisme capable de considérer le contingent comme une donnée provisoirement indéterminée et non plus indéterminable.

Le pédagogue américain Donald A. Schön (1983 ; 1985 ; 1988) est, selon Jean-Pierre Chupin (2010), un théoricien majeur d'une "re-conception de la conception" dans les années 1980. Dans son célèbre ouvrage *Le praticien réflexif : à la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel* (1983), il observe les dispositifs mis en œuvre dans une série d'écoles d'architecture des États-Unis et les démarches cognitives mises en œuvre dans les ateliers. Il en tire son modèle du "praticien réflexif" pour animer les ateliers et il envisage même que celui-ci soit une alternative pour une réforme globale de l'enseignement supérieur, quelle que soit

d'ailleurs la discipline dispensée. Il considère la conception, de manière constructiviste, comme une activité réflexive appelée l' "approche située", ou approche *SIT*, en opposition à l'approche *SIP* d'Herbert A. Simon (1973). La conception ne consiste plus, comme chez Herbert A. Simon, en la recherche au sein d'un "espace-problème" totalement construit au départ, mais elle considère plutôt que le concepteur construit itérativement son propre monde de conception. Il écrit que le concepteur est en "conversation réflexive" avec la situation, en réflexion dans l'action : il "écoute" celle-ci, il lui "répond", il l' "apprécie" et, enfin, il la restructure. Pour dialoguer avec une situation, le concepteur doit construire un langage conceptuel original.

Lors de la "conversation avec les matériaux qui accompagnent le projet", par exemple, le concepteur doit envisager à la fois le projet en cours de conception, le contexte dans lequel il s'insère et les relations entre les deux. Il doit situer les origines (le passé) de la situation existante, évaluer les potentialités éventuelles du présent et les espoirs futurs. Il fait également référence au paradoxe de Ménon : le concepteur doit accepter d'apprendre à concevoir, tout en cherchant ce qu'est la conception. La conception et l'apprentissage de la conception sont alors des opérations réciproques, cycliques et itératives.

À partir d'études de cas effectuées dans différents domaines, Schön construit un modèle pragmatique de comportements transdisciplinaires qui critique les épistémologies classiques pour favoriser une "connaissance professionnelle" (1983) :

1. la dimension "situationnelle" : la situation du projet est en grande partie incertaine et instable dans la pratique professionnelle. Ceci ne respecte pas les conditions minimales d'invariabilité et de reproductibilité attendues d'une simulation scientifique. Le "professionnel" doit donc établir une relation particulière avec chaque situation unique dans une "conversation avec les matériaux de la situation" ;
2. la situation "tacite" : les "professionnels" en savent toujours plus qu'ils n'en peuvent dire (et non que ce qu'ils veulent en dire). Ils détiennent un "répertoire de savoirs implicites" accumulés dans leurs mémoires à partir de leurs expériences ;
3. la dimension "critique" : la connaissance dans l'action doit régulièrement être réévaluée au cours du processus. Ce retour est indispensable pour fournir une dimension critique à l'agir réflexif. Outre les interactions, les préconceptions doivent être systématiquement soumises à l'auto-critique.

Si Donald A. Schön remet à l'honneur l'agir professionnel, le chercheur français Jean-Charles Lebahar (1983) s'intéresse aux (re)présentations externes produites au cours du processus de conception. Il examine spécifiquement la phase de conception proprement dite à travers le prisme de la (re)présentation, en excluant aussi bien la commande/le contexte qui précède et l'exécution / la réalisation qui suit. Il observe avant, pendant et après la pratique graphique. Il analyse les (re)présentations en fonction de l'ordre dans lequel elles sont produites, de leur quantité ou de leur mise en relation. L'architecte peut être conçu comme un "système de traitement de l'information" et la conception est vue comme un

processus de recherche "d'un modèle d'objet architectural" qui permet le remplacement progressif du problème par une solution. Le processus est borné par des "déclencheurs" – les "générateurs primaires" de Jane Darke (1979) – qui permettent à l'architecte d'extérioriser des solutions et par une "fin" lorsque selon lui l'objet dessiné atteint sa "perfection". Les "lois" du processus sont, selon lui, toujours les mêmes, "quelle que soit l'organisation humaine de sa mise en œuvre". En outre, "dire que l'architecte dessine ou dire qu'il traite une information complexe revient [pour lui] au même".

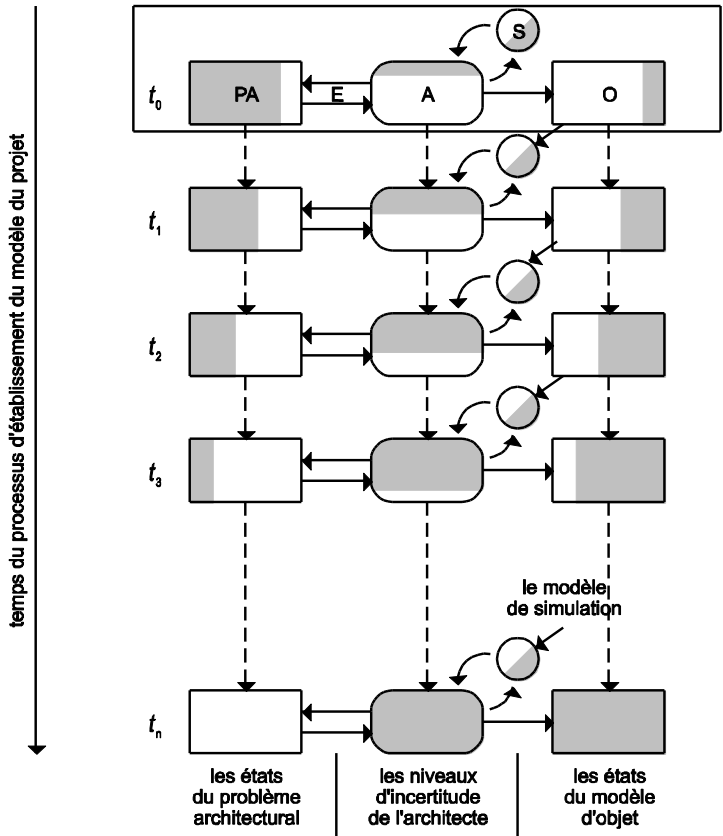


Fig. 4.21 – Processus du projet. Adaptation d'après Jean-Charles Lebahar (1983, p.72).

Le modèle théorique général qu'il définit (cf. Fig. 4.21, p.147) est constitué de deux axes : l'un est synchronique et il concerne les éléments stables qui entrent en jeu à chaque état t_i du processus, l'autre est diachronique et il concerne la progression dans le temps des mêmes éléments et des relations qu'ils entretiennent.

Le modèle synchronique est constitué du "problème architectural" (PA), de l' "architecte" (A), ici (re)présenté par un "architecte théorique", qui est "assimilé à un système de traitement de l'information" et, enfin, de son "système de représentation". Ce dernier est composé du "modèle de simulation" (S) ("représentations

instables, intermédiaires et spécialisées dans la résolution d'un problème particulier") et du "modèle d'objet" (*O*) (représentation stable, généralement géométrisées, qui conserve les résultats obtenus à partir des étapes précédentes). Le système général est "autorégulé" dans le sens où le processus mène à un résultat à partir des interactions entre (*A*) et (*S*) après une série de *n* itérations. À chaque itération, l'"architecte" (*A*) transforme l'état de représentation du "problème architectural" (*PA*) en un autre état du "modèle d'objet" (*O*) après avoir "testé, modifié et précisé ses hypothèses de solution" dans un "modèle de simulation" (*S*). Le "modèle d'objet" (*O*) est considéré en tant qu'état d'équilibre partiel (*E*) obtenu temporairement par la résolution d'un sous-problème du "problème architectural" (*PA*).

Dans le modèle diachronique, Lebahar joue avec des zones pochées en gris pour montrer que les éléments du système sont plus/moins informés : le "problème architectural" (*PA*) contient de moins en moins d'inconnues (la zone grisée décroît), le "rapport 'certitude/incertitude' du système intellectuel" de l'"architecte" (*A*) évolue vers une absorption de la seconde par la première et le "modèle d'objet" (*O*) se précise au cours du temps (les zones grises de l'un et de l'autre croissent). À la fin du processus, le "modèle d'objet" (*O*) est achevé, le "problème architectural" (*PA*) est selon lui "vide", totalement assimilé par l'"architecte" (*A*) et "les plans sont 'sur la table'". Le passage d'un état t_i à un état t_{i+1} est possible grâce à la simulation graphique entre les solutions "déjà acquises" (O_{i-1}) et celles qui sont probables (S_i).

4.7 Psychologie et sciences cognitives (années 1990)

Quelques ouvrages emblématiques paraissent au début des années 1990 qui présentent des analyses du processus de conception du point de vue des relations entre les différents intervenants du projet. Ainsi, la chercheuse américaine Ellen Shoshkes (1989) montre l'impact des différents acteurs sur le processus de conception et le produit final. Elle se base sur une analyse empirique du processus complet d'élaboration de neuf projets dont elle a observé les (re)présentations externes produites en cours de conception. Selon elle, le projet doit satisfaire les besoins du concepteur, mais aussi des clients et de la communauté, le processus est à la fois analyse et intuition, science et art. Alors que les modèles théoriques précédents montrent des lignes brisées avec des itérations, elle affirme, elle, que le processus de conception est toujours organisé selon une séquence logique d'étapes récurrentes, en partant de la planification, en passant par la programmation, la conception schématique et le développement de la conception et en terminant par la production des documents contractuels et administratifs prescriptifs. La chercheuse américaine Dana Cuff (1991), quant à elle, montre la place importante du maître de l'ouvrage dans le processus sur base d'études de cas. La conception est, selon elle, un "acte collectif" qui anime un "processus social". Un projet d'architecture est alors "excellent" lorsqu'il est perçu en tant que tel par trois groupes de personnes : (1) les consommateurs (le public), (2) les participants au processus (le maître de l'ouvrage) et (3) la profession et la critique architectu-

rale. Dans le domaine des arts en général, la sociologue française Nathalie Heinich (1998) critique d'ailleurs cette attitude qui, si elle est trop développée, peut contraindre la liberté artistique à une expérience insignifiante, puisque pour rendre accessible une œuvre (y compris architecturale) aux différents publics, les concepteurs finissent par proposer des projets tels que ces derniers les attendent. Les travaux d'Ellen Shoshkes et de Dana Cuff ont néanmoins le mérite d'élargir le champ d'étude de la conception architecturale à la co-conception, mais les cas empiriques qu'elles observent sont tous des projets remarquables du point de vue des théoriciens de l'architecture.

Au cours des années 1990, les chercheurs étudient le processus de conception dans sa *globalité*. Conçu depuis Donald A. Schön (1983) comme un "praticien réflexif" en "dialogue avec la situation", le concepteur n'est plus un démiurge, seul et hors de toutes considérations pratiques. Il est étudié en tant que membre d'un groupe d'agents, impliqué dans un processus *complet*, de la commande du maître de l'ouvrage à l'occupation réelle de l'édifice construit par les habitants. Les chercheurs intègrent également le concept de "complexité" popularisé notamment par Edgar Morin (1990). Cette décennie est la *période française* des théories de la conception puisque les trois représentants les plus importants sont Michel Conan (1990), Alain Farel (1991) et Robert Prost (1992).

Dans *Concevoir un projet d'architecture* (1990), le chercheur français Michel Conan détermine les compétences spécifiques des architectes au cours du processus d'élaboration du projet d'architecture, de manière à positionner les problèmes architecturaux par rapport à ceux des sciences et des arts. Dans le modèle qu'il définit (cf. Fig. 4.22, p.150), il transpose le processus de conception d'un projet d'architecture à celui de l'élaboration d'un point de vue dans le chef du concepteur.

Influencé par les tenants de la troisième génération de méthodologistes, il s'appuie sur le modèle poppérien de base de la production de connaissance scientifique pour modéliser le processus de formation du point de vue du concepteur. La succession des cycles poppériens (conjecture/analyse/réfutation) s'exprime dans la relation qu'il définit entre l'énonciation du problème (P_n), la formulation d'hypothèse (H_n), l'étape de vérification de l'écart empirique observé (EE_n) et la nouvelle reformulation du problème (P_{n+1}) :

$$\dots \rightarrow P_n \rightarrow H_n \rightarrow EE_n \rightarrow P_{n+1} \rightarrow \dots$$

Au départ, un point de vue initial est formé à l'aide d'une idée génératrice ou d'un "générateur primaire" (Darke 1969) en tant que déclencheur. Un parti architectural est associé au point de vue initial. La conception d'un projet d'architecture "repose [alors] sur la triade de démarches élémentaires de la pensée qui sont indissociables : percevoir, envisager, enformer (dans le sens de donner une forme)". Les cycles poppériens (conjecture/analyse/réfutation) qui rythment l'actualisation successive du modèle architectural (M_i) dépendent de la "critique interne", c'est-à-dire de l'autocensure des propositions du concepteur (les avant-projets), mais également de la "critique externe", c'est-à-dire des adaptations

nécessaires du projet aux contraintes économiques, sociales, urbanistiques, écologiques... Le modèle qu'il développe tient également compte de différents cycles de (ré)ajustages potentiels au cours du processus :

1. les cycles *courts* : lorsque le concepteur opère des choix d'orientation du processus et/ou de définition du problème à résoudre ;
2. les cycles *moyens* : lorsque la "critique interne" refuse en partie le projet proposé et entraîne une reformulation du point de vue du concepteur ;
3. les cycles *longs* : lorsque la "critique externe" amène le concepteur à (re)former un nouveau point de vue initial.

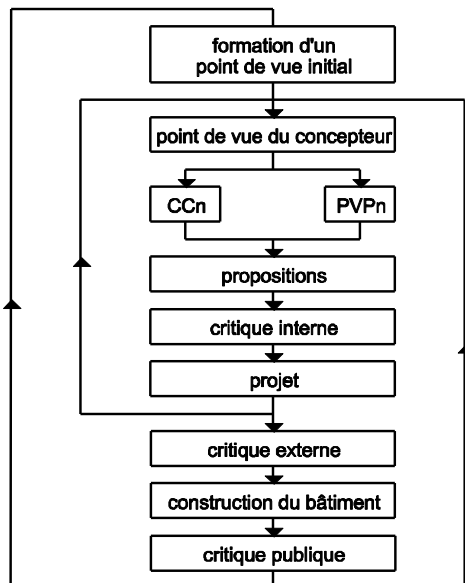


Fig. 4.22 – Modèle du processus de conception. Adaptation d'après Michel Conan (1990, p.161).

L'architecte français Alain Farel (1991) opère une révision épistémologique de la manière d'envisager le processus de conception d'un projet. Estimant très réducteur le paradigme rationaliste qui domine la manière de modéliser les processus, il pense que le paradigme systémique permettrait de surmonter les difficultés posées par les modèles systématiques des premiers méthodologistes. Sa position, bipolaire, est elle-même (très) réductrice. Il oublie, en effet, d'insister sur la complémentarité recherchée par les systémiciens entre analytique et systémique. Encore une fois, les outils de la systémique ont été développés complémentaiement à, et non contre, ceux de l'analytique. Bien qu'à l'époque il soit parvenu à (ré)introduire la question de la complexité en architecture, Alain Farel définit un modèle (trop) simple du processus de conception – il s'en excuse d'ailleurs – constitué de trois blocs non hiérarchisés et (re)liés par des boucles itératives (cf. Fig. 4.23, p.151) : le produit architectural, la boucle entre le sujet et le contexte et la triade vitruvienne (usage/construction/forme). Les "facteurs d'organisation

internes" (forme/usage/construction) de la conception n'y sont pas hiérarchisés. Les "facteurs d'organisation externes", le "sujet concepteur" et le "contexte environnemental", sont en interaction. Le modèle proposé rencontre ainsi un principe de base de l'approche systémique : l'élaboration de la connaissance émerge des interactions entre le sujet connaissant et le contexte à connaître. Ce modèle (re)présente une conception volontairement holistique du processus dont chaque élément devrait être développé.

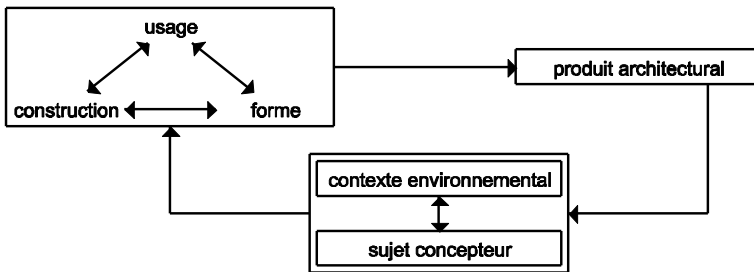


Fig. 4.23 – Modèle du processus de conception. Adaptation d'après Alain Farel (1991, p.229).

Quant à l'architecte français Robert Prost (1992), influencé par les écrits d'Herbert A. Simon et par la modélisation des systèmes de Jean-Louis Le Moigne (1990), il arrive à deux conclusions généralement admises aujourd'hui, bien qu'opposées aux principes de la première génération des méthodologistes :

1. la détermination d'un modèle unique du processus de conception est impossible parce qu'une grande variété de problèmes et de méthodes existe ;
2. les actes cognitifs de la conception ne sont pas organisés linéairement, mais ils constituent "un système dynamique et la solution émergente est le résultat d'une démarche itérative comportant de nombreux bouclages".

À partir de la distinction entre "rationalité substantive" et "rationalité procédurale" d'Herbert A. Simon (1976), Prost établit un parallélisme entre "objet" et "projet" et la polarité contrôle/incertitude : l' "objet" est un "agir instrumental" du côté du "substantif", tandis que le "projet" est un "agir utopique" du côté "procédural". La combinaison de ces deux agir (dé)montre selon lui que le processus de conception est plutôt cyclique que linéaire.

Il élabore un schéma simplifié du processus de conception (cf. Fig. 4.24, p.152) qui, contrairement au modèle d'Alain Farel, va du simple au complexe, organisé autour de quatre "registres" du processus reliés par des boucles, le processus pouvant, selon lui, être amorcé à partir de n'importe lequel de ceux-ci. Le modèle de Prost ne s'éloigne guère, toutefois, des modèles des premiers méthodologistes.

Bien que leurs modèles présentent des similitudes, les trois méthodologistes français n'arrivent pas aux mêmes conclusions. Michel Conan pense que la modélisation de la conception est impossible en se limitant à une phase d'analyse et une phase de synthèse. Son modèle théorique est *pragmatique* : bien qu'il admette une certaine linéarité des phases, les boucles itératives qu'il met en place permettent de prendre en compte le côté créatif du processus. Alain Farel tente d'intégrer son

modèle du processus dans une visée plus globale. Robert Prost considère que son modèle théorique de la conception permet d'entrer à l'intérieur de la *black box* pour la comprendre, renouant donc en partie avec l'idée de la *glass box*. Les trois auteurs s'accordent sur une nouvelle appréhension globalisante de la réalité dans laquelle le projet est (re)placé dans un système plus large (les différents acteurs, les différentes échelles, les différentes dimensions...). En acceptant le principe de la méthode du concepteur "réflexif" défendue par Donald A. Schön, ils en critiquent pourtant la difficile généralisation. En effet, cette méthode met en jeu des dimensions difficiles à (dé)limiter/définir avec précision en cours de conception, telles que le contexte, l'environnement, la culture, la société... Cette théorie est donc selon eux plus utile dans les phases préliminaires de la conception, alors que les phases suivantes restent plus analytiques.

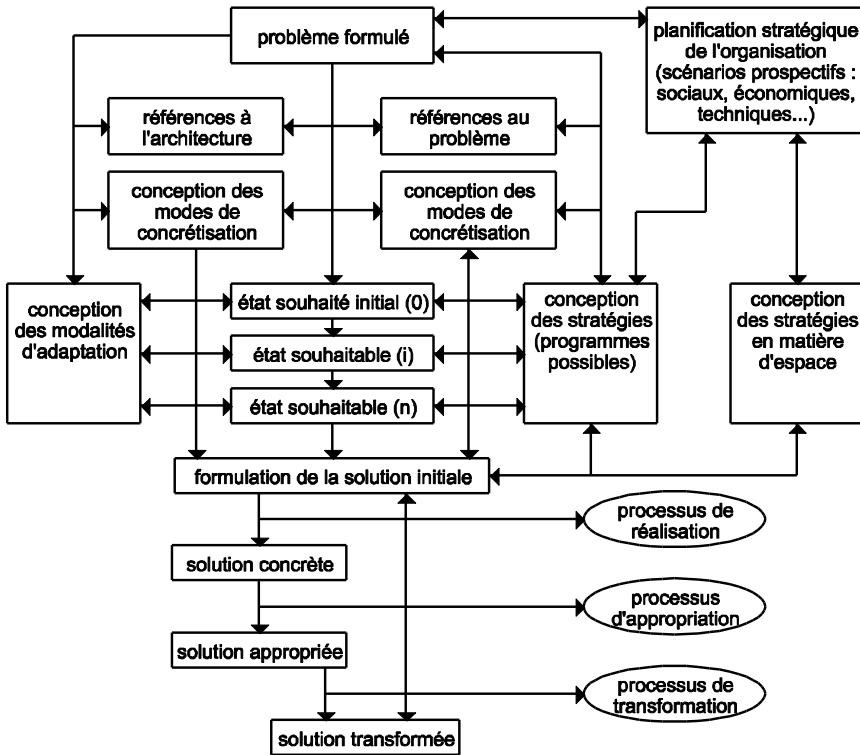


Fig. 4.24 – Modèle du processus de conception. Adaptation d'après Robert Prost (1992, p.157).

4.8 Vers un (co)concepteur systémique ? (années 2000)

Grand spécialiste de l'histoire des méthodes de conception, Nigel Cross (2001) affirme que le "désir de scientificité" qui était déjà à l'œuvre au début du xx^e siècle revient en force au xxi^e siècle. Une nouvelle manière de (re)présenter le processus de conception s'amorce avec ses travaux (2000) et ceux de Béla H. Bánáthy (1996) (cf. Fig. 4.25, p.153). Ce type de modèle (re)présente le processus de conception comme globalement convergent vers la proposition d'une solution, détaillée et évaluée. Mais au sein de tout processus, des moments existent où il est pourtant nécessaire de diverger, c'est-à-dire d'élargir la recherche, de (re)chercher de nouvelles idées ou de prendre un autre point de départ. Le processus est donc convergent dans sa globalité, mais il présente des périodes de divergence temporaires. Les phases convergentes sont linéaires et sérielles, alors que les phases divergentes sont latérales et holistiques.

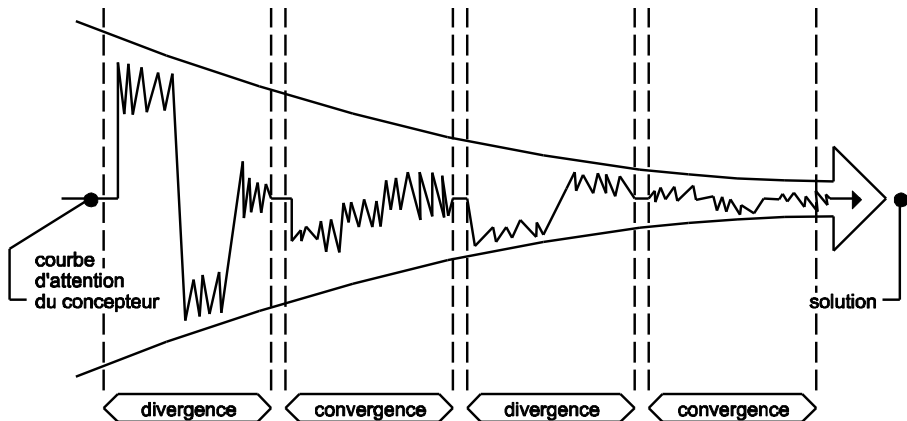


Fig. 4.25 – Le processus de conception est globalement convergent, mais il comprend des périodes de convergence et de divergence. Adaptation d'après Nigel Cross (2000, p. 187).

L'architecte français Stéphane Huot (2005) considère que les problèmes à résoudre par des processus de conception dans le champ de l'architecture sont intrinsèquement *complexes*. Il (re)prend l'idée que les problèmes sont "mal définis" (Reitman 1964). La solution (re)cherchée est alors un système qui doit satisfaire un ensemble de contraintes peu/mal définies initialement et progressivement mises en lumière au cours du processus de conception lui-même. À partir des études des chercheurs américains Vinod Goël et Peter Pirolli (1989), Stéphane Huot résume une série d'opérations cognitives caractéristiques des concepteurs qui participent à la résolution de problèmes complexes :

1. les activités cognitives de structuration et de restructuration du problème à résoudre sont intenses ;
2. à l'aide de diagrammes, de maquettes ou de prototypes, les concepteurs développent plusieurs modèles du problème à résoudre, contradictoires ou non ;

3. les problèmes peuvent être résolus par un ensemble de solutions différentes. Elles sont plus ou moins acceptables et le concepteur doit donc mettre en œuvre l'évaluation de celles-ci ;
4. l'évaluation des solutions, cyclique, s'effectue par approximations successives ;
5. les contours du problème sont définis progressivement, ce qui laisse la place à des alternatives concurrentes ;
6. le concepteur prend du recul pour garder une appréhension holistique du problème à résoudre, ce qui permet l'introduction de nouvelles contraintes (base de la créativité) ou de nouveaux concepts, la modification des buts, la recombinaison et l'inventivité pour produire de l'inattendu ;
7. le problème est (dé)composé en différentes parties ayant des intersections et des liens plus ou moins forts ;
8. la démarche du concepteur évolue depuis des buts abstraits jusqu'aux spécifications concrètes en passant par des abstractions de plus en plus spécifiques ;
9. les concepteurs utilisent des systèmes symboliques ou graphiques pour décrire les résultats intermédiaires.

Stéphane Huot synthétise les huit caractéristiques de tout processus de conception d'un problème complexe qu'il identifie chez Vinod Goël et Peter Pirolli par la définition de trois activités basées sur la *connaissance* du concepteur : les savoirs individuels innés, les acquis culturels de l'expérience et les données extraites de l'analyse du problème complexe. "Les nombreuses études sur le processus créatif ont toutes caractérisé trois activités primordiales : l'*exploration*, la *génération de solutions* et l'*évaluation*" (Huot 2005) :

1. l' "exploration" – activité non modélisable – est le processus d'amorçage, la mise en jeu de la connaissance (la réactualisation du paradigme). Cette activité de recherche permet de cerner le problème, de constituer un espace de solutions possibles et de délimiter le problème par des contraintes. Cette phase consiste à analyser le problème à résoudre, à définir une série d'objets et à constituer un domaine de recherche.
2. la "génération des solutions" est un processus de formalisation, de synthétisation des connaissances qui mène jusqu'à la proposition de solutions potentielles. C'est le moment de l'apparition, de l'émergence et de la proposition de solutions.
3. l' "évaluation" est un processus de validation. Cette opération permet au concepteur de se focaliser sur la solution qui semble la plus adéquate parmi les solutions possibles. Elle est alors évaluée à partir de l'ensemble des contraintes élaborées lors de l'opération d'exploration. L'évaluation est constante lors du processus. Elle peut modifier l'espace des solutions potentielles, relancer l'exploration de nouvelles contraintes ou déclencher la génération de nouvelles solutions.

À travers les trois phases définies par Stéphane Huot, ce sont les trois phases classiques d' "analyse", de "synthèse" et d' "évaluation" de la *glass box* qui reviennent en force. D'autres modèles (plus) intéressants ont vu le jour dans les années 2000.

Un autre architecte français, Olivier Tric (1999, cf. Fig. 4.26, p.156) élabore un autre modèle de la conception en partant d'une (re)présentation systémique des relations entre les différents acteurs de la conception, depuis la commande jusqu'à la fin du chantier. Ce modèle a un double mérite : celui d'intégrer la multiplicité des intervenants au cours du processus et celui de prendre en compte, non seulement la phase de conception, mais également la phase de réalisation de l'édifice. Le processus de conception y est *systémique* dans le sens où le processus décrit est au centre des interactions entretenues par deux systèmes : (1) le système d'interactions de quatre "composantes" (coût, structure, enveloppe et usage) et (2) le système d'acteurs (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, architecte, entreprise...). Même si le choix des quatre composantes est discutable, la (re)présentation hélicoïdale du processus est par contre très intéressante. Chaque boucle de l'hélicoïde (re)présente une itération, une actualisation du modèle architectural. Dans la phase de conception, les acteurs sont moins nombreux et l'amplitude de l'hélicoïde est plus faible, alors que pendant la phase de construction de l'édifice juste après le plateau qui correspond à la mise au point complète du projet, l'amplitude est plus large puisque les acteurs sont nombreux sur/pendant le chantier. De la même manière, les opérations de conception sont plus nombreuses en début de conception lorsque tout est encore possible et qu'il faut opérer des choix pour embrayer un projet. Plus le processus avance, plus le nombre d'opérations diminue, plus les choix sont restreints et ne concernent plus que des détails. En chaque point de l'hélicoïde, un état du projet M_n est situé entre un état M_{n-1} précédent et un état M_{n+1} espéré. Chaque état correspond à un état des interactions entre les quatre "composantes" du projet, mais également à un état des discussions entre les différents acteurs mobilisés. Les flèches montrent que le concepteur passe parfois d'un état M_n directement à un état M_{n+2} ou M_{n-2} en fonction des aléas du processus. Ces opérations récursives apparaissent lorsque le concepteur décide de (re)venir en avant/arrière dans le processus après quelques essais/erreurs. Le modèle montre également qu'à certains moments des périodes de latence apparaissent lorsque le processus n'avance plus. Lors de ces périodes d'attente, le concepteur a volontairement une "stratégie d'attente active". Ce qui est toutefois critiquable dans ce type de modélisation, c'est que les itérations du processus de conception semblent converger de manière régulière vers une solution de manière presque mécanique comme dans les modèles des premiers méthodologistes. Pourtant les aléas du projet peuvent amener le processus à diverger.

Influencé par la cybernétique et le behaviorisme, le sociologue et designer américain John Zeisel (1981 ; 2006) introduit des concepts psychologiques dans ses modélisations de la conception architecturale. Il (re)lie recherche fondamentale et recherche opérationnelle en accumulant des informations à partir d'enquêtes scientifiques et il synthétise son analyse dans un schéma qu'il appelle la "métaphore de la spirale" (cf. Fig. 4.27, p.158). Le choix de la spirale – en réalité un hélicoïde – pour ce modèle tient compte d'observations récurrentes faites par Zeisel dans le comportement du concepteur :

1. les concepteurs font marche arrière à certains moments et ils s'éloignent parfois de la solution ;
2. ils répètent une série d'activités, encore et encore, en résolvant de nouveaux problèmes à chaque répétition ;
3. tous ces mouvements en apparence multidirectionnels se joignent en un seul mouvement plus global dirigé vers une seule solution.

À chaque instant de la spirale (ou de l'hélicoïde), le concepteur fabrique une image du projet d'architecture en cours de conception. La "formation d'images" est alors une opération cognitive fondamentale du concepteur. Des "*cognitive leaps*" (sauts cognitifs) provoquent des "décalages conceptuels" et permettent au concepteur de passer d'un domaine, d'une dimension ou d'une échelle du projet à l'autre. Le processus hélicoïdal est parsemé d'"éclairs conceptuels" menant à des sauts cognitifs qui dynamisent le processus. Ces accidents qui rythment le processus permettent d'éviter la mécanisation du modèle comme chez d'autres behavioristes comme L. Bruce Archer. Le processus tourne autour d'un "domaine de réponses acceptables" jusqu'à y rentrer au moment de la "décision de construire" l'édifice projeté.

Dans la "formation de l'image initiale", Zeisel intègre les idées de Jane Darke (1969) sur les "générateurs primaires". Le "domaine des solutions acceptables" précède légèrement la "formation de l'image initiale" puisqu'à priori, les solutions sont potentiellement présentes avant même que le processus ne démarre. Répartie sur toute la longueur du processus, la "vision du processus et de la production" montre les capacités cognitives d'"auto-apprentissage" et d'(auto)critique réflexive du concepteur qui conçoit un édifice et qui, en outre, conçoit qu'il conçoit celui-ci. L'hélicoïde se déploie donc sous le regard réflexif du concepteur, à la fois extérieur et intérieur au processus. Cette hypothèse conforte celles du "concepteur-auto-organisé" (Jones 1969) et des travaux sur la réflexivité (Schön 1983).

Lors de la réédition de son livre (2006), John Zeisel conserve la "métaphore de la spirale", mais il traduit les légendes du schéma en termes neurologiques (cf. Fig. 4.27-2, p.158), l'ensemble du processus de conception étant (re)présenté comme un développement neuronal.

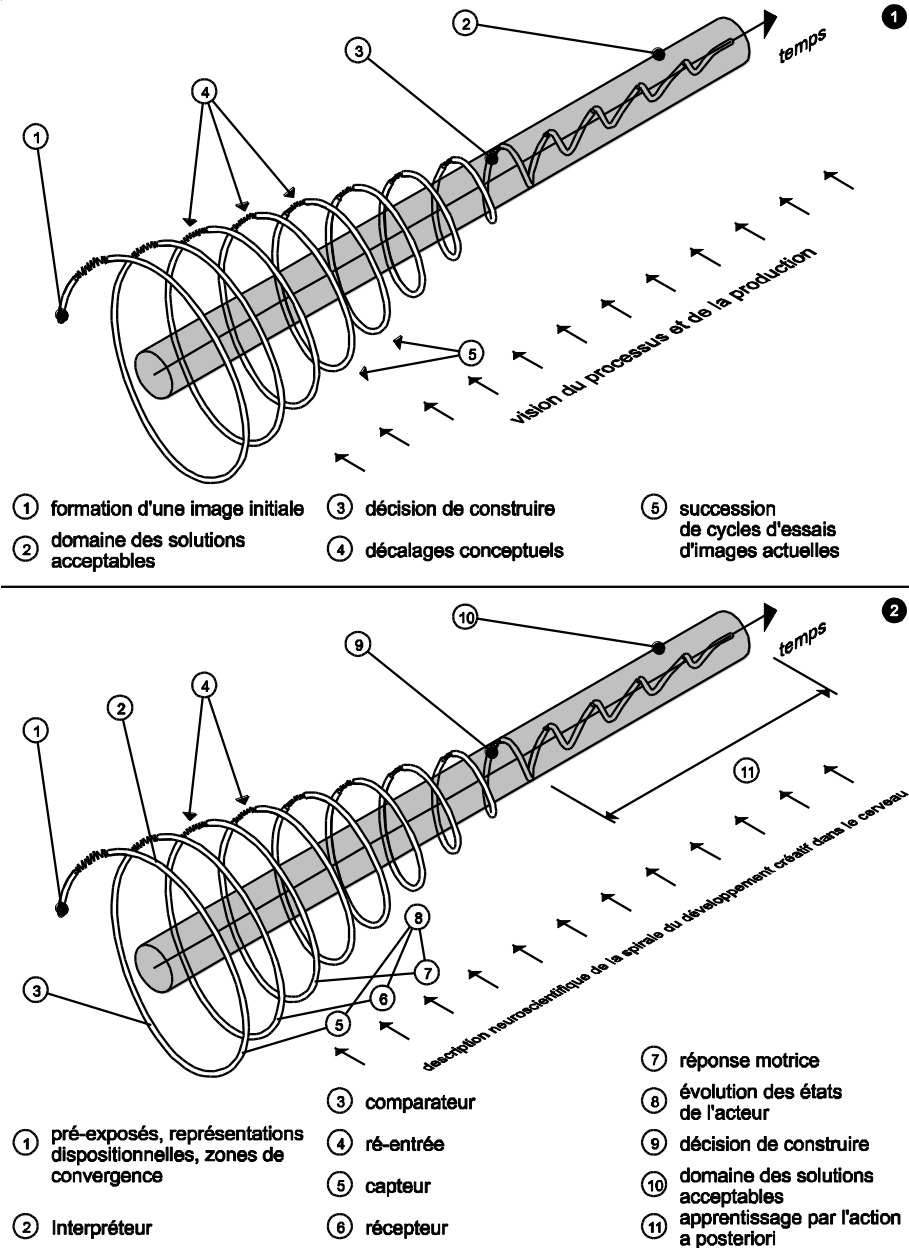


Fig. 4.27 – 1. Développement hélicoïdal de la conception. Adaptation d'après John Zeisel (1981, p.14).
2. Développement hélicoïdal de la conception. Adaptation d'après John Zeisel (2006, p.152).

5 MODÈLE DU PROCESSUS DE (CO)CONCEPTION (EN) GÉNÉRAL (1/3)

À partir de l'observation des moments importants dans l'historique des méthodologies de la (co)conception (cf. chapitre 4), les données nécessaires sont réunies pour tenter une modélisation systémique du processus de (co)conception qui vise l'architecture. Pour comprendre ce processus dans sa globalité, l'*observateur du système* doit nécessairement être observé conjointement avec le *système observé* puisqu'ils sont en interaction et s'influencent mutuellement. D'ailleurs, pour citer Jean-Louis Le Moigne (1994), dans l'interaction entre la chose qui connaît et la chose à connaître, "le jugement du sujet forme l'objet qui l'informe". Au cours du processus de (co)conception, le (co)concepteur (auto)réflexif est donc en interaction réciproque avec le modèle architectural M_i qu'il (co)conçoit. Pour modéliser ce *continuum* systémique – observateur ↔ relation dynamique entre les deux ↔ système observé – trois modélisations systémiques heuristiques sont proposées ici : la première s'occupe du système observé (cf. chapitre 5), la seconde concerne l'observateur du système (cf. chapitre 6) et la troisième détaille un état particulier du système observé (cf. chapitres 7 à 12). Dans ce cas-ci, l'observateur est le (co)concepteur du projet d'architecture, tandis que le système observé est (en) général le processus de (co)conception et (en) particulier un état du modèle architectural. Les deux modélisations du système observé ont donc été distinguées puisque l'une concerne les aspects diachroniques des relations entre les différents états d'un *processus* complet, alors que l'autre détaille l'aspect synchronique d'un *état* particulier de celui-ci. Ce chapitre concerne la première de ces deux modélisations, celle du processus de (co)conception (en) général qui vise l'architecture, c'est-à-dire l'étude globale de l'évolution du projet d'architecture de l'état initial à l'état final du processus.

Avant de déployer ce premier modèle théorique, un détour est nécessaire pour opérer efficacement avec la systémographie (P_5) : l'opération de (re)présentation O_R , les (re)présentations internes/externes et la méthode de modélisation sont définis au début de ce chapitre. Rappelons que, par convention, le suffixe (*co*) est ajouté aux mots *conception* et *concepteur* parce que, même s'il conçoit seul son projet (ce qui est devenu rare), un concepteur fait toujours partie d'un groupe culturel qui le précède et le structure.

5.1 Les (re)présentations

Le mot *représenter* signifie littéralement *rendre présent* la chose observée. Si présenter le réel augmenté R^+ est une opération qui se veut descriptive, le

re-présenter sous-entend une (re)formulation intentionnelle, et donc spéculative, de celui-ci. Ainsi, pour Herbert A. Simon (1969), résoudre un problème signifie simplement "le représenter de façon à rendre la solution transparente". En architecture, présenter et re-présenter le projet d'architecture en cours de (co)conception sont deux opérations concomitantes. En tant qu'opération cognitive d'aide à la résolution de problèmes, la (re)présentation possède donc une influence directe sur tout processus de (co)conception du projet d'architecture. De nombreuses (re)présentations étant à l'œuvre au cours de ce processus, elles l'influencent régulièrement et elles permettent un accès indirect aux différents états de celui-ci, ce qui est intéressant dans le cas d'une systémographie appliquée à ces derniers. Les (re)présentations internes (états cognitifs réels, modèles architecturaux, images mentales...) doivent être distinguées des (re)présentations externes – ou médias – (dessins, maquettes, discours...). Derrière cette distinction, la différence entre l'opération cognitive qui (co)construit des (re)présentations et les différents supports matériels qui contiennent les informations (re)présentées s'exprime pleinement. Dans le premier cas, des (re)présentations internes utiles au processus de (co)conception émergent dans l'espace de l'architecturer (Esp_2) sous la forme de modèles architecturaux M_i , tandis que dans le second cas, les pensées (re)présentées sont externalisées dans l'espace de l'architecturé (Esp_1) à l'aide de médias Md_i .

5.1.1 L'opération de (re)présentations (O_R)

De manière générale, les (re)présentations internes émergent dans l'intra-psychique du (co)concepteur lorsqu'il mène des opérations de (re)présentation (in)conscientes. Tandis que les (re)présentations externes sont produites par l'intermédiaire de médias, qu'il s'agisse de la parole ou d'artefacts plus spécifiques. L'opération de (re)présentation O_R opère avec/sur des signes pour interpréter/projeter des informations relationnées depuis/vers l'espace de l'architecturer (Esp_2) d'un (co)concepteur. Les informations sont alors destinées au (co)concepteur lui-même de manière réflexive ou à un autre agent de la (co)conception (la plupart du temps un autre (co)concepteur). Dans le premier cas, les images mentales produites restent des (re)présentations internes de l'espace de l'architecturer (Esp_2) , alors que dans le second, elles sont exprimées et elles deviennent externes par l'intermédiaire de médias appartenant à l'espace de l'architecturé (Esp_1) .

Parler de (re)présentation sans parler de signe est impossible. Pour le sémioticien américain Charles W. Morris (1938), une chose ne devient signe que dans la mesure où elle est interprétée par quelqu'un comme le signe de quelque chose. Le signe est donc une (co)construction mentale créée par les actes cognitifs du (co)concepteur. Alors qu'il n'est pas l'objet (re)présenté, le signe est donc une (re)présentation qui dépend du canal de perception utilisé. La (co)construction des signes est culturelle puisqu'elle n'est possible que par comparaison avec d'autres signes précédemment perçus ou expérimentés avec d'autres membres du groupe

social qui nous entourent. Selon le sémioticien italien Umberto Eco (1973), la prise en compte d'une (re)présentation sous-entend la comparaison et le rangement dans des classes prédéfinies culturellement. Un signe n'est jamais totalement isolé des autres signes, il fait partie d'un ensemble et il est interprétable à partir d'autres signes appréhendés précédemment, chaque signe permettant à son tour d'interpréter d'autres signes. La succession des actes cognitifs du (co)concepteur forme alors une immense *chaîne de signes* qui tend vers l'utilisation des (re)présentations pour accomplir la (co)conception du projet d'architecture.

Théorie générale des signes et/ou de la signification, la sémiotique montre que le processus de la production du sens peut être observée à partir de trois "dimensions" (Morris 1938) : (1) la syntaxe qui étudie les combinaisons entre les signes (les propriétés formelles des symboles et les relations qu'ils ont entre eux), (2) la sémantique qui étudie la relation entre les signes et ce qu'ils signifient (les relations entre les symboles et les objets auxquels ils s'appliquent) et (3) la pragmatique qui observe la relation entre les signes et leurs utilisateurs (la fonction des symboles et les relations qu'ils entretiennent avec ceux qui les utilisent). De manière générale, si informer est "mettre en forme" (Le Moigne 1990), l'information est donc une forme physique (syntaxique) émise intentionnellement par un émetteur qui lui attribue une signification (sémantique) et qui est susceptible de transformer la représentation du réel augmenté R^+ dont dispose son récepteur (pragmatique). L'établissement de ces trois dimensions de la sémiotique est accompagné par une succession de définitions de triangles sémiotiques depuis Ferdinand de Saussure (1916) en passant par Charles W. Morris (1938), Charles S. Pierce [1891] et Roman O. Jakobson (1963), jusqu'à la synthèse systémique opérée par Jean-Louis Le Moigne (1990) et utilisée ici.

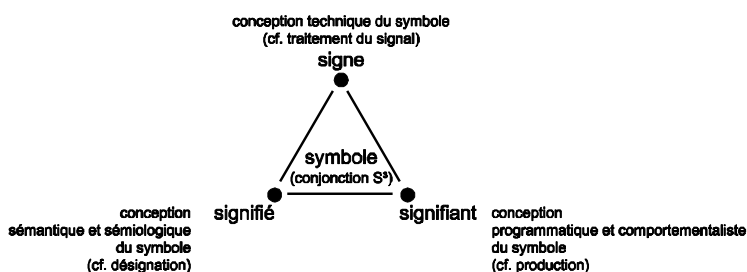


Fig. 5.1 – Le signe. Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1990, p.103).

Sans entrer dans les détails, les mécanismes généraux de l'opération de (re)présentation O_R mobilisée par un (co)concepteur peuvent être expliqués à partir du triangle sémiotique élaboré par Jean-Louis Le Moigne (1990) lorsqu'il propose une véritable trialogie du signe en partant du principe que tout phénomène perceptible – tout symbole – s'observe selon trois niveaux indissociables. Ces derniers forment une "conjonction S^3 " qui permet de donner une définition conjointe de l'"information" et du "symbole". L'"information" est alors une

"configuration stable de symboles" et une "composition de formes". Tandis que le "symbole" est la propriété émergente des interactions récurrentes entre les trois pôles du triangle sémiotique. Le "symbole" émerge donc de l'appréhension récurrente d'un signe signifié et signifiant. Le "symbole" est un "opérateur, récursif à point fixe, assurant les fonctions de désignation de symboles et de production de symboles". Il s'exprime par "la conjonction d'un Signe (physique) capable d'être à la fois Signifié (désignation) et Signifiant (Production de sens signifié par des symboles) : la conjonction S^3 " (Le Moigne 1990).

Le signe tenant habituellement le signifiant et le signifié, la définition triadique élaborée par Le Moigne peut être précisée – notamment en ce qui concerne la distinction entre le signe et le symbole – puisque les trois pôles de la triade n'ont pas un statut équivalent. Du point de vue de la (co)conception architecturale, il est plus intéressant de remplacer *signe* par "réfèrent" dans le triangle sémiotique. Le *signe* est en effet toujours à la place de quelque chose d'autre que lui, c'est-à-dire à la place d'un signifié ou d'un réfèrent. Les trois pôles du triangle sémiotique du schéma de Jean-Louis Le Moigne (1990) peuvent être (re)définis, chaque signe est alors la propriété émergente des interactions récurrentes entre :

1. un réfèrent : un objet, une idée, une action ou un événement – réel ou conceptuel – auquel se réfère le signifié. C'est l'objet visé par la (re)présentation et ce à quoi le signe se réfère. Si le (co)concepteur et l'agent auquel il destine le signe partagent culturellement un même réfèrent, la communication entre l'émetteur et le récepteur est plus efficace. Un réfèrent récurrent est l'état du modèle architectural M_i du projet d'architecture en cours de (co)conception, mais cela pourrait être également un édifice construit, une théorie d'architecture... ;
2. un signifié : un concept, une image mentale ou un contenu véhiculé par le signifiant. C'est l'effet produit sur un récepteur, effet par lequel le média de (re)présentation est un signe pour ce récepteur. Un signifié est le fond ou le sens de la (re)présentation à faire émerger par l'intermédiaire d'un signifiant. La liaison entre un signifié et un signifiant est arbitraire. Lorsqu'un (co)concepteur utilise un signifié, il espère que les agents à qui il s'adresse comprennent le(s) signe(s) qu'il utilise ;
3. un signifiant : face matérielle et perceptible du signe qui mobilise l'un des cinq canaux sensoriels du récepteur du signe, c'est le véhicule du signifié ou ce qui agit comme signe. Un signifiant est le son '*édifice*', les lettres *é-d-i-f-i-c-e* ou le plan de l'édifice dessiné sur une feuille. Il permet au (co)concepteur l'expression, la manifestation d'un signifié. Le signifié est toujours dans une certaine mesure une abstraction du réfèrent. Lorsqu'un (co)concepteur utilise un signifiant, il émet un (ensemble de) signe(s) par l'intermédiaire d'un support physique, c'est-à-dire d'un contenant ou d'un média (la parole, les traits de crayons sur un papier, le carton dans la maquette...). C'est la question de la technique et du support de la (re)présentation. Il utilise par exemple un dessin simplifié et/ou codifié représentant un édifice à l'échelle.

Lorsque le (co)concepteur produit des (re)présentations externes Md_i (plans, croquis, schéma, maquette, explication, schémas d'analyse, croquis d'étude, organigrammes, collages, infographies, textes, photos, vidéos.....) à partir d'interprétations/projections d'informations relationnées depuis l'espace de l'architecturer (Esp_2), il produit donc des signifiants en espérant que d'autres agents de la (co)conception pourront en comprendre les signifiés. Ainsi, (re)présenter le projet d'architecture en cours de (co)conception sur un média, c'est communiquer, c'est-à-dire transmettre un message par un canal à un récepteur au sujet d'un référent. Le média Md_i ou l'image externe est alors un système de signes à interpréter. L'extériorisation d'une (re)présentation mentale et/ou la communication à un tiers peut stimuler réflexivement celui qui l'extériorise. La création de (re)présentations externes permet aussi de prendre de la distance et de relativiser la situation immédiate. Le (co)concepteur (co)opère une opération de (re)présentation O_R lorsqu'un processus sémiotique est à l'œuvre : le passage du contenu signifié d'un modèle architectural M_i à une (re)présentation codifiée Md_i et inversement.

Pour le linguiste d'origine russe Roman O. Jakobson (1963), "toute conduite verbale est orientée vers un but". Il crée un schéma très proche du schéma de la communication de Warren Weaver (1949) qui reprend selon lui les six facteurs fondamentaux de la communication. Le (1) "destinateur" envoie un (2) "message" au (3) "destinataire". Le "message" est opérant s'il renvoie à un (4) "contexte" saisissable par le "destinataire". Également appelé le "référent", le "contexte" est soit verbal, soit susceptible d'être verbalisé. Le "message" requiert un (5) "code", commun, en tout ou au moins en partie, au "destinateur" et au "destinataire". Il requiert également un (6) "contact", c'est-à-dire un "canal" physique et une connexion psychologique entre ces derniers : le "contact" permet d'établir et de maintenir la communication. De ces six facteurs inter-dépendants naît une fonction linguistique différente : (1) la fonction "expressive" associée au "destinateur" donne l'impression d'une émotion vraie ou fausse, (2) la fonction "conative" associée au "destinataire" et qui est utilisée par l'émetteur pour que le récepteur agisse, (3) la fonction "référentielle" qui (re)présente ce de quoi/qui on parle, (4) la fonction "phatique" qui intervient dans les messages qui servent à questionner l'état du "contact", (5) la fonction "métalinguistique" reprise par les "messages" qui parlent du "message" et (6) la fonction "poétique" qui montre la matérialité propre ou la texture du "message".

Finalement, par transposition du schéma de la communication de Warren Weaver (1949) et du modèle des fonctions du langage de Roman O. Jakobson (1963), l'opération de (re)présentation O_R est questionnée dans le champ de la conception architecturale à partir des six facteurs fondamentaux de la communication. Au cours du processus de (co)conception, un (co)concepteur est un "émetteur" ou un "destinateur" (1) qui mène des opérations de (re)présentation O_R . À partir de mises en relation de (re)présentations internes habitant son intra-psychique, le (co)concepteur produit une (re)présentation du "message" (2) (une information à propos de l'état du modèle architectural M_i en cours de (co)conception) qu'il veut

exprimer à un "récepteur" ou "destinataire" (3). Si le "message" est destiné à une autre personne que lui-même, il produit, c'est-à-dire qu'il encode et qu'il émet le "message" à l'aide d'un "code" (4). L'échange est fait à partir d'un "réfèrent" (5). La (re)présentation est transmise et le message est influencé par le contexte (la possibilité que l'émetteur et le récepteur aient les mêmes référents), le type de "canal" (6) (le média utilisé) et le type de codage. Le destinataire doit alors opérer une autre opération de (re)présentation O_R lorsqu'il opère un "décodage" du message reçu. Une fois le message compris, celui-ci actualise les mises en relations de l'intra-psychique du "récepteur" du message qui peut à son tour devenir "émetteur".

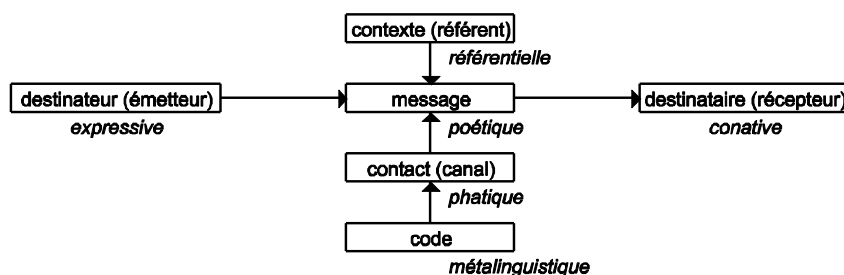


Fig. 5.2 – Modèle des fonctions du langage. Adaptation d'après Roman O. Jakobson (1963, pp.209-248).

5.1.2 Des (re)présentations internes : le modèle architectural (M_i)

Les états cognitifs réels qui rythment le processus de (co)conception d'un projet d'architecture font partie du "flux de vécus" (Husserl 1928) continus qui traverse la conscience du (co)concepteur. Pour i variant de 0 à n , une suite d'états cognitifs réels existe donc dans la tête du (co)concepteur impossible à (re)présenter : $C_0, C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$. Il est impossible d'isoler un de ces états cognitifs, parce que l'intra-psychique est impossible à atteindre directement. Par contre, une assertion relativement simple est possible heuristiquement : au cours du processus de (co)conception, des images mentales du projet d'architecture en cours se succèdent régulièrement dans l'espace de l'architecture (Esp_2). Mais comment définir ces (re)présentations ponctuelles du projet ? Par le concept de modèle architectural situé dans l'espace de l'architecture (Esp_2). Lors du processus de (co)conception, le (co)concepteur mène des opérations cognitives sur un opérande globale : un modèle architectural M_i du projet d'architecture en cours dans l'espace de l'architecture (Esp_2). À chaque état t_i du processus, le modèle architectural M_i est (ré)actualisé intentionnellement par le (co)concepteur à l'aide d'opérations mentales. Le modèle architectural M_i est un *analogon* (Sartre 1940), une maquette virtuelle ou une image mentale en actualisation constante au cours du processus de (co)conception dans l'espace de l'architecture (Esp_2) sur lequel le (co)concepteur enchaîne une série d'opérations de (co)conception (il est alors un opérande) et à partir duquel il élabore des (re)présentations. Il doit être distingué

de projet d'architecture en cours de (co)conception dont il est une image mentale. Observé en relation avec le modèle du contexte ($M_{i,0}$), il peut être décomposé à partir des modèles agrégatif $M_{i,1}$, statique $M_{i,2}$, dynamique $M_{i,3}$ et usuel $M_{i,4}$. Ces différents sous-modèles seront détaillés dans les chapitres suivants. Le modèle architectural M_i tel que défini ici n'est pas un modèle à copier ou à imiter : c'est un opérande de la (co)conception. Le modèle architectural M_i est également le modèle théorique (en) particulier de la systémographie.

Selon Philippe Boudon (1975), un "jeu Modèle/Échelle" existe au cours du processus de conception, dans lequel le modèle est l'"opérande" sur lequel le (co)concepteur peut "opérer" à l'aide d'"échelles". Mis à part qu'au lieu d'"échelles" c'est ici d'opérations de (co)conception dont il s'agit, c'est bien dans cet esprit que le modèle architectural M_i est développé ici : à partir d'un état initial M_0 , le (co)concepteur (co)opère sur celui-ci au cours du processus de (co)conception jusqu'à atteindre un état final M_n . En effet, pour Boudon (1991), un "modèle source/substrat" initial et un "modèle but/téléologique" final sont utilisés dans tous les processus. L'hypothèse de l'existence d'un "modèle source" est compatible avec celle des "générateurs primaires" défendue par Jane Darke (1979), tandis que le "modèle but" montre la caractère téléologique propre à un processus de (co)conception orienté en fonction d'une (méta-)finalité (P_2). Les premières (re)présentations qui permettent de (co)construire le modèle architectural initial M_0 ne cherchent généralement pas à (re)présenter directement de l'architecture, mais plutôt des concepts générateurs de projet qui permettent au (co)concepteur de spéculer.

Si un processus de (co)conception passe d'un état initial t_0 à un état final t_n , nous pouvons imaginer qu'à chacun de ces états peut correspondre une (re)présentation interne du projet d'architecture sous la forme d'un modèle architectural (M_i). Pour i variant de 0 à n , une suite de (re)présentations internes potentielles du projet d'architecture en cours de (co)conception existe donc : $M_0, M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$.

Les (re)présentations internes sont des images mentales produites par la conscience sans relation directe avec le réel. Par contre, elles peuvent devenir conscientes grâce au langage et elles peuvent même être ressenties en tant qu'émotions (inter)subjectivement. Selon l'architecte français Dominique Raynaud (1999), les "images mentales" ont déjà fait l'objet de nombreuses études et elles possèdent quelques propriétés fondamentales. Ces propriétés peuvent être observées dans le cas d'un modèle architectural M_i :

1. un iso-morphisme existe entre l'image mentale (la (re)présentation) et l'objet (re)présenté ; la (re)présentation d'un bâtiment dans l'espace de l'architecture (E_{sp_2}) est donc iso-morphe en ce qui concerne les traits principaux à l'édifice réel, dans l'espace de l'architecture (E_{sp_1}) ;
2. l'image mentale procède d'une sélection de l'information pertinente, par réduction aux seules raisons utiles pour la tâche à accomplir ; la (re)présentation est une réduction du réel augmenté en fonction de la (méta-)finalité du (co)concepteur ;

3. l'image a un degré de "plasticité" supérieur à celui de l'objet réel. L'image mentale permet au (co)concepteur de tester des hypothèses de manière plus économique que s'il fallait tester en grandeur nature ; la (re)présentation dans l'espace de l'architecture (Esp_2) est dans ce cas homo-morphique par rapport à l'édifice réel, seuls les traits incontournables et propres au champ de l'architecture sont (re)produits dans le modèle architectural.

Outre les modèles architecturaux, d'autres (re)présentations internes utiles dans le cadre du processus de (co)conception du projet d'architecture occupent l'intrapyschisme du (co)concepteur. Elles sont multiples et donc impossible à décrire exhaustivement. Par contre, elles permettent toutes d'alimenter et de (re)structurer les informations relationnées nécessaires à choisir des opérateurs et à mener des opérations sur le modèle architectural M_i .

Au cours du processus, certaines (re)présentations internes, lorsqu'elles sont utilisées en tant que références par le (co)concepteur dans des situations particulières, peuvent avoir des fonctions différentes. Trois types d'images peuvent être distingués :

1. l' "image-idée" apparaît souvent dans les premières phases du processus de (co)conception et sert de support à la recherche d'idées. La copie ou l'interprétation d'une (re)présentation interne ou externe permet au (co)concepteur de (co)construire une image mentale en relation avec sa situation de projet (Scaletsky 2003). Un modèle architectural initial M_0 est souvent le résultat de l'interprétation d'une image-idée ;
2. l' "image-analogue" présente une correspondance homo-morphique entre l'image d'une chose à (co)concevoir et la solution imaginée dans un projet d'architecture (Kacher 2005). Un modèle architectural M_i est en soi une image-analogue ;
3. l' "image-modèle" apparaît souvent dans les dernières phases du processus. Elle fonctionne comme un modèle complet du projet d'architecture. Externalisée, elle peut être utilisée pour la communication (Halin *et al.* 2007). Un modèle architectural M_n qui correspond à la fin du processus de (co)conception est en soi une image-modèle.

5.1.3 Des (re)présentations externes : les médias (Md_i)

Lors du processus de (co)conception, le (co)concepteur mène des (co)opérations cognitives sur un modèle architectural M_i du projet d'architecture dans l'espace de l'architecture (Esp_2). Mais le (co)concepteur peut difficilement se limiter aux (re)présentations internes pour différentes raisons. D'abord, un projet d'architecture comporte un (très) grand nombre de données et en raison de sa "rationalité limitée" (Simon 1957) le (co)concepteur ne peut toutes les traiter dans sa tête, il est donc obligé d'en stocker une partie ailleurs. Ensuite, un projet d'architecture ne peut fonctionner que si la communication est possible entre les différents agents du processus. Le (co)concepteur doit échanger des informations relationnées avec un maître de l'ouvrage ou avec d'autres (co)concepteurs. Dans un cas comme dans

l'autre, le (co)concepteur utilise alors des outils pour externaliser/extérioriser des informations relationnées : les (re)présentations externes Md_i . Ce type de (re)présentations nécessite des supports physiques (Esp_1) : les médias. Les (re)présentations externes permettent surtout d'étendre virtuellement l'espace de l'architecturer (Esp_2). À chaque état t_i du processus correspond un modèle architectural M_i du projet d'architecture – une (re)présentation interne – mais aussi un média Md_i – une (re)présentation externe. Pour i variant de 0 à n , une suite de (re)présentations externes potentielles existe donc : $Md_0, Md_1, Md_2, Md_3, \dots, Md_n$.

De nombreuses (re)présentations externes différentes sont accessibles au (co)concepteur par l'intermédiaire de médias divers : plans, schémas, croquis, explications orales, cahier des charges, métré, maquettes, dessins...

C'est à partir de chaque modèle architectural (M_i) isolé heuristiquement que le (co)concepteur est potentiellement susceptible de produire des (re)présentations externes marquantes.

Toutes les (re)présentations externes peuvent être considérées comme des "analogues". L. Bruce Archer (1969) définit ce terme en écrivant qu' "un modèle qui se comporte d'une manière qui est analogue à la façon dont un objet du monde réel ou système se comporte est connu comme un analogue". Selon lui, les analogues peuvent être utilisés pour "donner des *inputs*" ou "prédire des effets". Pour lui, l'analogue peut être un dessin, un abaque, une formule mathématique... Ils peuvent être graphiques, mathématiques ou physiques. L'analogue est à distinguer du prototype dans le sens où le premier est une image mentale homo-morphique, là où le second est un objet matériel iso-morphe – mais parfois à une échelle différente – à l'objet du monde réel qu'il modélise et qui se comporte totalement comme celui-ci. Les analogues sont utilisés parce qu'ils sont plus économiques que les prototypes pour trouver des alternatives. Comme aucun analogue n'est une copie parfaite du réel, il faut en utiliser de différents types pour (co)concevoir. Ce qui veut dire que les différents types de médias ne sont pas en compétition : le dessin assisté par ordinateur comme le dessin aux instruments ou la photo peuvent chacun apporter un éclairage différent sur le projet d'architecture en cours. Selon L. Bruce Archer (1969), le processus de (co)conception est un aller et retour constant entre la réalité objective R_{obj} de l'espace de l'architecturer (Esp_1), la conception structurée du problème cristallisée dans le modèle architectural M_i et les analogues utilisés, les médias Md_i . L'utilisation d'une succession d'analogues n'est pertinente que si le (co)concepteur peut comparer de manière réflexive les différentes productions symboliques au cours du processus.

Dans le champ de l'architecture, trois modalités d'extériorisation des (re)présentations internes existent, c'est-à-dire d'externalisation de connaissances :

1. le discours (ou le langage discursif oral) est la modalité de (re)présentation externe la plus économique puisqu'elle ne nécessite que le support du corps du (co)concepteur. Non intuitive, la connaissance discursive passe par l'intermédiaire du langage, des concepts, c'est l'expression et le développement de la pensée par une suite de mots ou de propositions qui s'enchaînent (Lalande 1926). La structure linguistique des langues indo-européennes repose sur la

relation antisymétrique (Jorion 2009 ; cf. p.50). La parole ou le langage parlé destiné à l'oreille est donc plutôt analytique : les mots entretiennent des liens de causalité linéaire entre eux. Le sens d'une phrase dépend de l'ordre dans lequel les mots sont placés. Le discours est donc essentiellement temporel, c'est-à-dire à une dimension (1D) ;

2. le dessin (ou la (re)présentation graphique) est une modalité de la (re)présentation externe qui nécessite au minimum un support matériel tel qu'un papier, un calque ou un carton et un outil de (re)présentation tel qu'un crayon, un feutre ou une craie. Les traits forment une totalité : la (re)présentation graphique destinée à l'œil est plutôt synthétique, son appréhension est spatiale, holistique et a-temporelle. Le dessin est essentiellement plan, c'est-à-dire en deux dimensions (2D). Une (re)présentation graphique possède une intensité variable : l'ensemble permet la cohabitation de plusieurs niveaux de lecture (lecture d'ensemble, de groupes d'éléments et d'éléments particuliers) et la communication de plus d'informations à la fois que le discours. Le langage discursif écrit est un cas particulier de représentation graphique qui (re)produit les effets antisymétriques et temporels du discours lors de la lecture et qui est largement utilisé pour valider les savoirs dans les milieux académiques ;
3. la maquette (ou l'image matérielle) est une modalité de la (re)présentation externe qui nécessite au minimum un support matériel (des plaques de carton, du balsa, du plexiglas...) et des outils pour le travailler (une règle, un cutter, une colle...) ; les matières forment une totalité : l'image matérielle est plutôt synthétique et essentiellement spatiale, c'est-à-dire en trois dimensions (3D).

Dans la pratique le (co)concepteur combine ces différents médias Md_i ou modalités de (re)présentations externes d'états du projet d'architecture. Le texte est un média externe, utilisé régulièrement en architecture, qui pourrait être situé à l'intersection entre le discours et le dessin.

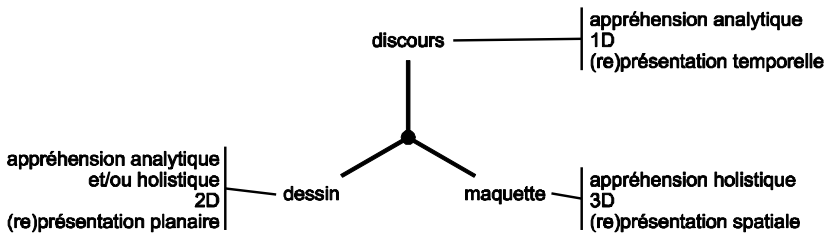


Fig. 5.3 – Les trois modalités des (re)présentations externes : le discours, le dessin et la maquette.

Le (re)présentation graphique est considérée comme un outil puissant de (re)présentation et de modélisation en systémique comme en architecture. Du point de vue de l'approche systémique, l'usage de dessins et de maquettes est préféré à celui du discours. En effet, par rapport au langage discursif (oral ou écrit) et à son inévitable linéarité causale, la (re)présentation graphique permet de

montrer à la fois le détail et la globalité et de mettre en évidence les relations entre les éléments du système (re)présenté. Elle permet une compréhension plus immédiate et oblige le (co)concepteur à avoir une bonne vision globale. En architecture, les familles de (re)présentations graphiques du type dessin les plus courantes sont de plusieurs formes. Chacune de ces formes possèdent des caractéristiques qui conditionnent la quantité d'information et le niveau de précision des détails atteints par le média. Trois types de (re)présentations graphiques existent :

1. les *cartes* (ou les *plans*) sont des formes de (re)présentation graphique qui (re)présentent les relations entre *plusieurs* ensembles et opèrent une réduction du réel augmenté R^+ à partir de convention graphique et d'un rapport d'échelle (carte géographique, plans d'implantation, plans, coupes et élévations d'un édifice...). Ce rapport est la différence entre la mesure du référent et celle de sa représentation sur la carte et influence le (co)concepteur dans le choix de la taille du support. Les conventions portent sur les épaisseurs/couleurs/types de traits utilisés. Habituellement les deux premières dimensions représentent une surface plane, alors que la troisième signale une particularité autre que la localisation ;
2. les *diagrammes* (ou les *schémas*) sont des formes de (re)présentation graphique simplifiée et structurée de concepts, d'idées, de relations... pour décrire, clarifier et relier des phénomènes du réel augmenté R^+ (re)présenté. L'utilisation des diagrammes s'est intensifiée notamment dans les années 1960 avec les méthodologistes et peuvent prendre différentes formes (organigramme, carte heuristique, schéma d'intentions...). Les organigrammes peuvent également être utilisés pour composer un projet (cf. Fig. 5.4, p.170) ;
3. les *réseaux* sont des formes de (re)présentation graphique qui (re)présentent les relations entre les éléments d'un *même* ensemble (arbres généalogiques, organigrammes de société, programmes d'ordinateur, réseaux routier, réseaux d'organisation hiérarchique en niveaux, réseaux de flux, réseaux sociaux...). Des typologies, des techniques visuelles de (re)présentations des réseaux ont été développées (Lima 2011 ; cf. Fig. 5.5, p.171).

Lorsqu'il passe d'un média à l'autre, le (co)concepteur modifie constamment la vue, l'échelle et le cadrage de l'objet (re)présenté et ce va et vient lui permet par une succession d'essais et erreurs de (co)concevoir le projet d'architecture.

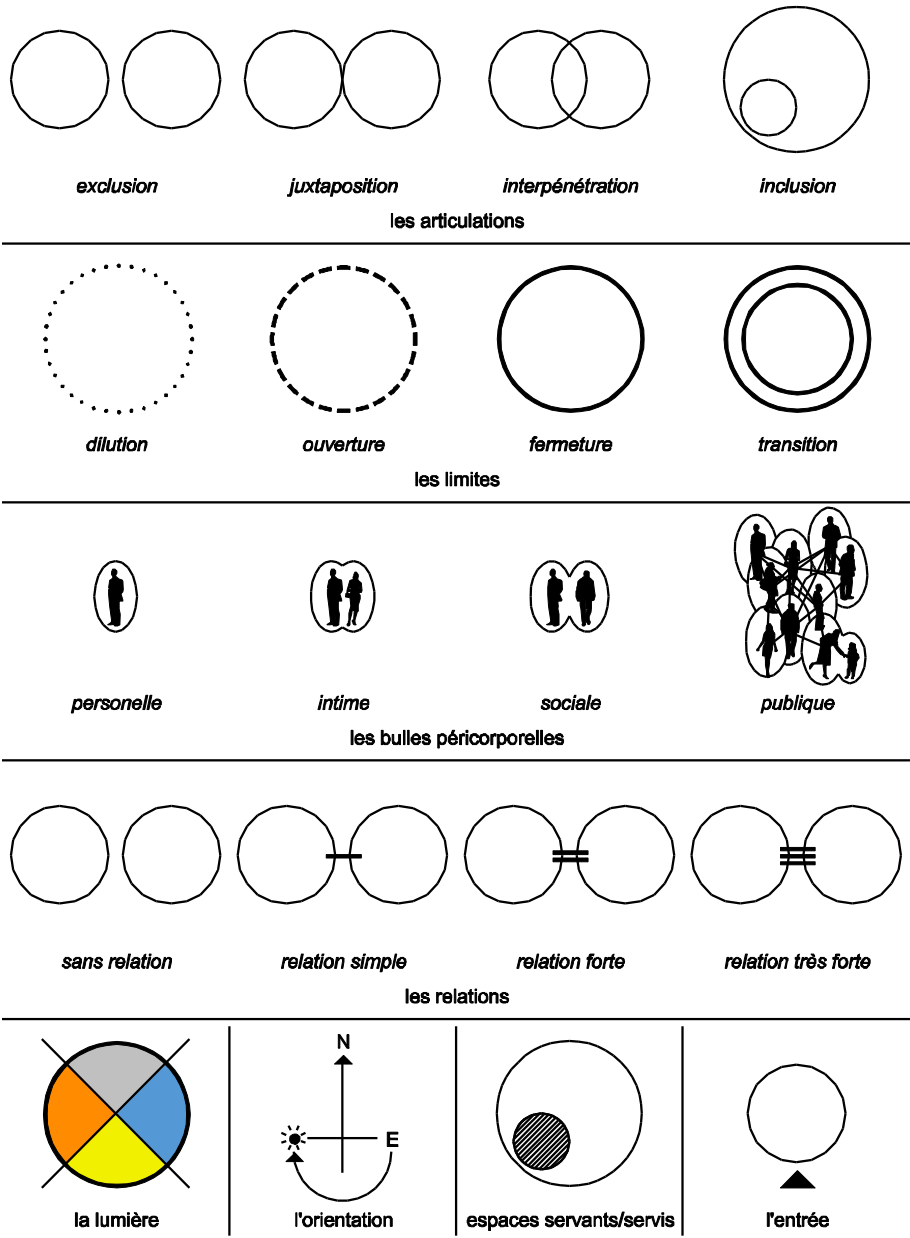


Fig. 5.4 – Quelques éléments de base pour créer un organigramme.

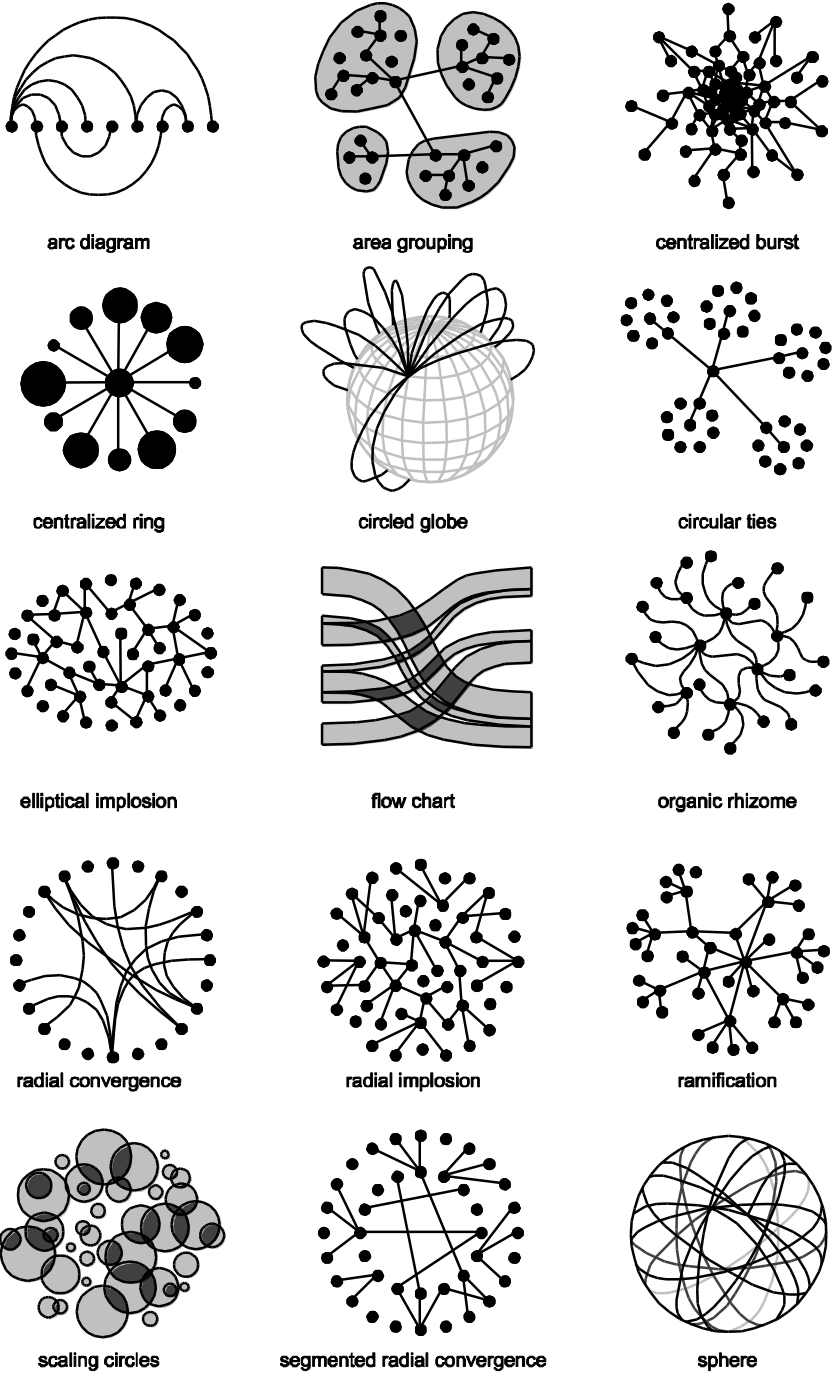


Fig. 5.5 – Techniques visuelles de (re)présentation de réseaux.
Adaptation d'après Manuel Lima (2011, p.158).

5.1.4 Le processus de (re)présentation

Dans l'espace de l'architecture (Esp_2), les états t_i successifs d'un projet d'architecture sont notés : $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$. Chaque état est associé à une version actualisée du modèle architectural correspondant : $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$ et éventuellement à des représentations externes correspondantes : $Md_1, Md_2, Md_3, \dots, Md_n$. L'actualisation régulière du modèle architectural M_i est possible à partir du moment où une part de M_{i+1} est différente du M_i . Parallèlement à cela, les (re)présentations externes sont également actualisées à partir du moment où une part de Md_{i+1} est différente du Md_i . Les changements d'état du projet $t_0 \rightarrow t_1, t_1 \rightarrow t_2, \dots, t_{k-1} \rightarrow t_k, \dots, t_{n-1} \rightarrow t_n$ correspondent alors à des changements du modèle architectural $M_0 \rightarrow M_1, M_1 \rightarrow M_2, \dots, M_{k-1} \rightarrow M_k, \dots, M_{n-1} \rightarrow M_n$ et des médias correspondants $Md_0 \rightarrow Md_1, Md_1 \rightarrow Md_2, \dots, Md_{k-1} \rightarrow Md_k, \dots, Md_{n-1} \rightarrow Md_n$. Qu'elles soient internes ou externes, les (re)présentations se succèdent donc au cours d'un véritable *processus* de (re)présentation. Ce processus possède ses opérantes : les images mentales et plus particulièrement les modèles architecturaux pour les (re)présentations internes et les différents types de médias pour les (re)présentations externes. Le (co)concepteur opère sur celles-ci à l'aide de (co)opérations de (re)présentation sur des symboles S^3 (Le Moigne 1999). Cette (co)opération est sous-jacente à toutes les autres (co)opérations utilisées par le (co)concepteur au cours du processus de (co)conception du projet d'architecture. En effet, à chaque changement d'état t_i du projet, le (co)concepteur actualise le modèle architectural M_i et chaque actualisation est l'occasion de produire des (re)présentations externe Md_i intéressantes.

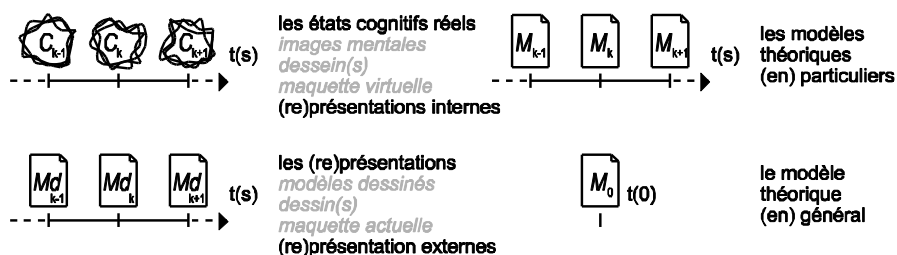


Fig. 5.6 – Les états cognitifs, les (re)présentations, les modèles théoriques (en)général et (en) particulier.

Pour étudier le processus de (re)présentation, les changements apparus entre les différents états du processus de (co)conception doivent être questionnés. Les (re)présentations sont plus faciles à analyser lorsqu'elles ont une meilleure "traçabilité" (Raynaud 1999), c'est-à-dire lorsqu'elles offrent la possibilité de suivre l'évolution d'un même élément architectural (un espace particulier, un escalier, un poteau, un revêtement...) à travers la succession des (re)présentations du projet. Le choix du média ou du type de (re)présentation graphique opéré par le (co)concepteur est fait de manière à ce que cette (re)présentation soit suffisamment simplifiée pour être intelligible, mais suffisamment fidèle pour être fiable et

utile. Du point de vue de l'étude du processus de (co)conception architecturale, un travail complet, qui dépasse cette étude, serait nécessaire pour évaluer l'impact des différents types d'images mentales et de médias utilisés/utilisables à certains moments-clés par le (co)concepteur en cours de (co)conception (idée génératrice, parti, esquisse, implantation, avant-projet, projet, communication...).

5.2 Trois voies d'utilisation des médias (Md_i)

L'utilisation du modèle architectural M_i n'est possible que lorsque le (co)concepteur transpose celui-ci à l'aide de (re)présentations externes Md_i . En effet, le modèle architectural est une (re)présentation interne qui à chaque étape importante du processus de (co)conception peut être externalisée pour aider à la (re)présentation des données ou supporter les étapes suivantes de (co)conception. Une fois le projet (co)conçu, les médias permettent également d'extraire le modèle architectural de la tête du (co)concepteur pour servir de point de départ à la réalisation de l'édifice dans l'espace de l'architecture Esp_1 . Que ce soit à main levée ou à l'ordinateur, l'usage des (re)présentations externes – quel que soit le média utilisé – dans le travail du (co)concepteur assure selon l'architecte et chercheur français Daniel Estevez (2001) trois fonctions fondamentales qui correspondent ici à trois voies que peut suivre le (co)concepteur :

1. la fonction "spéculative" lorsque le média est le support de l'activité conceptuelle du (co)concepteur. Le (co)concepteur (re)présente le modèle architectural de telle manière que celui-ci influence le processus de (co)conception ;
2. la fonction "descriptive" lorsque le média permet la maîtrise de la forme et de l'apparence du modèle architectural. Le (co)concepteur (re)présente le modèle architectural de manière à le communiquer à d'autres ;
3. la fonction "prescriptive" lorsque le média est utilisé pour la réalisation matérielle de l'édifice (co)conçu. Le (co)concepteur passe du modèle architectural au chantier.

Comme le souligne justement Estevez (2001), ces trois fonctions sont en réalité "particulièrement imbriquées". Les voies prescriptive, descriptive et spéculative poursuivies par le (co)concepteur sont en interaction constante. Elles forment les pôles d'une triadique (cf. Fig. 5.7 p.174). Le (co)concepteur utilise des allers et retours entre ces trois voies. Elles peuvent être poursuivies à partir d'un même modèle architectural, en même temps ou à tour de rôle. Mais la stratégie de construction du modèle sera différente en fonction de la ou les voie(s) privilégiée(s). De la même manière, une (re)présentation externe n'est jamais totalement spéculative, descriptive ou prescriptive. De manière générale, les différents types de (re)présentation externes sont utilisés à différents moments du processus (cf. Fig. 5.7 p.174). Dans un premier temps, les (re)présentations externes Md_i du projet d'architecture sont plutôt spéculatives lorsqu'elles permettent d'initier un projet à partir de (quasiment) rien, alors que dans un second temps, elles sont plutôt descriptives lorsqu'elles permettent de (re)travailler le projet en cours à

partir de lui-même et dans un troisième temps, elles sont plutôt prescriptives lorsque le chantier approche et qu'elles doivent montrer tous les détails techniques à utiliser lors de l'édification réelle du bâtiment.

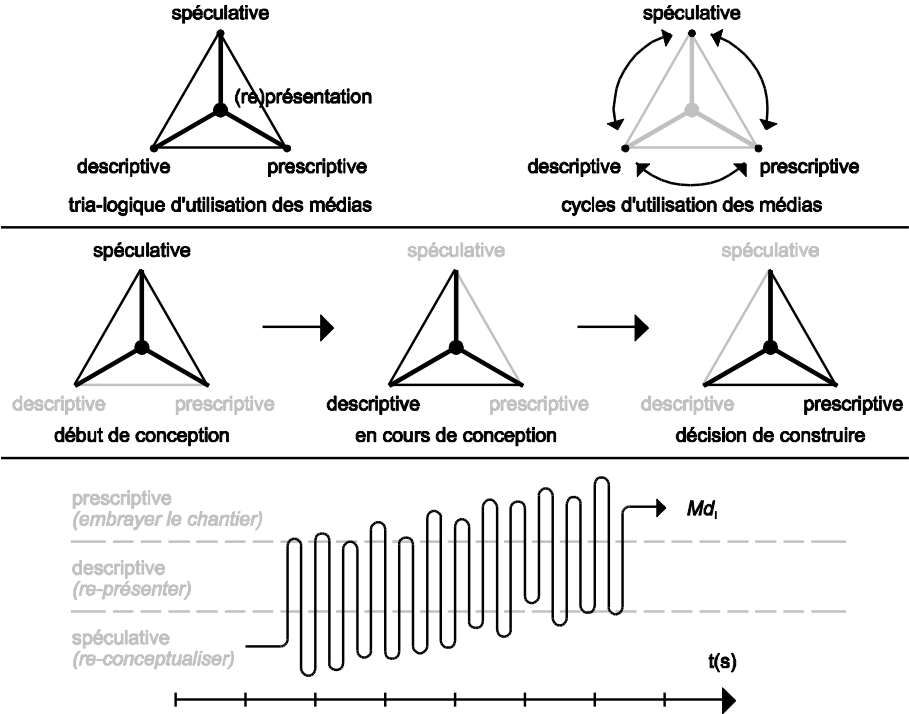


Fig. 5.7 – La triadologie des trois voies d'utilisation du modèle architectural. L'emphase des trois voies d'utilisation au cours du processus de (co)conception.

5.2.1 La voie *spéculative*

Lorsqu'il poursuit la voie spéculative, le (co)concepteur essaie de prédire la forme du projet ou d'ouvrir les possibles en cours de processus. Il construit des scénarios, il balaie les possibles à partir du projet d'architecture développé théoriquement pour rechercher toutes les solutions raisonnablement imaginables au problème donné. Il met en place une véritable prospective (Berger 1964) pour pouvoir passer à l'action. Les médias sont utilisés pour (re)conceptualiser le projet d'architecture en cours de (co)conception.

À chaque étape significative du processus (esquisse, avant-projet, dossier de soumission, dossier d'exécution, plans *as built*...), le (co)concepteur utilise des (re)présentations externes Md_i qui figurent le modèle architectural M_i pour connaître, concevoir et supporter son activité conceptuelle. En tant qu'*expressions* temporaires, ces (re)présentations répétées au cours du processus ne sont pas neutres : le projet d'architecture se forme par sa (re)présentation, qui elle-même

l'in-forme. Les différentes techniques de (re)présentation utilisées par le (co)concepteur ne produisent pas les mêmes effets spéculatifs.

Les médias développés dans le cadre d'un précédent projet d'architecture peuvent être (ré)utilisés pour servir de base au processus engagé. Le (co)concepteur fait alors un projet *à la manière de*. Ainsi, le projet de la Casa de Musica (2005) à Lisbonne réalisé par OMA/Rem Koolhaas a été (co)conçu au cours d'un concours sur base d'un concept utilisé antérieurement pour la conception de la maison unifamiliale Y2K (1998) à Rotterdam qui n'était resté qu'à l'état d'ébauche. À deux semaines de la remise du concours, OMA / Rem Koolhaas a "recyclé" une "solution" apportée à un "problème" antérieur, sans s'occuper de la différence d'échelle entre les deux programmes, pour répondre au "problème" de la construction de la salle de concert. D'autres spéculations peuvent même venir de (co)conceptions faites par d'autres architectes ou dans d'autres domaines.

5.2.2 La voie *descriptive*

Lorsqu'il poursuit la voie descriptive, le (co)concepteur essaie de (re)présenter le modèle architectural M_i en cours de (co)conception. Il appréhende le projet d'architecture de manière globale et qualitative à l'aide de (re)présentations externes Md_i en tant que tout cohérent. Il tente alors de *copier* le réel R en relevant un édifice existant ou de *simuler* un projet d'architecture – en tout ou en partie – dans son réel augmenté R^+ avant de le construire, ou encore, de manière à pouvoir l'utiliser en tant que *composant* lors de la (co)conception d'un autre projet d'architecture. Le (co)concepteur montre à chaque étape signifiante du processus de (co)conception à quoi la situation existante/projetée du projet d'architecture ressemble/ressemblera, à quoi ressemble le composant ou l'édifice futur sous une forme figurative. Il copie le réel à l'aide de modélisations en trois dimensions, il réalise des images de présentation. Il (re)présente de manière figurative des d'informations à propos des données, de la scène, de la frontière, de la finalité, des éléments et des relations, des règles de fonctionnement... pour développer des références à classer/mobiliser dans/depuis les espaces de références de son (auto)référentiel.

La description d'une partie de modèle architectural M_i est l'occasion pour le (co)concepteur de construire un *composant* à (ré)utiliser après dans le cadre d'un autre projet d'architecture. Les composants sont des agrégations (*Ens_i*, *Struct_i* et/ou *Syst_i*) déjà éprouvés – de manière pratique ou théorique – lors de la (co)conception d'autres modèles architecturaux, en tout ou en partie. Ils peuvent être utilisés dans les pré-conceptions, l'(auto)référentiel et les espaces de référence du (co)concepteur. Les composants sont des agrégations d'éléments de l'espace de conception Esp_2 appartenant au modèle architectural M_i d'un projet d'architecture dans une phase relativement avancée du processus de (co)conception. Cette partition de projet peut être questionnée par le (co)concepteur au même titre qu'un autre modèle architectural. Les composants complets (re)présentés de manière descriptive dans un premier projet peuvent être transférés et

(ré)interprétés dans un autre projet. Parfois le transfert est même possible au sein du même processus de (co)conception, d'une phase à l'autre du même projet. Il est impossible de détailler tous les composants utilisés en architecture : les types architecturaux, les détails techniques types, les systèmes formels, les (arché)types... L'utilisation de composants permet au (co)concepteur de (co)concevoir stratégiquement des parties du projet d'architecture avant d'envisager le tout. Ainsi, une salle de bain sur mesure, une trame modulaire, un module de mur-rideau, un appartement témoin, un prototype de châssis ou un dispositif d'entrée peuvent être (ré)utilisés dans différents processus de (co)conception. À l'extrême, un projet d'architecture complet peut être (ré)utilisé sans aucune considération pour la situation du projet comme dans les maisons clé-sur-porte. Les composants peuvent alimenter des bibliothèques utiles pour aider le (co)concepteur à (co)concevoir plus rapidement (normes de dessin CSTC, Neufert, livres de plans de maisons, monographies d'architectes...).

5.2.3 La voie *prescriptive*

Lorsqu'il poursuit la voie prescriptive, le (co)concepteur essaie de (re)présenter le modèle architectural M_i de manière à démarrer la réalisation concrète du bâtiment. C'est l'embrayage sur le réel R du projet d'architecture développé dans l'espace de l'architecture Esp_2 . La limite entre la phase de (co)conception et celle de la construction réelle du projet d'architecture dans l'espace des édifices Esp_1 est floue. En effet, le (co)concepteur continue à (co)concevoir le projet d'architecture en cours de chantier lorsqu'il actualise le modèle architectural en fonction des données supplémentaires à intégrer selon les aléas du chantier. À l'aide de conventions graphiques, le (co)concepteur (re)présente de manière quantitative, à l'échelle et avec précision, les éléments du projet d'architecture à construire. Il décrit dans ses moindres détails le modèle architectural par la mise au net des plans, la création du métré, l'élaboration du cahier des charges, le dessin des détails d'exécution... Il utilise des (re)présentations techniques (géométral, axonométries, géométrie descriptive, algorithmes, réticulations...) pour décrire et communiquer de manière univoque et avec exactitude les caractéristiques dimensionnelles et constructives de l'édifice projeté. Les médias Md_i qu'il produit à cet effet sont destinés aux différents acteurs du chantier, ce qui suppose l'utilisation de conventions graphiques normalisées et partagées pour que ceux-ci soient opérants. Cette voie mène à l'"embrayage" ou installation du projet dans l'espace réel (Boudon *et al.* 1994).

5.3 Le processus de (co)conception architecturale

De manière générale, la (co)conception d'un projet d'architecture est la capacité à produire des fictions qui peuvent alimenter une partition du réel augmenté mobilisée à cet effet. Cette (co)élaboration progressive d'un modèle architectural (M_i) permet à la fois de questionner et de résoudre un projet d'architecture. Le processus de (co)conception qui vise l'architecture peut être particularisé par rapport à d'autres, dans le sens où "la conception [architecturale] est un processus de formulation et de résolution concomitante d'un problème jamais complètement posé, ni jamais résolu définitivement" (Siret 1997). Par la relation entre le (co)concepteur et le modèle architectural (M_i) qu'il anime, le processus de (co)conception est bien un "ensemble d'éléments en interaction dynamique orientés en fonction d'un but" (Rosnay 1975). Le but de ce système est alors la (méta-)finalité poursuivie par le (co)concepteur lorsqu'il vise l'architecture (P_2).

Mais ce processus n'est pas évident à modéliser. Selon Jean-Pierre Chupin (2010), le "chemin du projet" lors de la (co)conception est régulièrement (re)présenté dans les différentes théories de la (co)conception à l'aide de "figures élémentaires". Chacune d'elles est emblématique de la manière qu'ont les théoriciens de réduire le processus à l'aide d'une forme unique. La (re)présentation du processus à l'aide d'une ligne droite est (trop) simpliste. Il vaut mieux le (re)présenter, au minimum, par une ligne brisée ou tortueuse (des imprévus (ré)orientent subitement le projet d'architecture en cours), par une boucle (le (co)concepteur revient parfois sur ses pas) ou une spirale (il (re)passé régulièrement par certains questionnements, mais globalement il converge vers une solution), ou encore des entrelacs et des pseudo-labyrinthes (le (co)concepteur piétine, il prend des chemins détournés).

Au cours de l'histoire, de (très) nombreux modèles théoriques du processus de (co)conception qui vise l'architecture se sont succédés (cf. chapitre 4) et les formes de (re)présentations de celui-ci se sont diversifiées. Dans *Design Methods* (1970), J. Christopher Jones présente une typologie des modèles théoriques de la (co)conception : il recense déjà à l'époque – selon lui de manière exhaustive – trente-cinq méthodologies différentes à utiliser en fonction de l'état du processus (divergence, transformation et/ou convergence). De la même manière dans *How do you design ? A Compendium of Models* (2004), Hugh Dubberly et al. proposent une autre typologie à partir cette-fois de la (re)présentation symbolique de ceux-ci : vingt-quatre modèles linéaires ; trente-deux modèles linéaires mais intégrant des boucles itératives ; trois modèles en arbre ; sept modèles en spirale ; huit modèles circulaires et douze modèles des plus variés. Cette variété de modèles montre les multiples points de vue sur le processus de conception et surtout leur évolution au cours du temps. En ergologie, Françoise Darses (2004) reprend la typologie des modèles de la (co)conception de Lucienne T.M. Blessing (1995) (cf. Fig. 5.8) et définit quatre "figures élémentaires". Pour nous, ces quatre types de modèles montrent l'évolution de la (re)présentation du processus de (co)conception depuis le schéma linéaire de base (analyse → synthèse → évaluation)

jusqu'au modèle de John Zeisel (1981 ; 2006). Nous distinguons donc : les modèles (1) linéaire, (2) cyclique, (3) en vis d'Archimède et (4) en hélicoïde conique convergent.

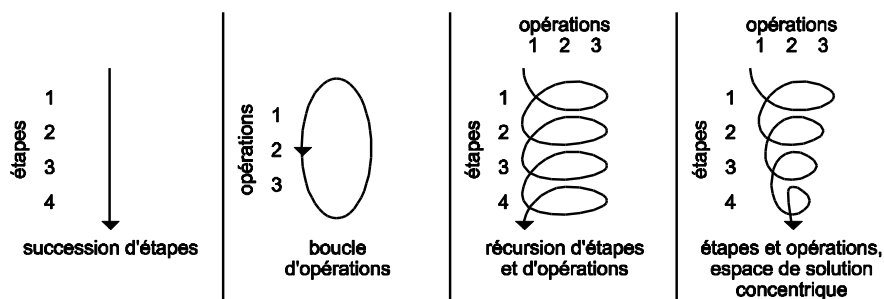


Fig. 5.8 – Typologie des modèles de la conception. Adaptation d'après Lucienne T. M. Blessing (1995) reprise dans Françoise Darses (2004, p.14).

Mais comment installer la structure principale de tout processus de (co)conception qui vise l'architecture ? À première vue, le parcours progressif – mais globalement convergent – de l'idée jusqu'à la construction matérielle de l'édifice semble évident. En effet, la plupart des modélisations de ce type de processus mettent en scène un (co)concepteur qui passe progressivement de la *spéculation*, en passant par la *description*, jusqu'à la *prescription* du projet d'architecture. Cette (re)présentation basique du processus est habituellement rythmée par trois phases liées par causalité linéaire : analyse → synthèse → évaluation.

Ces trois phases ont été (re)prises dans de nombreux modèles (Asimow 1962 ; Mesarovic 1964 ; Watts 1966 ; Broadbent 1973a ; Lawson 1980 ; Rowe 1987 ; Huot 2005 ; Chupin 2010...). L'*analyse* est une phase de questionnement et de recherche par l'exploration, le relevé et la collecte des données pour cerner le problème posé, constituer un espace de solutions possibles et (dé)limiter le problème par des contraintes. C'est l'analyse de la situation : le propre de l'architecture étant à la fois d'être située et de situer. Ensuite, la création et génération de solutions est un processus de synthétisation des connaissances qui mène jusqu'à la proposition de solutions potentielles. La *synthèse* est donc la phase de recherche de réponses à la question posée. Parmi les solutions potentielles, cette opération permet au (co)concepteur de choisir une solution, évaluée à partir de l'ensemble des contraintes relevées lors de l'opération d'analyse. L'*évaluation* est la phase de validation de la réponse trouvée.

Aujourd'hui le schéma linéaire traditionnel en trois phases des premiers méthodologues (analyse → synthèse → évaluation) est devenu complètement obsolète pour modéliser entièrement le processus de conception. Ces modèles (très) classiques de la (co)conception en trois phases et leurs dérivés présentent de nombreuses apories. En effet, cette structuration simplificatrice du processus ne permet pas au (co)concepteur de se (re)présenter le projet d'architecture et le processus de son élaboration dans toute sa richesse. Qu'ils soient des problèmes

"mal définis" (Rietman 1964 ; 1965), "mal structurés" (Simon 1973) ou "malicieux" (Rittel & Webber 1973), la plupart des projets d'architecture concernent des problématiques *complexes*, qui nécessitent l'utilisation d'outils complémentaires à ceux de l'approche analytique (Morin 1990). Du coup, la formalisation du processus à l'aide d'une simple droite ne suffit pas. Même quand elles (re)prennent ces trois étapes de base, la plupart des tentatives de modélisation du processus de (co)conception d'un projet d'architecture présentent certaines caractéristiques qui vont dans le sens d'un dépassement de cette linéarité réductrice (Chupin 2010) :

1. les problèmes de (co)conception sont souvent "mal définis" et assumés comme tels. Le problème n'est jamais complètement posé, ni jamais résolu définitivement ;
2. des structures antérieures existent : des pré-conceptions ou des "générateurs primaires" (Darke 1979). Le (co)concepteur possède toujours un (auto)référentiel *à priori* ;
3. la modélisation de base du processus de (co)conception est représentable par analogie avec une spirale, plutôt qu'avec une droite. La temporalité du processus est non-linéaire et multidirectionnelle. Elle symbolise la succession des cycles cognitifs au sein d'un processus itératif ;
4. le (co)concepteur passe par des "cycles de conjectures" (Popper 1963) : il adapte son (auto)référentiel réflexivement au cours du processus de (co)conception. Les conjectures sont faites à propos des problèmes, des solutions ou des deux à la fois ;
5. chaque problème est différent : à un problème donné, un grand nombre de solutions possibles existent et donc également d'hypothèses de travail ;
6. le processus oscille entre incertitude et contrôle : certaines dimensions du projet d'architecture doivent être totalement maîtrisées par le (co)concepteur (la stabilité, les dimensions minimales, les échanges thermiques...), alors que d'autres jouent avec l'ambiguïté, l'imagination et la créativité.

Selon Jean-Pierre Chupin (2010), les modèles de l'ingénierie sont *prescriptifs* et insistent encore sur des séquences d'étapes obligatoires, alors que les modèles de l'architecture sont plus *descriptifs* et insistent sur des cycles cognitifs. Aujourd'hui il s'agit de proposer des modèles hybrides à l'intersection de ces postures, pour dépasser certains dualismes récurrents (black box/glass box, incertitude/contrôle, art/science...). Contrairement à la seule systématisation mécaniste des premières méthodologies, le modèle à développer devrait permettre aux concepteurs de situer leur propre démarche réflexive, leur point de vue (voire celui d'une démarche collective), mais aussi d'introduire la situation du problème.

5.4 Le modèle du processus de (co)conception (en) général

Quelques fondamentaux doivent être installés pour composer un modèle théorique heuristique du processus de (co)conception qui vise l'architecture. La modélisation démarre par l'établissement d'un *modèle hélicoïdal convergent*. Tout processus passe par certains états (initial, intermédiaire et final) et peut être

(re)présenté au *minimum* par quelques fondamentaux (une ligne du temps, un domaine de données et un domaine de solutions, un hélicoïde, des sauts conceptuels). Le système observé étant en interaction dynamique avec l'observateur du système, d'autres fondamentaux s'ajoutent à la modélisation : les (re)présentations (internes et externes) et les relations entre le processus de (co)conception (en) général et le (co)concepteur (auto)réflexif.

Puisqu'il est défini en tant que *processus*, l'acte de (co)conception suppose une succession d'états répartis dans un intervalle de temps donné. En transposant les conventions de l'analyse numérique, le processus est donc (dé)composable en plusieurs états t_i lorsqu'un facteur i varie de 0 à n . Chacun de ces états t_i du processus correspond alors à une configuration temporaire du modèle architectural (M_i). En partant de l'idée que le processus (en) général comporte au total n états, l'état (en) particulier t_k est situé dans une suite de n états ($t_0, t_1, t_2, t_3, \dots, t_{k-1}, t_k, t_{k+1}, \dots, t_n$) et le modèle architectural (en) particulier (M_k) est situé dans une suite de n modèles architecturaux ($M_0, M_1, M_2, M_3, \dots, M_{k-1}, M_k, M_{k+1}, \dots, M_n$). Ainsi, à l'état initial du processus t_0 correspond celui du modèle architectural M_0 , au moment de l'observation du système t_k correspond celui du modèle architectural actuel M_k et à l'état final du processus t_n correspond celui du modèle architectural M_n . Le premier élément présent dans toute modélisation du processus d'un projet d'architecture en devenir est donc une *ligne du temps* qui montre l'orientation et la succession des états t_i du processus.

Si les différents états t_i du processus sont symbolisés par les graduations de la ligne du temps, alors les différents états du modèle architectural M_i correspondant sont modélisés par un hélicoïde globalement convergent, de manière similaire à ceux (re)présentés par exemple dans les modèles de L. Bruce Archer (1969) et de John Zeisel (1981 ; 2006). En tant que "figure élémentaire" (Chupin 2010), la spirale permet de tenir compte des boucles, des convergences et des sauts conceptuels. Le processus est bien chaotique et Jean-Pierre Chupin (2010) a montré que Philibert de l'Orme (1561) avait déjà observé le côté chaotique de la conception, lorsqu'il réalise une gravure qui montre une allégorie de la condition de l'architecte face aux aléas du projet (cf. Fig. 4.6, p.97). Le choix d'un hélicoïde convergent – terme plus précis que celui de spirale utilisé par Chupin – permet d'assumer également une complémentarité visuelle (cf. Fig. 5.9, p.181) entre la linéarité de l'approche analytique et les boucles de rétro-action de l'approche systémique. Elle permet également de positionner la (co)conception architecturale – cas particulier des sciences de la conception – à l'intersection entre les sciences et les arts (cf. Table 8, p.180).

Art (les arts)	Sciences exactes (l'ingénierie)
Cycles cognitifs	Séquences d'étapes obligatoires
Modèles descriptifs	Modèles prescriptifs
Incertitude	Contrôle
Boîte noire	Boîte de verre

Table 8 – Architecture entre art et science.

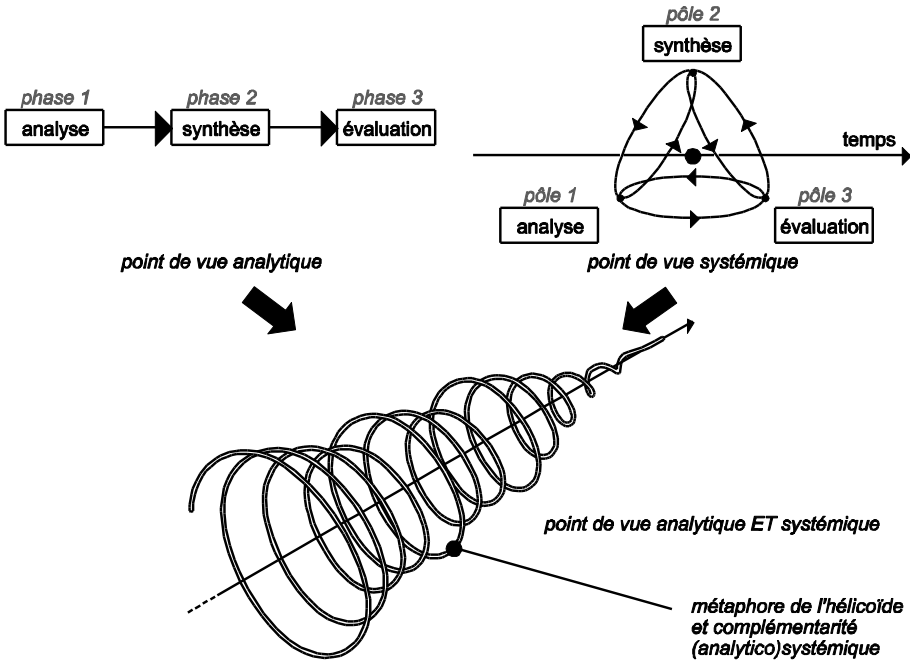


Fig. 5.9 – Métaphore de l'hélicoïde pour assumer une complémentarité entre analytique et systémique.

Bien que la situation du projet d'architecture à (co)concevoir soit analysée (avec soin) par le (co)concepteur, le problème qu'il (co)construit est mal structuré, mal défini. La (co)construction du problème à résoudre est bien (inter)subjective entre organisation et incertitude. Le (co)concepteur (ré)élabore constamment de manière concomitante la formation (inter)subjective de l' "espace-problème" et de l' "espace-solution" (Simon & Newell 1972). D'un côté, le (co)concepteur formule le problème à résoudre, il (dé-)compose la (méta-)finalité poursuivie (P_2) en (sous-)finalités et contraintes de manière la plus cohérente possible pour organiser son espace de données. De l'autre, il organise l'espace des différentes solutions potentielles qu'il parvient à identifier, puisque la solution n'est ni unique, ni optimale, elle est "satisfaisante" et "non-optimale" (Simon 1959 ; Simon 1969 ; Raynaud 1999). Il n'existe aucune solution optimale à laquelle le processus mènera inévitablement. Un même processus mené par des (co)concepteurs différents peut aboutir de manière également pertinente à des solutions différentes. De manière générale, après la ligne du temps, deux autres fondamentaux existent dans la modélisation du processus : un *domaine des données* connues (Dom_d) et un *domaine des solutions* satisfaisantes (Dom_s). Le premier (re)présente les données (d_i) prises en compte par le (co)concepteur. Il est variable parce que le (co)concepteur peut à tout moment décider d'élargir/rétrécir le champ des informations relationnées prises en compte pour (co)concevoir le modèle architectural (M_i). Tandis que le second (re)présente l'ensemble des solutions possibles (s_i) du projet d'architecture, sans pour autant montrer une solution unique et prévisible.

$\exists p$ données connues d_i tel que $Dom_d = \{d_0, d_1, d_2, d_3, \dots, d_p\}$

$\exists m$ solutions satisfaisantes s_i tel que $Dom_s = \{s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s_m\}$

D'un état à l'autre de la ligne du temps, l'hélicoïde convergent, les domaines de données et de solutions varient. Lorsqu'ils sont articulés de manière particulière, ils provoquent des phases de convergence ou de divergence du processus de (co)conception dans son ensemble. Dans l'étude des aspects cognitifs de la "pensée créatrice", le psychologue américain Joy P. Guilford (1967) distingue la "pensée convergente" qui permet de répondre à la question "2+2= ?", de la "pensée divergente" qui permet de répondre à la question "dessinez-moi vingt façons d'articuler un espace servant et un espace servi", puisque deux manières différentes existent pour aborder la recherche d'une solution. Selon lui, les tests traditionnels de l'intelligence permettent de mesurer uniquement les capacités de pensée convergente des sujets. Mais pour tout acte de création, c'est la pensée divergente qui est importante. Lorsque le (co)concepteur se focalise sur des solutions qu'il a déjà utilisées dans d'autres projets ou sur des raisonnements logiques, il utilise la pensée convergente et l'hélicoïde de modèles architecturaux converge vers le domaine des solutions. Tandis que si le (co)concepteur cherche des solutions originales, il utilise la pensée divergente et l'hélicoïde diverge et prend de la distance par rapport au domaine des solutions, ce qui risque de faire évoluer ce dernier. Un processus de (co)conception d'un projet d'architecture est toujours à la croisée des pensées convergente et divergente.

Outre les phases de convergence/divergence, le processus peut passer par des périodes de *latence*. Dans ce cas, le (co)concepteur n'est pas satisfait du modèle architectural actuel M_i , mais il n'a aucune idée et il décide de stationner à un état t_i du processus. Une période de latence n'est pas forcément négative, elle précède parfois l'*illumination*.

D'un état à l'autre de la ligne du temps, l'hélicoïde convergent, les domaines de données et de solutions varient et, du point de vue de la modélisation heuristique, ils peuvent finir par se croiser visuellement. Des (non)croisements particuliers peuvent apparaître (cf. Fig. 5.10, p.183) :

1. $Dom_d = \{\emptyset\}$: l'hélicoïde se développe hors du domaine de données : le (co)concepteur est hors sujet, il (co)conçoit un modèle architectural de papier ;
2. $Dom_d < Dom_s$: le (co)concepteur tend à proposer un projet simpliste et réducteur ;
3. $Dom_d = Dom_s$: le (co)concepteur propose un projet cohérent, cette situation théorique est possible dans le réel augmenté, mais n'existe pas dans le réel ;
4. $Dom_d > Dom_s$: le (co)concepteur tend à proposer un projet compliqué ;
5. $Dom_s = \{s_k\}$: le (co)concepteur pense qu'une solution unique s_k existe. Le (co)concepteur tend à stopper le processus de (co)conception.

D'un état à l'autre de la ligne du temps, l'hélicoïde convergent, les domaines de données et de solutions varient aussi en fonction des accidents et des imprévus.

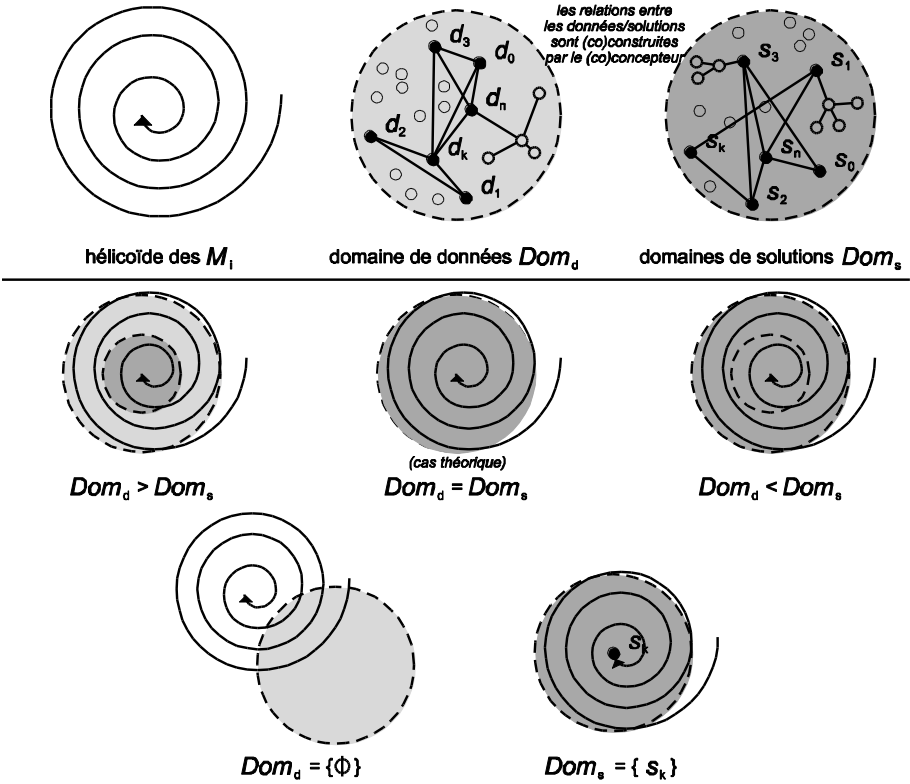


Fig. 5.10 – Relations entre l'hélicoïde des modèles architecturaux M_i , le domaine de données Dom_d et le domaine de solutions Dom_s .

Dans *Inquiry by Design* (1981 ; 2006), John Zeisel parle de "déplacements conceptuels" ("*conceptual shifts*") : il s'agit de sauts conceptuels *internes* au processus opérés par le (co)concepteur, volontairement ou non, qui (ré)orientent, altèrent et/ou adaptent le processus de (co)conception. En effet, au cours du processus de (co)conception, certains événements aléatoires peuvent soudainement faire irruption et modifier complètement l'amplitude de l'hélicoïde, les phases de convergence/divergence, les aires des domaines de données et de solutions. Puisqu'en pratique le processus de (co)conception n'est pas linéaire, des données et des relations incertaines ou imprévues peuvent à tout moment stopper net l'hélicoïde et en redémarrer un autre. Des événements *externes* au processus de (co)conception peuvent aussi intervenir. L'hélicoïde peut être segmenté par (1) les influences sur le (co)concepteur qui oriente, (2) les influences des (re)présentations externes (et des outils de représentation), (3) l'influence des (re)présentations internes... Le processus peut présenter des convergences/divergences volontaires, mais aussi involontaires.

De manière théorique, la mise en place de l'hélicoïde et des domaines de solutions/données permet de définir une combinatoire de cas *volontaires* qui peuvent

advenir au cours de tout processus de (co)conception d'un projet d'architecture. Dans le cas d'un processus de base, le (co)concepteur élabore de manière linéaire à l'état t_i un modèle architectural M_i sur base du modèle précédent (M_{i-1}) et en visant le modèle suivant (M_{i+1}). Mais dans le réel, ce n'est pas toujours aussi linéaire et des altérations (in)volontaires du processus peuvent apparaître inopinément par la volonté du (co)concepteur ou à cause de facteurs extérieurs au processus de (co)conception. Ces altérations modifient également les aires des domaines de données/solutions. Au-delà d'un état des sauts cognitifs, trois cas d'altérations *volontaires* du processus peuvent être distingués lorsque le (co)concepteur se situe à un état t_i du processus (cf. Fig. 5.11, p.185) :

1. la *progression* : le (co)concepteur n'est pas assez satisfait du modèle architectural actuel M_i et décide de passer à un état t_{i+1} du processus après avoir mené une opération de (co)conception O_i de manière à provoquer un changement (Ch_i). Dans les faits, cette situation est la plus courante, le (co)concepteur fait alors *un pas en avant* dans un processus convergent ;
2. la *régression* : le (co)concepteur n'est pas satisfait du modèle architectural actuel M_i et il décide de (re)venir à un état t_{i-1} du processus. Le (co)concepteur fait alors *un pas en arrière*, mais ce n'est pas pour autant négatif. Après un essai peu concluant, cette régression peut permettre de (re)trouver une convergence perdue ou d'en provoquer une nouvelle par une (ré)ouverture de possibles ;
3. le *déplacement* : le (co)concepteur n'est pas satisfait du modèle architectural actuel M_i et il décide de (re)démarrer un autre processus en (re)partant d'un nouvel état t_0 . Dans cette situation, le (co)concepteur fait un pas de côté ;
4. le *saut cognitif* : le (co)concepteur a une idée subite et décide d'actualiser le modèle architectural actuel M_i en passant à un état t_{i+1} du processus après avoir mené une opération de (co)conception O_i de manière à provoquer un changement (Ch_i). En théorie, cette situation correspond au légendaire *eurêka* de l'artiste subitement inspiré. Dans les faits, à chaque progression, le (co)concepteur avance à partir d'un saut créatif localisé.

Pour être complet, une combinatoire des cas *involontaires* d'altération du processus devrait également être développée dans une autre étude.

Une modélisation systémique du processus de (co)conception (en) général serait incomplète sans montrer les interactions dynamiques qu'elle entretient avec le (co)concepteur en tant qu'observateur du système. Les (co)concepteurs mobilisent constamment différents réservoirs à mobiliser pour (co)construire le réel augmenté (cf. p.201). Ces informations actualisent continuellement la (co)conception du monde du (co)concepteur et l'influencent dans les choix qu'il fait au cours du processus de (co)conception du projet d'architecture. Du coup, des données (inter)subjectives apparaissent dans le processus (heuristiques, analogies, règles, croyance, valeurs, mythes, valorisation dimensionnelle, contexte, type architectural (pré)défini...). Et dans une certaine mesure des données (contraintes) fluctuent et sont énoncées tout au long du processus. La démarche devient en partie opportuniste et itérative.

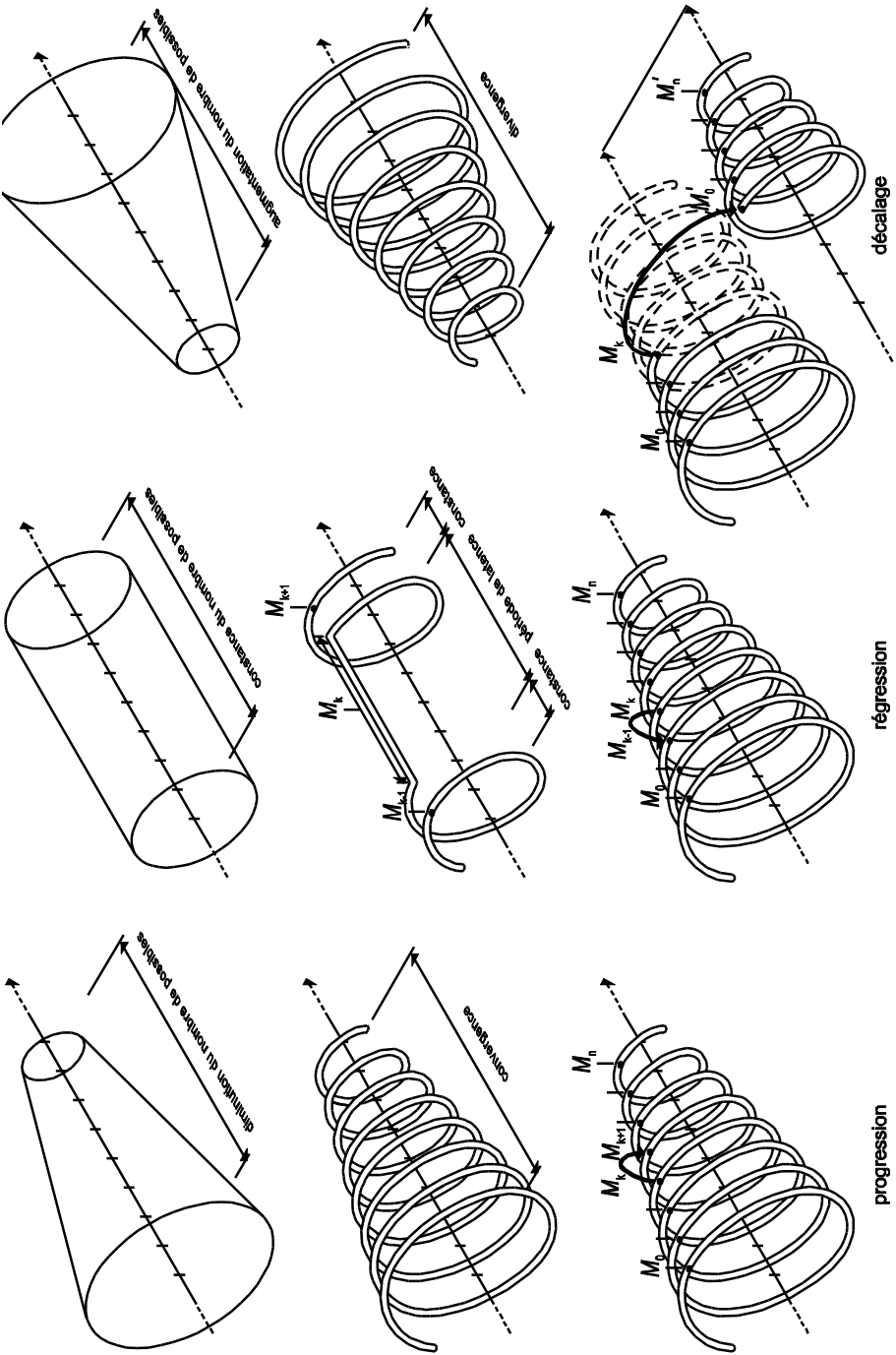


Fig. 5.11 – Typologie des altérations (in)volontaires : domaines de données/solutions ; convergence/constance/divergence/latence ; progression/régression/décalage.

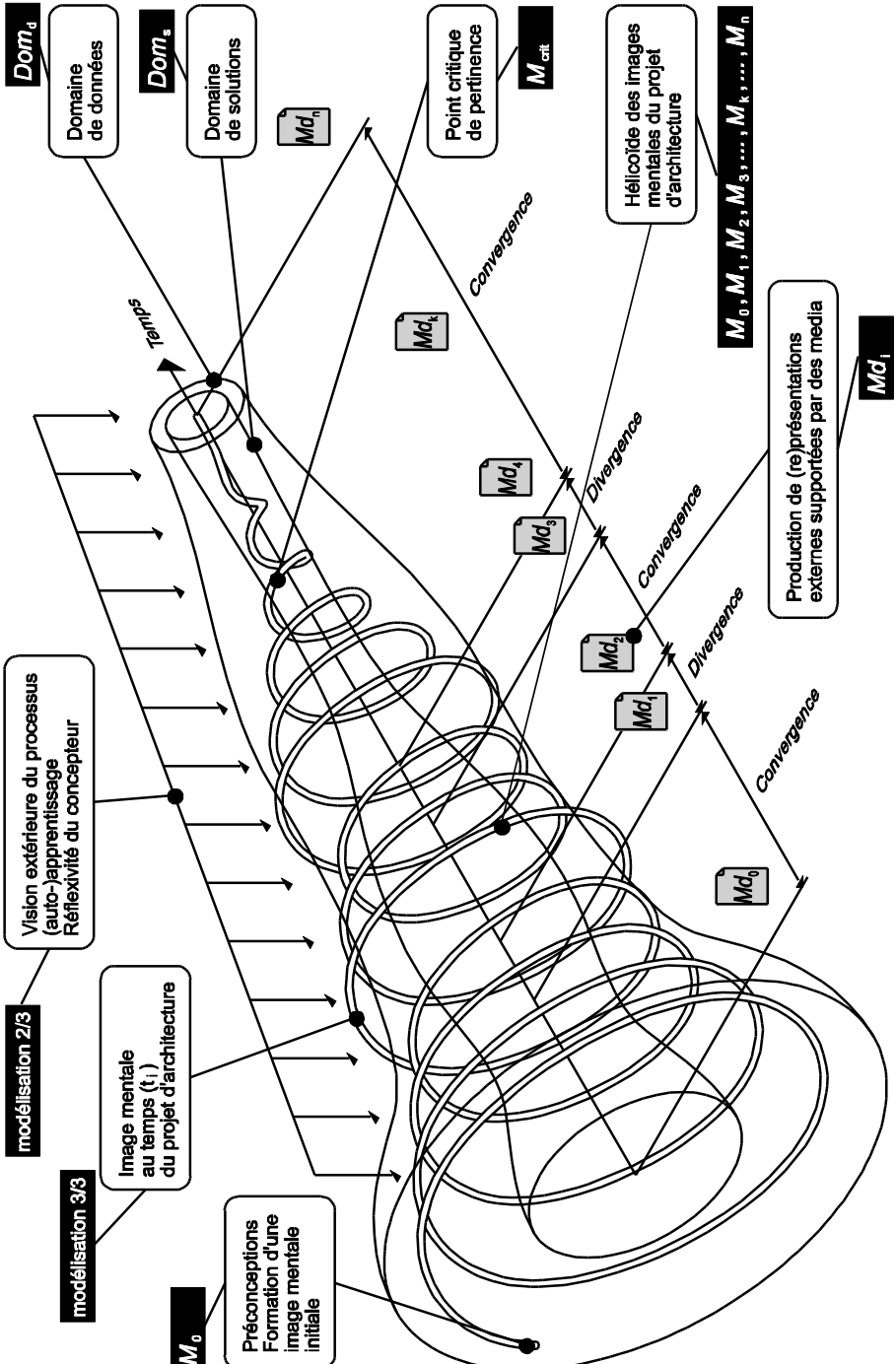


Fig. 5.12 – Modélisation heuristique (en) général du processus de (co)conception architectural.

La mise en place d'une ligne du temps, d'un hélicoïde convergent, de domaines de données/solutions, de phases de convergence/divergence, d'éclairs conceptuels et d'un (co)concepteur (auto)réflexif permet de modéliser le processus de (co)conception (en) général d'un projet d'architecture (cf. Fig. 5.12). Ce modèle n'est valable que pour (re)présenter un seul (co)concepteur, il va de soi que plusieurs hélicoïdes de plusieurs (co)concepteurs peuvent être articulés lorsque nous parlons réellement de co-conception (cf. p.187). La modélisation heuristique (en) général du processus de (co)conception architectural qui émerge de ce qui précède est matérialisée dans la figure Fig. 5.12 (cf. p.186).

5.5 La co-conception

Dans un réel augmenté R^+ "hypermoderne" (Lipovetsky 2004), un processus de conception architecturale est rarement mené par un concepteur unique. De plus, l'organisation du réel augmenté R^+ dont les informations relationnées orientent les choix du concepteur est co-construite : l'apprentissage se fait en groupe (socio-constructivisme). La conception d'un projet d'architecture est donc toujours une co-conception.

De nombreux agents différents apparaissent dans un processus de (co)conception (cf. Table 9, p.188). Le concepteur est rarement unique, il peut être en réseau avec d'autres co-concepteurs et le réseau peut être lui-même mis en réseau (cf. Fig. 5.13-1, p.189). Dans des projets de petite taille, le système de base des acteurs primaires de la conception est une tripartite entre le maître de l'ouvrage, le maître d'œuvre et l'utilisateur (Tric 1999 ; cf. Fig. 5.13-2, p.189). L'équipe des (co)concepteurs principaux (les maîtres d'œuvre, les architectes, les ingénieurs...) qui intervient dans l'espace de l'architecturer Esp_2 peut être complétée par une équipe des (co)concepteurs secondaires (urbanistes, bureaux d'étude, ingénieurs en stabilité, ingénieurs en techniques spéciales, pompiers, autorités communales, bailleurs de fond, paysagistes, artistes...). Tout (co)concepteur est influencé dans sa manière de (co)opérer sur le modèle architectural M_i par les connaissances développées dans l'espace de l'architecture Esp_3 par d'autres (co)concepteurs ayant la même culture/histoire. Le (co)concepteur modélise avec le modèle architectural M_i dans l'espace de l'architecturer Esp_2 certains agents à priori non-(co)concepteurs (maître de l'ouvrage, futurs habitants, futurs usagers...) de l'espace de l'architecturé Esp_1 , en interprétant/projetant leurs identités, leurs potentiels et leurs besoins. Les (co)concepteurs qui interviennent dans l'espace de l'architecturer Esp_2 peuvent être distingués en fonction de la voie d'utilisation des médias Med_i qu'ils utilisent : (1) les observateurs ont une visée descriptive, (2) les intervenants, une visée prescriptive et (3) les modélisateurs, une visée spéculative. Les agents du chantier (les entrepreneurs, les ouvriers, les artisans...) interviennent dans l'espace de l'architecturé Esp_1 .

La classification typologique des agents est une distinction opératoire puisque, dans les faits, les types ne sont pas des catégories rigides établies une fois pour toutes : en effet, un agent peut, selon les circonstances, passer d'un type à l'autre.

Ainsi, un concepteur peut posséder de l'expérience en tant qu'habitant ou utilisateur. Tout agent peut passer successivement de l'un à l'autre de ces types et un (co)concepteur est toujours déjà un habitant puisqu'il a pu expérimenter lui-même le fait d'habiter. Tous ces agents sont en interaction et possèdent des personnalités, des goûts et des compétences très différentes, parfois même contradictoires. Chaque agent de la (co)conception :

- 1. possède ses propres expériences, son propre (auto)référentiel et oriente (auto)réflexivement le (sous-)processus de (co)conception qu'il gère ;
- 2. possède ses propres intentions. S'ils peuvent se mettre d'accord sur une méta-finalité commune, les (co)concepteurs peuvent avoir des (sous-)finalités (très) différentes ;
- 3. possède heuristiquement son propre hélicoïde convergent et lors de la co-conception, ces hélicoïdes se superposent ou s'écartent par endroits (cf. Fig. 5.13-3, p.189) ;
- 4. interprète/projette différemment depuis/vers le réel R pour (co)construire son réel augmenté R^+ . Les différents agents du processus sont tous séparés par un "gap" (Zeisel 1981 ; cf. Fig. 5.13-4 , p.189) ;
- 5. mène des opérations de (re)présentation O_R , actualise ses (re)présentations internes (le modèles architectural M_i) et ses (re)présentations internes (les médias Md_i) de manière différente.

En fonction des différentes voies d'utilisation du modèle architectural M_i en fin de processus de (co)conception (cf. chapitre 12), le (co)concepteur intervient, successivement ou simultanément, comme observateur (il est alors descripteur), comme intervenant (il est alors prescripteur) ou comme modélisateur (il est alors heuristiqueur).

Niveau logique	Types d'agents
espace de l'architecture _g (Esp_3)	tous les agents anciens et actuels -> du projet d'architecture -> de l'histoire de l'architecture
espace de l'architecture _{ur} (Esp_2)	tous les (co)concepteurs -> observateurs (voie descriptive) -> intervenants (voie prescriptive) -> modélisateurs (voie spéculative)
espace de l'architecture _é (Esp_1)	entrepreneurs/ouvriers/artisans habitants/usagers/acteurs

Table 9 – Typologie minimale des agents du projet d'architecture.

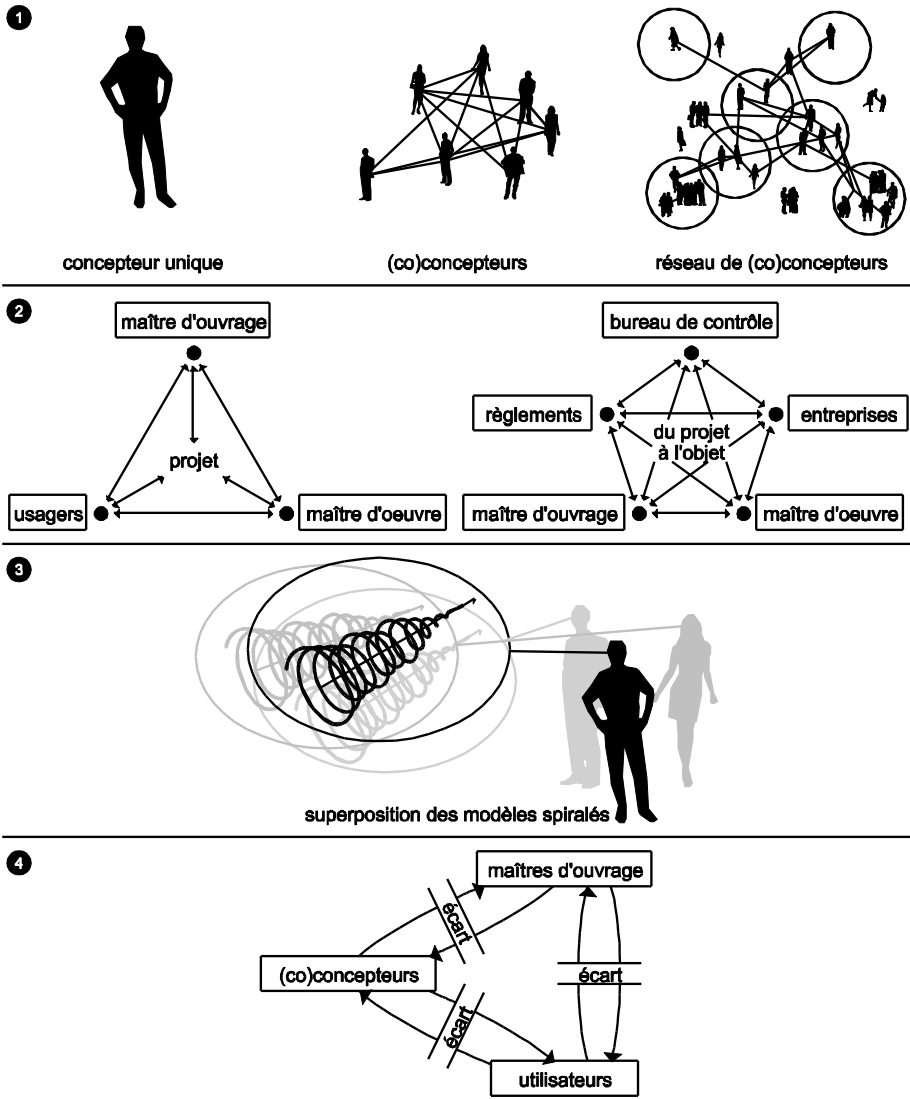


Fig. 5.13 – 1. Concepteur et réseaux de (co)concepteurs. 2. Système d'acteurs primaire pendant la conception et système d'acteurs pendant la réalisation. Adaptation d'après Olivier Tric (1999, p.142, p.278). 3. Superposition des modèles hélicoïdaux en cas de (co)conception. 4. L'écart entre les envies des utilisateurs. Adaptation d'après John Zeisel (1981, p.50).

6 MODÈLE DU (CO)CONCEPTEUR (2/3)

Pour modéliser le processus de (co)conception qui vise l'architecture, trois modélisations systémiques heuristiques sont développées dans cette étude. Le premier modèle concernait le processus complet de (co)conception d'un projet d'architecture (cf. chapitre 5). En transposant quelques concepts des sciences cognitives, ce chapitre déploie le second de ces modèles : il concerne le (co)concepteur. Plutôt que de modéliser le *système observé*, c'est l'*observateur du système* qui l'est maintenant.

Pour que le (co)concepteur puisse avoir une compréhension (auto)réflexive du processus de (co)conception qu'il engage, il peut compter sur cette modélisation heuristique (en) général du (co)concepteur à l'aide de laquelle il est capable de se (re)présenter lui-même en train de (co)concevoir le projet d'architecture en cours. Il peut donc également mieux comprendre comment il opère des choix pour actualiser le modèle architectural M_i du projet en cours.

6.1 La modélisation de base du (co)concepteur

6.1.1 Le (co)concepteur à partir des neurosciences

En évitant la coupure entre corps (*soma*) et esprit (*psyché*), l'ingénieur et psychiatre français Bruno Falissard (2008) tente une "réconciliation" de la neurologie avec la psychologie, en menant des recherches entre les trois domaines influents de la psychologie cognitive (les sciences humaines, l'intelligence artificielle et la biologie) à partir d'une modélisation spéculative de la conscience adaptable à d'autres domaines de connaissances, ici la (co)conception architecturale, qui repose sur l'emploi heuristique de réseaux artificiels de neurones (*RNA*). Le modèle ne passe donc pas par la modélisation des composants biologiques qui structurent le cerveau, ou des complexes qui structurent la psyché. Pour Falissard, la "nature de la pensée" peut être décrite et pensée en s'aidant de la "structure intime du cerveau", mais "sans nécessairement décrire avec justesse les éléments anatomiques ou cellulaires qui le constituent". Le corps humain est alors considéré comme un organisme complexe dans lequel un réseau structuré (le système nerveux) contient des cellules nerveuses (les neurones) capables de transmettre de l'information (*I*), c'est-à-dire un influx nerveux (*IN*) entre les organes perceptifs (les *inputs*), le cerveau et les muscles (les *outputs*).

Tous les réseaux de neurones modélisés sont représentés ici par une lettre en italique (cf. Fig. 6.1, p.193). D'un côté du modèle, des données sont créées par les organes perceptifs *a* (les cinq organes sensoriels) qui les envoient à des couples de réseaux de neurones $b \leftrightarrow c$. Le schéma de départ est donc $a \rightarrow b \leftrightarrow c$. Le réseau *b* récolte directement les données brutes envoyées par les organes perceptifs *a*. Les neurones qui constituent *b* ne sont pas inter-connectés et ne permettent aucune interprétation des données reçues de *a*, les données *a* sont littéralement imprimées sur le réseau neuronal *b*. La cartographie des cellules activées en *b* est l'image neurologique directe des percepts envoyés par *a*. Par contre, le réseau *c* présente une couche de neurones sur laquelle sont projetés bijectivement la cartographie des cellules activées par iso-morphisme. Les neurones de *c* sont cette-fois inter-connectés et permettent donc à l'image neuronale construite directement à partir des percepts du réseau *b* de converger vers un "attracteur". Le retour de *c* sur *b* donne l'impression au (co)concepteur de percevoir la chose correspondante à l' "attracteur". Ce mouvement de retour permet l'émergence d'une "image mentale".

Les "images mentales" produites par l'interaction $b \leftrightarrow c$ sont alors transmises au réseau de conscience *d* qui représente le réseau associatif conscient et qui centralise toutes les opérations cognitives de l'être humain. Deux réseaux doivent être ajoutés à *d* : celui des intentions *i* qui montre les choix potentiels de l'être humain lorsqu'il dirige ses idées et ses actes vers un but en fonction des messages de récompense (plaisir) et d'aversion (déplaisir) que son corps lui renvoie et celui du langage *l* qui représente la structuration langagière de l'intelligence. Ainsi, sur base des "images mentales" issues des percepts, le réseau associatif conscient *d* structure linguistiquement les pensées (*l*) et opère des choix d'actions (*i*) en fonction de ses intentions, il pose alors des actes (les actions) à la sortie (les *outputs*) du système moteur (*e*).

Les structures syntaxiques ont un impact énorme sur l'organisation de la vie psychique. L'être humain est assailli constamment de mots et de phrases, du coup le réseau associatif conscient *d* – et parfois même le réseau d'intentions *i* – sont presque en permanence soumis à un flux d'informations issues du réseau du langage *l* possédant une structure bien précise. Si bien que *d* et *i* possèdent une structure qui finit par se calquer sur la structure du langage. En paraphrasant Jacques Lacan, Bruno Falissard (2008) écrit qu' "il serait alors bien licite d'affirmer que la pensée est, au moins en partie, structurée comme un langage".

À partir du modèle développé par Falissard, un schème spéculatif peut être modélisé. Il est volontairement (très ?) limité du point de vue de ses ancrages biologiques ou psychologiques, exempt de détails neurologiques, linguistiques et/ou informatiques, mais il (re)présente efficacement la conscience du (co)concepteur à l'œuvre lors du processus de (co)conception du projet d'architecture.

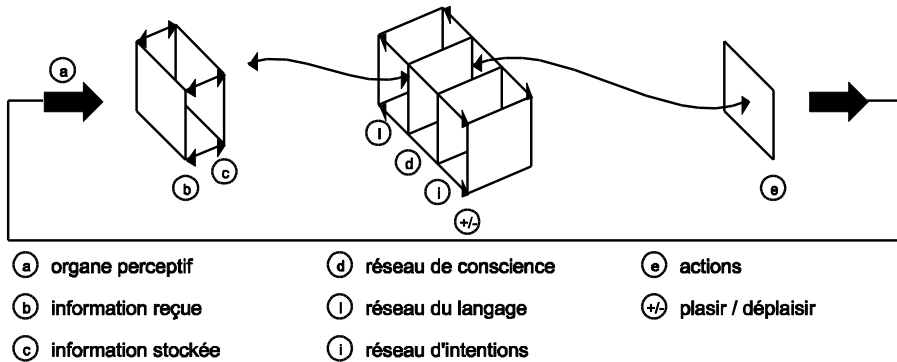


Fig. 6.1 – Modèle spéculatif conciliant neurologie et psychanalyse.

Adaptation d'après Bernard Falissard (2008, p.84).

6.2.2 Les flux potentiels d'informations

Selon les théories de l'information et de la communication, le (co)concepteur reçoit des *inputs*, il les (re)présente et les transforme pour en produire des informations (des connaissances), à partir desquelles il émet à son tour des *outputs*. Outre l'existence des *inputs* et des *outputs*, plusieurs parcours potentiels d'information (*I*) au sein de la conscience du (co)concepteur peuvent être explicités à partir de cette conception simplifiée du processus (*cf.* Fig. 6.2, p.194) :

1. des informations émises par l'environnement qui ne sont pas prises en compte par le (co)concepteur à cause de la "rationalité limitée" (Simon 1957). Le (co)concepteur sélectionne (in)consciemment les données utiles au projet d'architecture en cours de (co)conception ;
2. des informations (ré)entrées en boucle que le (co)concepteur utilise dans tous le processus du projet d'architecture. Ces données peuvent être par exemple les conventions graphiques utilisées dans les dessins d'architecture ;
3. des informations (ré)entrées dans un autre plan. Le (co)concepteur utilise des *outputs* produits par la résolution d'un sous-problème pour fournir des *inputs* pour un autre sous-problème du projet d'architecture en cours de (co)conception ;
4. des informations non-traitées qui occupent en partie la conscience du (co)concepteur, mais qui ne sont pas utiles/utilisées en cours de processus de (co)conception.

Outre les flux potentiels d'informations, la conscience du (co)concepteur est dotée de réservoirs d'informations et d'opérations cognitives (des opérateurs qui agissent sur des opérands).

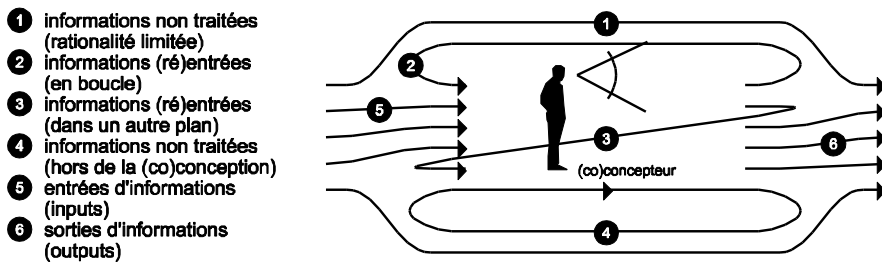


Fig. 6.2 – Les différents parcours potentiels de l'information dans la conscience du (co)concepteur.

6.2.3 Les *autos* : production, organisation et référence

Les propriétés d' "autonomie", et donc d' "auto-organisation", sont propres aux systèmes vivants, humains et sociaux (Durand 1979). Défini en biologie (von Bertalanffy 1968), le concept de système ouvert, à la base du concept d'autonomie, désigne un système qui échange de la matière (*M*), de l'énergie (*E*) et de l'information (*I*) avec son environnement. Ces nombreux échanges lui permettent alors de s' "autoproduire", d'avoir ses "autoréférences", de jouir d' "autonomie" et de pouvoir finalement s' "auto-organiser". Le mot *auto-poïèse* (Maturana, Varela & Uribe 1974) vient du grec *autos* ("soi") et *poiein* ("produire"). L' "auto-production" est donc l'aptitude à tout être vivant de s'auto-produire, c'est-à-dire de produire sans cesse sa propre existence, et de s' "auto-réguler" : c'est la propriété fondamentale à tout organisme vivant. L'auto-production n'a donc rien à voir avec un quelconque solipsisme.

En théorie des systèmes, le comportement d'un (co)concepteur est questionné de deux manières complémentaires à partir du concept d'auto-organisation : d'après la capacité *structurelle* de celui-ci à "apporter de l'ordre à partir du désordre" à partir des interactions qu'il possède avec le contexte (Foerster 1959, Atlan 1972) ou d'après sa capacité *fonctionnelle* de maintenir son "identité" pour maintenir sa "clôture opérationnelle" (Varela & Maturana 1972). Le système peut s' "auto-organiser" en faisant évoluer d'un côté, sa "structure", de l'autre, son "comportement".

Dans le premier cas, l'auto-organisation est *structurelle* parce que le (co)concepteur est capable de se complexifier ou de produire dans/par ses interactions avec son environnement des formes nouvelles. Il peut alors s' "auto-produire" ou faire "émerger" une structure (ré)adaptée en fonction des stimulations de l'environnement. Lorsque l'auto-organisation est synonyme d'émergence, la perspective est presque existentialiste dans le sens où le mot latin *exsistere* signifie littéralement "survenir" ou "apparaître". Percuté par des informations venant de toutes parts, le (co)concepteur choisit de produire, ou non, de l'information à partir de ce que le médecin biologiste français Henri Atlan (1972) appelle le "bruit" qui l'entoure. De là, l'individu s' "auto-informe" pour conserver son "homéostasie" face aux sollicitations de l'environnement en réduisant le "bruit" et en équilibrant les

inputs et les *outputs*. Le système *s'autoproduit* parce qu'il cherche à répondre à ses besoins dans son environnement. Il assimile les composants utiles à sa propre existence et rejette les éléments inutiles, ce qui le transforme, lui, ainsi que son environnement. Un "système vivant" peut donc être "auto-poïétique" lorsqu'il a la capacité de restaurer sa structure spontanément en fonction des modifications du contexte (auto-organisation) et de se produire lui-même et d'ainsi maintenir sa structure (auto-régulation) malgré le changement de ses composants, avec ou sans intervention d'un tiers. Mais ici le fonctionnement ou l'identité du système n'est pas en jeu.

Dans le second cas, l'auto-organisation est *fonctionnelle* parce que le (co)concepteur est capable de maintenir son "identité" à partir d'opérations qu'il produit lui-même. Dans la "théorie fonctionnelle de l'énaction", les biologistes et philosophes chiliens Humberto R. Maturana et Francisco J. Varela (1972) ont formulé clairement le concept d' "(auto)organisation" du point de vue de la "clôture opérationnelle". À l'époque, les biologistes tentent de déterminer ce qui est commun à tous les *systèmes vivants* et qui permet de les qualifier comme tels. Ils évacuent l'hypothèse d'une "force vitale" ou d'un "principe d'organisation". Ils critiquent également la réponse ambiguë tentée par le biochimiste français Jacques Monod (1970) qui postule à la fois :

1. que le support moléculaire chimique du système vivant subit une organisation *téléonomique* subordonnée à un plan défini par l'espèce dans lequel l'invariance de la reproduction est déterminante ;
2. qu'avec la découverte de l'ADN, l'émergence de la vie, en tant que phénomène prédictible, bien qu'improbable, apparaît comme la conséquence de lois physiques et chimiques et que tout peut être expliqué en termes de code de programmation et de réplication.

Estimant que les argumentations téléologiques ou évolutionnistes ne s'occupent pas de la question de la nature et de l'organisation des systèmes vivants en tant que totalité autonome, Maturana et Varela (1972) développent la théorie des systèmes "auto-poïétiques", à la fois fermés et ouverts. En effet, ils sont *fonctionnellement* fermés, alors qu'ils restent *structurellement* ouverts grâce à leurs boucles de rétroaction continuellement récursives. La (co)conception architecturale est donc vue ici en tant que "couplage opérationnel" entre l'organisme (le (co)concepteur en tant qu'unité auto-poïétique) et l'environnement (le processus de (co)conception) à partir duquel il est possible de "faire émerger" un monde. Ce couplage est possible grâce aux capacités d'auto-régulation, et donc d'adaptation, de l'organisme à l'environnement. Le système possède ses *autoréférences* qui lui permettent d'affirmer son identité. L'exemple le plus évident est le système immunologique qui identifie les *inputs*, accepte ceux qui lui sont utiles et organise la défense contre ceux qui sont dangereux. Le système développe et acquiert son autonomie à travers l'"apprentissage", ce qui lui permet une adaptation aux changements de l'environnement.

À partir de l'auto-poïèse – base biologique de la cognition – Francisco J. Varela *et al.* (1971) définissent plus tard la "pensée énamée" qui contribuera à changer le

modèle classique de la cognition en tant que système ouvert structurellement (ce qui lui permet de s'adapter en se complexifiant à l'environnement) en un système fonctionnellement fermé (ce qui lui permet d'avoir une identité). L'énaction de la pensée repose sur trois principes :

1. l' "incarnation" suppose que l'esprit est étendu dans tout le corps, et même au-delà, que la pensée ne peut exister détachée d'un corps agissant et de son contexte environnemental : il n'y a de pensées qu'incarnées ;
2. l' "émergence" est le fait que la pensée émerge de l'interaction de processus auto-organisés du cerveau, du corps et de l'environnement ;
3. la "codétermination" montre que la pensée individuelle émerge à partir du contexte inter-personnel.

6.2.4 Le modèle de base

Par transposition au champ de la (co)conception architecturale, le modèle de la conscience défini par Bruno Falissard (2008) est adapté pour fournir un modèle de base du (co)concepteur. Les réseaux de perception $a \rightarrow b \leftrightarrow c$, de conscience d , d'intentions i et d'action e sont conservés, mais la transposition nécessite quelques aménagements : l'expression *réseau associatif conscient* est préférée au mot *conscience* et désigné par facilité par c (pour *conscience*) plutôt que par d . Le réseau du langage l est associé à l'idée de (re)présentation, tandis que le *réseau de plaisir/déplaisir* est renommé *réseau de l'(auto)référentiel* tout en continuant à être désigné par $+/-$. Moyennant quelques aménagements, un modèle de base du (co)concepteur émerge (cf. Fig. 6.3 p.197). Le réseau associatif conscient c est le siège de l'opération cognitive principale de (co)conception. Cette opération émerge d'une boucle (pro/inter/rétro)active d'interprétation/projétation à partir d'informations relationnées, c'est-à-dire d'informations organisées au sein des trois niveaux d'organisation (Niv_1 , Niv_2 , Niv_3) du réel augmenté (cf. p.25) à partir des trois constructions élémentaires du réel augmenté (Ens_i , $Struct_i$, $Syst_i$) (cf. p.28). Le réseau associatif conscient est placé diachroniquement par rapport aux stimulations et aux actions depuis/sur l'environnement ; il est également positionné synchroniquement par rapport aux réseaux du langage l , d'intentions i et de l'(auto)référentiel $+/-$. Il est le siège d'opérations cognitives particulières, telles que les opérations de (re)présentation $Q_R(M_i)$ (cf. chapitre 5), de (co)positionnements $O_a(M_i)$ (cf. chapitre 7), de (co)questionnement $O_b(M_i)$ (cf. chapitres 8 à 11), d'(auto)référence ou d'(auto)critique $O_c(M_i)$, de (co)évaluation $O_d(M_i)$ et de (co)évolution $O_e(M_i)$ (cf. chapitre 12). Ces opérations lui permettent d'opérer des choix pour actualiser le modèle architectural M_i du projet d'architecture en cours de (co)conception à l'aide d'opérations (générales) de (co)conception $O_i(M_i)$, combinaisons pondérées d'autres sous-opérations telles que la (co)contextualisation $O_0(M_{i,0})$, la (co)composition $O_1(M_{i,1})$, la (co)construction $O_2(M_{i,2})$ et la (co)régulation $O_3(M_{i,3})$ (cf. chapitre 13).

La modélisation de base du (co)concepteur est donc élaborée à partir de la mise en évidence de deux boucles principales, symbolisables par deux axes. Le premier

axe est *diachronique* : il permet de montrer la boucle des flux d'informations (*I*) qui passe par des séquences de stimulation, de conscience et d'action. Le second est *synchronique* puisque lorsque la première boucle passe par la conscience, une autre boucle transversale passe par des séquences de conscience, d'intentions, d'(auto)référence et de (re)présentation. Les séquences et les axes synchronique et diachronique n'existent pas dans le réel : il s'agit évidemment de dispositifs heuristiques.

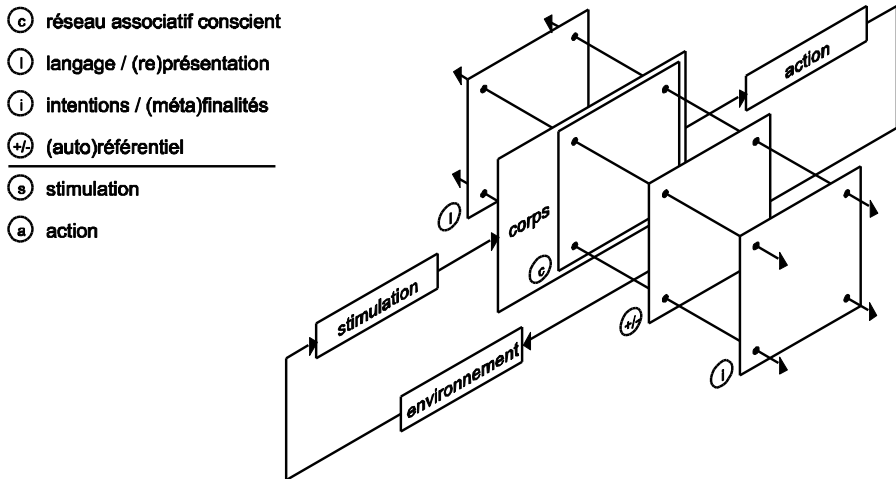


Fig. 6.3 – Modélisation générale du (co)concepteur, limitée à la (co)conception architecturale.
Adaptation d'après Bruno Falissard (2008).

6.2 La diachronie : stimulation ↔ conscience ↔ action

Pour le neurologue français Marc Jeannerod (2005), le corps est "immergé" dans un "champ de forces" physiques et chimiques dont les capteurs – "les organes de sens" – enregistrent les variations : les ondes lumineuses sont captées par la rétine (vue), les ondes sonores, par la cochlée (ouïe), les forces mécaniques (contact, frottement, pression) et les variations thermiques, par la peau (toucher) ; les sens chimiques (goût et odorat) fonctionnent grâce à des capteurs sensibles à la forme de certaines molécules. Le type de capteurs présents dans les organes perceptifs "limitent la gamme des variations du monde physique que nous pouvons enregistrer". Certains phénomènes physiques échappent donc complètement à la conscience humaine : c'est pourquoi tout acte cognitif est une réduction du réel R . La construction du réel augmenté R^+ (de manière générale) et du contexte du projet d'architecture (de manière restreinte) est tributaire de la "rationalité limitée" (Simon 1957) c'est-à-dire des capacités cognitives limitées de l'être humain. En utilisant les informations (*I*) qui lui sont transmises après "transduction sensorielle" des influences physiques et chimiques par les organes perceptifs à la surface du corps, le cerveau (re)construit le monde environnant.

Dans le champ de la (co)conception architecturale, un axe principal : stimulation $\leftrightarrow$ conscience $\leftrightarrow$ action, existe donc dans le sens où, lors d'une stimulation, l'information provenant *des* sens et de la proprioception est transmise à la conscience du (co)concepteur, lequel lui donne *du* sens et actualise l'état du modèle architectural M_i en fonction de ces nouvelles données. Il peut également décider d'agir sur l'environnement. Mais les flèches vont dans les deux sens, puisque le (co)concepteur ne part pas de rien : il peut donc envoyer des informations vers les organes perceptifs qui influencent à leur tour la perception des *stimuli*. De même, lorsqu'il agit sur l'environnement, les réseaux neuronaux moteurs peuvent renvoyer de l'information à la conscience.

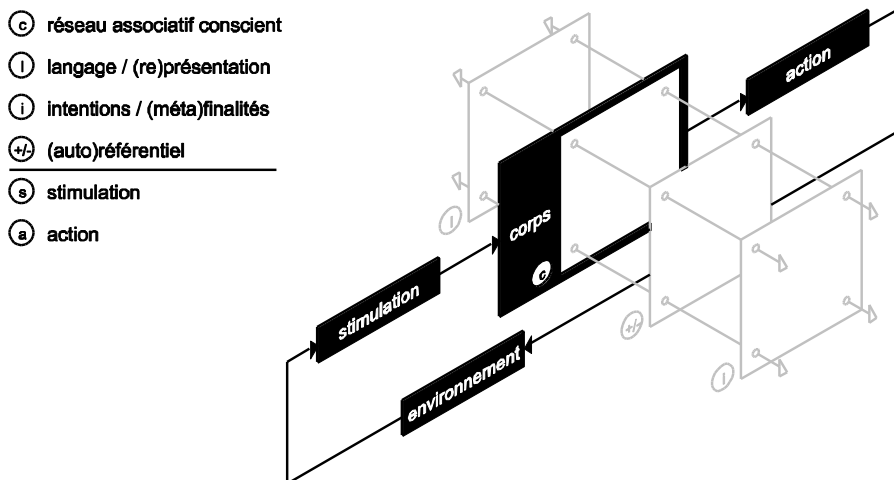


Fig. 6.4 – L'axe diachronique dans la modélisation générale du (co)concepteur.

De manière générale, le (co)concepteur n'a pas accès directement aux *choses* présentes dans le réel R . Il vise les *phénomènes* qu'il identifie dans le réel augmenté R^+ et il les (co)construit ainsi en tant qu'*objets* (cf. Fig. 6.5-1, p.199). Qu'elle soit objective, subjective ou intersubjective, la réalité est une partition du réel augmenté R^+ , elle est donc une (re)(co)construction humaine du réel R . Ces partitions sont en actualisation constante sous l'effet d'opérations cognitives élémentaires (boucles d'*interprétation/projétation*).

Parmi ces opérations élémentaires de la (co)construction du réel augmenté, les premières mettent en relation réalité objective R_{obj} et réalité (inter)subjective $R_{(inter)subj}$: il s'agit de l'*introjection* depuis les stimulations de l'environnement et de l'*action* vers la réalité objective. Ces opérations ne sont pas conscientes pour le (co)concepteur, mais leur importance est grande puisqu'elles permettent de lier réalités objective et (inter)subjective par la perception et l'action. Davantage que d'opérations cognitives, il s'agit (presque) de réactions somatiques ; elles correspondent aux relations entretenues par les réseaux neuronaux, à savoir $a \rightarrow b \leftrightarrow c$ pour la stimulation et e pour l'action.

D'autres opérations élémentaires concernent le traitement des informations au sein de la réalité (inter)subjective : il s'agit des opérations d'*interprétation* et de *projétation* qui permettent au (co)concepteur d'élaborer le modèle architectural M_i dans l'espace de l'architecture (Esp_2). Elles correspondent aux allers et retours entre les réseaux neuronaux l, d, i et $+/-$.

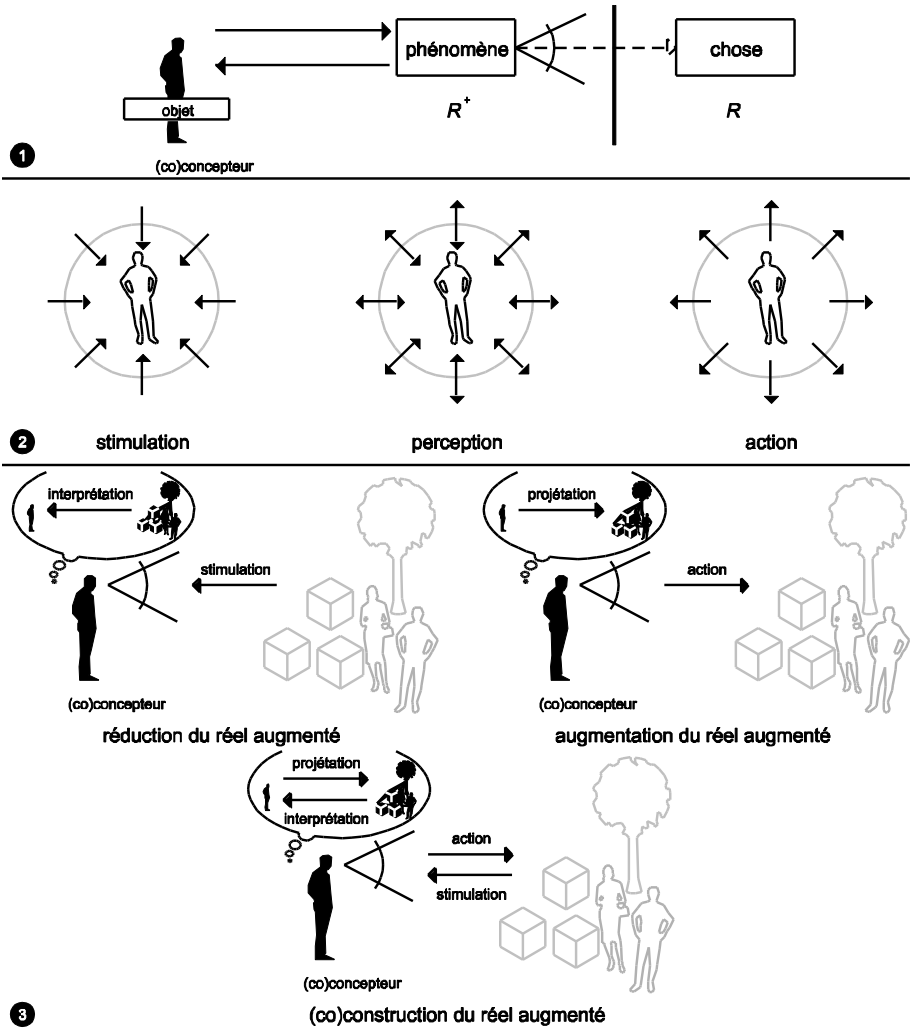


Fig. 6.5 – 1. Un objet construit à partir du phénomène en visant la chose. 2. La perception du réel à partir des sensations de stimulation et d'action (percepts). 3. Les opérations cognitives d'interprétation, de projétation et de (co)construction des concepts.

Les différents concepts développés autour des capacités de perception du réel R et de conception du réel augmenté R^+ sont expliqués à partir de la distinction entre les réalités perçue, conçue et vécue.

La réalité perçue $R_{\text{perçue}}$ émerge à partir de la perception, c'est-à-dire d'une boucle pro/inter/rétro-active activée par les sensations d'action et de stimulation (perception indépendante du sujet) entre l'environnement et le corps (nature) qui met en jeu des percepts. À partir de la synesthésie, cette boucle est motrice des cinq sens : c'est le niveau de perception du réel augmenté de l'individu. Lors du processus de (co)conception architecturale, la réalité perçue du (co)concepteur apparaît dans les perceptions faites à partir de l'espace des édifices (Esp_1) et dans les actions qu'il mène. Les actions dans l'espace de l'architecture (Esp_1) peuvent par exemple être directes lorsqu'il construit un média qui permet une (re)présentation du projet en cours de (co)conception, ou indirectes, lorsqu'il donne des instructions à d'autres agents (entrepreneur, conducteur, ouvrier...) en conduisant un chantier.

La réalité conçue $R_{\text{conçue}}$ émerge à partir de la conception, c'est-à-dire d'une boucle pro/inter/rétro-active activée par les opérations cognitives de projection et d'interprétation entre le contexte et l'esprit (culture) qui met en jeu des concepts. À partir de l'(in)conscient, cette boucle est productrice de sens : c'est le niveau de la conception du réel augmenté de l'individu. À partir de l'introspection, entamer une opération d'interprétation va de pair avec une rétrospection, tandis qu'une opération de projection mène à la prospection. L'interprétation provoque une réduction du réel augmenté par la prise intentionnelle particularisée d'une partie des informations contenues dans celui-ci en fonction du but poursuivi, et la projection est une opération qui augmente le réel augmenté, dans le sens où elle peut être à la source d'un comportement (d'une action), et donc de la projection de choses qui n'existent pas encore.

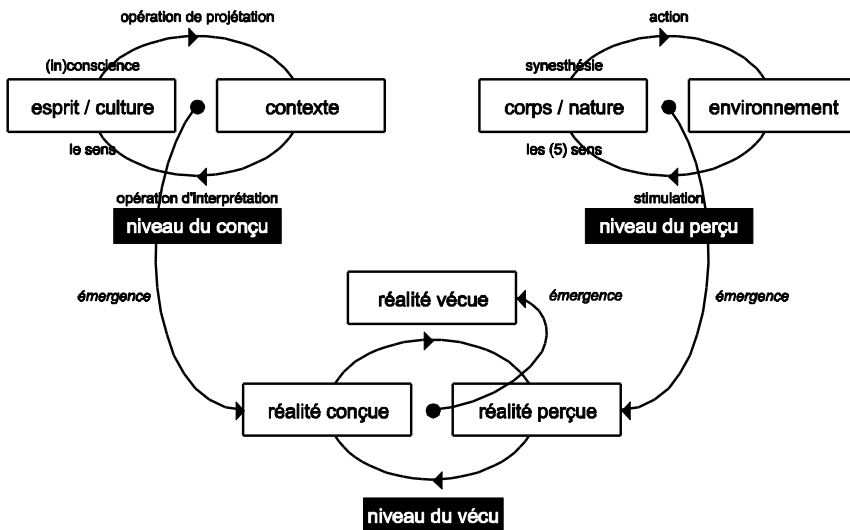


Fig. 6.6 – L'émergence du réel vécu à partir des réels perçus et conçus.

La dualité cartésienne corps/esprit n'a plus cours aujourd'hui : les actes cognitifs émergent des réseaux neuronaux du cerveau, et celui-ci est en interaction dynamique avec le corps. La réalité vécue par le (co)concepteur – celle qui lui permet d'actualiser la struture de son réel augmenté – est donc produite par les interactions dynamiques entre le monde extérieur (environnement – R_{extraobj}), le monde intérieur (corps – R_{intraobj}) et le cerveau ($R_{\text{(inter)subj}}$).

La réalité vécue $R_{\text{vécue}}$ est à distinguer du réel R , dans le sens où elle est la (re)présentation de celui-ci à travers le filtre somato-cognitif. Si le réel R est indifférent, la réalité, elle, est vécue, et $R_{\text{vécue}}$ est l'émergence d'une boucle pro/inter/rétro-active entre les réalités perçue $R_{\text{perçue}}$ et conçue $R_{\text{conçue}}$. La réalité vécue $R_{\text{vécue}}$ émerge donc de l'interaction entre perception et conception. Le fait que la perception ($R_{\text{perçue}}$) agisse ne permet pas à l'être doté d'une conscience de se reposer sur la conception seule ($R_{\text{conçue}}$), ou inversement. L'équilibre est toujours remis en jeu pour le (co)concepteur : s'il fixe le réel augmenté R^+ , les percepts peuvent le remettre en cause, tandis que s'il fixe la perception, les concepts peuvent également les remettre en cause. C'est donc dans cette boucle que naissent en même temps angoisse existentielle et inventivité lorsqu'il y a déséquilibre, ou en même temps assise existentielle et continuité lorsqu'il y a équilibre.

6.3 La synchronie : intentions ↔ conscience ↔ (auto)référentiel

À la suite de la boucle diachronique, la boucle synchronique montre les opérations cognitives synchroniques à l'œuvre à chaque état t_i du processus diachronique. Elle passe par les séquences suivantes : intentions ↔ conscience ↔ (auto)référentiel.

Le réseau d'intentions du (co)concepteur est orienté en fonction de la méta-finalité qu'il poursuit. Dans ce cas-ci, une méta-finalité (qui devrait être) partagée par tous les (co)concepteurs dans le champ de l'architecture a été postulée : faire émerger des lieux par l'équilibre des rapports trialogiques entre la culture, l'homme (auto)organisé et l'environnement éco-systémique. D'autres finalités, secondaires, sont possibles qui interviennent dans l'équilibrage.

Le réseau du langage et de la (re)présentation permet la manipulation des symboles abstraits qui structurent l'information (I) qui transite par les autres réseaux.

Les réseaux de conscience c , d'intentions i , de langage et de (re)présentation l et l'(auto)référentiel $+/-$ sont en interactions dynamiques au cours des différentes actualisations du modèle architectural M_i . Ainsi, lorsqu'un choix se présente en cours de (co)conception, le (co)concepteur mobilise les informations relationnées de l'état de conscience de l'instant t_i , de l'(auto)référentiel et du réseau d'intentions, à partir desquelles il opère une (co)évaluation menant à l'actualisation du modèle architectural M_i .

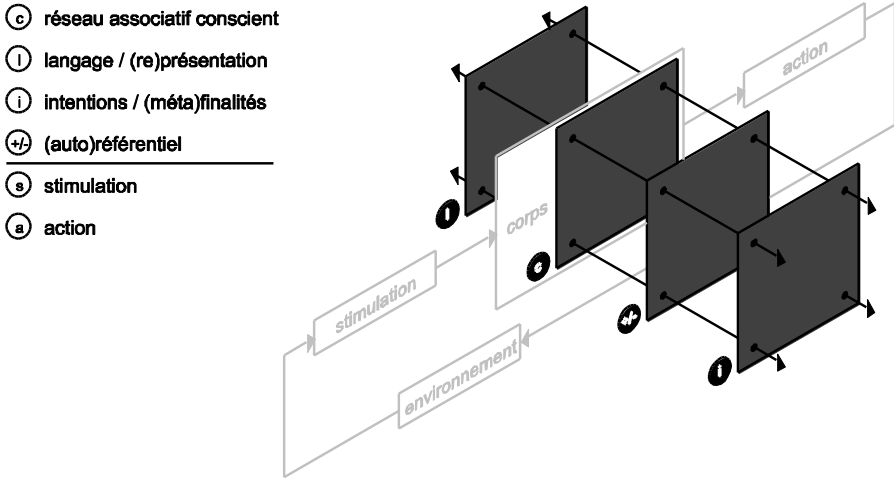


Fig. 6.7 – L'axe synchrone dans la modélisation générale du (co)concepteur.

Lorsqu'un (co)concepteur (aussi bien l'observateur) entreprend de (co)concevoir un projet d'architecture, il opère sur le modèle architectural M_i (le système observé) dans l'espace de l'architecturer Esp_2 . Le (co)concepteur et le modèle architectural sont donc en interaction dynamique : ils forment également un système. Le (co)concepteur possède toujours une identité, c'est-à-dire un (auto)référentiel qui influence les choix des réalités observées et des opérations qu'il mène sur le modèle architectural, en fonction "de qui il est [1], de ses objectifs [2], de la place qu'il prend [3], ou de celle qu'il donne au système [4]" (Piecq 2011). L'(auto)référentiel est un réservoir d'informations relationnées qui correspond à l'état des affects du (co)concepteur, c'est-à-dire de toutes les valorisations positives ou négatives associées à toute opération du processus de (co)conception du projet d'architecture en cours.

En systémique des organisations, et en évacuant volontairement l'inaccessible (intra)psychisme, Andrée Piecq (2011) distingue de manière opératoire différentes "strates" de l'(auto)référentiel qui sont (re)présentées sous la forme d'un iceberg : allant de la partie émergée observable (les "règles phénoménologiques"), en passant par les parties immergées mais observables indirectement (les "valeurs", les "croyances" et les "règles mythiques"), jusqu'aux parties immergées et non-accessibles (le "mythe fondateur"). Dans ce modèle-là, les règles phénoménologiques apparaissent plus importantes que les parties immergées de l'iceberg parce que le point de vue pris est de ne considérer que les faits observables pour intervenir dans le fonctionnement d'une organisation humaine. L'intérêt de cette approche est de montrer l'influence des "règles phénoménologiques" et du "mythe fondateur" sur le comportement des membres d'une organisation, ce qui montre donc une dualité entre *réel* et *réalité mythique*.

Selon un autre point de vue, ces différentes "strates" sont mises en parallèle avec la structure de la psyché telle que définie en psychologie analytique à partir des

travaux de Carl G. Jung. Dans ce cas, les strates vont du "Moi", en passant respectivement par le "conscient", l' "inconscient personnel", l' "inconscient collectif", jusqu'à l' "inconscient (collectif) archaïque", cette partie de l'inconscient collectif qui ne pourra jamais devenir consciente (Pioton-Cimetti 1995). Ce modèle montre que la partie inconsciente de la psyché est nettement plus importante que la partie consciente et que l' "inconscient collectif" (intersubjectif) est une assise pour l' "inconscient individuel" (subjectif). De plus, le "Moi" semble être conscient du réel, alors que l' "inconscient collectif archaïque" semble correspondre à l'idée de "mythe fondateur".

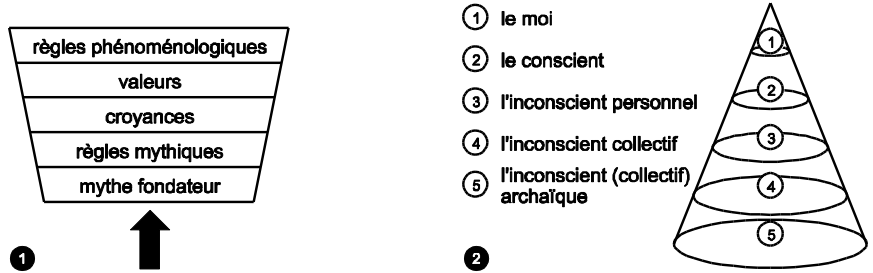


Fig. 6.8 – 1. Du mythe aux règles phénoménologiques. Adaptation d'après Andrée Piecq (2011, p.135).
2. La structure de la psyché chez Carl G. Jung. Adaptation d'après Graciela Pioton-Cimetti de Maleville (1995, p.255).

La structure du réel augmenté R^+ dans la conscience du (co)concepteur peut être particularisée à l'architecture par rapport aux stratifications utilisées dans d'autres domaines. De manière générale, la structure proposée ici est mise en tension entre deux polarités dynamiques, inaccessibles à la cognition, mais qui l'influencent indirectement. Cette double polarité est constituée du couple *réel/réalité mythique*. Ces deux pôles rappellent la distinction faite entre les positions de Platon et d'Aristote : le premier montrait du doigt le monde mythique des Idées, tandis que le second posait une main réconfortante vers la terre. Entre ces deux polarités, la structure proprement dite du réel augmenté se déploie en fonction des trois mondes logiques (pré)définis (cf. p.10) qui contiennent chacun des informations relationnées, c'est-à-dire organisées à l'aide des trois constructions élémentaires (cf. p.28). La réalité objective R_{obj} est orientée vers le réel, tandis que la réalité intersubjective $R_{intersubj}$ entoure la réalité subjective R_{subj} , dans le sens où la seconde émerge de la première. Pour rappel, ces trois partitions du réel augmenté sont en interactions dynamiques constantes.

Entre le réel R et la réalité mythique R_{myth} se situe donc le réel augmenté R^+ , dont les partitions principales sont les réalités intersubjective, subjective et objective (cf. p.10), qui génère des informations depuis le réel R par la perception (stimulation $\leftrightarrow$ action) et depuis la réalité mythique R_{myth} par une partie des actes cognitifs de la conception (interprétation $\leftrightarrow$ projétation). Ces informations concernent des propriétés (co)construites et supposées convenir respectivement au réel R ou à la réalité mythique R_{myth} .

En tant que première polarité dynamique du réel augmenté R^+ , le réel R est un *au-delà* du réel augmenté, son existence est consciemment partagée, mais il ne peut être appréhendé qu'indirectement. Dire qu'il est *au-delà* exprime de manière imagée son caractère englobant et extérieur à la cognition. Pourtant, le réel influence de manière paradoxale les choix du (co)concepteur, puisque celui-ci opère intentionnellement des projections et des interprétations qui lui permettent d'élaborer et d'actualiser des règles phénoménologiques lorsqu'il *visé* cet *au-delà* qu'il ne peut appréhender directement.

La seconde polarité dynamique du réel augmenté R^+ , la réalité mythique R_{myth} est un *en-deçà* du réel augmenté, inaccessible, inconscient et partagé (inter)subjectivement qui fournit au (co)concepteur des règles d'évaluation inconscientes. Dire qu'il est *en-deçà* exprime de manière imagée son caractère profondément inconscient, et rien de plus. La réalité mythique R_{myth} peut être vue comme un "mythe fondateur", c'est-à-dire un inconscient transpersonnel "primitif" – impossible à observer – qui influence les représentations individuelles et collectives. La réalité mythique est une réalité paradoxale dans le sens où elle influence les choix du (co)concepteur – à son insu – alors qu'il opère des projections et des interprétations de sens qui lui permettent d'élaborer et d'actualiser des règles mythiques, lorsqu'il *visé* cet *en-deçà* qu'il ne peut appréhender directement.

Entre le réel R et la réalité mythique R_{myth} , plusieurs strates sont distinguées dans le réel augmenté R^+ proprement dit. Partagées en tout ou en partie (inter)subjectivement, elles contiennent des informations relationnées, c'est-à-dire organisées à l'aide des trois constructions élémentaires (cf. p.28), sur l'analyse desquelles le (co)concepteur peut opérer des choix au cours du processus de (co)conception du projet d'architecture.

Les différentes strates du réel augmenté d'un (co)concepteur (auto)réflexif sont symbolisées par une interaction *verticale* : du réel à la réalité mythique, en passant par les réalités objective et subjective, tandis que les mêmes strates sont symbolisées par une interaction *horizontale* entre les différents (co)concepteurs qui forment l'intersubjectivité.

Les données relationnées présentes dans les différentes couches du réel augmenté sont utilisées en cours de (co)conception, en tant que références à la situation du projet d'architecture à (co)concevoir.

Le réseau de l'(auto)référentiel +/- possède la même structure générale que le réseau associatif conscient c , mais il s'en distingue pour différentes raisons. Par analogie, le réseau associatif conscient qui contient toutes les données relationnées de la situation présente t_i peut être vu comme une espèce de *mémoire vive*, alors que l'(auto)référentiel qui contient toutes les expériences passées $t_0, t_1, \dots, t_{n-1}$ du (co)concepteur peut être comparé à une sorte de *mémoire morte*. L'(auto)référentiel possède également une moins grande plasticité que le réseau associatif conscient : les informations relationnées y sont plus difficilement (ré)actualisées. Le concept d'(auto)référentiel est d'ailleurs préféré ici à celui de mémoire pour valoriser notamment le côté dynamique de la (co)construction du réel augmenté R^+ , sur fond de plasticité neuronale et de renforcement des con-

nexions synaptiques aussi bien du côté du réseau associatif conscient que du côté de l'(auto)référence. La (co)construction de l'(auto)référentiel est donc diachronique, bien que celui-ci soit utilisé synchroniquement par le réseau associatif conscient au moment d'un acte de pensée précis.

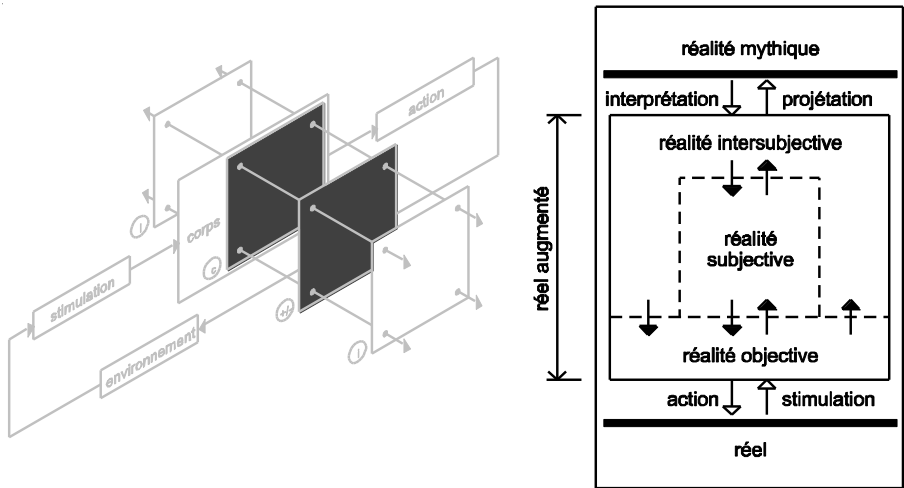


Fig. 6.9 – Structure du réel augmenté du (co)concepteur.

En transposant avec beaucoup de précautions l'(auto)référence de la neurobiologie à l'étude des mécanismes de la connaissance, celle-ci serait donc la capacité pour un système vivant de faire référence à lui-même, c'est-à-dire aux références qu'il porte en lui. Il est donc à l'œuvre chez tous les agents qui interviennent au cours du processus de (co)conception d'un projet d'architecture. Il se (co)construit au fur et à mesure de la succession des états cognitifs par la consolidation progressive des relations entre les informations (connexions entre les neurones).

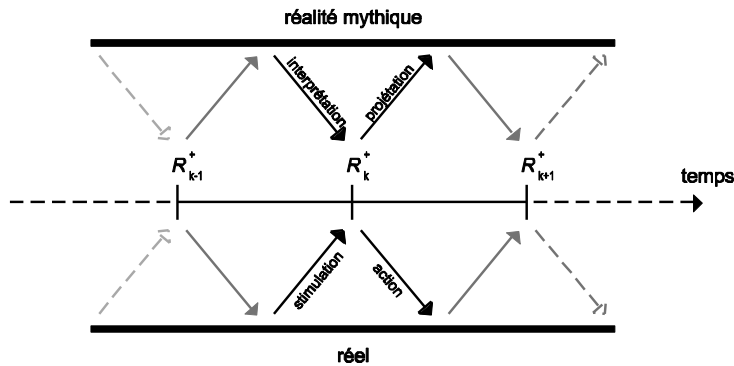


Fig. 6.10 – La (co)construction de l'(auto)référentiel du (co)concepteur.

Le concept d'intentionnalité de la conscience a déjà été abordé pour expliquer le concept de visée architecturale (cf. p.8). La visée y a été définie comme l'orientation générale de la (co)conduite de la pensée (pour)suivie par le (co)concepteur. Cette orientation est liée aux (sur/sous)finalités que le (co)concepteur se fixe subjectivement, ou à celles qui lui sont (im/pro)posées soit objectivement par les effets du réel, soit intersubjectivement par le système socioculturel dans lequel il évolue. Certains types de finalités qui animent l'intentionnalité du (co)concepteur sont donc à distinguer en fonction de la partition du réel augmenté qu'elles animent :

1. les *(méta-)finalités intersubjectives* sont (co)construites à partir d'informations relationnées qui proviennent de la réalité intersubjective $R_{\text{intersubj}}$ à priori – et donc en partie sur base de la réalité mythique R_{myth} – qui a autorité sur la subjectivité du (co)concepteur et les finalités personnelles de celui-ci. Une méta-finalité a été proposée, à savoir faire émerger des lieux en équilibrant les rapports trialogiques entre la culture, l'homme (auto)organisé et l'environnement éco-systémique (P_2). La frontière entre une méta-finalité intersubjective et une méta-finalité mythique est ténue, ce qui peut rendre la seconde dangereuse ;
2. les *(sur/sous)finalités objectives* sont (co)construites à partir d'informations relationnées qui proviennent de la réalité objective R_{obj} à priori – comme expression du réel R – qui a autorité sur la subjectivité du (co)concepteur et les finalités personnelles de celui-ci. Si le projet d'architecture en cours reste théorique, ce sont les finalités personnelles du (co)concepteur qui peuvent avoir autorité. Une (sur/sous)finalité objective n'a pas d'existence réelle, le réel étant indifférent à nos projections identitaires : il n'a pas de finalité ;
3. les *(sur/sous)finalités subjectives* sont (co)construites à partir d'informations relationnées qui proviennent de la réalité subjective à posteriori ; elles sont directement liées aux intentions personnelles et au libre arbitre du (co)concepteur ; celui-ci choisit de les favoriser ou non par rapport aux (méta-)finalités intersubjectives et aux (sur/sous)finalités objectives.

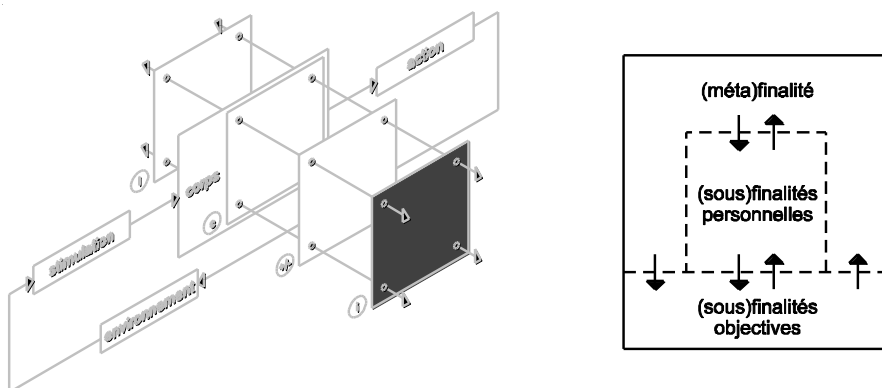


Fig. 6.11 – Structure de l'intentionnalité du (co)concepteur.

Liée aux informations relationnées présentes dans le réseau associatif conscient et l'(auto)référentiel, la visée du (co)concepteur dépend donc de ses capacités à équilibrer les effets des (méta/sur/sous)finalités qui l'affectent dans les choix qu'il opère pour actualiser le modèle architectural M_i . L'actualisation de l'intentionnalité du (co)concepteur est diachronique, bien que celle-ci soit utilisée synchroniquement par le réseau associatif conscient au moment d'un acte de pensée précis.

6.4 Le (co)concepteur (auto)réflexif

Émergeant de l'interaction entre les axes diachronique et synchronique, le (co)concepteur tel que modélisé ici possède une propriété importante, celle d'être (auto)réflexif (P_4). En effet, la validation de la connaissance est possible du fait que le (co)concepteur en tant qu'être (auto)organisé est (auto)réflexif et tient compte de son (auto)référentiel, individuel ou partagé, pour déterminer quand il y a adéquation ou non entre la (méta-)finalité poursuivie initialement et les actions entreprises pour l'atteindre.

6.4.1 Trois niveaux de relativisme

L'acquisition des connaissances par le biais de la (co)construction du réel augmenté R^+ est critiquable selon trois modalités communicationnelles. Tout (co)concepteur échange des informations (I) avec respectivement la situation R_{obj} , lui-même R_{subj} et d'autres $R_{intersubj}$. Ces trois boucles d'information (I) de l'"homme relationnel" (Wittezaele 2003) (re)présentent les trois polarités dialogiques que le (co)concepteur doit équilibrer pour faire émerger des lieux (P_1). Mais chacune de ces boucles est soumise aux imprécisions inhérentes à toute communication. Les connaissances prises en compte par le (co)concepteur lors du processus de (co)conception architecturale ne sont pas non plus absolues. Tributaires des modalités des échanges d'informations (I) que le (co)concepteur entretient avec les trois espaces logiques $Trial_3$, elles sont *triple*ment relatives ! En effet, pour (co)concevoir le modèle architectural M_i avec lequel il interagit dans l'espace de l'architecture (Esp_2), le (co)concepteur est en relation avec d'autres (co)concepteurs potentiels dans l'espace socio-culturel de l'architecture (Esp_3) et avec la situation de projet dans l'espace éco-systémique de l'architecture (Esp_1).

Le premier relativisme concerne les interactions entre le (co)concepteur et les autres (co)concepteurs du système socio-culturel auquel il appartient. À tout moment du processus de (co)conception, le (co)concepteur est confronté intersubjectivement à la présence d'autres (co)concepteurs avec lesquels il échange des (re)présentations externes. L'utilisation des médias Md_i nécessite l'encodage / la transmission / le décodage d'informations relationnées qui sont alors sujettes au bruit, à l'erreur et à l'incertitude.

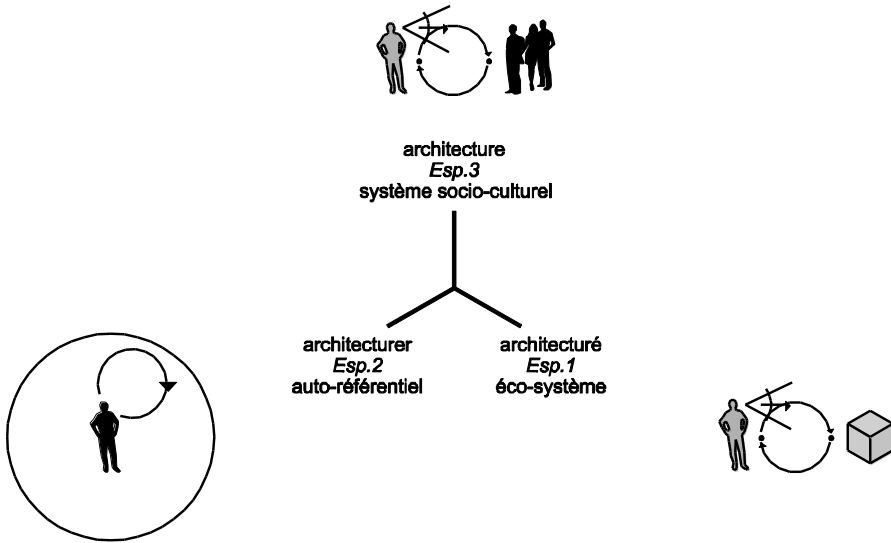


Fig. 6.12 – Le relativisme observateur/système observé.

Le second relativisme concerne les interactions entre le (co)concepteur et son (auto)référentiel, ou entre le processus de (co)conception qu'il mène et les observations qu'il en fait. En systémique des organisations, par exemple, la relation relative entre l'observateur et le système observé est qualifiée de trois manières : l'intervenant appelé en entreprise est "désengagé" (rapport centrifuge au système observé), "imbriqué" (rapport centripète) ou "démarrqué" (rapport opérant) (Piecq & Koninckx 2011). En architecture, lorsqu'il observe le projet d'architecture en cours de (co)conception, le (co)concepteur est en relation dynamique avec celui-ci et il se positionne (cf. Fig. 6.13, p.209) :

1. *hors du projet* dans le cas où il ne tient pas compte de la commande passée avec le maître de l'ouvrage. Il n'accorde du crédit qu'aux informations relationnées de son (auto)référentiel et il compose un chef-d'œuvre utopique qu'il est le seul à comprendre. L'espace de l'architecturer (Esp_2) n'est pas celui du projet, mais correspond plutôt à la réalité (inter)subjective $R_{(inter)subj}$ du (co)concepteur ;
2. *dans le projet* dans le cas où il se substitue totalement au maître de l'ouvrage. L'architecte se trouve dans cette situation délicate lorsqu'il (co)conçoit sa propre maison. L'espace de l'architecturer (Esp_2) du projet occupe une partie (trop) importante de la réalité (inter)subjective $R_{(inter)subj}$ du (co)concepteur ;
3. *en relation réflexive avec le projet* dans le cas où il tient compte du contexte du projet et de son (auto)référentiel. Le (co)concepteur est alors capable de les articuler. L'espace de l'architecturer (Esp_2) et la réalité (inter)subjective $R_{(inter)subj}$ du (co)concepteur sont en équilibre.

Pour parvenir à rester en position réflexive vis-à-vis du projet, le (co)concepteur doit équilibrer deux tendances récurrentes. D'un côté, le (co)concepteur se met en

retrait et le projet est construit par l'adaptation progressive des éléments du projet, le (co)concepteur n'étant là que pour révéler ou faire advenir un projet qui existerait déjà potentiellement. La résistance à l'évolution est forte de la part de ce type de projet. Louis I. Kahn aurait dit que le (co)concepteur est à l'écoute lorsque "l'édifice dit ce qu'il veut être", c'est le sens de la question : *"What the building wants to be"* (Jordy 1972). De l'autre, le (co)concepteur se prend pour un démiurge qui prescrit brutalement le projet, c'est le (co)concepteur qui dicte ce que le projet doit être. Dans le cas d'une position réflexive vis-à-vis du projet, l'attitude du (co)concepteur se trouve à l'intersection de ces deux postures : *le (co)concepteur laisse s'exprimer les spécificités du projet tout en lui mettant un cadre*.

Le troisième relativisme concerne les interactions entre le (co)concepteur et l'espace éco-systémique de l'architecturé (Esp_1) dans lequel doit se matérialiser le projet d'architecture. Les modalités d'interprétation/projétation par la stimulation/action du réel R montrent que le réel est *augmenté* (cf. P_0). Toute connaissance de l'espace éco-systémique est donc relative.

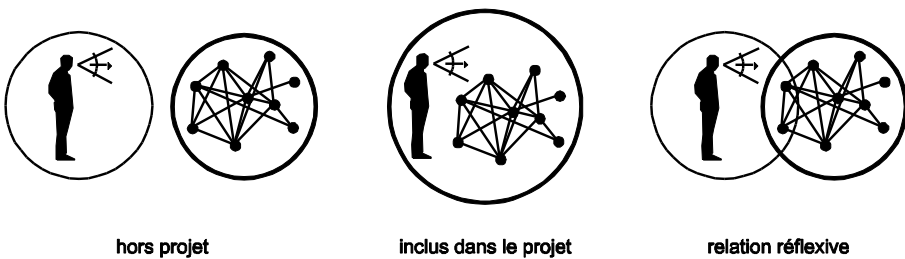


Fig. 6.13 – Le relativisme observateur/système observé.

6.4.2 Trois opérations de relativisation

Parallèlement aux trois niveaux de relativisme qui précèdent, le (co)concepteur utilise trois opérations cognitives de relativisation des informations relationnées prises en compte lors de la (co)conception d'un projet d'architecture : les opérations d'(auto)référence $O_c(M_i)$, (co)évaluation $O_d(M_i)$ et de (co)évolution $O_e(M_i)$ qui mènent respectivement à la (re)référence, la (ré)évaluation et à la (ré)évolution de la (co)conception du modèle architectural M_i . Ces trois opérations cognitives permettent au (co)concepteur de relativiser ses connaissances.

L'opération d'(auto)référence $O_c(M_i)$ est une évaluation critique et réflexive des connaissances (co)opérée par le (co)concepteur en fonction des informations relationnées de son (auto)référentiel.

L'opération de (co)évaluation $O_d(M_i)$ est une (ré)évaluation des connaissances (co)opérée par le (co)concepteur juste avant qu'il décide éventuellement de réaliser une opération de (co)conception sur le modèle architectural M_i . Les règles et les valeurs, implicites ou explicites, contenues dans l'(auto)référentiel du (co)concepteur lui fournissent des informations utiles à la (co)évaluation. Le

(co)concepteur (auto)réflexif valorise (ou non) des contenus relationnés provenant de l'une ou l'autre des strates de son (auto)référentiel pour opérer des choix en fonction de *règles*. Les règles sont des procédures de (co)construction de la vérité ou de l'existence des objets qui peuvent être déduites (inter)subjectivement à partir d'un groupe d'informations relationnées de l'une des strates de l'(auto)référentiel. Différents types de règles utilisées pour mener une (co)évaluation sont à distinguer :

1. les *règles mythiques* sont des règles d'évaluation partagées au moyen desquelles les individus s'approprient (inter)subjectivement l'inaccessible réalité mythique R_{myth} . Des hypothèses sont faites par le (co)concepteur à partir d'informations relationnées dans la réalité (inter)subjective $R_{(\text{inter})\text{subj}}$ lorsqu'il vise la réalité mythique R_{myth} . Le (co)concepteur peut y croire ou non, mais leur existence influence inévitablement les choix qu'il (co)opère. Les règles mythiques sont plus stables que les autres strates de l'(auto)référentiel ; elles sont souvent utilisées de manière implicite ; elles portent en elles l'image que le système a de lui-même (Watzlawick *et al.* 1977) ;
2. les *règles (inter)subjectives* (ou *augmentées*) sont des règles d'évaluation personnelles ou partagées avec d'autres (co)concepteurs culturellement proches qui sont extraites de la réalité (inter)subjective $R_{(\text{inter})\text{subj}}$ et permettent de (co)opérer des choix au cours du processus de (co)conception architecturale ;
3. les *règles objectives* (ou *réelles*) sont des règles d'évaluation partagées directement extraites de la réalité perçue $R_{\text{perçue}}$ par l'observation des comportements des objets/sujets et de leur résistance dans le réel. Elles sont établies sur base d'informations relationnées appartenant à la réalité objective R_{obj} ;
4. les *valeurs* sont des règles (inter)subjectives particulières d'évaluation qui influencent le (co)concepteur dans la valorisation qu'il accorde à toutes les autres règles. Les valeurs permettent de donner plus/moins d'importance à une règle par rapport aux autres et de les classer sur une échelle d'importance (une échelle de valeurs). Les valeurs pondèrent l'importance des informations relationnées contenues dans l'(auto)référentiel les unes par rapport aux autres.

Le (co)concepteur utilise constamment des valeurs pour (co)opérer des choix. Il peut, par exemple, avoir trois règles en tête. La première dit que la façade d'un édifice réussi doit toujours être peinte en blanc. La seconde, qu'un édifice doit être construit avec une économie de moyens. La troisième, qu'un édifice ne doit pas s'effondrer. En fonction de son échelle de valeurs, le (co)concepteur peut décider qu'il est plus important que l'édifice ne s'effondre pas, qu'il est secondaire qu'il soit réalisé avec peu de moyens, qu'il est accessoire que sa façade soit peinte en blanc. Du coup, s'il ne peut pas tout faire, c'est d'abord à la peinture de la façade qu'il renoncera pour économiser quelques moyens ; il renoncera ensuite éventuellement à d'autres moyens pour s'assurer prioritairement de la stabilité de l'édifice.

Robert Prost (1992) énonce "trois logiques" à partir desquelles le (co)concepteur peut (co)évaluer les choix qu'il projette de faire. Le (co)concepteur peut questionner :

1. la "cohérence" de la formulation du problème posée ;
2. l' "efficacité" de la concrétisation de la solution (co)conçue ;
3. la "pertinence" de la formulation de la solution proposée.

6.4.3 La boucle (auto)réflexive

Qu'il s'agisse de "la formation d'un point de vue" (Conan 1990) ou du "dialogue réflexif avec la situation" (Schön 1983), le (co)concepteur (auto)réflexif confronté à une situation à chaque fois différente étudie le processus de (co)conception qu'il déploie en même temps qu'il (co)conçoit le projet d'architecture, et ce dans une véritable boucle cognitive. Les opérations de (co)positionnements $O_a(M_i)$, de (co)questionnement $O_b(M_i)$, d'(auto)référence ou d'(auto)critique $O_c(M_i)$, de (co)évaluation $O_d(M_i)$ et de (co)évolution $O_e(M_i)$ sont (re)liées et (re)présentées à l'aide de la *boucle (auto)réflexive* (cf. Fig. 6.14, p.212). Celle-ci montre le chemin privilégié du processus (auto)réflexif du (co)concepteur à l'aide des flèches : début du processus → questionnement → (co)positionnement → (auto)référence → (co)évaluation → (co)évolution. Les autres liaisons montrent les pro/inter/rétro-actions possibles à tout moment entre chacun de ces pôles.

Ainsi le (co)concepteur démarre le processus de (co)conception : il *problématise* le modèle architectural M_i en questionnant le positionnement. Si nécessaire, il provoque alors un (re)positionnement de celui-ci. De là, il *analyse* le modèle architectural ainsi que les interactions qu'il a avec lui en le (re)questionnant. Il opère ensuite une *synthèse* de l'état du modèle architectural à l'aide d'opérations d'(auto)référence. Enfin, il opère une *évaluation* (auto)critique et, si cette dernière est concluante, une *application* de l'opération de (co)conception $O_i(M_i)$ au modèle architectural M_i : celui-ci est alors (ré)évalué et (ré)évolutionné.

Augmentée des (re)présentations de l'(auto)référentiel et des axes diachronique et synchronique, la boucle (auto)réflexive du (co)concepteur complète la seconde modélisation à valeur heuristique proposée ici. À travers elle, le (co)concepteur contrôle (auto)réflexivement les étapes de la (co)construction de son modèle architectural M_i . À chaque boucle du modèle hélicoïdal convergent du processus de (co)conception, le (co)concepteur passe par les différentes opérations cognitives de cette boucle, jugeant de l'adéquation ou non des données relationnées prises en compte au cours du processus de (co)conception avec les différentes couches de son (auto)référentiel. La pertinence des données est également évaluée en fonction de la (méta-)finalité poursuivie : faire émerger des lieux.

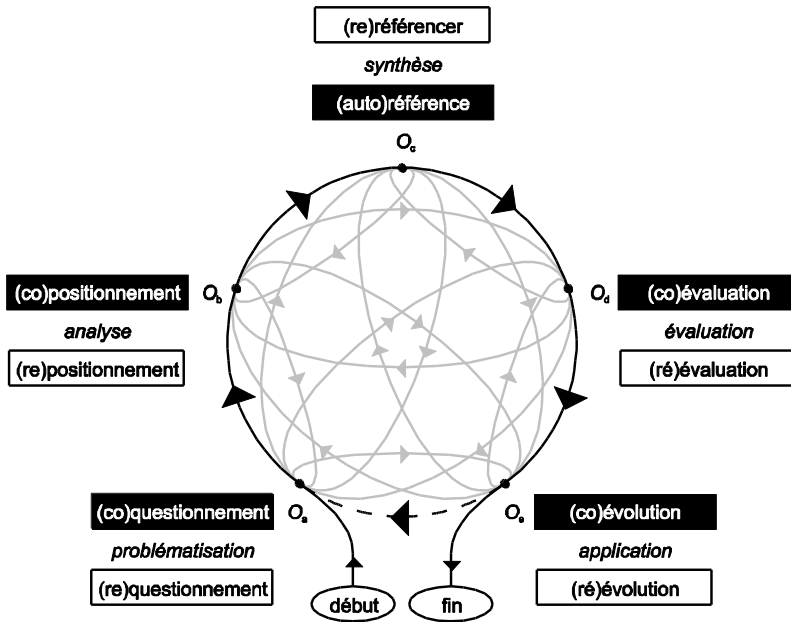


Fig. 6.14 – La boucle (auto)réflexive du processus de (co)conception.

6.5 Les espaces de références

Au sein du réel augmenté R^+ , le (co)concepteur possède de nombreuses *informations* relationnées. Celles-ci sont autant de références potentielles, ou de *contenus* relationnés, que le (co)concepteur peut utiliser pour orienter ses choix au cours du processus de (co)conception. Parmi ces références (en) général, certaines sont mobilisées et organisées de manière récurrente dans le champ de l'architecture. Elles ne sont d'ailleurs activ(é)es que par les opérations architecturales qu'elles suscitent. Certaines organisations récurrentes des informations relationnées présentes dans les différentes couches du réel augmenté du (co)concepteur sont spécifiques au champ de l'architecture. Principalement originaires de l'espace intersubjectif de l'architecture (Esp_3), ces dispositifs permettent au (co)concepteur d'amorcer le processus plus facilement si ce sont, par exemple, des idées génératrices, ou d'opérer des choix plus rapidement lorsque des espaces de références imposent des règles ou des valeurs à respecter, ou encore de composer plus rapidement si des modèles ou de (arché)types sont à copier ou à (ré)interpréter. Ces informations relationnées sont organisées à partir des trois constructions élémentaires du réel augmenté (Ens_i , $Struct_i$ et $Syst_i$). Elles sont ensuite organisées à l'aide de ces dispositifs récurrents, différents réservoirs d'informations relationnées, parmi lesquelles doivent au minimum être distingués : les espaces de références, les (arché)types architecturaux et les pré-conceptions. Les modèles à imiter sont d'autres réservoirs d'informations relationnées qui ne seront pas

développés ici. En vogue dans le passé, il resurgissent aujourd'hui sous forme de composants à (ré)utiliser ou des édifices emblématiques desquels s'inspirer.

Une définition intéressante de l'espace de références est offerte par l'architecture. Selon Philippe Boudon (1994), un "espace de référence" est "une classe de représentation de la réalité" vaste, vague et plus ou moins identifiée par un nom à laquelle appartiennent des "références", qui rassemble "des réalités possiblement opératoires pour la conception". Associée à un espace de référence, l'"opération de référenciation" (Boudon *et al.* 1994) consiste à déterminer l'appartenance de la représentation d'un référent à un espace de référence.

Un espace de références est un réservoir de connaissances à mobiliser par le (co)concepteur qui peut contenir toutes les données potentiellement intéressantes qui peuvent alimenter un projet d'architecture. Il est une partition du réel augmenté qui contient des informations relationnées, des références, pouvant appartenir à un ou plusieurs des trois mondes logiques à la fois. Ainsi, les données pragmatiques de la situation viennent de l'espace de l'architecture Esp_1 , les données propres aux potentialités du modèle architectural M_i viennent de l'espace de l'architecture Esp_2 et les données telles que des théories de la (co)conception viennent de l'espace de l'architecture Esp_3 . Il s'agit d'un réel augmenté limité, donc plus économiquement mobilisable et utile à un type de problèmes particuliers. Il s'agit d'un espace dans le sens où le (co)concepteur – spécialiste de l'espace – spatialise ces informations pour se les (re)présenter ou pour les communiquer à d'autres. Les informations relationnées proviennent plutôt de l'(auto)référentiel que de l'acte de pensée du moment. Dans l'expression *espace de références*, le mot *références* est intentionnellement écrit au pluriel parce que ce type d'espace contient à priori plusieurs références. Le (co)concepteur se réfère à des *référents* – objets de référence matérialisés ou non – qu'il *représente* pour les intégrer à des *classes* de références, ces dernières étant ensuite organisées dynamiquement au sein d'*espaces* de références. Les espaces de références peuvent eux-mêmes contenir des sous-espaces de références ou d'autres types de réservoirs de données à mobiliser, tels que des (arché)types architecturaux ou des pré-conceptions. Les références permettent de mieux formuler et d'aider à résoudre le problème de (co)conception, elles peuvent orienter le projet, mais elles peuvent aussi faire émerger des problèmes nouveaux. Utilisées à n'importe quel moment du processus, elles ne sont pas hiérarchisées, sauf par le (co)concepteur lui-même.

Certains espaces de références tels que les dimensions contextuelles, les niveaux d'espace ou les niveaux de temps sont (bien) connus parce qu'ils sont largement partagés intersubjectivement et parce qu'ils interviennent dans le (co)positionnement (*cf.* chapitre 7, p.224) et les méta-questionnements (*cf.* chapitre 8, p.230) du modèle architectural M_i opérés par le (co)concepteur. D'autres espaces de références sont les (arché)types architecturaux et les pré-conceptions (*cf.* la rétroduction $Q_{1.3}$, p.264).

PARTIE III.
MODÈLE DU PROCESSUS
DE (CO)CONCEPTION
QUI *VISE* L'ARCHITECTURE

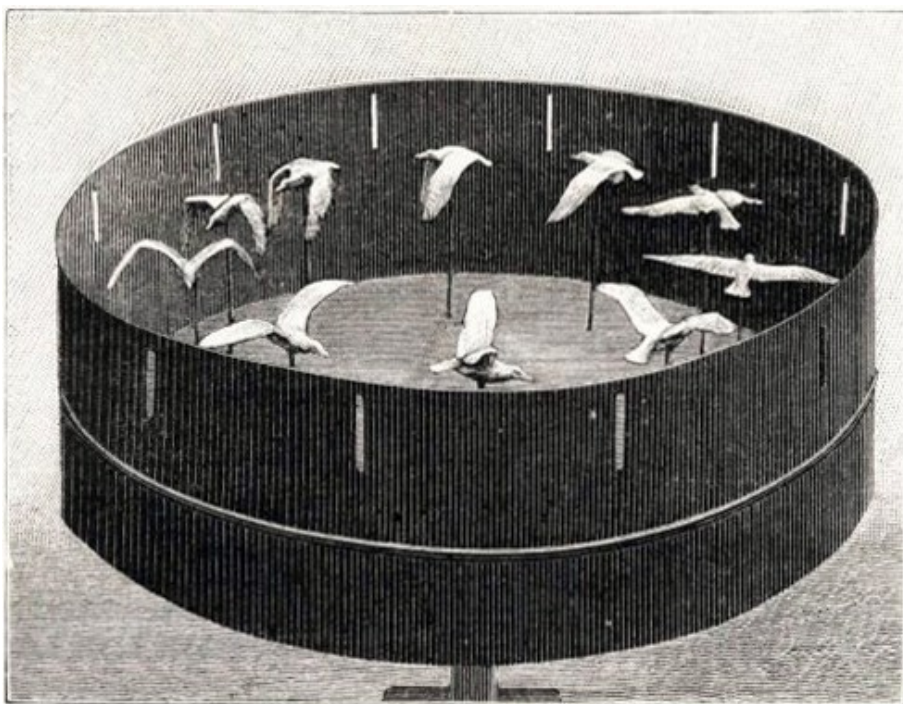


Fig. III – Zootrope comprenant dix images successives du vol d'un goéland. Etienne-Jules Marey (1887).

7 MODÈLE DU PROCESSUS DE (CO)CONCEPTION (EN) PARTICULIER (3/3)

Pour modéliser le processus de (co)conception qui vise l'architecture, trois modélisations systémiques heuristiques sont définies ici. Le premier modèle concernait le processus de (co)conception (en) général de 0 à n (cf. chapitre 5) et le second s'occupait du (co)concepteur (cf. chapitre 6). Ce chapitre et les quatre suivants déploient le troisième de ces modèles : il concerne un état k (en) particulier du processus de (co)conception (en) général qui vise l'architecture. Un développement théorique des modules qui constituent cette troisième modélisation occupe les chapitres qui suivent.

7.1 Structure de base de la modélisation

Des modèles généraux de modélisation à l'aide de la pensée systémique comme ceux définis par Daniel Durand et par Gérard Donnadiu peuvent servir de gabarit pour élaborer une modélisation systémique du processus de (co)conception qui vise l'architecture. Daniel Durand (1979) a développé un "processus de modélisation en 4 étapes" représenté graphiquement qui fonctionne à partir d'une succession de quatre modules (cf. Fig. 7.1, p.218) :

1. définition du projet : fixer les finalités et les frontières ;
2. dessiner le modèle : choisir les éléments, spécifier les relations qu'ils entretiennent, et les agencer ;
3. étudier le comportement du modèle : déterminer les variables, les invariants, les contraintes, et évaluer le système ;
4. utiliser le modèle.

Bien qu'allant de soi pour l'auteur, la (re)présentation graphique qu'il en fait ne montre peut-être pas assez l'interaction constante entre les quatre modules qu'il déploie dans sa méthode. Développé pour les sciences sociales, le modèle de Durand a été présenté une seconde fois avec un autre systémicien français, Emmanuel Nunez (2002), sous la forme d'une liste relativement linéaire d'actions à suivre (cf. Table 10, p.218). Le modèle des systémiciens français Gérard Donnadiu et Michel Karsky (Donnadiu & Karsky 2002 ; AFSCET 2003 ; Donnadiu 2008) présente également les "étapes de la démarche systémique" à l'aide d'une méthode structurée en quatre étapes (cf. Fig. 7.2, p.219) :

1. l'investigation systémique : construction de l'objet à observer ;
2. la modélisation qualitative : construction du modèle ;
3. la modélisation dynamique : introduction du temps dans le modèle ;
4. la simulation et la mise en œuvre du système.

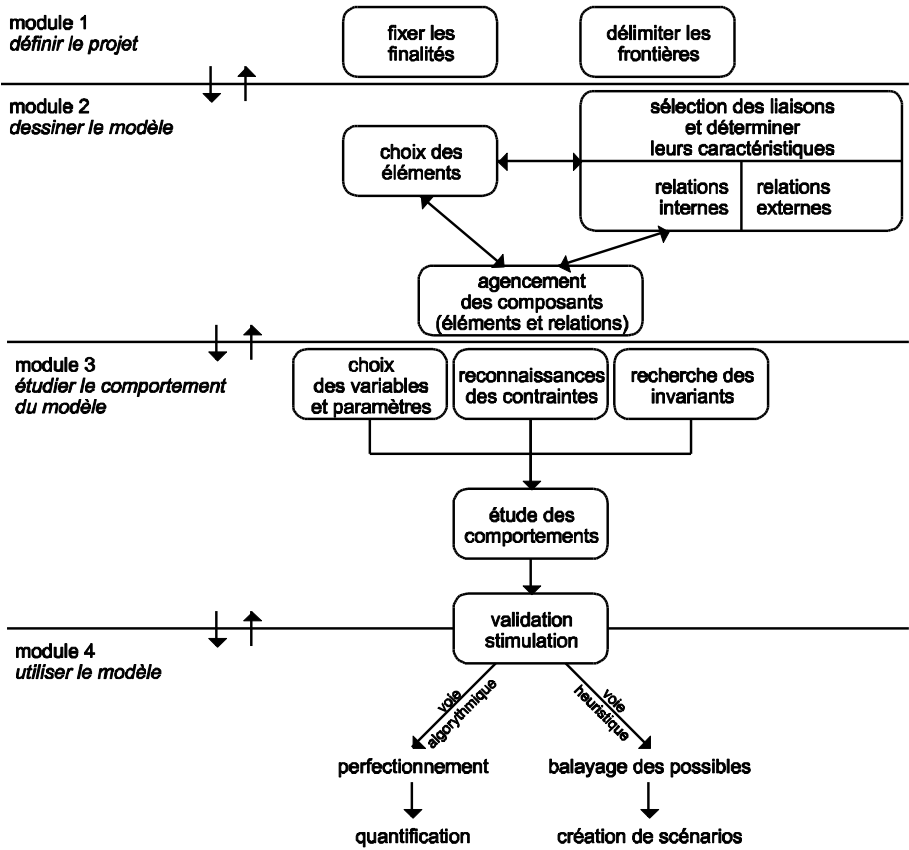


Fig. 7.1 – Le processus de modélisation systémique en quatre modules.
Adaptation d'après Daniel Durand (1979, p.63).

1 ^{er} étape	définition du champ de modélisation - fixer les finalités - délimiter les frontières
2 ^e étape	conception du modèle - sélectionner des éléments significatifs - rechercher leur agencement - établir leurs liaisons - préciser leurs caractéristiques (entrée, sortie, relation spécifique)
3 ^e étape	recherche du comportement - identifier les invariants et les contraintes - déterminer les variables et les paramètres - préciser le fonctionnement du système et sa dynamique d'évolution
4 ^e étape	vers l'action - valider le modèle par des tests - simulation algorithmique pour approfondissement quantitatif - simulation heuristique (scénarios, balayage des possibles) approfondissement qualitatif

Table 10 – Processus de modélisation systémique en 4 étapes.
Adaptation d'après Daniel Durand & Emmanuel Nunez (2002, p.8).

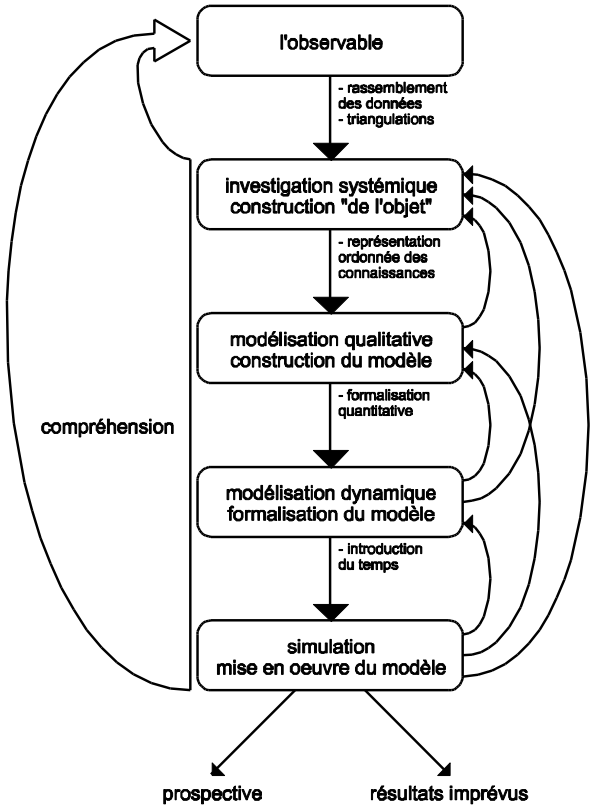


Fig. 7.2 – Les étapes de la démarche systémique.
Adaptation d'après Gérard Donnadieu & Michel Karsky (2002, p.84).

Ces différents modèles de modélisation systémique de processus fournissent des éléments utiles pour structurer la modélisation heuristique d'un état k du modèle architectural M_i du projet d'architecture en cours de (co)conception : soit M_k . À l'instant infinitésimal t_k , $i=k$ et la modélisation de M_k peut être organisée à partir de trois *modules*. Chaque module représente une phase du processus de (co)conception et correspond à un (sous-)problème à résoudre par le (co)concepteur. Celui-ci passe alors d'un (sous-)problème à l'autre, d'une phase à l'autre du processus. De là, $\forall i \in \{0, 1, 2, 3, \dots, k, \dots, n\}$, les trois modules de la modélisation (re)présentent dans l'espace de l'architecture (Esp_2) trois moments importants du processus de conception qui vise l'architecture, quel que soit l'état i du modèle architectural M_i envisagé. Les trois modules sont respectivement les modules de programmation (Mod_1), de modélisation (Mod_2) et d'évaluation (Mod_3). Dans la suite du texte un état k quelconque du processus est développé à travers ces trois modules. Les numéros qui leur ont été attribués ne définissent en aucun cas entre eux une hiérarchie du point de vue de leur importance, de leur intérêt ou de leur qualité. Ils sont en interactions constantes : le (co)concepteur, lorsqu'il se situe dans l'un, peut à tout moment décider de passer à un autre. Les

différents modules de la méthode sont présentés ici, pour les besoins du texte, successivement dans l'ordre numérique de 1 à 3, du chapitre 9 au chapitre 11, mais ils sont en interaction dynamique. Le travail effectué *dans* et *entre* chaque module n'est pas linéaire et nécessite des itérations successives pour arriver à un résultat satisfaisant. Ainsi l'*output* d'un module peut remettre en question le résultat d'un *output* ou la valeur d'un *input* destiné à un autre module.

Les regroupements opérés pour construire les trois modules sont (inter)subjectifs. D'autres regroupements seraient donc également possibles. Le choix des limites de chaque module est arbitraire, mais nécessaire pour espérer des effets heuristiques. Les trois modules principaux du modèle théorique correspondent aux trois phases de la (co)conception à l'œuvre à priori dans tout projet d'architecture : la programmation, la modélisation et l'évaluation du projet (cf. Fig. 7.3, p.221). Dans le cadre de la complémentarité art/science défendue ici, le (co)concepteur utilise une méthode de pensée qualifiée d'(analytico)systémique (P_3). Il traite donc volontairement certaines étapes du processus par l'analytique, d'autres par la systémique. Cette méthode l'aide à créer une architecture riche, pertinente et cohérente, qui privilégie le "à la fois" (Venturi 1966), sans tomber ni dans le simplisme, ni dans la complication. Cette complémentarité se (re)trouve dans le choix des différents modules et des relations qu'ils entretiennent. D'un point de vue analytique, les trois phases se succèdent linéairement : c'est une économie de moyens à envisager dans le cas de situations simples. Mais du point de vue systémique, les trois phases sont en interactions dynamiques au cours du temps : plus fastidieuse pour le (co)concepteur, cette méthode lui permet d'appréhender des situations (plus) complexes. En réalité, aucune situation de (co)conception architecturale n'est ni totalement simple, ni totalement complexe. Le projet d'architecture est à la fois simple et complexe : tout dépend du point de vue envisagé et du moment de la (co)conception. L'idée est donc de mettre en relation les trois phases de sorte qu'elles soient en interactions dynamiques, bien qu'un *parcours privilégié* existe néanmoins entre celles-ci. Les flèches montrent un processus linéaire plutôt hiérarchisé et structuré. Si, par contre, nous enlevons les flèches, il s'agit d'un modèle plus opportuniste. Cette manière de disposer les quatre modules de la modélisation permet de tendre vers une complémentarité entre analytique et systémique.

La distinction entre quatre modules (re)pose sur d'autres éléments. Le passage entre les trois modules est un passage d'un niveau logique à un autre, qu'accompagne une différence qualitative de complexité. Le (co)concepteur envisage alors respectivement le modèle architectural M_i d'après les ensembles Ens_i , les structures $Struct_i$ et les systèmes $Syst_i$. À partir de l'information perceptive de l'espace architectural du projet (Mod_1) avec des ensembles, l'organisation des ensembles permet au (co)concepteur de faire émerger des structures pour construire le modèle statique et hiérarchique du projet (Mod_2) dont il peut observer la structure et à partir de l'organisation des structures, le (co)concepteur peut faire émerger le modèle dynamique du projet (Mod_3) ; il peut alors en étudier le fonctionnement.

Au cours du processus, le (co)concepteur passe d'un module à l'autre pour questionner le modèle architectural M_i .

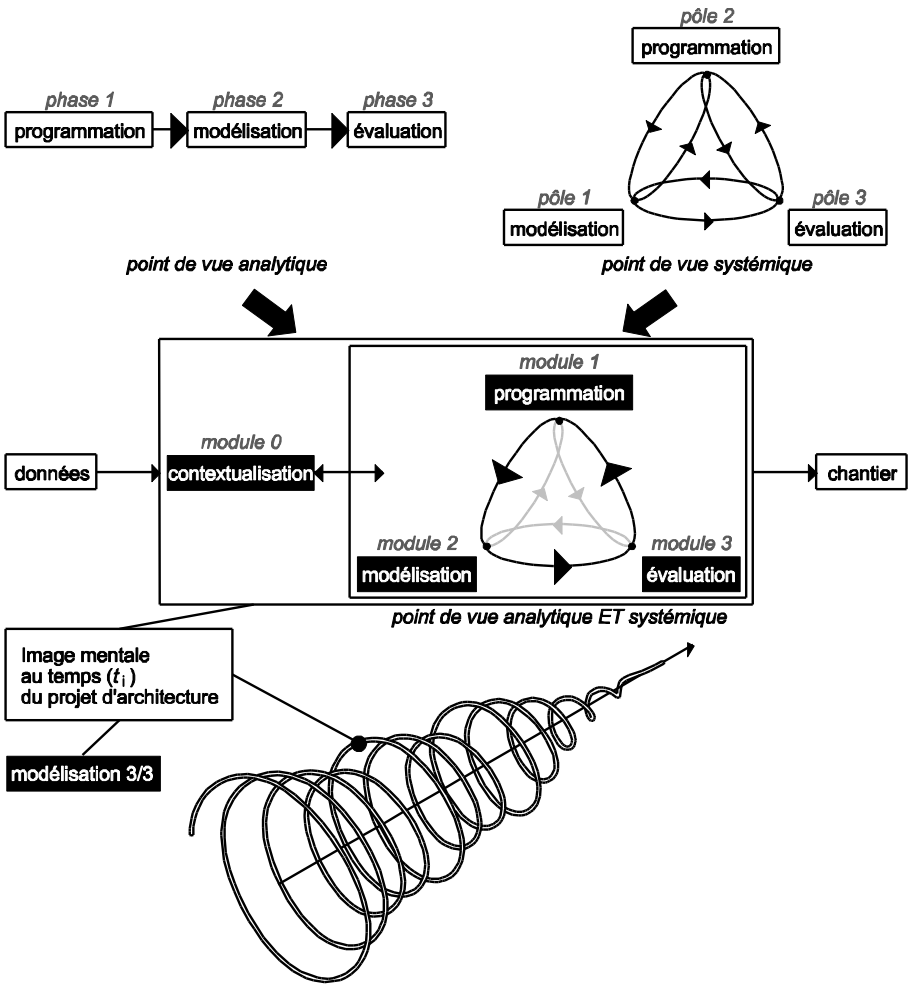


Fig. 7.3 – Combinaison des processus analytique et systémique.

7.2 La position *méta*, les niveaux et les types logiques

La systémique offre une interprétation de deux théories générales appartenant à la logique mathématique : la "théorie des groupes" du mathématicien Evariste Galois (1831) et la "théorie des types logiques" des mathématiciens, logiciens et philosophes anglais Bertrand A.W. Russell et Alfred N. Whitehead (1910-13). Ces théories ne servent pas à opérer des déductions mathématiques ou formelles, mais bien pour les effets heuristiques que permettent l'utilisation d'analogies à partir de

celles-ci. Les concepts nomades qui passent d'un domaine à l'autre par les voies de l'inter-disciplinarité sont pour la philosophe belge Isabelle Stengers (1993) toujours à prendre avec précaution, mais peuvent souvent être à l'origine de la naissance de savoirs nouveaux.

La théorie des groupes complétée par celle des types logiques occupe une place importante dans le déploiement de l'approche systémique en raison de la transposition de ses principes de base aux problèmes de la communication interpersonnelle par le théoricien constructiviste Paul Watzlawick, co-fondateur de l'école de Palo Alto. Ces concepts ont ensuite été généralisés à l'étude de tous les systèmes, du point de vue des relations entre les éléments et les ensembles, et de leurs niveaux logiques.

Un *groupe* est un ensemble constitué d'*éléments* muni d'une loi de composition interne qui possède certaines propriétés. La théorie des types logiques complète celle des groupes pour que cette dernière puisse fournir un modèle théorique pour les changements qui "transcendent un système donné ou un cadre de référence" (Watzlawick *et al.* 1975). Plutôt que d'envisager seulement un *groupe* et des *éléments*, la théorie des types permet d'examiner la relation entre une *classe* et les *membres* qui la constituent. Elle (re)pose sur deux théorèmes principaux :

1. s'il existe entre deux classes une relation d'*inclusion*, alors elles sont du même niveau et de même type logique ;
2. s'il existe entre deux classes une relation d'*appartenance*, alors celle-ci concerne un rapport entre une entité et une autre, la seconde étant d'un type logique différent de la première et relevant d'un niveau logique supérieur.

Ces théorèmes assurent la validité *logique* du raisonnement, mais pas forcément sa *vérité*. L'observateur doit donc également vérifier l'absence de paradoxe langagier, de confusion de sens dans la cohérence du discours. Les paradoxes viennent des confusions de types logiques. Ainsi, le paradoxe langagier d'Épiménide le Crétois ("tous les Crétois sont des menteurs") est célèbre parce qu'il met en péril la théorie des types logiques. Gregory Bateson (1996) a montré que la relation *méta* permet de contourner cet écueil. Il a utilisé pour cela la théorie des types de Russell et de Whitehead (1910-13) qui ont démontré la hiérarchisation des messages qu'ils ont appelée "types logiques" en fournissant l'axiome suivant : "Une classe ne peut être membre d'elle-même."

La question des *niveaux logiques* a reçu un éclairage supplémentaire par les théorèmes du mathématicien et logicien Kurt Gödel (1930). En prolongeant les recherches du mathématicien allemand Georg F.L.P. Cantor (1874) sur la théorie des ensembles, les deux théorèmes qu'il définit sur l'"inconsistance" et l'"incomplétude" de l'arithmétique du premier ordre ont eu des répercussions importantes sur la pensée philosophique moderne. À partir du moment où un système *S* est *consistant*, les phrases qui lui appartiennent ne sont pas contradictoires entre elles et il est impossible de démontrer à la fois une formule et sa négation. Mais Gödel a montré que la consistance des théories peut facilement être remise en cause. Robert Nadeau (1999) a reformulé le premier théorème de Gödel de la manière suivante : "Dans tout système *S* [de l'arithmétique], il existe

une phrase P de la langue de S telle que si S est consistant, ni P ni sa négation ne peuvent être prouvée dans S ." Dans toute théorie consistante, quel que soit la méthode utilisée, l'observateur trouve donc toujours une proposition non prouvée dont il ne peut dire si elle est vraie ou fausse, donc impossible à démontrer : elle peut être tout aussi valide que son contraire. Dans tout système fini, des propositions indécidables existent toujours et aucune théorie ne peut donc être considérée comme complète. Aucune théorie consistante n'est capable de démontrer l'entière vérité des formules écrites dans son propre langage ! Un second théorème, corollaire du premier, établit que la consistance d'un système formel (de l'arithmétique) ne peut être démontrée par des moyens formalisables à l'intérieur du système. Nadeau (1999) le (re)formule ainsi : "Dans tout système S vérifiant certaines conditions minimales, la consistance de S ne peut être formellement établie." Pour Karl R. Popper (1963) ces deux théorèmes réfutent la "thèse de l'unité de la langue de la science". Une langue peut ainsi être construite qui permet de formuler toutes les assertions qu'une théorie peut exprimer, mais cette langue elle-même ne suffira jamais à formuler toutes les preuves de ces assertions. Celles-ci doivent être prouvées dans une *métalangue*, ce qui permet de dépasser les difficultés liées aux paradoxes sémantiques. La consistance d'une théorie ne peut être établie uniquement par les moyens du système lui-même, l'observateur du système doit nécessairement passer par un niveau logique supérieur. Dans toute théorie, certaines propositions sont indémonstrables en utilisant les outils internes de celle-ci. L'observateur ne peut sortir du paradoxe (la proposition à la fois vraie et fausse à un niveau logique donné) qu'en sortant du (sous-)système lui-même : il doit se mettre en position *méta*, externe au système observé.

La théorie des types logiques a produit d'autres apports théoriques : (1) aucune classe ne peut être un membre d'elle-même (Bateson 1977) ; (2) un nom n'est pas la chose nommée (Bateson 1977) ; (3) une classe et les éléments qui sont ses non-membres ne peuvent être classés ensemble ; (4) si ces règles ne sont pas respectées, on aboutit à un paradoxe et le discours est vicié. La théorie des groupes permet d'appréhender le changement de relations entre les membres à l'intérieur d'un système (une classe) à l'équilibre, tandis que la théorie des types logiques examine la relation entre un membre et le système (la classe) auquel il appartient, ainsi que "la transformation particulière que constitue le passage d'un niveau logique au niveau supérieur" (Watzlawick *et al.* 1975). "Le passage d'un niveau au niveau supérieur (c'est-à-dire de membre à classe) comporte une mutation, un saut, une discontinuité ou une transformation [...] du plus haut intérêt théorique et [...] de la plus haute importance pratique, car il permet de sortir du système" (Watzlawick *et al.* 1975). Dans le cas d'une situation paradoxale, le paradoxe peut être dépassé si l'une des propositions est considérée comme "méta" par rapport à l'autre. Autrement dit, il faut considérer toute proposition comme le contexte permettant d'en interpréter une autre. Des types et des niveaux logiques différents peuvent être (re)liés en évitant les paradoxes grâce à la posture *méta* de l'approche systémique.

7.3 L'opération de (co)positionnement (O_b)

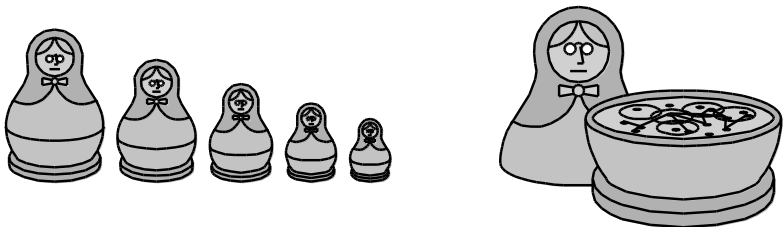
La définition des concepts de position *méta*, de types et de niveaux logiques est utile pour appréhender l'opération de (co)positionnement (O_b) dans le champ de la (co)conception architecturale. Cette opération cognitive fait partie de la boucle (auto)réflexive du (co)concepteur (cf. chapitre 6). Elle correspond au moment où le (co)concepteur analyse le modèle architectural M_i pour le situer par rapport aux configurations dimensionnelles, aux niveaux d'espace et aux niveaux de temps.

À tout moment du processus, le (co)concepteur doit pouvoir comprendre à quel(s) niveau(x) logique(s) il se situe et avec quel(s) type(s) logique(s) il opère. En architecture, un niveau logique est un espace logique (inter)subjectif de l'espace de l'architecture Esp_2 contenant des éléments de même *type*. Le (co)concepteur peut à tout moment se (co)positionner (O_b) par rapport à un de ces niveaux logiques et décider d'opérer sur les éléments qu'il contient. Ces éléments peuvent alors être : (1) observés et (re)groupés avec des ensembles Ens_i ; (2) mis en relation et hiérarchisés avec des structures $Struct_i$; (3) organisés et régulés dynamiquement avec des systèmes $Syst_i$. Pour (re)grouper des éléments de même *type*, le (co)concepteur classe les éléments du réel augmenté R^+ , à partir d'un ou de plusieurs trait(s) abstrait(s) : ce qui lui permet de grouper en classes des objets de même nature pour les étudier.

Pour une situation donnée à un niveau logique n (*meso*), le modélisateur qui utilise l'approche systémique mobilise toujours, au minimum, un niveau supérieur $n+1$ (*macro*) et un niveau inférieur $n-1$ (*micro*). L'utilisation des termes *micro/meso/macro* ne traduit pas le fait qu'un niveau logique *macro* serait plus grand ou qu'un niveau *micro* serait plus petit qu'un niveau *meso*. Seules les propriétés associées aux types logiques observables dans le niveau logique *meso* peuvent fournir au (co)concepteur de quoi déterminer les niveaux *macro* et *micro* à envisager. Ainsi une relation entre deux éléments peut être pertinente à un niveau *macro*, tout en étant impensable à un niveau *meso*. D'où l'intérêt pour le (co)concepteur d'augmenter le nombre de niveaux de (co)positionnement nécessaires pour enrichir le questionnement du projet d'architecture engagé. Dans le cas d'une situation paradoxale, si le (co)concepteur est bloqué à un niveau logique donné, le paradoxe peut être dépassé en mobilisant un niveau logique *méta*. Autrement dit, le niveau logique *méta* est considéré comme le contexte permettant d'interpréter une situation dans un niveau logique inférieur.

Tout projet d'architecture possède un nombre infini de niveaux logiques potentiels. Limité, d'une part, par le temps accordé au processus de (co)conception et, d'autre part, par sa "rationalité limitée" (Simon 1957), le (co)concepteur doit réduire la richesse potentielle du réel augmenté R^+ . Il révèle alors un grand nombre de niveaux logiques qu'il choisit de valoriser (auto)réflexivement ou qui lui sont imposés par la situation et par le programme. Chaque niveau logique contient son propre type logique ; lorsque le (co)concepteur met en relation différents niveaux en changeant de positionnement, leurs différents types ne peuvent être confondus. Lorsqu'il observe le modèle architectural M_i du point de vue du niveau du

structuralisme hiérarchique (Niv_2), il met en évidence la "structure organisationnelle" de celui-ci ou en quelque sorte la "matérialisation" du système (ce dernier étant un concept). Il distingue les (sur/sous-)structures, les limites, les éléments (qui ont des propriétés) et les relations (qui suivent des règles de fonctionnement) (Durand & Nunez 2002). Ce qui lui permet de montrer l'"état structural" (généralement hiérarchisé) du modèle architectural M_i à un instant t_k donné du processus dynamique dans lequel s'inscrit le système observé. Le système est alors modélisé comme un réseau de (sur/sous-)processus organisés en fonction de niveaux hiérarchiques. La confusion entre les niveaux ou l'incompréhension de la structure interne des niveaux empêche une bonne compréhension du fonctionnement du système.



Le réel augmenté vient de l'imbrication de différents niveaux

Les niveaux $n-1$ / n / $n+1$

Fig. 7.4 – Les poupées russes peuvent symboliser les différences entre des niveaux logiques.

Dans le champ de la (co)conception architecturale, trois typologies de niveaux logiques provenant du découpage (inter)subjectif du réel augmenté R^+ sont couramment utilisées : les découpages en échelles d'étendue, en échelles de durée et en configurations dimensionnelles. Chacun de ces découpages correspond à l'utilisation potentielle d'un *calque logique* de mise en relation.

Les types logiques sont des opérandes mobilisables par des opérations au sein de niveaux logiques. Concrètement, en tant qu'opérande du niveau logique de la configuration formelle (Niv_1), l'ensemble Ens_i est un type logique qui a ses propres propriétés. La structure $Struct_i$ en est un pour le niveau logique du structuralisme hiérarchique (Niv_2) et le système $Syst_i$ pour le niveau de l'émergentisme systémique (Niv_3). Les modèles architecturaux M_i sont les opérandes du niveau de l'espace de l'architecture (Esp_2), alors que les médias Md_i sont les opérandes du niveau de l'espace de l'architecture (Esp_1).

Le (co)concepteur qui réduit le nombre de niveaux logiques qu'il choisit d'utiliser dans le projet d'architecture en cours de (co)conception, effectue une opération de (co)positionnement O_b . Cette opération cognitive lui permet de situer le modèle architectural M_i par rapport aux différents niveaux logiques pris en compte dans le champ de la (co)conception architecturale : les niveaux d'espace, les niveaux de durée et les configurations dimensionnelles. Ces trois types de niveaux logiques sont détaillés plus loin puisqu'ils fournissent matière à questionner et contextualiser le modèle architectural M_i (cf. chapitre 8). Avec cette opération, le (co)concepteur peut faire des choix : il définit les frontières du projet à

(co)concevoir en précisant la situation de celui-ci par rapport aux différents niveaux logiques. Le (co)concepteur organise donc le modèle architectural M_i à l'aide de frontières, de niveaux logiques et de types logiques.

Mais le (co)concepteur n'effectue pas qu'un seul (co)positionnement : il appréhende successivement plusieurs niveaux logiques du réel augmenté R^+ . Cette opération n'est pas simultanée puisqu'il est tributaire du temps de la (co)conception et de la "rationalité limitée" (Simon 1957). Au cours du processus de (co)conception, le (co)concepteur change volontairement et régulièrement de point de vue pour observer le modèle architectural M_i : il change ainsi de niveau d'organisation en passant des ensembles Ens_i (Niv_1) aux structures $Struct_i$ (Niv_2) ou aux systèmes $Syst_i$ (Niv_3) : il modifie la configuration dimensionnelle, il (dé)valorise l'une ou l'autre dimension contextuelle, il opère dans une échelle spatiale ou temporelle différente...

Ces allers et retours peuvent être matérialisés dans le choix et l'utilisation des médias Md_i par le (co)concepteur qui utilise différents *calques logiques* de mise en relation pour (co)concevoir. Ainsi, il travaille par couches successives et il utilise des calques, à la main comme à l'ordinateur. Cette méthode lui permet de distinguer les informations à traiter en les répartissant par calques logiques qui (re)présentent autant de niveaux logiques différents. Le (co)concepteur peut créer des calques unidimensionnels concernant, par exemple, la forme, la structure ou la fonction du projet d'architecture. Il peut également utiliser des calques pour étudier le projet à plusieurs échelles spatiales (la parcelle, la rue, le quartier, la ville...) ou temporelles (cartes anciennes, plans directeurs pour les développements futurs d'une ville...). Chaque calque est alors la (re)présentation d'un niveau logique avec ses types logiques, ses opérandes, ses opérateurs, ses opérations et ses limites. En tant que média Md_i , chaque type de calque logique a ses propres conventions de (re)présentation. Une étude approfondie des différents calques logiques utilisés et de leur implication sur le processus de (co)conception architecturale serait une recherche à mener complémentirement à cette étude. De ce point de vue-là, le processus de (co)conception est alors en partie la progressive mise au point du modèle architectural M_i par l'interprétation/projétation depuis/sur l'image émergente d'une solution satisfaisante à partir de la superposition d'une série de calques logiques convergents. Le (co)concepteur met au net le projet d'architecture par l'ajustement progressif de tous les calques, autant de trames, de couches, de strates d'informations qu'il combine, pondère et compose. Les différents calques logiques utilisés lors de la (co)conception d'un projet d'architecture sont parfois encore (très) lisibles dans la réalisation concrète de celui-ci, comme, par exemple dans le projet pour le parc de la Villette (1982-98) de l'architecte français d'origine Suisse Bernard Tschumi, dans lequel différents calques logiques utilisés pour la (co)conception peuvent être identifiés : les lignes de forces du site et les limites, la trame des folies, les zones des jardins...

Le (co)positionnement régulier du (co)concepteur est également rendu nécessaire par la relation réflexive qu'il entretient avec le modèle architectural M_i . Il doit se (re)situer régulièrement en cours de processus pour ne pas être dans/hors du

projet de manière à équilibrer espace de l'architecture (Esp_2) et sa réalité (inter)subjective $R_{(inter)subj}$. Puisque l'observateur (le (co)concepteur) est en interaction dynamique avec le système qu'il (co)construit (le modèle architectural M_i), le (co)positionnement qu'il occupe dans le réel augmenté R^+ lorsqu'il (co)conçoit un projet d'architecture a une influence sur l'élaboration de ce dernier. L'utilisation volontairement alternée des calques logiques choisis est une voie pratique privilégiée pour préciser progressivement le (co)positionnement du modèle architectural M_i dans l'espace de l'architecture (Esp_2). Le (co)positionnement est donc l'explicitation de la situation, du contexte dans lequel se situe le modèle architectural M_i (niveaux d'espace, niveaux de temps et configurations contextuelles), mais également l'explicitation de la situation du (co)concepteur, de la façon dont il observe ce modèle architectural M_i (à partir des ensembles Ens_i , des structures $Struct_i$ ou des systèmes $Syst_i$) et de celle dont il le questionne (quel questionnement des modèles architecturaux est mobilisé).

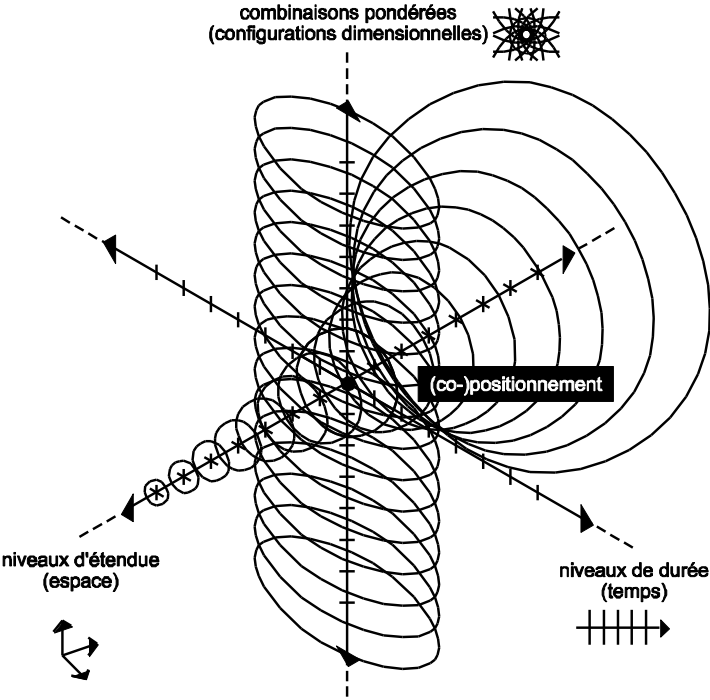


Fig. 7.5 – Le (co)positionnement du (co)concepteur à partir des niveaux d'étendue, de durée et des combinaisons dimensionnelles.

Après chaque opération de (co)positionnement O_b , le (co)concepteur réalise une sorte de parallaxe dans le sens où le changement de position qu'il opère a une incidence sur l'observation qu'il fait du modèle architectural M_i . Le (co)positionnement provoque donc (in)volontairement une différence de perception (inter)subjective d'une même réalité. Lorsqu'il arrive à percevoir le modèle

architectural M_i dans un sens différent, le (co)concepteur peut également s'en extraire, si nécessaire, pour opérer une nouvelle projection sur lui et enrichir le processus de (co)conception.

7.4 Les douze principes directeurs du Gyroscope

Lorsqu'un projet d'architecture est engagé, le (co)concepteur (co)opère sur un modèle architectural M_i à l'aide d'opérations de (co)conception $O_i(M_i)$ qui provoquent des changements Ch_i et actualisent M_i . À tout état k du modèle architectural M_i , le choix des opérations et l'ordre dans lequel le (co)concepteur les utilise pour passer à un état $k+1$ provient notamment de la capacité qu'il a de *questionner* le modèle architectural M_i du projet d'architecture en cours de (co)conception. À partir du moment où tout modèle architectural peut être (co)construit en tant que système, il n'est donc pas inutile de chercher des règles de fonctionnement communes à tous les systèmes. Pour questionner un modèle architectural M_i en cours d'élaboration, le (co)concepteur simule le comportement de celui-ci à l'aide de *règles de fonctionnement* heuristiques et pertinentes pour *tous* les systèmes. Plus précisément, quel que soit le projet d'architecture engagé, le contexte de celui-ci, la nature de la relation que ceux-ci entretiennent ou le point de vue du (co)concepteur, une grille de lecture composée de principes directeurs valables pour *tous* les modèles architecturaux doit être élaborée. La construction d'une telle grille est valable uniquement dans le cas où le modèle architectural est appréhendé à l'aide des systèmes au sein d'un réel augmenté R^+ .

Parmi différentes grilles de lecture existantes, celle que définit Andrée Piecq (2011) pour constituer son "Gyroscope" dans le champ de l'intervention systémique au sein des organisations a été choisie et (re)formulée en partie dans cette étude. Le "Gyroscope" dont nous parlons ici est à distinguer du *gyroscope*, bien que le nom de celui-ci soit porteur de sens pour celui-là. En effet, un gyroscope est un appareil de navigation qui donne la position angulaire de son référentiel par rapport à un référentiel inertiel de référence selon un, deux ou trois axes. Ce capteur de position angulaire permet, par exemple, de donner un horizon artificiel à un avion ou de stabiliser une caméra placée sur un bateau. Par analogie avec le gyroscope, l'appareil qui *regarde la rotation* et permet de ne pas perdre tout rapport avec une assise horizontale, le "Gyroscope" est une "boîte à outils" qui permet de "garder le cap", lors de la gestion et du pilotage d'organisations humaines (GIROS 2010-12). Les douze principes directeurs des systèmes définis dans le "Gyroscope" sont des *règles de fonctionnement* des systèmes, présentes dans toutes les organisations observables.

Créé en 2000, le *Groupe d'Intervention et de Recherche en Organisation des Systèmes* (GIROS) offre ses services dans le champ de la formation, la recherche, l'intervention, et l'accompagnement des organisations. Le groupe combine l'approche systémique et l'utilisation du "Gyroscope", développé depuis 1982 par Andrée Piecq, qui repose sur l'utilisation des "12 principes directeurs des systèmes" et de l'"évaluation circulaire". De sa longue pratique des organisations, Andrée

Piecq a dégagé des constantes auxquelles toutes les organisations sont sujettes, ce qui l'a amenée à formaliser les douze principes directeurs des systèmes. Si leur mise en relation est originale, ces principes tirent leur origine de concepts redevables à des auteurs incontournables de l'approche systémique, parmi lesquels Gregory Bateson, Ludwig von Bertalanffy, Heinz von Foerster, Francisco J. Varela, Humberto R. Maturana, Paul Watzlawick, Edgar Morin, Joël de Rosnay, Ilya Prigogine, Mony Elkaïm, entre autres. Ces outils sont utilisés par les membres du groupe dans de nombreux secteurs professionnels marchands et non marchands (PME, grosses entreprises, services publics, administrations, hautes écoles, DRH...). Ils leur permettent d'étudier la structure, de repérer les principales étapes de développement, de diagnostiquer le fonctionnement et de piloter l'évolution des organisations au sein desquelles ils interviennent. Outre la présence d'une flèche du temps et du contexte (0), les douze principes directeurs définis par Andrée Piecq (2011) sont : (1) la finalité, (2) le (sous) système, (3) les membres, (4) les frontières, (5) les règles, (6) les rétroactions, (7) la circularité, (8) l'équifinalité, (9) la totalité, (10) l'homéostasie, (11) l'émission et (12) la réception d'informations.

Piecq en propose par ailleurs une (re)présentation graphique (cf. Fig. 7.6, p.230) sous la forme d'une matrice uniformément répartie – sans hiérarchisation qualitative – dans laquelle chaque pôle est occupé par un des principes directeurs. Le temps est là pour rappeler qu'un système – ici une organisation – peut évoluer au cours du temps. Ce qui est moins lisible sur le schéma, mais qui a toute son importance, c'est que "chaque principe contient les autres" (GIROS 2010-12) et qu'ils sont tous en interaction les uns avec les autres : le "Giroscope" est donc un modèle théorique qui (re)présente une causalité circulaire. Cette méthode contourne la "rationalité limitée" (Simon 1957) inhérente à notre condition humaine et elle tente ainsi de réduire l'incertitude. En effet, les principes directeurs sont à l'œuvre simultanément, mais la "rationalité limitée" de l'individu ne lui permet pas de les envisager tous à la fois. L'intervenant systémicien les examine donc un à un selon un ordre qui peut varier en fonction de l'organisation à observer. Lorsqu'il démarre l'observation avec un des principes directeurs, il le fait en pleine conscience de l'interdépendance de celui-ci avec tous les autres. L'utilisation d'un principe directeur n'a d'intérêt que parce qu'il permet de mettre en valeur tous les autres. Si un des principes directeurs est utilisé seul, sans tenir compte des autres, alors l'approche devient uni-causale, ce qui est précisément ce que le "Giroscope" essaie d'éviter.

Si les "douze principes directeurs des systèmes" d'Andrée Piecq (2011) sont des principes qui permettent d'observer des systèmes quels qu'ils soient, c'est-à-dire des "ensembles d'éléments en interaction dynamique organisés en fonction d'un but" (Rosnay 1975, GIROS 2010-2012), leur transposition particulière au domaine de l'architecture telle qu'elle est proposée ici doit tenir compte des trois manières différentes d'organiser le réel augmenté (P_1). À première vue, les principes du "Giroscope" ne tiennent pas compte des configurations formelles (Niv_1) qui mène à la (co)construction d'ensembles. Au sein de cette grille d'analyse, "les membres", "les frontières" et "les (sous-)systèmes" sont des principes qui permettent la

(co)construction du modèle *statique* du projet d'architecture sous la forme d'une structure (*Niv₂*). D'autres principes, tels que "la finalité", "l'homéostasie" ou "la circularité" permettent de l'appréhender à partir du concept de système (*Niv₃*). Les principes directeurs tels que (re)formulés ici doivent permettre au (co)concepteur d'évaluer le modèle architectural M_i du point de vue des configurations formelles à partir d'ensembles, autant qu'à l'état de structure statique ou de système dynamique.

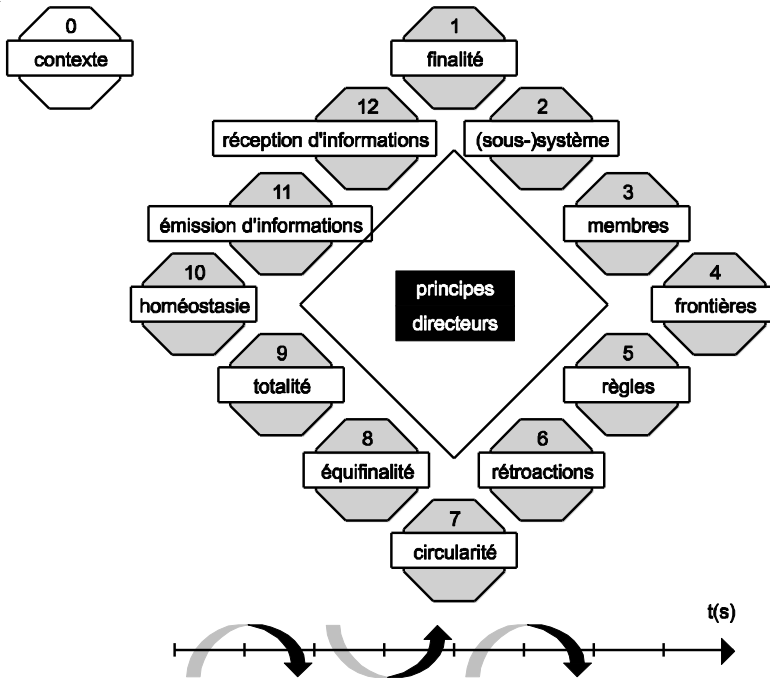


Fig. 7.6 – Les "12 principes directeurs" des systèmes. Adaptation d'après Andrée Piccq (2011, p.116).

Après la formulation d'hypothèses à partir de l'observation du modèle architectural à travers le filtre des principes directeurs, une évaluation est possible, pour déterminer dans le modèle ce qui est *opérant* et ce qui ne l'est pas. Ceci permet au modélisateur, si cela s'avère nécessaire, de proposer une évolution ou d'opérer des changements dans le projet d'architecture en cours.

7.5 L'opération de (co)questionnement (O_a)

Les "12 principes directeurs des systèmes" utilisés par le Groupe d'Intervention et de Recherche en Organisation des Systèmes (GIROS) sont (re)formulés dans ce travail en *questionnements des modèles architecturaux*. Cette (re)formulation est nécessaire pour rendre ces principes directeurs opératoires lorsqu'il s'agit de viser

spécifiquement le domaine de la (co)conception architecturale. La nécessité d'une telle (re)formulation vient principalement de la différence qui existe entre une *organisation*, c'est-à-dire un système (co)construit à partir de l'observation des comportements et des interactions dynamiques entre les membres d'un groupe humain, et un *modèle architectural* M_i , c'est-à-dire un système (co)construit à partir de la (re)présentation d'un projet et des interactions dynamiques entre tous les éléments qui le constituent. Cette différence provient également du danger de toute transposition trop directe des principes de la première sur le deuxième. Les principales différences entre le "Giroscope" original et la (re)formulation développée dans cette étude sont :

1. des questionnements ont été ajoutés au principe directeur "le contexte" pour interroger des modèles architecturaux du point de vue de leur (co)positionnement : *les niveaux d'espace, les niveaux de temps et les configurations dimensionnelles* ;
2. des questionnements ont été ajoutés pour interroger les modèles architecturaux via le filtre d'une organisation formelle, dans le cadre du premier niveau d'organisation du réel augmenté (Niv_1) : *ensemble, zones d'influence, figure/fond et rétroduction* ;
3. le principe "les frontières" est renommé *les limites*. Le concept de limite nous semble plus général que celui de frontière lequel ne concerne que les limites identitaires des membres d'une organisation ;
4. un questionnement "les relations" est apparu pour compléter l'interrogation des modèles architecturaux à travers le filtre structurel, dans le cadre du second niveau d'organisation du réel augmenté (Niv_2) ;
5. le principe directeur "les membres" a été généralisé en *les éléments*, pour prendre en compte non seulement les sujets, mais également les objets (choses augmentées à l'aide de constructions identitaires consécutives à la perception de phénomènes) ;
6. les deux principes directeurs "l'émission d'informations" et "la réception d'informations" ont été fusionnés. La distinction nette entre ceux-ci est nécessaire pour étudier de manière précise les mécanismes de la communication (inter)personnelle, mais semble superflue s'agissant du domaine de l'architecture. De plus, selon le *Postulat.1*, les deux autres flux fondamentaux du réel augmenté ont été ajoutés à l'information (I), à savoir la matière (M) et l'énergie (E), ce qui permet de définir un questionnement appelé *les échanges MEI* ;
7. le principe directeur "les rétroactions" est développé à l'aide d'un questionnement plus général qui tient compte des actions entreprises avant, pendant et après l'état du système étudié : il se nomme *les pro/inter/réto-actions* ;
8. un questionnement *l'émergence* est apparu nécessaire pour compléter l'interrogation des modèles architecturaux par l'approche systémique, dans le cadre du troisième niveau d'organisation du réel augmenté (Niv_3) ;
9. le principe "la finalité" a été renommé en la *(méta/sous-)finalité* en référence au fait que l'architecture, en tant que domaine de connaissance, et les architectures, à savoir les édifices, matérialisés ou non, n'ont aucune finalité

intrinsèque ; seul l'architecte, être (auto)organisé, qui en possède une peut en projeter une sur l'architecture et/ou les architectures. Selon le second postulat (P_2), la méta-finalité projetée est de faire émerger des lieux, ce qui est rendu possible par l'équilibre de rapports triad-logiques entre la culture, l'homme (auto)organisé et l'environnement éco-systémique. Outre celle-ci, des sous-finalités peuvent être projetées plus localement ;

10. absent du "Giroscope", le concept de multi-finalité complète le principe de "l'équifinalité" qui devient alors le questionnement de l'équi/multi-finalité ;
11. le principe directeur "l'homéostasie" a été renommé *le (dés)équilibre* pour éviter la transposition directe d'un concept des sciences naturelles vers les sciences anthropiques. Le mot *stabilité* n'a pas été retenu pour éviter de limiter ce questionnement aux sollicitations mécaniques du projet.

Moyennant ces quelques adaptations et compléments, les questionnements des modèles architecturaux peuvent également être classés en fonction du niveau d'organisation du *réel augmenté* (P_1) qu'ils questionnent. Certains explorent les configurations formelles (Niv_1), d'autres, les hiérarchies structurelles (Niv_2), et d'autres encore, les émergences fonctionnelles (Niv_3). Si certains questionnements adaptés à l'architecture sont assimilés par analogie à des *règles de fonctionnement* telles que définies par le "Giroscope" pour l'étude des organisations, par extension, d'autres fournissent également des règles de hiérarchisation structurelle ou de configuration formelle. En plus d'être (re)nommés, les questionnements des modèles architecturaux $Q_i(M_i)$ sont ensuite numérotés et (ré)organisés à partir des concepts de forme, de structure et de fonction :

1. le contexte Q_0 du modèle architectural est un méta-questionnement. Les questionnements sous-jacents concernent les différentes modalités de (co)positionnement du (co)concepteur : les niveaux d'étendue $Q_{0.1}$, les niveaux de durée $Q_{0.2}$ et les combinaisons pondérées des dimensions contextuelles $Q_{0.3}$;
2. le modèle architectural est questionné du point de vue de sa configuration formelle (Niv_1) et donc des ensembles Q_1 . Les questionnements sous-jacents concernent, au minimum, les zones d'influence $Q_{1.1}$, la figure/fond $Q_{1.2}$ et la rétro-duction $Q_{1.3}$;
3. le modèle architectural est questionné du point de vue des hiérarchisations structurelles (Niv_2) et donc des (sur/sous-)structures Q_2 . Les questionnements sous-jacents concernent, au minimum, les différentes entités structurelles des systèmes : les limites $Q_{2.1}$, les éléments $Q_{2.2}$ et les relations $Q_{2.3}$. L'appréhension de la spatialité du modèle architectural est alors requise ;
4. le modèle architectural est questionné à partir des émergences fonctionnelles (Niv_3) et donc des (sur/sous-)systèmes Q_3 . Les questionnements sous-jacents concernent, au minimum, les principaux principes de fonctionnement des systèmes : les échanges MEI $Q_{3.1}$, la (pro/inter/rétro-)action $Q_{3.2}$, la circularité $Q_{3.3}$, la totalité $Q_{3.4}$, l'émergence $Q_{3.5}$, les règles $Q_{3.6}$, la (méta/sous-)finalité $Q_{3.7}$, l'équi/multi-finalité $Q_{3.8}$ et le (dés)équilibre $Q_{3.9}$. L'appréhension de la temporalité du modèle architectural est alors requise.

Les questionnements concernent bien, dans ce cadre-ci, des modèles architecturaux M_i de l'espace de l'architecture Esp_2 , et non des édifices réels de l'espace de l'architecture Esp_1 . Un même modèle architectural M_i peut donc être appréhendé – successivement et/ou simultanément – par le (co)concepteur à partir des trois manières d'organiser le réel augmenté. Il peut donc le projeter en tant qu'ensemble, structure et/ou système. Tout comme les principes directeurs du "Giroscope", les questionnements des modèles architecturaux sont *indissociables*. Questionner le modèle dynamique du projet d'architecture en cours à l'aide d'un questionnement unique mènerait à une analyse réductrice du modèle. Les questionnements sont classés dans un tableau de manière analytique (cf. Table 11, p.233). Ce classement, s'il est très clair, ne montre toutefois pas les interactions entre les questionnements ; d'où la nécessité d'une autre (re)présentation graphique – cette fois systémique – qui valorise les interactions entre les questionnements définis ici (cf. Fig. 7.7, p.234).

À l'instar des "12 principes directeurs des systèmes", les questionnements des modèles architecturaux (re)formulés ici ne peuvent être considérés comme des axiomes infaillibles ou des règles doctrinales à suivre. Ils permettent simplement la constitution d'une grille de lecture pour questionner le projet d'architecture en cours de (co)conception. Dans cette étude, le mot *questionnement* a donc été préféré à l'expression *principe directeur* qui semble induire une hiérarchisation de valeurs ou qui laisse penser qu'aucune alternative au modèle proposé ne peut exister. Par ailleurs, le (co)concepteur est libre de (re)définir de nouveaux questionnements en fonction des spécificités du projet d'architecture poursuivi et des besoins de la modélisation. Ces questionnements forment une *table d'orientation* qui permet au (co)concepteur de prendre du recul en cours de conception et de questionner le projet en train de se faire à l'aide d'une posture (auto)réflexive (P_4) pour éviter les écueils du *simplicisme* et/ou de la *complication*.

Méta-questionnements		
	le contexte (Q_0)	
les configurations dimensionnelles ($Q_{0.3}$)	les niveaux d'espace ($Q_{0.1}$)	les niveaux de temps ($Q_{0.2}$)
Questionnements formels	Questionnements structurels	Questionnements fonctionnels
l'ensemble (Q_1)	les (sur/sous-)structures (Q_2)	les (sur/sous-)systèmes (Q_3)
les zones d'influence ($Q_{1.1}$)	les limites ($Q_{2.1}$)	les échanges <i>MEI</i> ($Q_{3.1}$)
la figure/fond ($Q_{1.2}$)	les éléments ($Q_{2.2}$)	la (pro/inter/rétro-)action ($Q_{3.2}$)
la rétroduction ($Q_{1.3}$)	les relations ($Q_{2.3}$)	la circularité ($Q_{3.3}$)
		la totalité ($Q_{3.4}$)
		l'émergence ($Q_{3.5}$)
		les règles ($Q_{3.6}$)
		la (méta/sous-)finalité ($Q_{3.7}$)
		l'équi/multi-finalité ($Q_{3.8}$)
		le (dés)équilibre ($Q_{3.9}$)

Table 11 – Questionnements des modèles architecturaux.

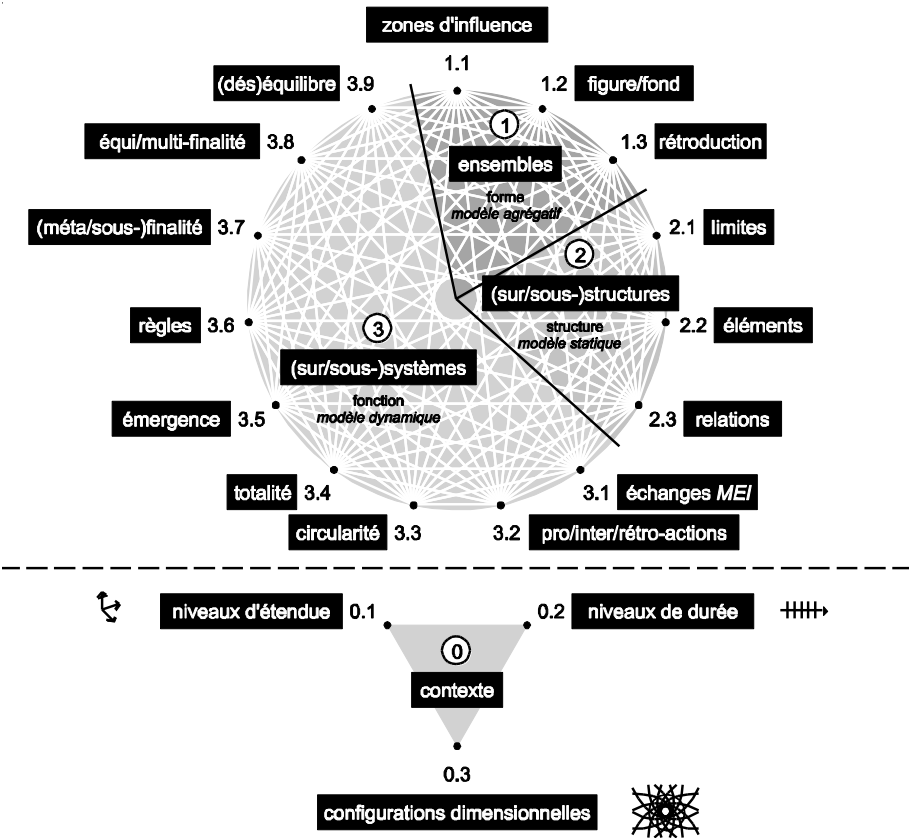


Fig. 7.7 – Les méta-questionnements, les questionnements formels, structurels et fonctionnels du modèle architectural.

7.6 Modèle du processus de (co)conception (en) particulier

En reprenant l'idée des quatre modules de programmation (Mod_1), de modélisation (Mod_2), d'évaluation (Mod_3) et d'utilisation (Mod_4) avec les différents questionnements des modèles architecturaux, un modèle du processus de (co)conception (en) particulier peut être modélisé (cf. Fig. 7.8, p.236). Le système observé par cette modélisation heuristique est situé dans l'espace de l'architecture seul (Esp_2), l'espace dans lequel le (co)concepteur (co)opère à l'aide d'opérations de (co)conceptions $O_i(M_i)$ sur un modèle architectural M_i pour (co)concevoir un projet d'architecture.

En interaction constante, les quatre modules sont (re)liés par un processus privilégié ($Mod_1 \rightarrow Mod_2 \rightarrow Mod_3 \rightarrow Mod_4$) placé entre la demande (les données du projet) et le chantier. Les méta-questionnements contextuels $Q_{0,i}$ sont régulièrement mobilisés pour déterminer le contexte du modèle architectural M_i ainsi que le (co)positionnement du (co)concepteur (*le sujet qui connaît*) par rapport à la rela-

tion qu'il entretient avec celui-ci (*l'objet à connaître*). Les questionnements formels $Q_{1,i}$ concernent le module de programmation (Mod_1) et l'information de l'espace architectural (Esp_2) du projet d'architecture pour en former le modèle agrégatif $M_{i,1}$ (cf. chapitre 9, p.251), les questionnements structurels $Q_{1,i}$ concernent le module de modélisation (Mod_2) et la construction de la structure du modèle architectural M_i pour en former le modèle statique $M_{i,2}$ (cf. chapitre 10, p.269) et les questionnements fonctionnels $Q_{1,i}$ concernent le module d'évaluation (Mod_3) et l'étude du comportement du modèle architectural M_i pour en former le modèle dynamique $M_{i,3}$ (cf. chapitre 11, p.291). Les questionnements des modèles architecturaux sont détaillés dans les quatre chapitres qui suivent. Leur fécondité y apparaît à l'aide d'exemples emblématiques du domaine de l'architecture. Ces questionnements ne sont pas des axiomes, ils développent des axes de réflexion qui questionnent le domaine.

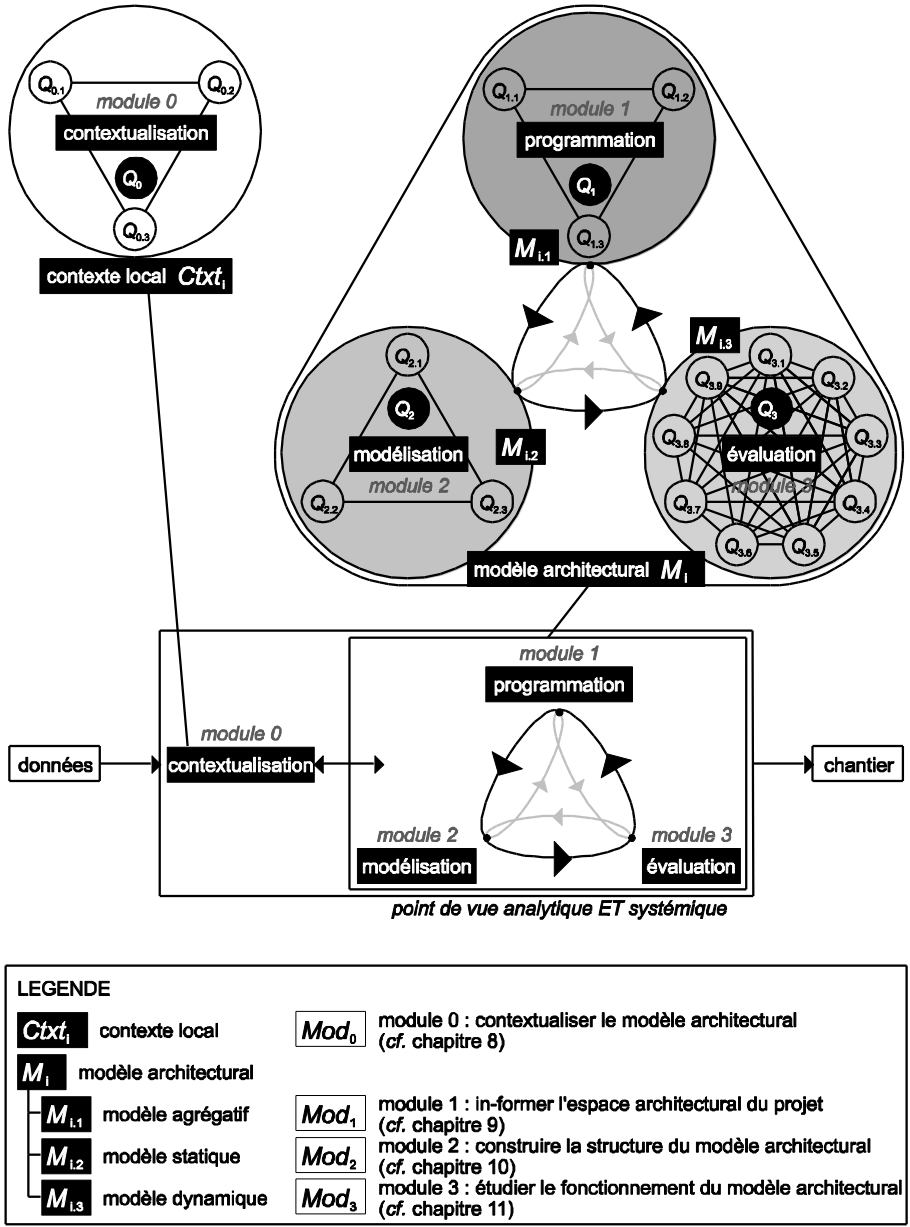


Fig. 7.8 – La modélisation heuristique du processus de (co)conception à l'instant t_n .

8 CONTEXTUALISER LE MODÈLE ARCHITECTURAL (Mod_0)

8.1 Le contexte local du modèle architectural ($Ctxt_i$)

En systémique, l'observateur du système, le système observé *et* les interactions qu'ils entretiennent constitue un système, à savoir un "ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but" (Rosnay 1975). De plus, un système étant toujours observé en interaction dynamique dans/avec son contexte, le système et son contexte forment également un système. Dans le champ de la (co)conception architecturale, il en va de même. Le (co)concepteur (l'observateur du système) est en interaction avec l'espace de l'architecture Esp_2 (le système observé) et, au sein de ce dernier, le modèle architectural M_i est en interaction dynamique avec le contexte. Toutes les opérations de (co)positionnement O_b menées par le (co)concepteur concernent donc à la fois le modèle architectural M_i , le contexte de celui-ci, ainsi que la relation entretenue par le (co)concepteur lui-même avec la dialogique modèle architectural $\leftrightarrow$ contexte.

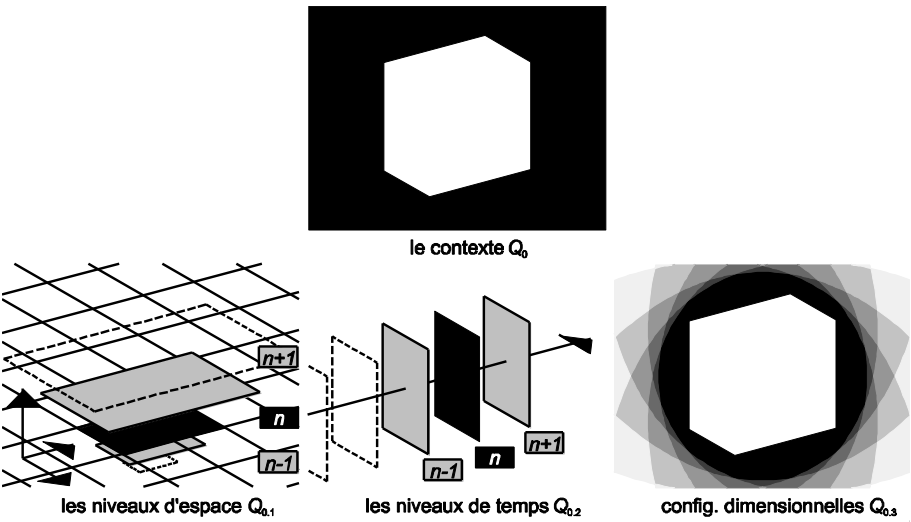


Fig. 8.1 – Les méta-questionnements contextuels du contexte local $Ctxt_i$ (Mod_0).

8.2 Le contexte (Q_0)

Le contexte Q_0 est le principal méta-questionnement du modèle architectural M_i . Il consiste à définir, à partir de questionnements ciblés, la scène locale du réel augmenté R^+ (in)directement utile au développement du projet d'architecture. Les limites du contexte du projet dans le réel R sont esquissées et permettent de définir en première approximation les traits principaux de l'espace de l'architecture Esp_2 dans le réel augmenté R^+ . Le (co)concepteur repère, par exemple les réservoirs MEI présents sur le site, l'étendue, la durée et les dimensions importantes du contexte. Pour en rendre compte, le (co)concepteur produit habituellement des médias Md_i particuliers tels que des croquis d'ambiance, des schémas d'analyses, des photos...

Cette scène locale du réel augmenté R^+ associée au projet en cours de (co)conception est (co)construite par le (co)concepteur par l'imbrication de trois (méta)dimensions : l'espace, le temps et les configurations dimensionnelles. Outre les dimensions spatiales et temporelles présentes à tout moment dans l'esprit du (co)concepteur, le projet d'architecture est situé du point de vue de dimensions secondaires (structurelle, sociale, culturelle, formelle, technique, politique, économique...). L'identification de la limite du projet d'architecture permet de distinguer ce qui fait partie du projet à (co)concevoir de ce qui n'en fait pas partie et de déterminer la frontière entre le modèle architectural M_i à envisager (le système observé) et le contexte effectif dont il faut tenir compte pour (co)concevoir celui-ci. La limite peut être (trop) évidente lorsque p. ex le (co)concepteur envisage la limite spatiale de la parcelle ou de l'espace réservé au projet. Mais cette limite ne doit pas être établie uniquement du point de vue de la spatialité. Lorsqu'il définit la frontière du projet, le (co)concepteur l'exprime souvent spatialement par un plan d'implantation. En général, la limite d'influence minimale sera d'ordre spatial. Dans ce cas la frontière est à rechercher là où les pleins apparaissent autour du projet. Le plan de Rome de Giambattista Nolli (1748) montre par exemple la limite spatiale de l'espace public. Mais la frontière peut être définie à travers le prisme de chacune des dimensions fondamentales (espace et temps) et secondaires (formelle, structurelle, fonctionnelle, politique...). La limite du projet définit la distinction entre l'ordre à donner et le désordre à tolérer/respecter, entre l'objet observé et le contexte, entre le message et le "bruit".

À l'origine du concept de contexte se trouvent les concepts de monde (ou d'univers) introduits d'abord en éthologie et en psychologie animale par le biologiste et philosophe allemand Jacob von Uexküll (1934) avant d'être repris dans d'autres champs. Jacob von Uexküll a rejeté l'idée que les réactions animales étaient l'effet de causes uniquement physio-chimiques et il a étudié également les milieux de vie des animaux, ainsi que les effets de ceux-ci sur les comportements. Il a conceptualisé le rapport entre un organisme vivant et le milieu dans lequel il vit. Les organes sensoriels de l'animal ne peuvent percevoir qu'une partie restreinte des *stimuli* de l'environnement, le reste de celui-ci demeurant dans "une sorte de non-perception indifférenciée" (Mucchielli 2005). Dans la distinction entre le *Gegenwelt* (monde

réplique à interioriser) et l'*Umwelt* (monde intérieur résultant de l'interiorisation par un animal supérieur), c'est la différence entre le contexte et l'être qui s'exprime. Uexküll montre donc que chaque animal perçoit un contexte particulier, un monde de "stimuli significatifs [...] évocateurs d'un sens de la situation pour lui et donc déclencheur d'une conduite en relation avec ce sens" (Mucchielli 2005). Le rapport à l'environnement (au contexte) modifie donc la structure du réel augmenté R^+ . Il modifie également les mécanismes de l'apprentissage des connaissances : Jean Piaget (1936) montre ainsi que le développement de l'intelligence chez l'enfant, le développement de la connaissance et donc la compréhension du monde est possible grâce aux interactions constantes entre pensée et action, entre sujet et objet. C'est principalement de la relation entre l'enfant et le contexte dans lequel il évolue que l'intelligence se développe.

Le contexte est un questionnement *méta* et englobant dans lequel s'inscrivent les autres questionnements du modèle architectural M_i . Le contexte est l'ensemble des conditions conjecturelles associée à un phénomène ou l'"ensemble des circonstances dans lesquelles s'insère le système ou sous-système et avec lequel il interagit". (GIROS 2010-12) Le concept d'environnement doit être distingué de celui de contexte : le premier concerne uniquement le contexte physico-naturel alors que le second est une partition du réel augmenté R^+ fictive (co)construite (inter)subjectivement en entretenant une multi-dimensionnalité irréductible. Penser qu'il n'y a pas de contexte, c'est déjà mettre un contexte. Un contexte existe donc *toujours* ! Le contexte du projet d'architecture pris en compte est tout ce qui influence le projet d'architecture à (co)concevoir, mais sur lequel le (co)concepteur n'a pas forcément prise. Comme le rappelle Gregory Bateson (1984), le contexte donne du sens au système observé : un événement n'est compréhensible qui s'il est situé dans l'environnement dans lequel il se produit et un même comportement observé dans un autre contexte n'aura pas le même sens. Il varie d'une personne à l'autre : les contextes d'émission/réception d'informations sont différents (Bateson 1984). Le contexte est (dé)limité en fonction du point de vue du (co)concepteur et des finalités de la modélisation qu'il poursuit. Les contextes sont multiples et peuvent être hiérarchisés : un contexte global ($Ctxt_{global}$) et des contextes locaux ($Ctxt_i$) (Bateson 1984). Pour Paul Watzlawick *et al.* (1967), un phénomène reste incompréhensible tant que le champ d'observation n'inclut pas "le contexte dans lequel ledit phénomène se produit". Le contexte fournit des règles implicites/explicites au système observé. Le contexte d'un système est le lieu d'une méta-communication potentielle : le recours à un méta-contexte est possible pour méta-communiquer pour connaître le contexte dans lequel on joue. Les modifications de contexte opérées par le concepteur sont à la base de changements potentiels de la problématique architecturale ; en effet, les raisons qui font qu'un projet doit être adapté proviennent d'un changement total ou partiel de contexte de celui-ci. Le contexte fournit des *inputs* au système observé. La limite entre le système observé et le contexte peut être (ré)évaluée à tout moment.

Le contexte local $Ctxt_i$ du projet d'architecture pris en compte par le (co)concepteur est une partie du contexte global $Ctxt_{global}$, une partition (in-

ter)subjective de réel augmenté R^+ partageable en un grand nombre de dimensions potentielles. Les dimensions Dim_i sont d'autres partitions du réel augmenté R^+ définies en fonction de données choisies pour les relations spatiales, temporelles ou culturelles qu'elles partagent. Le contexte global est divisible en une infinité de dimensions et le contexte local du projet – en tant que partition du contexte global – est lui-même découpé (inter)subjectivement en n dimensions par la coupure abstraite du langage.

$$Ctxt_{global} = \{Dim_1, Dim_2, \dots, Dim_\infty\} \supset Ctxt_i = \{Dim_a, Dim_b, \dots, Dim_n\} \supset M_i$$

La question des influences du contexte sur la (co)conception des architectures est récurrente. La volonté de prendre en compte (ou non) le contexte à partir de l'une ou l'autre des dimensions qui le constituent donne lieu à des interprétations diverses de la part des architectes. Influencé par le contexte dans lequel il vit, tout (co)concepteur a tendance à découper différemment le réel augmenté R^+ et à (dé)valoriser l'une ou l'autre dimension par rapport aux autres.

Les architectures de l'espace des édifices Esp_1 ont tendance à être auto-référentielles ou hétéro-référentielles, bien qu'en réalité, elles soient toutes inter-référentielles (cf. Fig. 8.2, p.242). Elles sont auto-référentielles si elles affirment ne tenir compte d'aucun contexte si ce n'est de celui qui a permis leur (co)conception en tant qu'œuvre d'art. Ainsi, dans le projet du plan Voisin (1925) pour Paris, Le Corbusier propose de recommencer la ville à partir d'une *tabula rasa*. Cette conception de l'architecture Moderne se veut *acontextualiste*. Bien entendu, sans les édifices existants, raser la ville pour créer du neuf est impossible, l'absence de contexte est donc bien impossible. À défaut de pouvoir s'extraire de tout contexte, de nombreuses autres tentatives existent pour s'affranchir de l'une ou l'autre dimension contextuelle. Les formes de musée Guggenheim (1997) de l'architecte américain Frank O. Gehry à Bilbao s'affranchissent du vocabulaire formel des édifices existants. L'architecte et théoricien Rem Koolhaas provoque et lance son célèbre aphorisme : "*Fuck the context!*" À partir de ses recherches menées dans *Delirious New York* (1978), il énonce les cinq axiomes de la "théorie du Bigness", dans son manifeste *Bigness ou le problème de la grande dimension* (1995). Il écrit qu'au-delà d'une certaine taille, un grand bâtiment – le "*Bigness*" – n'est plus en rapport avec le contexte dans lequel il est situé, qu'au mieux il "coexiste" avec celui-ci. Dans ce cas, l'édifice nie complètement le contexte extérieur et crée son propre contexte intérieur. Mais le refus du contexte – exprimé de différente façon par les architectures auto-référentielles – est encore une contextualisation. D'autres types de projets évacuent le contexte. Dans le projet de "Ville Spatiale" (1958) de Yona Friedman, une trame suspendue dans l'espace dessine une "topographie artificielle" à l'aide d'un réseau homogène continu et indéterminé de structures tridimensionnelles dans laquelle les vides peuvent être habités. Cette maille modulaire autorise une croissance sans limite de la ville existante par l'adjonction des espaces de vie contenus dans les creux de la structure tridimensionnelle, jusqu'à faire disparaître sensiblement le rapport des habitants

au sol, au paysage et au ciel. Les habitants sont entourés jusqu'à ce que la trame structurelle devienne elle-même leur contexte de vie. Dans le projet de la ville future *No-Stop City* (1970-71) des architectes italiens d'Archizoom, un "diagramme d'habitabilité homogène" (Gargiani 2007 p.169) est proposé à l'aide d'un langage architectural non figuratif. Dans cette *ville sans fin* utopique, les façades sont inexistantes et dans cette méga-structure sont infinies, la dialogique dedans/dehors est évacuée. Dans ce cas, la distinction modèle/contexte est, selon eux, abolie. Tandis que les "Gated communities" (communautés fermées) imposent des spatialités solipsistes dans lesquelles le contexte extérieur est occulté et refoulé. Ces exemples montrent que les différentes tentatives de rendre des projets d'architecture auto-référentiels finissent simplement par (re)créer d'autres types de contextualisations.

Les architectures sont, par contre, hétéro-référentielles si elles affirment tenir compte du contexte. Tel est le cas des architectures *contextualistes*. Mises en valeur dans l'exposition de photos montée par l'architecte agitateur Bernard Rudofsky (1964), les architectures vernaculaires, prétendument "sans architectes", se nourrissent du contexte local pour émerger, incarnant le mode de vie de leurs habitants. S'agissant du contexte au sens large, Christian Norberg-Schulz (1979) préconise le "caractère" et la possibilité d'"identification" transcendée par le "*genius loci*" (génie du lieu) en valorisant une approche phénoménologique de l'habiter dans lequel notre "existence quotidienne" est (co)construite à partir de la réalité phénoménale mais aussi par les contenus abstraits que nous projetons sur les choses instituées en objets. Pour lui, le lieu est un phénomène "qualitatif" associé à un "*hic et nunc*" (ici et maintenant). Chaque projet qui s'implante dans un paysage valorise – le "caractère" – dans lequel il s'insère. L'architecte et historien britannique Kenneth Frampton (1983) défend, quant à lui, le "régionalisme critique", sorte de synthèse entre culture globale (universelle) et culture locale. Il oppose ce "régionalisme critique" à la culture mondiale. Il ne s'agit pas d'un régionalisme simpliste se réduisant au mimétisme avec l'architecture vernaculaire locale. L'architecture ne peut, selon lui, rester critique que si elle adopte une "stratégie de résistance" en prenant ses distances à la fois vis-à-vis de "l'esprit des Lumières et à son mythe du Progrès" et de "tout désir irréaliste et réactionnaire de revenir à des formes architectoniques de l'ère préindustrielle". Il faut aussi bien critiquer l'optimisme aveugle dans les technologies avancées que se méfier de la tendance à régresser dans l'historicisme nostalgique. En cultivant cette résistance, une identité culturelle locale peut être préservée en utilisant des éléments empruntés indirectement aux particularités propres à chaque contexte. Le cas du "régionalisme critique" illustre parfaitement l'idée de l'inter-référentialité du projet d'architecture, dans le sens où il permet de relier auto-référentialité (critique) et hétéro-référentialité (régionalisme).

Le champ d'informations relationnées qui constitue le contexte du projet d'architecture influence directement la (co)conception du projet. Au cours d'un projet d'architecture, un modèle architectural M_i embrayé à partir d'une parcelle urbaine, plate, étroite et entre mitoyens – par exemple la Row House (1975-76) de Tadao

Ando à Osaka – va être orienté différemment de celui qui doit s'inscrire dans un large terrain verdoyant et pentu – par exemple la Fallingwater House (1935-37) de Frank L. Wright à Bear Run. Toutes les dimensions du projet d'architecture sont influencées par la relation dynamique entre le contexte et le modèle architectural (M_i). D'ailleurs, tous les autres questionnements qui suivent sont quelque part aussi *dans* le contexte, puisque celui-ci est considéré globalement dans l'interaction dynamique qu'il entretient avec le système observé (le modèle architectural). Le contexte peut donc, au même titre que le modèle architectural, être analysé en fonction de tous les autres questionnements.

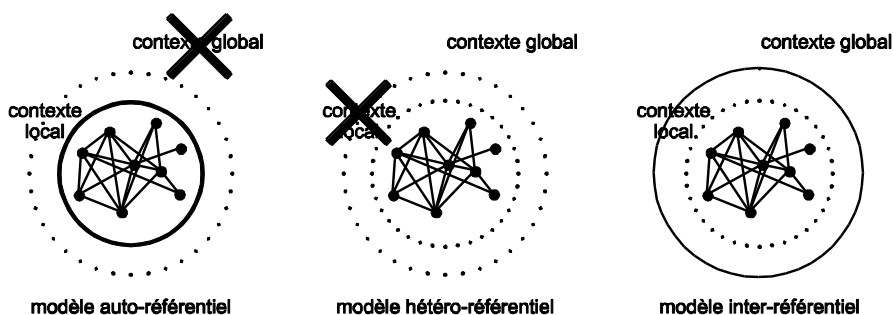


Fig. 8.2 – L'auto-, l'hétéro- et l'inter-référentialité du modèle architectural M_i au contexte.

8.3 Les niveaux d'espace ($Q_{0.1}$)

Les concepts structuralistes de plans synchronique et diachronique (Saussure 1916) ont été transposés en systémique à l'observation des systèmes du point de vue de l'espace et du temps. L'observation d'un système peut être (AFSCET 2003) : (1) *synchronique* si le (co)concepteur cherche des comportements "synchrones" au sein d'un même "palier structural" ou (2) *diachronique* s'il cherche des comportements "évolutifs" entre différents "paliers structuraux" du système au cours du temps. L'observation synchronique permet la spatialisation du système alors que l'observation diachronique en montre la durée. Tout contexte peut être observé synchroniquement à partir des niveaux d'espace ($Q_{0.1}$) ou diachroniquement à partir des niveaux de durée ($Q_{0.2}$). L'observation complète du contexte du système est plus efficace lorsque le (co)concepteur combine les deux approches : il examine d'abord une série de paliers structuraux qu'il compare ensuite pour (re)construire le processus complet.

Parmi les nombreuses dimensions possibles à partir des découpages du réel opérés par le (co)concepteur, deux dimensions fondamentales existent (Dim_0), constitutives de la *scène* de la réalité, parties intégrantes du contexte, dans lesquelles tout système observé est situé : l'*étendue*, perceptible par la limite spatiale, et la *permanence*, perceptible par la différence entre deux états successifs, cette dernière permettant le rythme, l'histoire et la mémoire. Tout projet d'architecture est situé/situable par rapport à ces deux dimensions. Le contexte local ($Ctxt_i$) d'un

projet d'architecture comporte donc, au minimum, les deux "formes à priori de la sensibilité" (Kant 1781) : l'espace et le temps.

$$Espace(x,y,z) \quad Temps(t) \quad Dim_0=\{Espace(x,y,z),Temps(t)\}$$

$$Ctxt_i=\{Espace(x,y,z),Temps(t),Dim_a,Dim_b,...,Dim_n\}$$

En systémique, le (co)concepteur qui observe un niveau logique *n* (*meso*) doit au minimum envisager un niveau *n+1* (*macro*) et un niveau *n-1* (*micro*). Pour transposer ce principe au champ de la (co)conception architecturale, il faut d'abord se mettre d'accord sur ce que peut être un niveau logique du point de vue de l'espace. Ce n'est, en effet, pas seulement une question de taille de projet.

Les niveaux d'espace forment un méta-questionnement du modèle architectural *M_i* par lequel le (co)concepteur structure spatialement le contexte du modèle. Plusieurs niveaux d'espace existent dont les lois sont différentes, qui contextualisent différemment le modèle. Le passage *direct* d'un niveau à l'autre est donc impossible. Le flocon de Helge von Koch (1904) et la fractale de Benoît Mandelbrot (1967) sont des illustrations générales de ce questionnement (*cf.* Fig. 8.3, p.244) ; elles montrent qu'en fonction du niveau de lecture spatiale dans lequel il se situe, le (co)concepteur appréhende des réseaux d'informations relationnées différents qui appartiennent pourtant au même tout. L'espace est une dimension fondamentale de toute appréhension du réel augmenté. La spatialité est la dimension dont le (co)concepteur d'espaces construits est le spécialiste. Le (co)concepteur d'un modèle architectural *M_i* se situe toujours en un espace *n* (glocal), lequel est plus étendu qu'un espace *n-1* (local) et moins étendu qu'un espace *n+1* (global). Les (re)présentations graphiques du projet d'architecture *Md_i* sont alors synchroniques dans le sens où le (co)concepteur gèle la dimension temporelle et il fait varier l'étendue (re)présentée (les échelles). En architecture, différents exemples (re)connus de niveaux d'étendue existent, tels que les différents niveaux d'action définis par le Team X (1954), les "niveaux d'environnement" distingués par Christian Norberg-Schulz (1971) ou les différents systèmes vivants de James G. Miller (1978) (*cf.* Table 12, p.245). Dans le cadre général d'un rapport phénoménologique de l'homme à son environnement, Christian Norberg-Schulz définit différents "niveaux d'environnement", à savoir l'objet, le mobilier, la pièce, l'édifice, l'agglomération, le paysage, la géographie et la cosmographie ; il montre que les éléments de l'espace existentiels (les lieux, les parcours, et les domaines) se manifestent aux différents niveaux d'environnement. Ces niveaux montrent que le projet d'architecture est abordé à partir de différents niveaux d'étendue qui possèdent des logiques différentes. À l'image des zooms différenciés de Google Earth ou des GPS qui permettent des zooms adaptatifs en fonction du niveau d'espace mobilisé, le (co)concepteur ne représente pas non plus la même chose à des niveaux différents : en fonction de l'échelle des médias *Md_i* utilisés (les plans, les coupes, les élévations, les maquettes...), l'architecte ne (re)présente pas le même nombre ou le même type de détails. Chaque niveau d'espace correspond à une échelle contex-

tuelle pour le projet d'architecture et détermine le nombre des informations (des données spatialisées) prises en compte dans la (co)conception de ce projet à ce moment-là.

Les propriétés du projet d'architecture varient en fonction des changements d'échelle opérés par le (co)concepteur. Bien que surdéveloppés et étudiés du point de vue de l'étendue, ces changements s'opèrent aussi dans la durée.

Du point de vue de la spatialité, différentes tailles de projets d'architecture existent. Du *micro* (éléments, complexes, objets architecturaux) au *macro* (quartier, ville, pays, monde, hors-monde). Ces tailles peuvent recevoir des désignations différentes et peuvent se recouvrir.

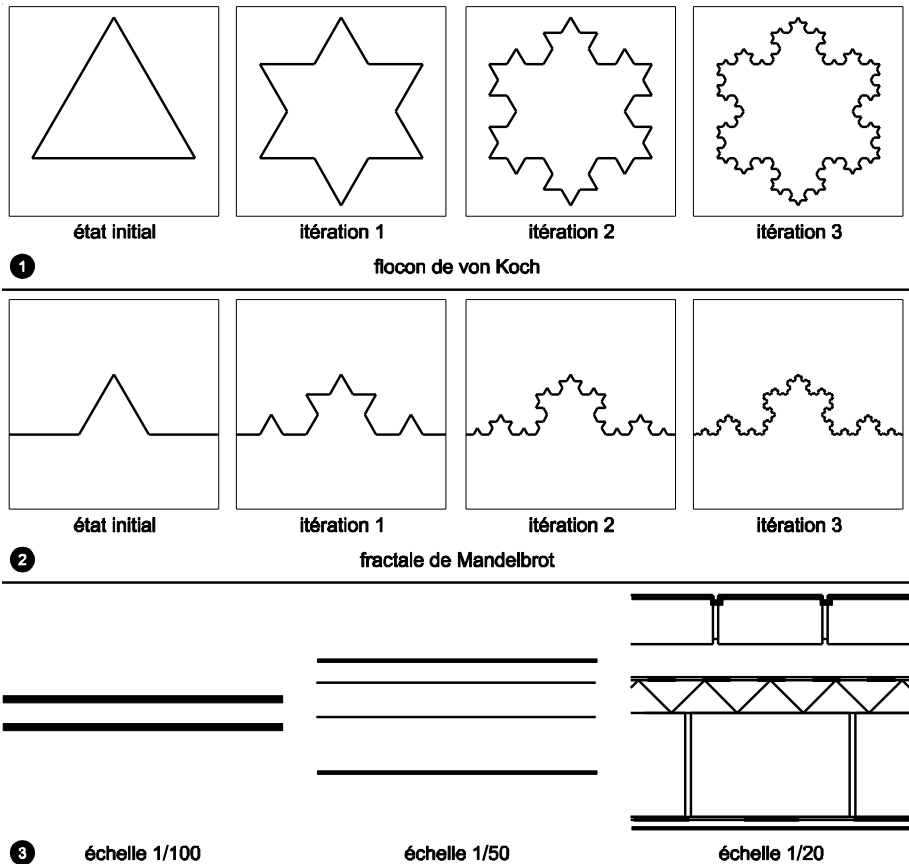


Fig. 8.3 – 1. Le flocon de Helge von Koch (1904). 2. La fractale de Benoît Mandelbrot (1967)
3. La représentation d'un mur de brique avec coulisse à différentes échelles.

Team X (1954)	Christian Norberg-Schulz (1971)	James G. Miller (1978)
city	niveau de la cosmographie	système supranational
district	niveau de la géographie	société
street	niveau du paysage	organisation
house	niveau de l'agglomération	groupe
	niveau de l'édifice	organisme
	niveau de la pièce	organe
	niveau du mobilier	cellule
	niveau de l'objet	

Table 12 – Niveaux d'étendue des modèles architecturaux.

8.4 Les niveaux de temps (*Q_{0.2}*)

La sensibilité exacerbée des architectes à la dimension spatiale fait que les niveaux de temps ont été nettement moins développés que les autres. Les comportements diachroniques du modèle architectural *M_i* sont plus difficiles à observer puisqu'ils comportent aussi une dimension *possibiliste* ou *prospective*. Le (co)concepteur peut observer un modèle architectural à très court terme pour agir directement dans l'espace de l'architecturé (*Esp₁*), à moyen terme à l'aide de moyens pour réaliser des buts et à long terme en cherchant des idées pour choisir les moyens qui lui permettront éventuellement de réaliser des buts.

Les niveaux de temps forment un autre méta-questionnement du modèle architectural *M_i* par lequel le (co)concepteur structure temporellement le contexte du modèle. Plusieurs niveaux de temps existent dont les lois sont différentes et qui contextualisent différemment le modèle. Le passage *direct* d'un niveau à l'autre est impossible. On n'a pas la même vue des choses selon le niveau de temps dans lequel on se situe. Outre l'espace, le temps est l'autre dimension fondamentale de toute appréhension du réel augmenté. On se situe toujours en un temps *n* vécu (le présent), précédé par un temps *n-1* (ré)interprété (le passé) et avant un temps *n+1* incertain (le futur). Chaque niveau de temps correspond à une stratification contextuelle (historique) pour le projet d'architecture et détermine le nombre des informations (des données) prise en compte dans la (co)conception de ce projet. Les (re)présentations graphiques du projet d'architecture sont alors diachroniques dans le sens où le (co)concepteur gèle la dimension spatiale et il fait varier le moment historique (re)présenté (les strates). Les strates historiques sont visibles, par exemple, lors des représentations des évolutions morphologiques d'une ville (cf. Fig. 8.4, p.246). Chaque projet d'architecture est une strate supplémentaire qui vient se superposer sur les strates précédentes, et sur laquelle viendront se superposer d'autres projets et d'autres strates historiques. De la même manière, le (co)concepteur doit se situer du point de vue de la pérennité qu'il envisage pour l'édifice à construire : un abri d'urgence pour reloger des populations sinistrées après une catastrophe naturelle, par exemple les Paper Log Houses (1995-01) de Shigeru Ban à Kobe, ou un tombeau pour l'éternité, par exemple la pyramide de Khéops (vers 2560 av. J.-C.) à Gizeh. Les niveaux de durée peuvent être questionnés

à partir de thématiques privilégiées telles que par exemple la soutenabilité, la mobilité, les installations temporaires, les édifices (très) résistants, les matériaux/bâtiments recyclés...

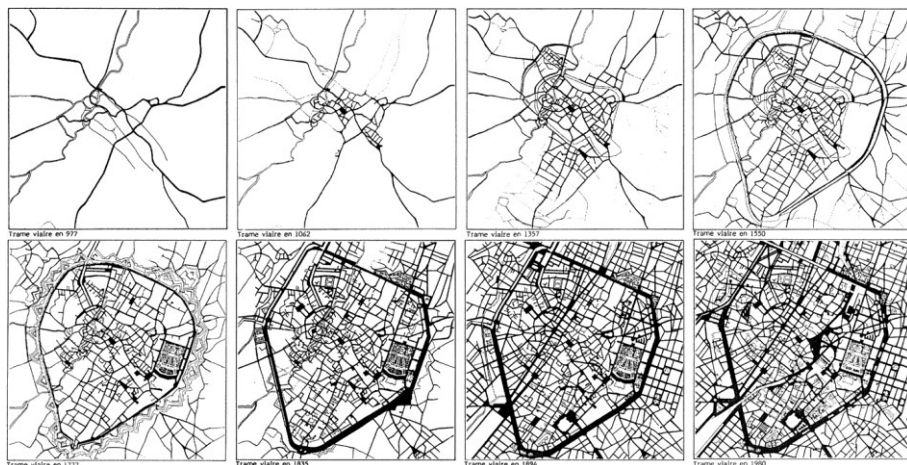


Fig. 8.4 – Evolution de la morphologie urbaine de Bruxelles et Bruxelles palimpseste.
Adaptation d'après le Groupe Architecture Urbaine (1987).

Lorsqu'il (co)conçoit un édifice à un niveau d'espace n donné, à l'aide du modèle architectural M_i sur lequel il travaille, le (co)concepteur doit, au minimum, envisager les relations que celui-ci pourrait entretenir avec les pièces qu'il peut contenir (le niveau $n-1$) et avec la ville dans laquelle il s'implantera (le niveau $n+1$). De la même manière, s'il (co)conçoit cet édifice pour qu'il dure une vie (un niveau de durée n), le (co)concepteur peut questionner le même modèle architectural M_i pour voir s'il ferait les mêmes choix d'orientation du processus dans le cas d'un édifice temporaire (le niveau $n-1$) ou pérenne (le niveau $n+1$). Il ne concevra pas de la même manière un pavillon d'exposition ou un monument destiné à traverser les âges. La sur/sous-détermination d'un lieu opérée par le (co)concepteur peut varier en fonction du niveau de temps à partir duquel il est observé. La rue de la Loi au centre du quartier des affaires de Bruxelles n'a pas la même intensité aux heures de pointes que le reste du temps, et elle n'a pas non plus la même intensité qu'une venelle villageoise. Le processus de (co)conception sera donc influencé par le niveau de temporalité interprétée/projetée par le (co)concepteur sur les éléments qui constituent le modèle architectural M_i .

Les niveaux d'espace et de temps sont imbriqués. Ainsi, chez l'architecte hollandais Aldo van Eyck (1962), le concept de *lieu* va avec celui d'*occasion*. Le lieu est l'espace et le temps à l'image de l'homme et il est alors *multiscale* dans le sens où plusieurs niveaux de lecture (plusieurs échelles) s'entremêlent. Selon van Eyck, "une maison est une petite ville et une ville une immense maison", ce qui revient à montrer la structuration fractale de l'espace construit. Il illustre cette idée par l'image de l'arbre et de la feuille (cf. Fig. 8.5, p.247) : "l'arbre est une feuille et la

feuille est un arbre – la maison est une ville et la ville une maison – un arbre est un arbre mais aussi une immense feuille – une feuille est une feuille mais également un petit arbre – une ville n'est pas une ville à moins d'être aussi une immense maison – une maison est une maison seulement si elle est aussi une petite ville". Un détail (la feuille) exprime la structure générale, l'organisation et le développement du tout (l'arbre), et inversement. Le (co)concepteur doit donc faire un lieu de tous les niveaux à la fois (ville, quartier, maison...). Cette métaphore montre que, quelle que soit l'échelle considérée, les mêmes structures peuvent être (re)trouvées : les niveaux d'espace et de temps sont donc interdépendants.

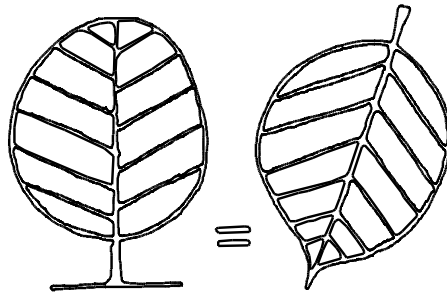


Fig. 8.5 – Métaphore visuelle de la feuille et l'arbre. Adaptation d'après Aldo Van Eyck (1962).

8.5 Les configurations dimensionnelles ($Q_{0.3}$)

La configuration dimensionnelle est un méta-questionnement du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur structure le contexte du modèle à l'aide de dimensions combinées et pondérées. Ce questionnement nécessite de préciser ce qu'est une dimension. Le sens du concept de dimension diffère ici de ceux qu'il peut prendre dans la définition de certains modèles mathématiques ou dans l'instauration de grandeurs métriques. Le concept de dimension est à distinguer également de celui de cotation. Donner une cotation consiste à attribuer à des choses des grandeurs *métriques*, notamment dans le cas de l'embrayage du projet dans le réel R par la phase de chantier. La dimension (du réel augmenté) est une partition (inter)subjective du réel augmenté dont les informations relationnées sont mobilisables par le (co)concepteur pour définir des configurations contextuelles et pour opérer sur le modèle architectural M_i . Le découpage du contexte en dimensions est une abstraction à partir de la coupure du langage, puisque le contexte est un *tout* dans le réel R et que la "rationalité limitée" empêche le (co)concepteur d'appréhender celui-ci en une fois. Tout contexte qui englobe un modèle architectural est (co)construit à partir d'une configuration dimensionnelle, c'est-à-dire une combinaison pondérée d'une série de dimensions contextuelles choisies par le (co)concepteur. Parallèlement à la construction du contexte, celle du modèle architectural l'est également en fonction des dimensions. Les données appartenant à une dimension sont choisies pour les relations spatiales (réelles), temporelles (historiques) ou culturelles qu'elles partagent. Certaines dimensions du

réel augmenté sont récurrentes : les dimensions contextuelle, spatiale, temporelle, formelle, structurelle, fonctionnelle, symbolique, historique, politique, économique, sociale, éthique, esthétique, métaphysique, poétique, architectonique, soutenable, durable, paysagère, urbaine, humaine, spirituelle, écologique, technique, tectonique, topologique, métrique... D'un (co)concepteur ou d'une époque à l'autre, ces dimensions n'ont pas toujours le même nom, ces derniers peuvent évoluer ou carrément changer de sens. Le mot *soutenabilité* remplace par exemple l'expression *développement durable*, mais la dimension contextuelle qu'il recouvre reste similaire, bien que le point de vue du (co)concepteur ait évolué à propos des contenus relationnés contenus dans cette partition sous-jacente du réel augmenté R^+ . Le (co)concepteur peut pondérer les différentes dimensions dont il tient compte dans son projet d'architecture : il peut valoriser, mettre en évidence sur l'une ou l'autre dimension du contexte pour orienter son projet. Une dimension est emphásée par rapport aux autres qui lui sont alors subordonnées. Bien que le (co)concepteur change régulièrement la configuration dimensionnelle observée : la forme, la structure, la fonction, l'histoire, la politique, l'économie, la philosophie, la sociologie, l'agriculture, le végétal, l'hydrographie, le canal, le rail, les routes, les zones bâties... Il peut lui arriver de geler l'influence de l'une pour valoriser les autres, ou encore, pour faire varier les niveaux d'espace ou d'étendue. Les (re)présentations du projet d'architecture sont alors uni-dimensionnelles. Les informations relationnées contenues (re)groupées dans une dimension par un (co)concepteur forment pour lui système.

Chacune des dimensions contextuelles prise en compte dans le projet d'architecture est associée par le (co)concepteur à un espace de référence particulier. Le contexte local ($Ctxt_i$) du projet d'architecture forme ainsi un espace de références multidimensionnel unique qui émerge à partir des interactions entre une série d'espaces de références particuliers. Une dimension est en ce sens une région fictive du contexte du projet d'architecture et un réservoir d'informations relationnées que le (co)concepteur peut mobiliser à tout moment pour développer le projet d'architecture.

Parmi les différentes dimensions contextuelles en présence, les dimensions formelle, structurelle et fonctionnelle se distinguent des niveaux logiques d'organisation formelle (Niv_1), structurelle (Niv_2) et fonctionnelle (Niv_3) du réel augmenté R^+ . Ces trois dimensions contextuelles sont des découpages du réel augmenté R^+ à partir d'informations relationnées (re)groupées par leur appartenance à une thématique commune, alors que les trois *niveaux d'organisation* sont des découpages du réel augmenté R^+ qui concernent la méthode générale d'organisation des données à partir d'opérandes particulières (Ens_i , $Struct_i$ et $Syst_i$), quelles que soient les dimensions contextuelles auxquelles appartiennent ces données.

Le concepteur valorise les dimensions en fonction des informations dont il dispose à ce moment-là dans son (auto)référentiel. Il propose alors une combinaison pondérée (inter)subjectivement des différentes dimensions contextuelles comme hypothèse de départ lors de tout processus de (co)conception. Au cours du processus, le (co)concepteur adapte son (co)positionnement du point de vue des

dimensions contextuelles en alternant les calques logiques utilisés. Il passe alternativement d'une dimension à l'autre. Lorsque l'une est emphasée, ce n'est pas pour oublier ou minimiser l'impact des autres sur le projet d'architecture, puisqu'il vise la dimension mise en valeur en questionnant celle-ci à partir des éléments présents dans les autres. Avec la "rationalité limitée" (Simon 1957) qui nous affecte, l'emphase est inévitablement mise sur l'une ou l'autre dimension pour concevoir. Dans ce cas, les autres dimensions forment le contexte de la dimension privilégiée. À partir du moment où l'emphase est mise sur une dimension du réel augmenté, les autres dimensions deviennent des sous-contextes et sont subordonnées à la dimension emphasée. Ainsi, si l'emphase est mise sur la dimension formelle, les dimensions structurelle et fonctionnelle, par exemple parmi toutes les autres, deviennent contextuelles. La nécessité de configurer ou d'établir des combinaisons pondérées des dimensions contextuelles apparaît également chez l'historien de l'architecture suisse André Corboz (1983) qui explique qu'il est impossible de définir un territoire à l'aide d'un seul critère, puisque celui-ci intègre au contraire un grand nombre de critères "dont la pondération varie de cas en cas".

Les dimensions emphasées au cours du processus de (co)conception du projet d'architecture par le (co)concepteur peuvent être perçues dans certains cas directement à partir des édifices construits. Ainsi, dans le pavillon de l'architecte japonais Toyo Ito de la Serpentine Gallery (2002) à Londres, le travail de la façade mêle emphase des dimensions formelle et structurelle. Le Centre Pompidou (1972) à Paris des architectes Renzo Piano et Richard Rogers est un édifice emblématique du High-Tech dans lequel les flux *MEI* et les dimensions fonctionnelle et structurelle sont emphasés. À partir d'une commande unique, des (co)concepteurs différents peuvent d'ailleurs développer des projets d'architectures différents en mettant l'emphase sur une dimension contextuelle plutôt qu'une autre. Pour le concours de la Bibliothèque nationale à Paris, par exemple les projets proposés par les différents concurrents opéraient, selon Olivier Tric (1999), au niveau symbolique des condensations différentes des aspirations politiques, sociales et idéologiques d'une société à un moment donné de l'histoire : pour Rem Koolhaas, "la bibliothèque est interprétée comme un bloc solide d'information", pour Jean Nouvel, comme "un arbre, symbole de vie et de savoir", pour Dominique Perrault, comme "quatre livres ouverts posés verticalement", pour Chaix et Morel, ils dessinent un toit comme "un livre ouvert", tandis que Future Systems dessine "une coquille lisse enveloppante à jamais ouverte, telle la couverture d'un livre articulée sur deux immenses pages de verre".

Lorsque le (co)concepteur s'est (co)positionné, lui, le contexte du projet et son modèle architectural *M_i*, il est prêt à in-former l'espace architectural du projet (*Mod*₁).

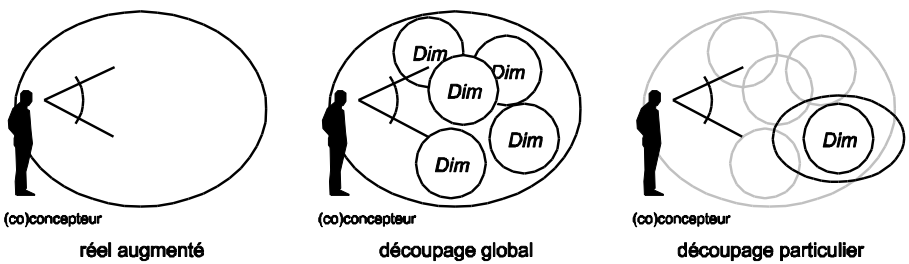


Fig. 8.6 – Le réel augmenté est "découpé" en une série de dimensions contextuelles.

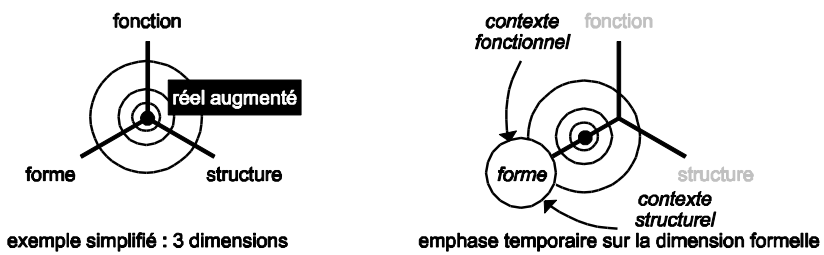


Fig. 8.7 – Exemple d'emphasis dimensionnelle à partir d'un réel augmenté limité à trois dimensions.

9 IN-FORMER L'ESPACE ARCHITECTURAL DU PROJET (Mod_1)

9.1 Le modèle agrégatif ($M_{i,1}$)

Dans ce premier module (Mod_1), le (co)concepteur met en place les ressources de la (co)conception. Il tente de déterminer la nature de l'espace de l'architecture (Esp_2) et les données pertinentes qui permettent d'initier un modèle architectural M_i . L'usage de ce premier module permet au (co)concepteur d'aboutir à l'identification des données, à la distinction du modèle architectural M_i par rapport au contexte local $Ctxt_i$ et à la (co)construction du programme architectural.

Les limites du contexte étant posées par les méta-questionnements définis plus haut, les questionnements formels décrits ci-après émergent cette fois de la définition progressive des limites du modèle architectural M_i par rapport au contexte. Le (co)concepteur utilise alors ses capacités perceptives pour faire émerger progressivement le modèle architectural (la figure) du contexte (le fond). Le (co)concepteur qui commence à (co)concevoir un projet d'architecture ne sait pas encore à quoi ce dernier ressemblera à la fin du processus. Il peut commencer par agréger des éléments (des données du projet d'architecture) dans des ensembles. Il dégage alors une figure (un modèle architectural M_i) à partir d'un fond (un contexte $Ctxt_i$) sans avoir déterminé et hiérarchisé les parties qui le composent, et sans avoir étudié le fonctionnement de ces parties au sein du tout. Dans le schéma qui montre les principaux questionnements formels du modèle agrégatif $M_{i,1}$ (cf. Fig. 9.2, p.253), les traits sont outrepassés pour ne pas figer les représentations du projet en cours de (co)conception. Il n'y a pas encore de lien de hiérarchisation entre ces différents ensembles. C'est une perception phénoménologique du futur projet d'architecture, encore un peu floue, dans laquelle l'incertitude des traits est d'une grande richesse, tout est encore possible. À ce stade, ce sont les lois de la *Gestalttheorie* qui accompagnent la perception des formes utilisées. Le questionnement ne porte plus sur des dimensions, mais sur des ensembles.

Le (co)concepteur identifie à priori les données du projet d'architecture à (co)concevoir. Il les récolte, les classe et les organise (agrégation, hiérarchisation, mise en relation...). Les données initiales prises en compte par le (co)concepteur dans l'élaboration d'un projet d'architecture sont donc (co)construites à partir d'informations : ce qui implique un processus de communication avec toutes les particularités que cela comporte du point de vue du "bruit" (Shannon 1948 ; Weaver 1949 ; Wiener 1948). Les premières *données* du projet sont des hypothèses (inter)subjectives, à priori, en grande partie tributaires des préconceptions person-

nelles du (co)concepteur. Ce n'est pas un problème en soi, surtout si elles sont explicites. Mais les choix des données peuvent également être implicites.

Les données de la conception qui in-forment l'espace architectural du projet peuvent être regroupées, selon la chercheuse française Sabrina Kacher (2005), en trois catégories : (1) les données "programmatives" quantitatives et fonctionnelles, mais interprétées par le (co)concepteur, (2) les données "contextuelles" fournies par le contexte du projet d'architecture et (3) les données "référentielles" grâce auxquelles le (co)concepteur interprète les données programmatiques et contextuelles. Lorsque le projet d'architecture démarre à partir d'une situation réelle, le recensement des données pertinentes depuis l'espace des édifices (Esp_1) commence souvent, après le briefing du maître de l'ouvrage, par l'observation du site, par le relevé architectural complet des espaces existants, par des recherches documentaires et par l'étude de la commande du maître de l'ouvrage. Bien que pour la plupart quantitatives, la réunion de toutes ces données programmatiques est déjà un travail de (co)conception en soi qui passe par l'explicitation et la (re)présentation des données. L'inventaire des données pour déterminer les limites principales du projet d'architecture à (co)concevoir est donc raisonné ! Les données issues du contexte local du projet sont organisées par le processus continu de (re)(co)positionnement du (co)concepteur (et des autres agents de la (co)conception) en questionnant les niveaux d'espace $Q_{0,1}$, les niveaux de temps $Q_{0,2}$ et les combinaisons dimensionnelles $Q_{0,3}$. Les données (auto)référentielles provenant de différents réservoirs d'informations relationnées (pré-conceptions, espaces de références et (auto)référentiel) sont organisées en fonction des (méta/sous-)finalités poursuivies par le (co)concepteur et les autres agents du processus. Elles peuvent donc provenir intersubjectivement de l'espace de l'architecture (Esp_3). Le croisement d'informations tirées de ces trois sources de données mène à la (co)construction d'un domaine de données (Dom_d).

À partir de l'exploration des données (Dom_d), de la mise en évidence des zones d'influence des différents objets/sujets en présence ($Q_{1,1}$), de la compréhension des lois d'organisation perceptives des informations ($Q_{1,2}$), de l'élaboration de quelques hypothèses de départ ($Q_{1,3}$) qui permettent l'identification de quelques solutions potentielles (Dom_s), l'espace de l'architecture Esp_2 est complètement in-formé et le (co)concepteur est en mesure de construire le programme complet du projet d'architecture.

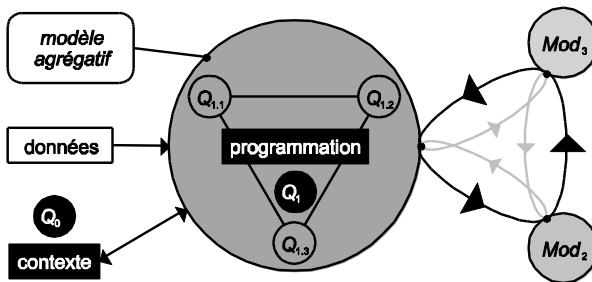
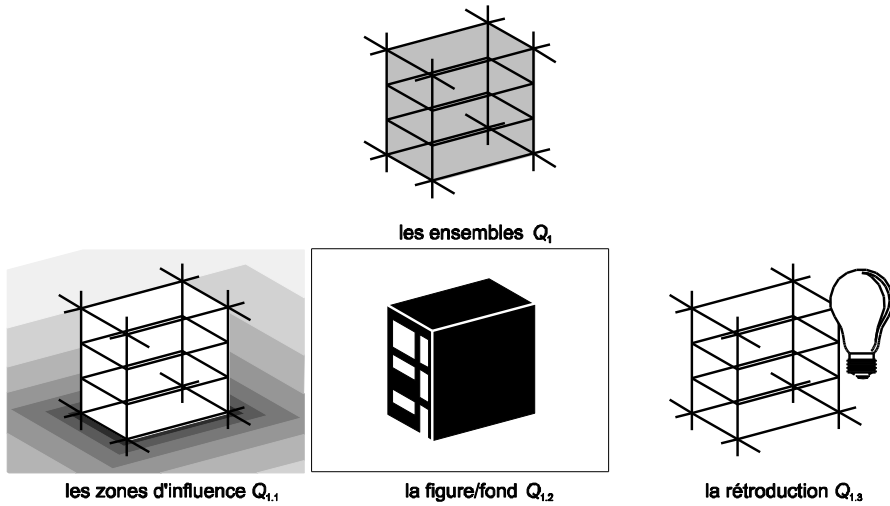


Fig. 9.1 – Le modèle agrégatif (Mod_1).

Fig. 9.2 – Les questionnements formels du modèle agrégatif $M_{i,1}$ (Mod_1).

9.2 Les ensembles (Q_i)

L'ensemble Ens_i est toute collection d'éléments e_i , réels ou non, (re)groupés en fonction d'un trait commun. C'est une construction élémentaire du niveau de configuration formelle (Niv_1) du réel augmenté. La (co)construction mentale d'un ensemble précède toute (co)construction éventuelle d'une structure ou d'un système. L'ensemble est un méta-questionnement formel du modèle architectural M_i qui concerne la modélisation agrégative du modèle (Mod_1) et qui suppose trois autres questionnements : les zones d'influence $Q_{i,1}$, la figure/fond $Q_{i,2}$ et la rétroduction $Q_{i,3}$.

9.3 Les zones d'influence ($Q_{i,1}$)

Étant donné que les limites entre le modèle architectural et le contexte sont encore floues, le questionnement qui suit interroge les zones d'influences des éléments de l'un sur l'autre et inversement. La zone d'influence $Q_{i,1}$ est un questionnement formel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur interroge les zones d'interaction potentielles entre des éléments, ou entre des champs de forces qui montrent les transcendances imaginaires superposées aux éléments rencontrés dans l'espace de l'architecture (Esp_2). Sans hiérarchiser ou opérer des jugements de valeurs, le (co)concepteur peut observer ou induire non pas des limites claires, mais des zones d'influence du modèle architectural vers/depuis le contexte. Les relations entre le modèle architectural et le contexte, entre le modèle architectural et d'autre(s) élément(s) ou encore, entre différents éléments du modèle architectural sont alors observées. Lorsque les zones

d'influence de plusieurs éléments se croisent, le (co)concepteur peut instituer des relations entre ceux-ci ce qui mène au questionnement sur les relations $Q_{2,3}$ et à l'étude des articulations entre les éléments.

Par la mise en évidence des zones d'influence, le (co)concepteur détermine la partie maîtrisée de l'espace de l'architecture_r (Esp_2) dont il a la connaissance, mais également, d'un côté, la zone de perception floue dont il n'a pas la connaissance et qui selon le cas inhibe ou stimule et, de l'autre, la partie qu'il ne peut imaginer et qui est carrément non perçue. Les limites du projet d'architecture à (co)concevoir sont en partie incertaines et régulièrement (re)mises en cause, elles dépendent directement de l'arbitrage (co)opéré par le (co)concepteur entre les données programmatiques, contextuelles et référentielles qu'il (re)groupe en ensembles Ens_i .

Les zones d'influence sont multi-dimensionnelles, elles n'ont fait l'objet que de peu d'études sérieuses. Néanmoins la dimension spatiale considérée souvent arbitrairement comme l'unique dimension associable à ces zones d'influence a régulièrement mobilisé les efforts des architectes. Des illustrations générales de ce concept de zone d'influence pourraient être les photos de la phase ultime d'un éclaboussement du scientifique américain Harold E. Edgerton prises avec une vitesse de $1/50\,000^e$ de seconde, ou les champs de clous de l'artiste allemand Günther Uecker.

En architecture, des représentations plutôt spatiales de zones d'influence des parties de projets d'architecture peuvent être mises en évidence dans les squelettes structurels perceptifs du théoricien de l'art d'origine allemande Rudolph Arnheim (1954). Selon Rudolf Arnheim, l'expression de la "dynamique des champs" est alors possible à l'aide de "réseaux de cercles concentriques comparables à ceux que fait une pierre jetée dans l'eau" (1977).

Christian Norberg-Schulz (1974) montre l'interdépendance et la juxtaposition des espaces dans son interprétation vitaliste de l'espace faite dans l'architecture baroque. Les "cellules" spatiales exercent l'une sur l'autre une pression plus ou moins forte qui provoque des déformations de l'espace (par exemple, l'église San Lorenzo (1668-87) de l'architecte italien Guarino Guarini à Turin). Dans les matrices de composition de la villa Papanice (1969) à Rome, les architectes italiens Paolo Portoghesi et Vittorio Gigliotti dessinent des "champs perceptifs" (1977) censés animer les architectures vitalistes qu'ils (co)conçoivent. Pour Paolo Portoghesi (1974, cité dans Arnheim 1977), le concept d'espace est utilisé différemment, le (co)concepteur "accordant autant d'importance au champ créé par l'objet architectural qu'à cet objet lui-même". Traditionnellement, l'espace est une structure homogène, "une sorte de 'contre-forme' de l'enveloppe murale" indifférente, alors que "la notion de champ met en évidence la variabilité continue de ce qui entoure les structures architecturales". Les caractéristiques spatiales des figures élémentaires et les champs spatiaux sont également (re)présentés dans les dessins de l'architecte suisse Pierre von Meiss (1986) ou de l'ingénieur-architecte belge Jean Stillemans (2009). Les zones d'influence sont parfois matérialisées directement dans le calepinage des sols comme sur la place du Capitole (env.1544) à Rome,

réalisée par Michel-Ange où la zone d'influence de la statue centrale est visible directement dans le tracé géométrique du dallage.

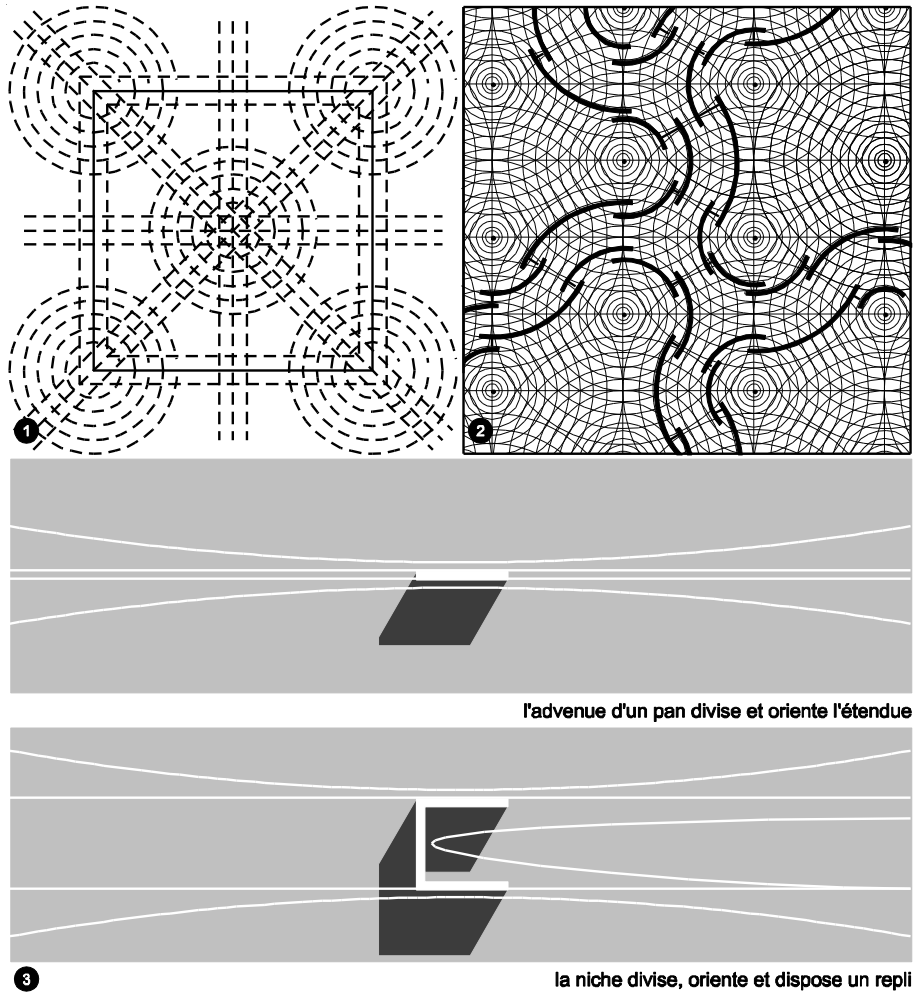


Fig. 9.3 – 1. Le squelette structurel du carré. Adaptation d'après Rudolf Arnheim (1954, p.13). 2. Matrice de Composition de la maison Papanice à Rome. Adaptation d'après Paolo Portoghesi (1969, p.38). 3. Le pan et la niche. Adaptation d'après Jean Stillemans (2009, p.12).

D'autres exemples, tels que les champs optiques de James J. Gibson (1950) ou les bulles péricorporelles de Edward T. Hall (1969) montrent les zones d'influence à l'œuvre par les mouvements supposés des agents dans le projet d'architecture.

Les zones d'influence n'ont aucune existence hors de l'/des esprit(s) qui les convoque(nt). La source d'une zone d'influence n'est pas la présence supposée de la chose rencontrée, la conscience intentionnelle du (co)concepteur en visant le phénomène perçu le (co)construit en tant qu'objet, source potentielle d'un champ

de force fictionnel. Les zones d'influence peuvent être attribuées par le (co)concepteur aussi bien aux objets qui constituent le contexte local ($Ctxt_i$) qu'à ceux qui déterminent le modèle architectural M_i et celles attribuées au premier peuvent influencer la détermination de celles du second et inversement. Les interactions qu'elles partagent peuvent permettre au (co)concepteur de déterminer la limite entre le modèle architectural M_i et le contexte dans lequel il se situe.

Chaque zone d'influence possède une *longueur d'onde*. Au-delà d'une certaine distance, les effets que le (co)concepteur lui prête s'atténuent. À partir d'un certain *seuil*, un objet/sujet est situé hors du champ d'influence qui n'a alors plus aucun effet sur lui. Ce phénomène est lié à ce que les cybernéticiens appellent le "bruit". En effet, dans l'espace de l'architecture (Esp_2), lorsque l'élément s'éloigne jusqu'à ce qu'il soit situé au-delà des limites du modèle architectural M_i , le "bruit" augmente, la (re)présentation de celui-ci devient moins évidente. Une fois le seuil dépassé, le (co)concepteur ne le prend plus en compte. Le phénomène est également lié au concept de "rationalité limitée" défini par Herbert A. Simon (1957) qui montre les limites cognitives de notre conscience. Du point de vue de la dimension spatiale, la terre (le sol) et le ciel (le toit) sont des seuils incontournables qui limitent les longueurs d'onde des champs d'influence projetés sur les objets. Lorsque le projet d'architecture est questionné sur la durée, le temps peut également être un seuil.

Dans l'espace de l'architecture (Esp_2), tous les objets/sujets peuvent donc être immergés fictivement dans une zone d'influence fluctuant en fonction du temps, plus ou moins étendu spatialement et évolutive en fonction des flux de matière (M), d'énergie (E) et d'information (I) qui la traversent. L'immersion dans ce champ d'influence est une expérience spatiale, temporelle et relationnelle.

9.4 La figure/fond ($Q_{1,2}$)

Le rapport entre fond et figure est un questionnement formel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur observe les effets des lois perceptives qui interviennent dans la (co)composition du modèle. Le jeu perceptif de la figure et du fond est un prérequis à toutes les lois de la perception énoncées ici. Des illusions d'optique des gravures de l'artiste néerlandais Maurice C. Escher aux jeux de couleurs, de transparence et de rythme entre les plages de couleurs des aquarelles du peintre allemand Paul Klee, de nombreux exemples peuvent être trouvés dans les arts. En architecture, les relations entre les couleurs, les matières et les volumes sous la lumière peuvent régulièrement provoquer des jeux perceptifs.

La précision progressive de la limite entre le modèle architectural M_i et le contexte local du projet ($Ctxt_i$) est également liée à la distinction de la figure et du fond. Le découpage d'un objet dans une totalité entraîne deux opérations simultanées : (1) le *discernement* qui est la distinction de la figure par rapport au fond et (2) la contextualisation qui est la mise en évidence du fond par rapport à une figure. Dans le réel R , toutes les choses sont continues et elles forment un tout : le tout est dans le tout. Par contre, dans l'organisation des objets au sein du réel

augmenté R^+ à partir des phénomènes, des limites (inter)subjectives et arbitraires sont données aux objets observés de manière à les discerner, les faire émerger par rapport à leurs contextes respectifs.

Une partie du travail d'in-formation de l'espace architectural du projet d'architecture à (co)concevoir vient des capacités et des mécanismes perceptifs du (co)concepteur. Les phénomènes perceptifs ont fait l'objet de nombreuses théories comme le montre le psychologue canadien André Delorme (2003). Toutes ces théories psychologiques de la perception se sont affrontées autour de trois grandes questions utiles dans le champ de la (co)conception architecturale. La première question concerne la nature des données perceptives prises en compte par le (co)concepteur. Les théories tendent vers l'*élémentarisme* (voire même l'*atomisme*) lorsqu'elles pensent qu'il perçoit d'abord les parties (les éléments, les atomes, les sensations...) avant le tout, alors qu'elles tendent vers le globalisme lorsque le tout (la *Gestalt*, la forme...) est perçu avant les parties. Dans un projet d'architecture, la situation est souvent intermédiaire : un objet peut être perçu/conçu comme un tout à un niveau logique n alors qu'il contient des parties à un niveau $n-1$, tout en étant la partie d'un tout à un niveau $n+1$.

Le deuxième axe de questionnement concerne la genèse et le développement de ces perceptions. Les théories *empiristes* (voire *associationnistes*) partent plutôt de l'élémentarisme et leurs représentants pensent que les perceptions sont *acquises* par l'apprentissage ou l'association en fonction des interactions avec l'environnement ou avec d'autres personnes, alors que les théories *nativistes* penchent plutôt du côté du globalisme et leurs représentants soutiennent que les perceptions sont *innées* grâce à des propriétés physiologiques qui pré-programment en quelque sorte le nouveau-né. En architecture, une partie des données perceptives viennent des pré-conceptions immédiates, alors que d'autres viennent de l'(auto)référentiel partagé (inter)subjectivement.

Les psychologues veulent savoir si le processus de perception est direct ou non, c'est le troisième champ de questionnement. Les tenants des approches écologiques pensent que la perception est directe, alors que les tenants de l'approche cognitive pensent qu'elle est indirecte. En passant par le concept de "représentation", les Gestaltistes ont une position intermédiaire lorsqu'ils pensent que la perception de la forme est directe, tandis que la démarche introspective qui suit pour transformer le percept en concept est indirecte. Cette dernière position semble correspondre à la situation du (co)concepteur qui perçoit les données du projet à l'aide de (re)présentations externes (les médias Md_i) et internes (les modèles architecturaux M_i) de manière directe, mais qui les (ré)interprète lors de la (co)conception.

Le questionnement figure/fond permet d'interroger le modèle architectural M_i du projet en cours de (co)conception du point de vue des configurations formelles (Niv_1) à l'œuvre pour le (co)construire. Ceci revient à questionner la manière dont le (co)concepteur (co)construit des formes lors de la perception de phénomènes pour organiser son réel augmenté R^+ . C'est interroger la capacité et les outils du (co)concepteur pour démarrer un modèle architectural M_i dans l'espace de l'archi-

tecturer Esp_2 à partir d'opérations de groupement (ou d'agrégation) d'éléments perçus à l'aide d'ensembles Ens_i . C'est la possibilité de (co)construire le modèle agrégatif $M_{i,1}$ du projet d'architecture.

La *Gestalttheorie* (psychologie de la forme) est une théorie psychologique qui a popularisé ce type de questions. Le principe fondamental de cette théorie est que l'acte de la perception ne peut être compris que dans sa globalité : dans la perception d'une *Gestalt*. D'où l'expression bien connue : "le tout est plus que la somme des parties" (Guillaume 1939). L'opération cognitive de (re)grouper des éléments pour en faire des groupes est fondamentale en *Gestalttheorie*. Au cours du processus de (co)conception, les appareils perceptifs du (co)concepteur permettent de percevoir des données à prendre en compte dans le modèle architectural M_i mais le fonctionnement de ceux-ci doit être questionné. En formant un cadre dans lequel des lois d'organisation perceptive peuvent être envisagées, quatre principes de base de la *Gestalttheorie* semblent pouvoir s'appliquer à toutes les perceptions entreprises par le (co)concepteur (cf. Fig. 9.4, p.259) :

1. l' "émergence" : les parties d'une image qui ne contiennent pas suffisamment d'informations pour être comprises seules prennent soudainement sens lorsqu'elles sont intégrées à un tout structurant ;
2. la "réification" : l'esprit comble les informations manquantes d'une forme ou d'un contour parasité par d'autres données visuelles pour aboutir à un perçut significatif ;
3. la "multi-stabilité" : lorsque les indices de profondeur et de perspective ne sont pas suffisants, les objets (co)construits sont tels que la perception optique peut tolérer deux interprétations différentes. Le phénomène est utilisé dans des jeux de perceptions géométriques (cube de Necker, vase de Rubin...) ou artistiques (Maurits C. Escher, Salvador Dali...) ;
4. l' "invariance" : les objets (co)construits peuvent être reconnus quels qu'en soit l'orientation, l'échelle ou le contexte de présentation. Ce principe est très important pour le (co)concepteur, puisqu'il lui permet par exemple d'imaginer à partir de différents points de vue la volumétrie du modèle architectural.

Les quatre principes de base de la *Gestalttheorie* sont des prérequis à l'élaboration de lois d'organisation perceptive (lois perceptives des configurations formelles). Les principes et les lois de la *Gestalt* peuvent être transposés au champ de la (co)conception architecturale et plus particulièrement aux méthodes de (re)groupement des données perceptives du projet d'architecture opérés par le (co)concepteur à l'aide des ensembles Ens_i .

Les lois de la *Gestalt* qui tentent de prévoir l'interprétation de la sensation par le sujet ont été initiées par le psychologue allemand Max Wertheimer (1923). Il s'agit des lois (1) de "prégnance", (2) de "figure/fond", (3) de "proximité", (4) de "similitude", (5) de "clôture", (6) du "destin commun", (7) de "bonne conduite", (8) d' "expérience", (9) de "textures d'ordres supérieurs" et (10) d' "invariance" (cf. Fig. 9.5, p.262). Les deux premières lois sont les plus fondamentales.

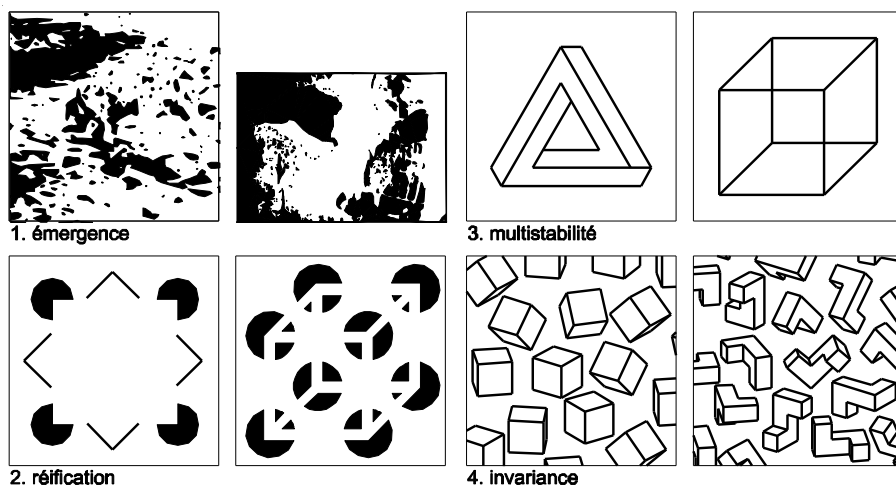


Fig. 9.4 – Les principes de base de la Gestalt.

Un *groupe* est un assemblage d'éléments ayant ensemble une forte "prégnance". Lors de toute perception, le (co)concepteur (re)groupe des éléments de manière à ce qu'ils soient isolés perceptivement, en tant que figures démarquées d'un fond. La première loi d'organisation perceptive qu'ils définissent est la loi de "prégnance" (de bonne forme ou de simplicité). Elle affirme que nous avons tendance à construire notre réel augmenté R^+ à partir de formes régulières, ordonnées, symétriques et simples. À cause de sa "rationalité limitée" (Simon 1957), le (co)concepteur appréhende plus facilement des (re)présentations courtes, claires et précises de contenu. En fonction des choix formels qu'il opère, il projette également des formes que les futurs usagers du projet d'architecture sont susceptibles d'identifier plus ou moins simplement. Lorsque la "prégnance" est forte, les Gestaltistes parlent de "bonne" forme. L'application simultanée des autres lois de structuration perceptive à partir de la loi de prégnance rend la perception des formes simple. La loi de "prégnance" affirme que l'organisation (la *Gestalt*) privilégiée sera la meilleure possible (régulière, simple et symétrique). Les phénomènes perçus sont (co)construits de la façon la plus simple possible par l'esprit. La lecture est facilitée par la présence de formes simples et par des rapports qualitatifs de symétrie et d'équilibre. La loi de "prégnance" l'emporte sur toutes les autres lois excepté celle de "clôture". Dans la 4x4 House (2003) à Hyogo de l'architecte japonais Tadao Ando, par exemple, le volume supérieur est très lisible avec sa face carrée, tandis que le Musée Guggenheim (1997) à Bilbao de Frank O. Gehry peut difficilement être (re)dessiné de mémoire.

À partir des idées d'Hermann L.F. von Helmholtz qui affirme que les éléments sensoriels sont organisés pour former le percept le plus probable dans l'environnement, la loi de "prégnance" devrait être remplacée selon les psychologues Michael Kubovy et James R. Pomerantz (1981) par la loi de "vraisemblance". En effet, l'identification d'une Gestalt, fût-elle prégnante, ne fonctionne pas dans tous

les cas. La vraisemblance est alors une règle de probabilité d'occurrence du phénomène perceptif fondée sur l'expérience. Ainsi, dans la photo *Dalmatian Dog* (1966) du photographe Ronald C. James, avoir déjà perçu d'autres dalmatiens par le passé peut permettre d'isoler plus rapidement celui-ci (la figure) de son contexte (le fond). Avec une posture constructiviste, les hypothèses relatives au contenu de l'information à percevoir tentées par le (co)concepteur peuvent déterminer l'émergence d'un contenu subjectif. Les principes de prégnance et de vraisemblance ne sont pas pour autant contradictoires ; ils contribuent ensemble à l'organisation perceptive.

Parfois appelée loi de "ségrégation", la distinction "figure/fond" montre que pour qu'une figure soit perçue, elle doit se détacher d'un fond. Cette seconde loi de la *Gestalttheorie* montre la dialogique figure/fond. Tout objet est perçu à la fois de manière isolée et dans son contexte. Selon André Delorme (2003), pour qu'une perception ait lieu, il faut qu'il y ait "une homogénéité dans le stimulus" et donc un "contraste". Un *contour* est donc une "discontinuité lumineuse créant un contraste". Certains objets jouent sur l'ambiguïté et l'absence de distinction claire entre figure et fond. Spontanément, le contour sera perçu avec les figures et non avec le fond, les deux moyens les plus efficaces pour distinguer les figures des fonds sont l'utilisation de la perspective et le recouvrement d'une partie d'un objet sur l'autre. Des contours peuvent être impossibles et empêcher la distinction de la figure par rapport au fond, à l'image du trident ou du triangle du mathématicien anglais Roger Penrose. Le jeu se (re)trouve également dans les figures réversibles du peintre d'origine allemande Josef Albers ou dans les volumétries impossibles de Maurits C. Escher. Le plan de Rome (1748) de l'architecte italien Giambattista Nolli inverse le rapport plein-vide. Les dessins en perspective axonométrique plafonnante réalisés pour analyser des édifices historiques par Auguste Choisy, dans son *Histoire de l'architecture* (1899), permettent par exemple d'obtenir en une seule image le plan, la coupe et une idée de la spatialité intérieure. Ces systèmes de (re)présentations sur des médias bidimensionnels jouent continuellement sur les rapports entre la figure et le fond. D'autres exemples permettent de montrer ces jeux perceptifs en trois dimensions. L'artiste suisse Felice Varini crée des anamorphoses qui se recomposent lorsque le spectateur se place en un point de vue déterminé. Le sculpteur minimaliste américain Robert Morris, par exemple, joue avec des volumes dont les parois sont des miroirs qui reflètent celles de la pièce dans laquelle est exposée la sculpture, la situation du visiteur lui fait percevoir le jeu des présences – réelles ou non – de son propre corps, des cubes de verre et des parois de la pièce. Dans le flat nomade et furtif, projet du bureau d'architecture R&Sie(n), l'ambiguïté est volontairement exacerbée entre le fond et la forme. Ce jeu est aussi présent dans des édifices emblématiques de l'histoire de l'architecture comme le Pavillon de Barcelone (1929) de Ludwig Mies van der Rohe ou dans la Maison Schröder (1924) de l'architecte hollandais Gerrit Rietveld à Utrecht. C'est à partir de ce type de rapports que les concepts de transparence et de profondeur d'espace s'expriment en architecture.

D'autres lois complètent les deux premières. Ainsi, la loi de "proximité" concerne les configurations statiques. Les éléments visuels sont regroupés par l'œil en fonction des distances qui les séparent les uns des autres. Les éléments d'une configuration les plus rapprochés les uns des autres ont tendance à être perçus par le (co)concepteur comme formant une unité. Dans une image ou un texte, les éléments *proches* forment un groupe, mais ce n'est pas la seule manière de (re)grouper des éléments.

Parfois appelée loi d' "égalité", la loi de "similitude" montre que les éléments qui présentent des similitudes de forme ou de contenu tendent à être (re)groupés s'ils ont la même forme, la même couleur, s'ils sont similaires ou identiques. Ils sont alors perçus par le spectateur comme une unité et ils forment alors un *groupe*. La *continuité* entre des éléments ou des contours peut également former des groupes. La combinaison des rapports de "proximité" et de "similitude" permet d'introduire le concept de rythme en architecture. Un rythme est obtenu dès que la ressemblance et la répétition des formes perçues est identifiable. Ainsi, dans le projet de logement Wild Wonen (1999-01) à Almere de l'architecte hollandaise Marlies Rohmer, la proximité des volumes fait que la perception du projet est celle d'une succession de groupes, et l'utilisation de deux types de volumes répétitifs (l'un en maçonnerie, l'autre en structure légère), permet de développer un véritable rythme.

La loi de "clôture" ou de continuité qui repose sur le principe de réification donne un statut de forme à une unité fermée. L'esprit complétant les choses perçues, des éléments arrangés grossièrement seront interprétés plus facilement comme une forme fermée. Lorsque les lois de "proximité" et de "clôture" coïncident, cette dernière est la plus forte. Le contour peut être à la fois réel en tant que contraste produit par une discontinuité lumineuse et subjectif lorsque l'esprit du (co)concepteur le (re)crée. Ainsi, dans le "motif de Kanizsa", seuls trois cercles noirs sont dessinés, pourtant l'esprit (re)construit aussi un triangle blanc. Dans le projet de petit musée sur le site historique de l'habitation de Benjamin Franklin, la "structure fantôme" – tridimensionnelle et iconique – de Robert Venturi et Denise Scott Brown (re)présente la maison et l'imprimerie originale de Benjamin Franklin à Philadelphie (1976). Les anciens édifices sont matérialisés uniquement par des arêtes en métal blanc qui laissent l'esprit de l'utilisateur (re)construire les volumes complets. De la même manière, l'artiste minimaliste américain Sol Lewitt questionne la loi de la "clôture" lorsqu'il crée des sculptures de cubes ouverts et incomplets (1974). L'architecte d'origine hawaïenne Francis D.K. Ching (1975) a montré dans plusieurs dessins des dispositifs simples à partir desquels l'utilisateur peut (re)construire des espaces implicitement déterminés par quelques éléments spatiaux.

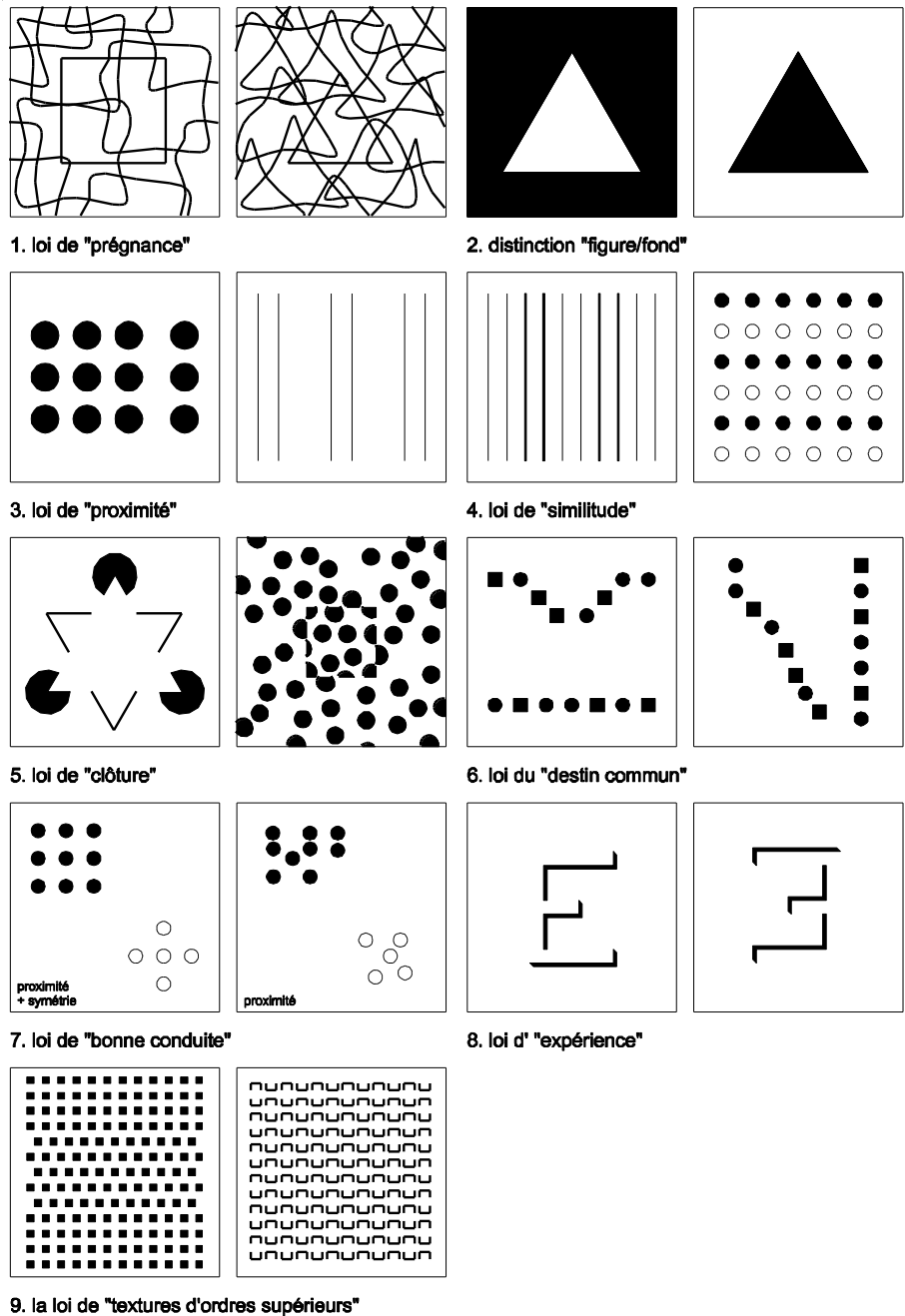


Fig. 9.5 – Les lois de la *Gestalt*.

Appelée au départ la loi du "sort commun" par Max Wertheimer (1923), la loi du "destin commun" concerne les configurations dynamiques de formes. Lorsque des éléments présentent des mouvements de même direction et de même vitesse, ils forment un groupe pour le (co)concepteur. Les éléments perçus par l'esprit peuvent être en mouvement, mais des éléments fixes peuvent également être imaginés comme s'ils se déplaçaient selon une même trajectoire. En architecture, des éléments perçus comme alignés par le spectateur qui les perçoit ont tendance à être (re)groupés (par exemple les colonnes d'une colonnade). De la même manière, des éléments qui convergent vers un vide ou une masse (par exemple un espace public) ou des éléments orientés parallèlement (par exemple des barres de logements) peuvent être facilement (re)groupés.

La loi de "bonne conduite" ou de symétrie montre que l'esprit tend à interpréter d'abord les éléments perçus dans une continuité en prolongement les uns par rapport aux autres. Les éléments symétriques semblent aller ensemble, par opposition aux éléments asymétriques, et les Gestaltistes ont prouvé que la symétrie autour de l'axe central vertical a un effet plus puissant que celle autour de tout autre axe. Lorsqu'un visiteur se (re)trouve devant le château de Versailles (1623), les rapports de symétrie des éléments qui le composent sont tels qu'il ne peut que les percevoir comme formant un tout.

La loi d' "expérience" ou de familiarité montre que la répétition de certaines structures formelles les rend plus facilement perceptibles que d'autres. Autrement dit : on ne voit facilement que ce que l'on connaît déjà !

La loi de "textures d'ordres supérieurs" a été énoncée récemment par les chercheurs américains en psychologie Jacob Beck, Slava Prazdny et Azriel Rosenfeld (1983), elle concerne l'interprétation et la discrimination des textures par le (co)concepteur. Certains facteurs tels que la proximité et la similitude contribuent à créer des éléments d'ordre supérieur dans des textures. Cette loi suppose une perception pré-attentive (inconsciente) des éléments de texture, ce qui est opposé à la philosophie de la *Gestalttheorie*. L'appréhension détaillée des architectures passe régulièrement par la perception de différentes textures. C'est ainsi, qu'en observant le plan d'une ville des groupes d'édifices différents peuvent être distingués en fonction du type de "*pattern*".

Les psychologues américains Stephen Palmer et Irwin Rock (1994) ont élaboré un modèle théorique de l'organisation perceptive (cf. Fig. 9.6 , p.264) qui permet de rassembler les différents points de vue de l'associationnisme selon lequel le (co)concepteur perçoit d'abord des éléments qu'il peut ensuite associer pour percevoir le tout et du Gestaltisme selon lequel le (co)concepteur perçoit un tout, une *Gestalt* à partir de laquelle il peut découvrir les parties. Ce modèle présente d'abord trois processus qui se succèdent au cours de la perception : (1) la détection des contenus, (2) la formation de régions et (3) la distinction figure-fond. Ceci abouti à la production d' "unités d'entrée" à partir desquelles deux voies peuvent être poursuivies dans le processus d'organisation : (1) le groupement Gestaltiste unificateur et (2) l'analyse et la décomposition des "unités d'entrée". Ce modèle

relie les deux approches (holisme et réductionnisme) et semble cohérent pour montrer le mécanisme de questionnement des données du projet d'architecture.

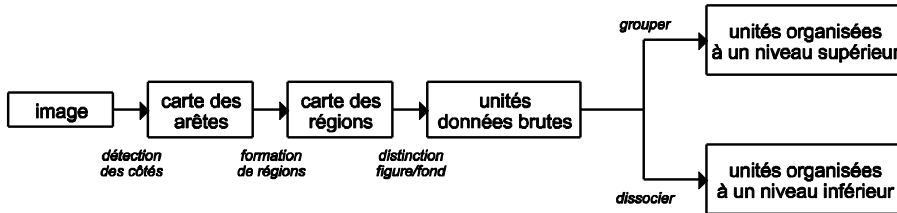


Fig. 9.6 – Schéma des relations au cours des processus perceptifs impliquées dans l'organisation perceptive. Adaptation d'après Stephen Palmer & Irvin Rock (1994, p.42).

9.5 La rétroduction ($Q_{1.3}$)

La rétroduction est un questionnement formel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur (re)présente à plusieurs reprises l'état probable du modèle auquel il pense arriver à la fin du processus de (co)conception. Il (co)construit alors différentes hypothèses à propos du modèle projeté et incertain à partir d'éléments (re)connus pour faire apparaître des idées neuves. L'abduction est la construction ou le choix d'hypothèses vraisemblables par rétro-duction ou de conclusions vraisemblables par abstraction pour faire apparaître des idées neuves. Un choix est fixé dont la portée ne sera admise qu'ultérieurement. Dans le cas d'un processus de (co)conception, le (co)concepteur n'a pas la solution du projet d'architecture au départ. Un très grand nombre de solutions possibles existent. Le (co)concepteur a donc intérêt à questionner le modèle architectural par abduction, mais plus précisément à partir des hypothèses : donc par rétro-duction.

Non utilisé directement, le concept d'abduction désigne au départ un type de raisonnement dans la théorie des syllogismes [1992b] d'Aristote. L'abduction est un syllogisme dont la prémisse majeure est certaine et la prémisse mineure, seulement probable. La conclusion ne présente alors qu'une probabilité égale à celle de la mineure. Outre l'induction et la déduction, le raisonnement abductif (ou rétroductif) sera considéré plus tard par le sémiologue américain Charles S. Pierce (1934) comme une troisième forme de raisonnement qui consiste à tenter une hypothèse à propos du phénomène complexe étudié pour aboutir rapidement à des connaissances nouvelles, à posteriori. Un type de raisonnement de ce genre est donc très intéressant pour un (co)concepteur lorsqu'il doit démarrer un projet d'architecture pour lequel il n'a encore que peu d'informations. Alors qu'il tente de prouver l'existence d'une "logique de la découverte" des théories scientifiques, le philosophe des sciences américain Norwood R. Hanson (1958) pense que si l'"invention" échappe à la logique, il est alors impossible d'émettre une quelconque hypothèse/théorie scientifique. Pour lui, c'est un raisonnement abductif qui permet de démarrer un processus qui aboutit à la formulation d'une hypothèse. Selon Robert Nadeau (1999), un raisonnement réductif ne "prouve" pas la

"vérité" et il ne peut pas rendre "acceptable" une hypothèse ; seulement "il exclut une infinité d'hypothèses logiquement possibles, et sélectionne une famille d'hypothèses qui méritent d'être examinées". Pour le systémicien français André Demailly (2004), le concept de rétroduction est utilisé par Herbert A. Simon en tant que "démarche cognitive" ou de "voie de la connaissance" qui permet de (re)présenter un objet "mal connu" à travers des (re)présentations d'objets "mieux connus".

L'abduction est la construction et le choix d'hypothèses vraisemblables par rétroduction ou de conclusions vraisemblables par abstraction pour faire apparaître des idées neuves. Un raisonnement abductif passe par trois étapes. (1) Au départ, une classe de phénomènes observés paraît surprenante. (2) La curiosité amène le (co)concepteur à proposer une hypothèse appartenant à une classe d'hypothèses qui, si elle était vraie, permettrait à la classe de phénomènes observés de ne plus être surprenante, parce que cette hypothèse l'expliquerait. Cette explication est alors construite de manière non strictement déductive. (3) Le (co)concepteur finit par tester chacune des hypothèses de la classe d'hypothèses afin de déterminer la meilleure.

Une fois le modèle architectural M_i questionné du point de vue des données prises en compte (Dom_d), des zones d'influence des objets et des lois d'organisation perceptive, le (co)concepteur peut établir rapidement un premier domaine de solutions (Dom_s) potentielles à partir d'hypothèses.

La rétroduction est donc la construction d'une hypothèse pour démarrer le projet à l'aide notamment de "générateurs primaires", de préconceptions, alors que la solution du projet d'architecture est encore totalement inconnue par le (co)concepteur. Le questionnement de la rétroduction met en lumière l'utilisation d'hypothèses en début de processus à l'aide de certains espaces de références ou organisations récurrentes d'informations relationnées tels que les (arché)types architecturaux et les pré-conceptions.

Le concept d' "archétype" élaboré par Carl G. Jung (1954, Livre I) a déjà été défini (cf. p.11). L' "archétype" est l'expression consciente d'un "inconscient collectif" qui est ici considéré comme une réalité mythique *en-deçà* du réel augmenté, (très) proche de la conscience collective que propose la réalité intersubjective. Lorsque des informations relationnées du réel augmenté sont organisées en fonction des règles mythiques interprétées sur base d'un arché-type architectural, elles donnent naissance à un type architectural.

Le concept de type architectural a eu plusieurs définitions (Moneo 1978) : Claude Perrault (1673) définit, par exemple, des structures-distributions. Jean-Nicolas-Louis Durand (1802) montre différentes disposition d'édifices. Pour Quatremère de Quincy (1832), le type est une forme générale d'édifice qui reprend les besoins et la nature intrinsèque d'une famille d'objets. Le type ne doit pas être utilisé comme un modèle, sinon il est appliqué à des édifices dont les usages ne correspondent pas avec ceux du type. Aldo Rossi (1966) distingue également "type" et "modèle" : le "modèle" est à copier, tandis que le "type" est un objet dans lequel chacun peut concevoir des ouvrages différents. Le type est donc une référence mobilisable par le (co)concepteur qui contient déjà en elle une opération de référenciation. En

effet, le type est l'association d'un schème semblable à un archétype (représentation d'un référent) et d'une signification (acte de référenciation).

L'existence des pré-conceptions est notamment montrée par Herbert A. Simon (1969) dans le paradoxe de Ménon et par Jane Darke dans son étude empirique sur les "générateurs primaires" (1979). Un (co)concepteur n'engage jamais un processus de conception à partir d'une "page vierge". Les pré-conceptions sont présentes également au début de l'hélicoïde dans le modèle de John Zeisel (2006). Les pré-conceptions sont au départ des informations relationnées choisies rationnellement, mais intégrées ensuite empiriquement par le (co)concepteur en tant que "déclencheurs" (Darke 1979) pour servir le processus d'exploration du projet d'architecture.

Le mot pré-conception vient du grec *prolepsis* ("anticipation") qui est l'art d'associer un type à un mot. À chaque acte de pensée, les informations relationnées présentes dans l'(auto)référentiel et le réseau d'intentions font qu'un *déjà-là* conceptuel existe toujours. Même faux sur le plan scientifique ou inopérant face aux données de la situation du projet, ce dernier sert de point de départ pour le (co)concepteur. Ce déjà-là permet donc d'anticiper avec plus ou moins de réussite les opérations à mener au cours du processus de (co)conception. Habituellement, il s'agit de "générateurs primaires" (Darke 1979), d'idées génératrices... qui sont présentes dans l'(auto)référentiel du (co)concepteur. Elles naissent rarement des données de la situation : il s'agit souvent de raisonnements tous faits, (ré)utilisés ou aléatoires. Ces pré-conceptions sont souvent temporaires. Les confrontations entre les (re)présentations du problème à résoudre et les pré-conceptions du (co)concepteur mènent à des conflits (socio)cognitifs avec la réalité (inter)subjective qui peuvent mener à des remises en causes celles-ci. Les pré-conceptions peuvent être construites par le (co)concepteur à l'aide d'une "stratégie d'attente active" (Tric 1999). C'est une stratégie qui consiste, avant de tenter de dessiner de l'architecture, à percevoir directement l'espace, à mettre en question les connaissances de l'histoire des formes d'émergence des lieux...

Lorsqu'un (co)concepteur démarre le projet par une pré-conception – au-delà de la forme – ce sont surtout les mises en relation initiales pré-conçues qui se (re)trouvent parfois telles quelles dans le modèle architectural M_i du projet, voire même dans l'édifice construit. Un iso-morphisme est donc possible – quoique non obligatoire – entre la pré-conception et le produit fini du processus de (co)conception. L'importance des pré-conceptions réside dans le fait qu'il est souvent possible de retrouver des isomorphismes (formels, structurels et/ou fonctionnels) entre le(s) générateur(s) primaire(s) et le projet fini. Ainsi pour Oliver Tric (1999), "si le référent choisi par l'architecte est une idée, l'objet construit en sera la métaphore ; si le référent est un objet, il en sera la métamorphose". L'iso-morphisme, parfois caricatural ou insolite, qui permet – surtout pour les architectes qui connaissent le projet, (c'est moins sûr pour les autres agents du processus) – une *lisibilité* du parti du projet dans l'édifice construit est particulièrement explicite dans quelques cas connus. Quelques "générateurs primaires" (Darke 1979) emblématiques qui permettent d'amorcer une première rétro-

duction dans le processus du projet d'architecture sont ainsi régulièrement cités dans les ouvrages thématiques sur la conception architecturale. Ainsi, la légende veut que Le Corbusier ait trouvé sur une plage une carapace de crabe qui lui aurait permis de développer la forme de la toiture de la chapelle de Notre-Dame-du-Haut (1950-55) à Ronchamp. Les croquis initiaux de Le Corbusier pour le Musée à croissance illimitée (1939) illustrent parfaitement l'"aspect conceptuel" du croquis (Huot 2005). La pré-conception utilisée dans ce cas-ci par Le Corbusier est une coquille d'escargot (cf. Fig. 9.7-1, p.268) qui illustre le concept du projet (construction modulaire en forme de spirale, de 7 m de côté et de 4,50 m de haut, montées sur pilotis) : présenter didactiquement toutes les manifestations du progrès du passé jusqu'au présent sans limitation d'espace, de manière à permettre les ajouts futurs. Le Corbusier se base ici sur la métaphore de la spirale qui, ouverte sur l'infini, permet de construire progressivement le projet. Les croquis réalisés par l'architecte brésilien Oscar Niemeyer (cf. Fig. 9.7-2) pour l'esquisse de la cathédrale métropolitaine Notre-Dame-de-l'Apparition (1958) à Brasilia montrent la (ré)interprétation du vocabulaire architectural ecclésiastique qu'il opère et qui finit par générer toute la cathédrale. De manière plus subtile, d'autres éléments peuvent fournir des partis architecturaux. Ainsi, le dialogue entre une route fréquentée et un paysage verdoyant est à la base du parti utilisé par Renzo Piano pour (co)concevoir la Fondation Beyeler (1997-00) à Riehen (cf. Fig. 9.7-3). Piano démarre le projet par l'analyse de la topographie du terrain et du caractère de la Baselstrasse. Il met en évidence une série de contraintes programmatiques. Il produit un premier dessin qui est ici le "générateur primaire" du projet, dont les lignes de forces en présence vont transparaître dans les croquis qui suivent jusqu'aux plans d'exécution de l'édifice. L'articulation entre l'espace public urbain et l'espace privatif de la parcelle par la mise en place d'une triple enveloppe est un générateur primaire qui a permis à l'architecte japonais Sou Fujimoto de développer les espaces de la House N (2006) à Oita. L'architecte américain Frank L. Wright utilise des formes de nénuphars pour (co)concevoir les colonnes de 6,5 m de haut de l'immeuble de bureaux de la Johnson Wax (1936) à Racine...

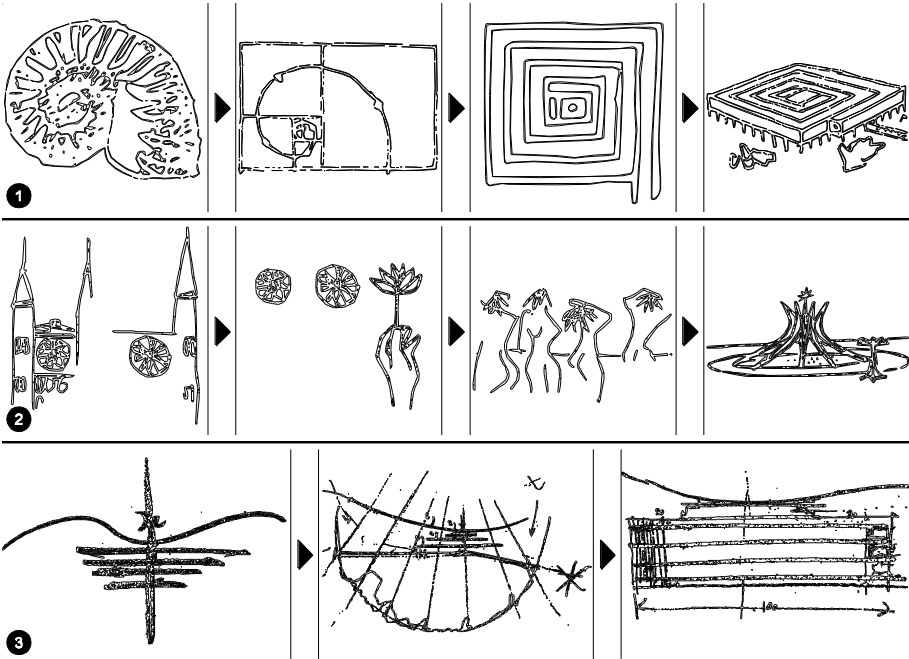


Fig. 9.7 – 1. Le Corbusier, projet du Musée à croissance illimitée (1939). Adaptation d'après les croquis initiaux (Boesiger 1950, pp.11-16). 2. Oscar Niemeyer, esquisse pour la cathédrale métropolitaine Notre-Dame-de-l'Apparition, Brésil : Brasília (1958). Adaptation d'après les croquis initiaux (Fernández-Galiano 2007). 3. Renzo Piano, Fondation Beyeler, Suisse : Riehen (1997-00). Adaptation d'après les croquis initiaux (Blaser, Bruederlin & Hollenstein 2001, p.20 et p.24).

10 CONSTRUIRE LA STRUCTURE DU MODÈLE ARCHITECTURAL (*Mod*₂)

10.1 Le modèle statique (*M*_{*i,2*})

Après avoir in-formé l'espace de l'architecture *Esp*₂ dans le premier module de la modélisation (*Mod*₁), le (co)concepteur essaie dans le second module (*Mod*₂) de déterminer comment est structuré le modèle architectural *M*_{*i*} lorsqu'il est observé en tant que modèle statique *M*_{*i,1*}. Le (co)concepteur met en espace à partir du programme du projet développé au module précédent. Il choisit alors les entités structurelles de base du modèle statique *M*_{*i,1*} dans l'espace de l'architecture (*Esp*₂). Le (co)concepteur *agence* ce qui n'est encore qu'un ensemble *Ens*_{*i*} en une *structure* *Struct*_{*i*}. À ce stade, la structure du modèle architectural du projet d'architecture est interrogée au minimum par les quatre questionnements structurels des modèles architecturaux : les (sur/sous-)structures (*Q*₂), les limites (*Q*_{2,1}), les éléments (*Q*_{2,2}), et les relations (*Q*_{2,3}).

Dans le modèle statique *M*_{*i,2*} du projet d'architecture, c'est essentiellement le (co)positionnement du (co)concepteur par rapport aux niveaux d'espace qui permet de questionner les (sur/sous-)structures *Struct*_{*i*}, alors que dans le cas du modèle dynamique *M*_{*i,3*} développé dans le troisième module (*Mod*₃), c'est le (co)positionnement par rapport aux niveaux de temps qui permet de questionner les (sur/sous)systèmes *Syst*_{*i*}.

La définition de la structure peut être totalement revue après un passage par les deux derniers modules (*Mod*₃, *Mod*₄) de la modélisation du processus de (co)conception (en) particulier.

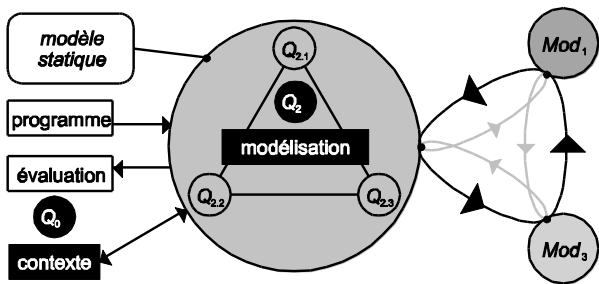


Fig. 10.1 – Le modèle statique (*Mod*₂).

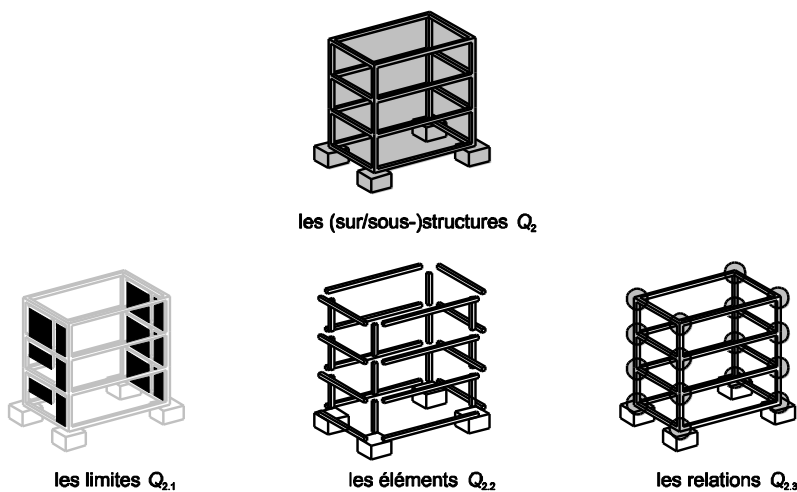


Fig. 10.2 – Les questionnements structurels du modèle statique $M_{i,2}$ (Mod_2).

10.2 Les (sur/sous-)structure (Q_2)

Après avoir été questionné du point de vue du contexte et des ensembles, le modèle architectural est questionné du point de vue structurel.

La (sur/sous-)structure est un méta-questionnement structurel du modèle architectural M_i qui concerne la modélisation statique du modèle Mod_2 et qui suppose trois autres questionnements : les limites $Q_{2,1}$, les éléments $Q_{2,2}$ et les relations $Q_{2,3}$.

La structure consiste chez Vitruve [1673] en la construction d'une masse inerte par addition de couches successives, d'une maçonnerie de moellons "réticulés" et à "joints incertains", ou de briques "attachées ensemble par le moyen du mortier". Au $xvii^e$ siècle, la structure est la disposition ou l'arrangement des parties. Pour l'architecte belge Jean-François Pirson (1995), la structure désigne à la fois un tout (un objet), les parties de ce tout et le mode d'arrangement de ces parties.

La structure ($Struct_i$) est tout ensemble d'éléments (e_i), réels ou non, en interaction statique et organisé hiérarchiquement. C'est l'entité structurelle de base du niveau du structuralisme hiérarchique (Niv_2) du réel augmenté. La (co)construction mentale d'une structure présuppose l'existence d'un ensemble et précède toute (co)construction éventuelle d'un système. La structure est souvent visible en architecture, à l'image par exemple de la tour Eiffel (1887-89) de l'architecte français Gustave Eiffel à Paris, de la célèbre maquette du Monument à la III^e Internationale (1920) de l'artiste russe Vladimir Tatline ou des photos d'*Anonyme Skulpturen* (1970) des photographes allemand Bernhard et Hilla Becher. Les modèles à fils pour l'étude de la chapelle de la Colonia Güell (1898) à Barcelone de l'architecte espagnol Antonio Gaudí montrent que la dimension structurelle peut être utilisée comme point de départ pour générer toutes les autres dimensions du projet d'architecture. De nombreuses études ont aussi montré la diversité des

analogies possibles entre les structurelles formelles identifiées directement dans l'analyse de la nature et leur transposition dans la (co)conception d'édifices. Qu'il s'agisse notamment de l'exercice du *designo* à partir de l'observation d'animaux par Léonard de Vinci, de la recherche sur les tressages de fibres végétales de l'architecte allemand Gottfried Semper (1855-59), des recherches interdisciplinaires autour des analogies structurelles avec la nature de l'architecte allemand Frei Otto (1970) ou des formes biomorphiques de l'architecte américain Greg Lynn.

10.3 Les limites (*Q*_{2.1})

La limite est un questionnement structurel du modèle architectural (*M*_i) par lequel le (co)concepteur analyse toutes les limites, leurs types et leurs influences sur le modèle et son actualisation. Le concept de limite ne (re)présente pas seulement une frontière de type ensembliste (un élément est simplement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'ensemble), il caractérise un franchissement entre deux domaines perçus différents. Ces domaines peuvent être concrets ou abstraits. La limite est dessinée par le projet du (co)concepteur, elle ne possède pas forcément une expression physique dans le réel *R*, elle est une (re)présentation contingente du réel augmenté *R*⁺. Une limite peut donc être (co)construite dans n'importe quelle dimension contextuelle du projet d'architecture.

Rapidement identifiables dans un édifice, les limites ne sont pas forcément spatiales. Néanmoins, une manifestation des questionnements à partir des limites est cristallisée dans le jeu récurrent entre les pleins et les vides. Avec le plan et le volume, la *surface* est le second élément par quoi se manifeste l'architecture pour Le Corbusier (1923) dans ses célèbres "trois rappels à messieurs les architectes". La surface est une limite spatiale qui coupe un espace en deux parties. Quand la surface entoure un volume, elle devient une enveloppe. L'étude de la limite permet donc aussi de questionner le concept d'enveloppe de l'édifice. Au cours de l'histoire, les architectes ont essayé de nombreux dispositifs pour définir des limites, des enveloppes ou des rapports pleins/vides (l'enclos égyptien, le *temenos* grec, le *templum* romain, l'enclos monastique paléochrétien, les murs d'enceinte des villes du Moyen Âge, les fortifications de la Renaissance, l'espace ouvert du Crystal Palace, l'ouverture de la boîte chez Frank L. Wright, le Plan libre de La Corbusier...).

Parfois, la limite est nette. Lorsqu'un mur divise l'espace, par exemple. Mais elle peut également être un lieu en tant que tel, comme l'illustre le mur de Berlin : ce dernier n'étant pas à proprement parler un simple mur, mais plutôt un *no man's land* entre deux murs qui séparait l'Europe de l'Est et celle de l'Ouest. Elle peut également ménager des espaces dans son épaisseur. À partir de son analyse du rapport entre enceinte et espace central dans des plans de châteaux écossais, Louis I. Kahn utilise, lui, les parois des "espace servis" pour y loger les "espaces servant". Il a notamment utilisé ce principe pour concevoir les Bains de Trenton (1955-57).

Parfois, la composition de la limite agit directement sur la spatialité intérieure d'un projet. Lorsque l'historien américain Harold Allen Brooks (1979) parle de la "destruction de la boîte" opérée au début du xx^e siècle par Frank Lloyd Wright dans

son architecture, il montre que la dissolution de l'angle et l'interpénétration des espaces, l'évidement de l'angle extérieur de la maison, la hauteur différenciée des espaces et la libération des contraintes structurelles mène à une spatialité différente dans les édifices de Wright.

En architecture, les frontières questionnent un des aspects structurels des systèmes. Les limites séparent, filtrent ou régulent les flux *MEI* entre les entités structurelles de base des systèmes. Elles sont donc à l'œuvre entre un (sous)système et le contexte, ou entre un sous-système et un sur-système, ou entre deux sous-systèmes, ou encore entre deux éléments appartenant à un même système. Les limites peuvent aussi filtrer l'une ou l'autre des relations du réseau. Entre ces entités structurantes des systèmes, les frontières gèrent donc toutes les relations entre le système observé/modélisé et le contexte.

Lorsque la limite n'est pas spatiale, elle peut se (re)trouver dans les autres dimensions de l'architecture et à des niveaux d'environnement différents. Les limites peuvent être également des lieux d'interactions, c'est-à-dire de relations mutuelles : c'est le concept d' "*in-between*" (entre-deux) forgé par Aldo van Eyck (1962). Dans ce cas, il ne s'agit pas seulement de spatialité, mais de toutes les dimensions contextuelles. Les limites peuvent exister aux différents "niveaux d'environnement" (Norberg-Schulz 1971).

Du point de vue énergétique, l'enveloppe architecturale est le lieu des échanges, mais également des régulations potentielles de flux *MEI*, entre l'édifice et l'environnement. L'enveloppe gère les échanges *MEI* entre ambiance intérieure et extérieure.

Dans le traitement formel qu'elle subit, l'enveloppe transpose spatialement le rapport entretenu par la culture entre le monde humain et le monde hors-culture. La transposition peut se faire à l'aide de transgressions qui proposent des relations organisées (dedans-dehors, homme-nature, privé-public, élément-contexte...), ce qui peut mener à des zones de transition entre intérieur et extérieur. Les limites dans les projets d'architecture peuvent être des espaces de transition, sièges de filtres qualitatifs ponctuels entre le monde intérieur et le monde extérieur : c'est le concept de "seuil" tel que développé notamment par Aldo van Eyck au sein du Team X et repris par l'architecte français Patrick Mestelan (2005). Ils peuvent être des espaces de transgression (dedans-dehors, homme-nature, privé-public, élément-contexte...).

En urbanisme, la distinction des espaces privés et publics est une question importante : les espaces semi-privés ou semi-publics sont sources d'indéfinition spatiale et de problèmes sociaux. En Europe, différents dispositifs de morphologie urbaine sont apparus, par exemple, pour traiter ces types de frontières : l'îlot d'habitation traditionnel, la barre de logement moderne, l'îlot ouvert, le lotissement... De nombreuses limites physiques ou visuelles occupent le paysage (la grande muraille de Chine, le mur de Berlin, le plan pentagonal du centre ancien de Bruxelles, les limites de terrain (le parcellaire), les champs...).

Déjà introduite précédemment (cf. p.12), la limite construite à l'échelle de la perception humaine entre la réalité extra-objective et la réalité intra-objective est

l'enveloppe corporelle de l'individu (E_{env}). Elle paraît imperméable du point de vue de la perception mythique et historique du corps, alors qu'elle est totalement perméable au niveau du vécu. Cette limite particulière qui affecte l'individu est également un "seuil", siège des sensations d'action sur et de stimulation de l'environnement. Le corps procède, en outre, continuellement à des échanges de matière, d'énergie et d'information (ci-après désignés par *MEI*) avec son environnement (nourriture, chaleur, communication, excréments...).

Dans certains cas, des frontières physiques permettent en même temps de les dépasser pour percevoir un au-delà, ce sont les effets de perspective et de trompe-l'œil. Les couches successives des arbres, des volumes et des parois de verre de la Fondation Cartier (1991-94) construite par Jean Nouvel à Paris permettent, par exemple, de rendre ambiguë la perception des avant et des arrière-plans. Dans ce cas, le jeu des pleins et des vides peuvent filtrer les vues.

Une limite structurante importante est celle que le (co)concepteur détermine entre le modèle architectural (M_i) et le contexte local ($Ctxt_i$) avec lequel il interagit dont le placement varie en fonction notamment de la zone d'influence qu'il attribue globalement au modèle architectural. La limite entre le modèle architectural et le contexte distingue ce qui est dedans de ce qui est autour. Cette frontière révèle pour Edgar Morin (1990) à la fois l'unité et la double identité des deux parties, à la fois distinction et appartenance, ouverture et fermeture, séparation et union. La distinction de ce qui fait partie du Modèle architectural et de ce qui n'en fait pas partie permet de mobiliser les efforts du (co)concepteur uniquement sur le problème à résoudre. Le (co)concepteur peut prendre position par rapport à ce type de limite pour rendre le modèle architectural M_i hermétique au contexte $Ctxt_i$ (le système est fermé) ou favoriser les relations entre ceux-ci (le système est ouvert). Il peut également combiner ces deux attitudes en apportant tout une gamme de nuances entre celles-ci. Les échanges de matière M avec le contexte sont possibles par l'utilisation de matériaux (pré-)existants sur le site ou au contraire avec des matériaux non locaux. Les échanges d'énergie E sont possibles par l'utilisation du vent, de l'eau, du réseau d'électricité. Les échanges d'information I sont possibles par les échanges culturels entre les usagers de l'édifice – projeté ou non – et ceux du contexte.

Les limites questionnent donc des contenus relationnés très différents. Certaines sont des "frontières" dans le sens où elles concernent les limites identitaires entre les sujets d'une organisation.

D'autres limites séparent, filtrent ou régulent les flux *MEI* entre les espaces (cf. Fig. 10.3, p.274). Selon la puissance du filtre, elles peuvent être souples ou rigides. Si les frontières sont *souples* (perméables), les échanges *MEI* sont possibles, tandis que si elles sont *rigides* (imperméables), les échanges *MEI* ne passent pas. Deux situations extrêmes du point de vue de la limite peuvent mener à des impasses. D'abord, si les limites sont *trop perméables*, les flux *MEI* passent trop facilement et le modèle architectural perd son identité parce qu'il se *dilue* dans son contexte. Les flux *MEI* qui le traversent ne se différencient plus de ceux qui traversent le contexte. Les entités structurantes tels que les (sur/sous-)structures et les éléments ne sont plus

hiérarchisées et le processus mènent au nihilisme : rien n'a de sens (éthique), rien n'a de but (finalité). Par contre, si les frontières du modèle architectural sont *trop étanches*, son identité est trop forte, ce qui mène au solipsisme : l'édifice ne s'occupe pas du contexte.

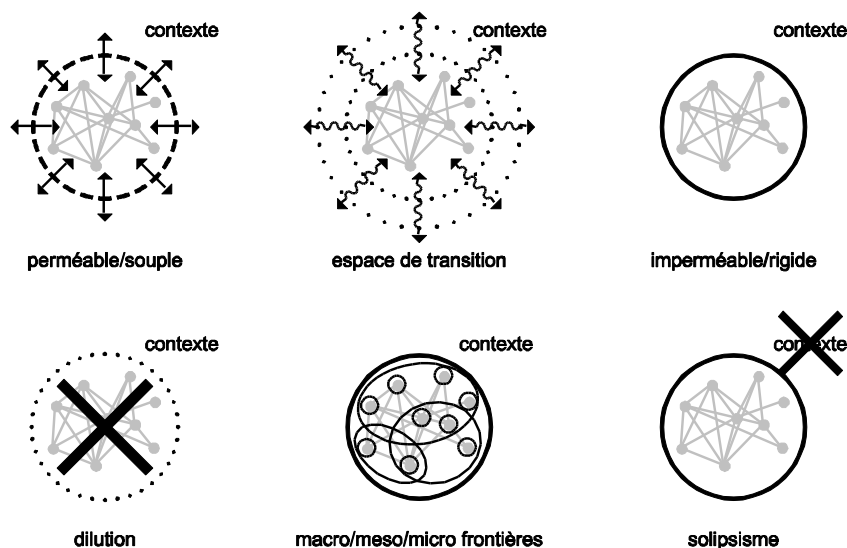


Fig. 10.3 – Les limites du (sur/sous-)système.

10.4 Les éléments ($Q_{2,2}$)

L'élément est un questionnement structurel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse les éléments, leurs types et leurs influences sur le modèle et son actualisation. Quel que soit le domaine de connaissances visé, aucune théorie n'a évité la question de la définition d'une entité de base, ultime et indivisible. Qu'il s'agisse, entre autres, des "atomes" de Leucippe aux environs du v^e siècle av. J.-C., des "monades" de Gottfried W. Leibniz (1714) en métaphysique, ou des "phonèmes" de Ferdinand de Saussure (1916) en linguistique, toutes les époques ont eu leur "particule élémentaire".

Un élément est un composant minimal et indivisible à un niveau logique donné appartenant à une classe ou un ensemble. Un élément est une entité ou une essence abstraite d'un genre ou d'une catégorie d'êtres concrets. Les éléments sont des corps simples dont les autres entités structurelles sont constituées. Les éléments peuvent être collectionnés en fonction d'un trait ou d'un caractère abstrait commun (un contenu) pour former un ensemble Ens_i dans le modèle agrégatif $M_{i,1}$; ils peuvent être hiérarchisés pour former une structure $Struct_i$ dans le modèle statique $M_{i,2}$; ils peuvent être articulés en fonction des relations dynamiques qu'ils entretiennent en poursuivant un but pour former alors un système $Syst_i$ dans le modèle dynamique $M_{i,3}$.

En architecture, chaque dimension du projet peut présenter des éléments de base. Un projet tel que la Final Wooden House (2005-08) de Sou Fujimoto à Kumamoto (Japon) met par exemple en valeur les éléments – les pièces de bois – plutôt que les relations. Des typologies d'éléments de base existent déjà en architecture, par exemple du point de vue du langage formel. À partir des écrits de Paul Klee (1945) sur les éléments de base de la composition picturale (cf. Fig. 10.4-1, p.276), Francis D.K. Ching (1975), qui analyse à ce moment-là l'architecture du point de vue de la composition formelle, définit une typologie des "éléments primaires" qui sont les "générateurs premiers" de toute forme : le point, la ligne, le plan et le volume (cf. Fig. 10.4-2, p.276). Plus récemment, et en citant cette fois *Point et ligne sur plan* (1926) de Wassily Kandinsky, Franziska Ullmann (2011) reprend cette typologie sous la forme d'une "encyclopédie d'éléments de la conception, d'effets et de calques de sens" pour produire un kaléidoscope de "langages" architecturaux à partir des mêmes point, ligne et plan.

Quelle que soit la dimension contextuelle étudiée, des éléments sont à l'œuvre partout : qu'il s'agisse d'un habitant (e_i) dans une structure familiale (Syst_i), d'une colonne (e_i) dans une colonnade (Syst_i), d'un gîte (e_i) dans un plancher (Syst_i), d'un tuyau (e_i) dans un réseau d'adduction d'eau (Syst_i)...

Lorsqu'un système comprend trois éléments ou plus (cf. Fig. 10.4-3, p.276), les relations sont potentiellement plus nombreuses que les éléments, les premières sont donc plus difficiles à déceler que les seconds. Le niveau de complexité d'un système peut d'ailleurs être mesuré en fonction du nombre d'interactions potentielles entre les éléments qui le constituent. Ce rapport entre le nombre d'éléments et le nombre de relations est illustré par la formule :

$$\text{le nombre de relations entre } n \text{ points} = n \times \frac{n-1}{2}$$

Envisager tous les éléments possibles d'un projet d'architecture mène à un problème compliqué, impossible à résoudre en raison du trop grand nombre d'inconnues, tandis qu'envisager un nombre (trop) réduit d'éléments mène à un problème simpliste. Le talent du (co)concepteur est dans le choix raisonné du nombre d'éléments qu'il prend en compte.

Pour questionner le modèle statique $M_{i,2}$ du projet d'architecture du point de vue des éléments qu'il contient, le (co)concepteur doit les classer. Ils sont alors dénombrés (nombre), nommés (identité) et catégorisés (type). Une série d'éléments spécifiques à l'architecture apparaissent de manière récurrente dans tous les projets d'architecture. Une typologie minimale des types d'éléments est définie ici. Chaque type d'élément est défini de manière analytique à partir du type de relations qu'il entretient avec d'autres éléments. Chaque élément peut également être qualifié de plusieurs manières à la fois en fonction des interprétations/projections du (co)concepteur. Ce dernier ne définit pas l'essence de l'élément observé, il le définit à partir des relations que celui-ci entretient avec les autres entités structu-

relles (structures, éléments, relations et limites) du modèle statique $M_{i,2}$ ou en fonction du niveau logique auquel il appartient.

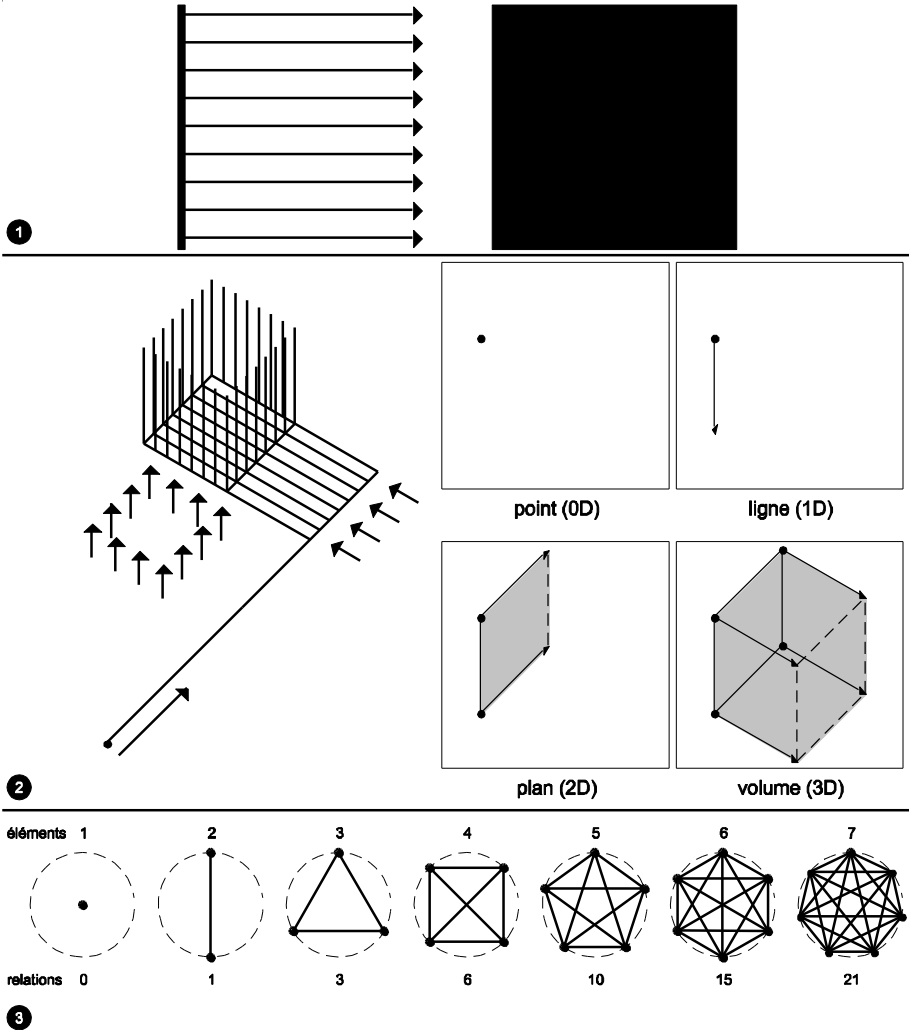


Fig. 10.4 – 1. Naissance du carré par déplacement de la ligne. Adaptation d'après Paul Klee (1920). 2. Les éléments primaires. Adaptation d'après Francis D.K. Ching (1975, p.2, p.3). 3. Rapport entre le nombre potentiel d'éléments et de relations au sein d'un système.

La première manière de distinguer certains éléments est de les répartir entre les *sujets* et les *objets*. Le (co)concepteur peut attribuer une identité aux sujets/objets présents dans le modèle architectural M_i . Lorsqu'un (co)concepteur, tributaire de l'utilisation du langage pour la décrire, projette une identité sur une chose perçue pour en faire un objet, il a tendance à l'anthropomorphiser. S'il s'agit de sujets, les

éléments peuvent être appelés des *membres* et ils sont spécifiques puisqu'ils sont porteurs d'une *identité* et que le système auquel ils appartiennent est appelé une *organisation*. Les sujets dont il est question ici sont des agents modélisés dans l'espace de l'architecturer *Esp₂*, ils n'ont rien à voir avec les différents acteurs du processus de (co)conception. Lorsqu'il opère sur le modèle statique *M_{i,2}* du projet, le (co)concepteur – étant lui-même un sujet – procède à une *identification* des éléments du modèle architectural qu'il institue en tant que *membres*. Pour Edgar Morin (1986), un "*ego alter*" (autrui) devient alors un "*alter ego*" (autre soi-même), ce qui montre que quand un sujet identifie un autre sujet, il lui attribue des propriétés et des capacités qui le caractérisent lui-même comme sujet. Dans le champ de l'intelligence artificielle distribuée (*IAD*), les modélisateurs de systèmes ont développé, dans les années 1980, des méthodes de (re)présentations des intelligences collectives comme les *systèmes multi-agents* (*SMA*) pour ajouter une dimension sociale aux modélisations mathématiques. Pour le chercheur français Jacques Ferber (1995), l'"agent" est une "entité physique ou virtuelle" autonome capable d'agir sur elle-même et sur son environnement, qui peut communiquer avec d'autres agents et dont le comportement est la conséquence de ses observations, de ses connaissances et de ses interactions avec les autres agents. Le (co)concepteur d'un projet d'architecture peut donc décider de considérer les sujets comme des objets simples ou comme des agents capables de comportements autonomes, il peut également choisir ceux qu'il prend en compte en non. La présence de sujets dans la modélisation peut rapidement compliquer celle-ci. Dans tous les cas, le (co)concepteur doit au minimum attribuer une identité à tous les membres à partir de quelques caractéristiques : (1) la fonction, (2) les objectifs (les buts et les finalités), (3) les besoins et (4) les actions potentielles de l'agent dans le projet d'architecture projeté. S'il s'agit d'objets, le (co)concepteur peut également leur (co)construire une identité à partir de projections identitaires (inter)subjectives. Il peut aussi associer une identité à un groupe de sujets ou d'objets. Ainsi, le (co)concepteur interprète/projette, par exemple, qu'un élément *habitant* (un sujet) d'un édifice projeté mange dans la salle à manger de celui-ci (la fonction du sujet), qu'il *désire* communiquer avec un autre habitant resté dans la cuisine (l'objectif du sujet) et qu'il mange et parle dans l'espace (l'action du sujet). Ou encore, le (co)concepteur y projette de manière anthropomorphique, par exemple, qu'un élément *colonne* (un objet) *porte* un chapiteau (la fonction de l'objet), qu'elle *exprime* architectoniquement sa *volonté* de le porter (l'objectif de l'objet) et qu'elle le porte *réellement* pour qu'il ne tombe pas (l'action de l'objet).

Outre une *identité*, le (co)concepteur peut également associer aux sujets/objets une *potentialité*. À partir du moment où le (co)concepteur le nomme, tout sujet/objet possède une essence (impossible à connaître), mais également un *potentiel* qui peut être exprimé en quantité de matière (*M*), d'énergie (*E*) et d'information (*I*). Ces réserves font de l'élément un *réservoir MEI* (cf. Table 13, p.278).

réservoirs de matière (<i>M</i>)	réservoirs d'énergie (<i>E</i>)	réservoirs d'information (<i>I</i>)
- un édifice	- une chaudière	- une bibliothèque
- un mur	- un tas de bois	- un ordinateur
- une garde-robe	- une citerne d'eau de pluie	- un cerveau
- ...	- ...	- ...

Table 13 – Typologie des réservoirs.

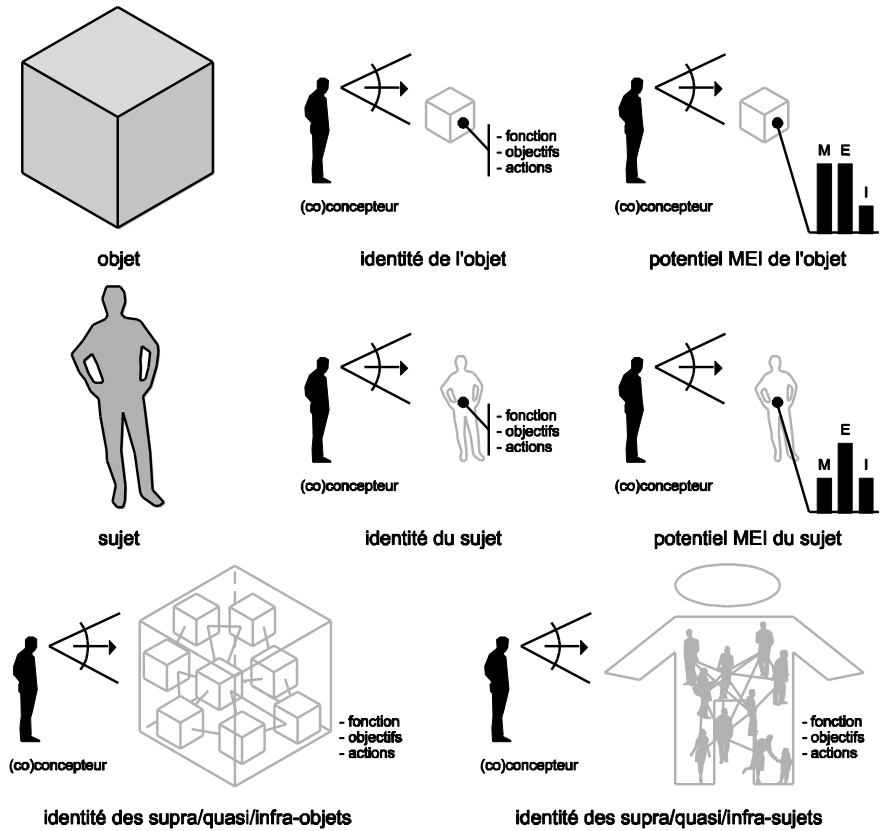


Fig. 10.5 – Projection d'une identité et d'un potentiel (*MEI*) sur les supra/quasi/intra-objets/sujets.

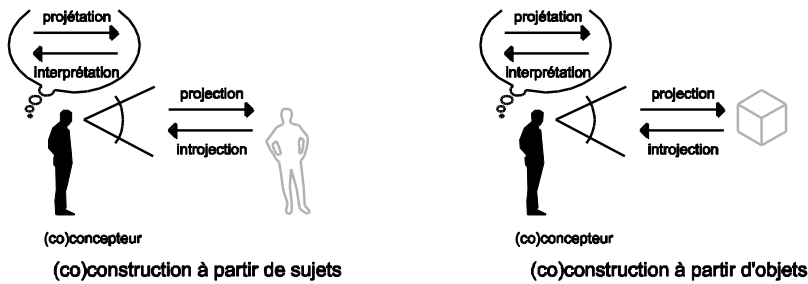


Fig. 10.6 – La (co)construction du réel augmenté.

Les différents types de sujets/objets peuvent être classés au sein d'une typologie minimale des éléments en fonction de leur identité (les relations qu'ils ont avec d'autres entités structurelles du modèle statique) et de leur potentiel (les contenus anthropomorphiques projetés sur eux par le (co)concepteur).

D'abord du point de vue des niveaux logiques, l'identité d'un supra-sujet/objet peut être distinguée de celles d'un quasi-sujet/objet ou d'un infra-sujet/objet. Un supra-sujet/objet (niveau supra ↑) est un type d'élément qui appartient à un niveau logique supérieur (*supra*), (co)construit par le (co)concepteur, qui conserve une trace du niveau logique inférieur (*infra*) par iso-morphisme structurel. Situé à un niveau n , ce type de sujet/objet est institué uniquement à partir de la relation qu'il entretient avec d'autres sujets/objets qui appartiennent à un niveau inférieur $n-1$ et que le (co)concepteur lui attribue. Tandis que la collectivité émergente d'un groupe d'individus est un supra-sujet. Un supra-objet n'est pas forcément plus *grand* qu'un objet. Bien que le réflexe typique de l'architecte soit de se référer directement à la dimension spatiale des choses, un supra-objet est à distinguer d'un *macro-objet*. Dans le premier cas, le (co)concepteur change de niveau logique alors que dans le second cas, il change la taille du projet d'architecture. Ainsi, un mur peut être (co)construit en tant que supra-objet parce qu'il est l'émergence de la mise en système des briques. De la même manière, un édifice est un supra-objet parce qu'il émerge à partir d'espaces et de matière. Du point de vue de la (re)présentation, un mur est (re)présenté à l'aide de deux simples traits de coupe à une échelle de 1/100^e, tandis qu'il est (re)présenté avec le détail de toutes ses couches à 1/20^e (cf. Fig. 10.7, p.280). C'est lié à l'utilisation des différentes échelles par le (co)concepteur. En fonction de l'échelle, le dessin ne représente pas les mêmes informations, lesquelles sont pourtant toujours là. Un supra-objet a justement ce comportement : bien que les parties qui le composent ne sont pas (re)présentées à un niveau logique n , elles existent pourtant à un niveau $n-1$. Un changement dans la manière de (re)présenter un objet peut instituer visuellement un supra-objet/sujet pour faciliter les opérations sur le modèle architectural M_i . C'est visible dans le cas d'un objet multi-couches : si un mur est composé de plusieurs couches (par exemple de l'intérieur vers l'extérieur : le plafonnage, le pare-vapeur, le bloc porteur, l'isolant, l'étanchéité, la lame d'air, la brique de parement), le (co)concepteur peut l'instituer en tant que supra-objet, il devient alors un complexe multicouches symbolisé uniquement par deux lignes pour travailler simplement par exemple au 1/100^e sur la spatialité sans s'encombrer de tous les détails du mur tout en les conservant implicitement.

Le concept de quasi-sujet, développé notamment par les philosophes français Michel Serres (1983) et Jean-Pierre Dupuy (1992) et utilisé par l'architecte et historien de l'art d'origine française Antoine Picon (2010), montre que certains sujets se co-construisent sur un mode d'interdépendance contextuelle, ils sont alors les quasi-sujets d'un réseau. Par extension, le concept est applicable aux choses. Lorsqu'un (co)concepteur (co)construit un réseau d'éléments qui appartiennent tous à un même niveau logique n , chaque élément e_i est alors un quasi-sujet/objet (niveau $\leftarrow \rightarrow$) des autres éléments du réseau. Le préfixe *quasi-* a

été préféré à *inter-* dans la mesure où il est ici question des éléments et non des relations. Pour reprendre l'exemple du mur, chaque brique est un quasi-objet pour les autres briques du mur. Une brique peut être considérée comme un quasi-objet lorsque le niveau d'observation de la structure est le mur. La brique ne peut pas fonctionner de manière autonome, elle suppose l'existence des autres briques constitutives du mur. Le concept est illustré dans d'autres domaines. Ainsi, en économie, la monnaie n'a d'existence que dans un système de valeurs qui la relie aux autres et aux choses. D'après Ferdinand de Saussure (1916), les signes linguistiques n'ont de sens que parce qu'à défaut d'être "positifs", ils sont "oppositifs", ce qui signifie qu'un signe est, tout simplement ce que tous les autres ne sont pas. Les exemples de quasi-sujets sont nombreux : les membres des intelligences collectives, le personnel d'une institution, les membres d'une organisation ou d'une communauté virtuelle, d'un réseau social sur l'Internet...

De manière complémentaire au supra-sujet/objet, un infra-sujet/objet (niveau *infra* ↓) est un type d'élément qui appartient à un niveau logique inférieur (*infra*), (co)construit par le (co)concepteur qui conserve une trace du niveau logique supérieur (*supra*) par iso-morphisme structurel. Situé à un niveau n , ce type de sujet/objet est institué uniquement à partir de la relation qu'il entretient avec d'autres sujets/objets qui appartiennent à un niveau supérieur $n+1$, que le (co)concepteur lui attribue. toujours dans l'exemple du mur, une brique est un infra-objet d'un mur puisqu'elle est un élément de la structure dont émerge le mur.

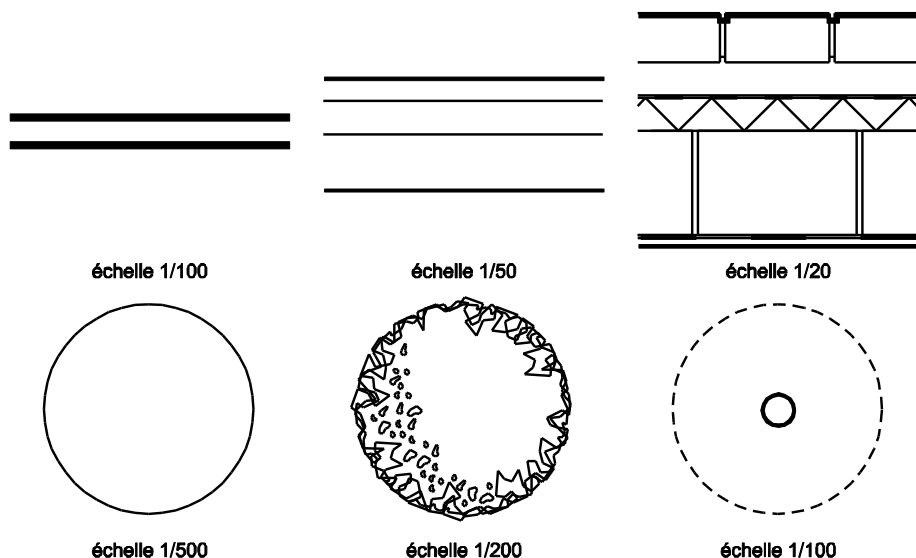


Fig. 10.7 – La (re)présentation graphique d'un mur ou d'un arbre change d'une échelle à l'autre.

Des informations différentes apparaissent à différentes échelles.

La (re)présentation d'un mur ou d'un arbre est donc un supra/quasi/infra-objet.

Au sein du modèle statique $M_{i,2}$, un même sujet/objet peut appartenir à plusieurs niveaux, il est alors tantôt *infra-*, tantôt *quasi-* ou *supra-* en fonction des besoins du (co)concepteur. D'un projet ou d'un (co)concepteur à l'autre, un même sujet/objet peut être à la fois le *supra-* et *infra-* sujet/objet d'autres sujets/objets. Ainsi, pour garder l'exemple du mur, mais cette fois avec la lumière. Louis I. Kahn (1970 ; Kahn 1973) pense que "même une pièce qui doit être obscure a besoin au moins d'une petite fente pour qu'on se rende compte de son obscurité" et que, par exemple, grâce aux "qualités infinies" de la lumière naturelle, "une pièce est différente à chaque seconde de la journée". Dans ce cas-là, la paroi donne vie à la lumière qui ne connaissait pas sa fonction avant de percuter le mur. La lumière est alors un *infra-objet* qui permet l'émergence d'un *supra-objet* (le mur). À l'inverse, Le Corbusier (1923) pense que l'architecture est "le jeu, savant, correct et magnifique des volumes assemblés sous la lumière", dans le sens où "les ombres et les clairs révèlent les formes". Dans ce cas-ci, c'est la lumière qui donne vie à la paroi : l'*infra-objet* (le mur) permet l'émergence du *supra-objet* (la lumière).

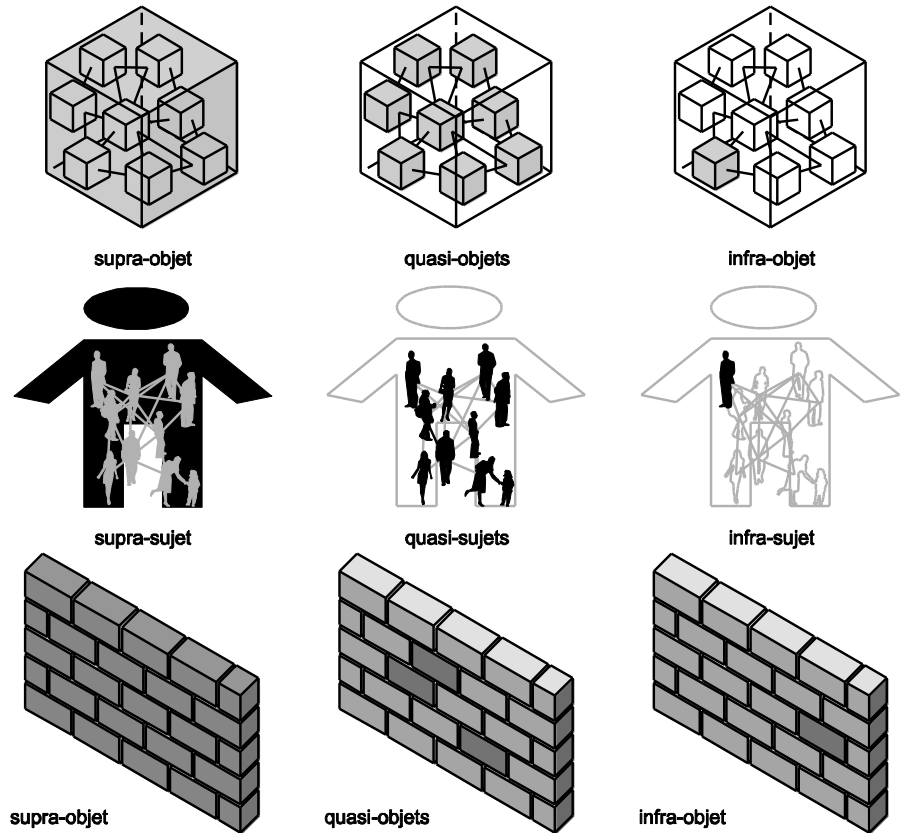


Fig. 10.8 – Les supra/quasi/infra-sujets/objets. Les supra/quasi/infra-objets dans un mur.

Ces six premiers types d'éléments présentent l'intérêt de pouvoir être utilisés en tant que *black boxes*. Considérer un édifice en tant que supra-objet plutôt que comme simple objet permet au (co)concepteur de ne pas perdre de vue les éléments des sous-systèmes de l'édifice sans pour autant être obligé de les (re)présenter à chaque fois.

En fonction des contenus anthropomorphiques projetés sur eux (leur potentiel) par le (co)concepteur, d'autres types d'éléments peuvent être distingués du point de vue de contenus à partir du moment où tous les sujets/objets sont considérés comme des multi-sujets/objets potentiels.

Les multi-sujets/objets permettent d'appréhender la richesse des projections identitaires simultanées utilisées par le (co)concepteur pour qualifier (inter)subjectivement un sujet/objet, lorsqu'il est envisagé à partir de différents points de vue à la fois. Les projections identitaires du (co)concepteur sont toujours des anthropomorphismes. Ce concept vient du "à la fois" de Robert Venturi (1966) et de l'importance de la critique du "tiers exclu" faite par Jean-Louis Le Moigne (1994). Le "multi-objet" est selon l'expression de l'économiste français Yves Barel (1979), un "objet composite" tel qu'en son sein "deux objets distincts ou distinguables occupent tout ou partie du même espace, espace réel ou espace métaphorique". Une illustration du concept de multi-objet peut être trouvée, par exemple, dans cette phrase de Le Corbusier (1923) : "Dehors est toujours un dedans." En effet, une rue peut être à la fois perçue comme un espace extérieur à l'air libre et comme un espace intérieur délimité par les façades des édifices qui la bordent. De la même manière, dans les rapports entre les trois enveloppes de la Maison N (2006-08) de Sou Fujimoto à Oita, le volume intermédiaire englobe et forme l'extérieur du petit volume, mais il est également englobé et forme l'intérieur du grand volume. Pour reprendre l'exemple du mur, celui-ci relie en même temps qu'il sépare des espaces, c'est-à-dire qu'il les "articule" (Norberg-Schulz 1974). C'est également dans ce sens que Philippe Boudon (2004) parle de "surdétermination" au sujet de la fenêtre en architecture. La fenêtre doit être en relation à la fois avec un extérieur et avec un intérieur, c'est une opération logique de conjonction à partir d'une surdétermination spatiale. Une fenêtre est donc un multi-objet dans le sens où le rapport qu'elle entretient avec l'intérieur ou avec l'extérieur peut être valorisé différemment. Ainsi, dans la chapelle Notre-Dame-du-Haut (1950-55) construite à Ronchamp par Le Corbusier, la spiritualisation de la lumière est mise en avant à partir du travail sur les ouvertures. Chez l'architecte australien Glenn Murcutt, c'est à partir de considération thermiques. Chez Tadao Ando, à partir d'intériorisation. Dans l'école du Bauhaus dessinée par Walter Gropius, à partir de la ventilation. Le multi-objet est un objet qui peut potentiellement convoquer plusieurs dimensions à partir de la même question.

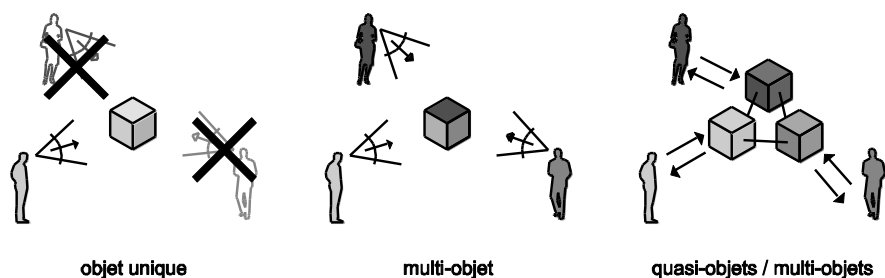


Fig. 10.9 – Les multi-sujets/objets.

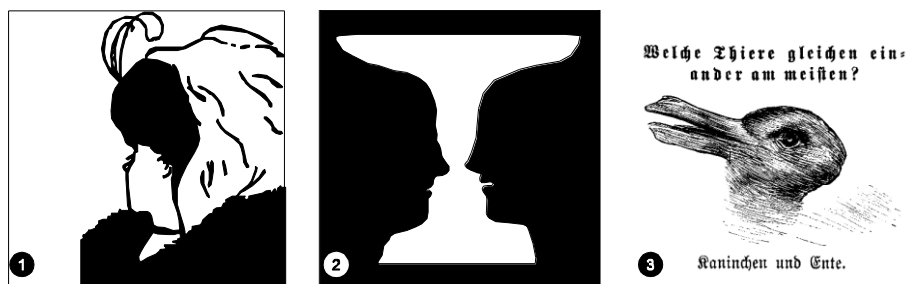


Fig. 10.10 – 01. My Wife and my Mother-in-Law. Ely William Hill (1915, p.11). 02. Le vase-profil d'Edgar J. Rubin (dit vase de Rubin) (1915). 03. Le multi-objet "canard-lapin" (1892).

Le concept de multi-sujet/objet consiste en ce qu'un même sujet/objet puisse être visé à partir de plusieurs points de vue. Il peut donc être utilisé pour rencontrer en tout ou en partie ce que Philippe Boudon (2004) appelle la "surdétermination" du modèle architectural M_i provoquée par les projections identitaires du (co)concepteur, qui permet les jeux de qualifications des sujets/objets au cours du processus de (co)conception architecturale.

Un multi-sujet/objet peut être qualifié de *nomade*, de *flottant*, d'*intermédiaire*, de *strate* et/ou de *réservoir*. Les sujets/objets-nomades/flottants/intermédiaires/strates/réservoirs peuvent donc être considérés comme des cas particuliers des quasi-sujets/objets. Les sujets/objets-nomades ont les contenus qui *évoluent* ; les sujets/objets-flottants modifient temporairement les relations entre les éléments ; les sujets/objets intermédiaires *transmettent* des points de vue ; les sujets/objets-strates *accumulent* les points de vue au cours du temps ; les sujets/objets-réservoirs possèdent un potentiel *MEI*.

Développée par Christian Girard (1986), l'idée de "concept nomade" inverse le rapport de la métaphore au concept : ce n'est plus la métaphore qui est référée au concept, mais bien le concept à la métaphore. Les concepts sont alors irrémédiablement autonomes en architecture comme dans les autres disciplines sous l'effet du procès de la connaissance. Un même mot peut être successivement associé à des sens totalement différents. À l'image du langage où un mot n'a de sens qu'en fonction des autres mots de la phrase et de l'ordre de succession de ceux-ci. Les sujets/objets nomades peuvent être développés en architecture. Bien qu'un su-

jet/objet puisse être porteur d'un contenu à l'instant k , au cours du processus $(t_0, t_1, t_2, t_3, \dots, t_k, \dots, t_n)$, ce contenu peut évoluer en fonction de la connaissance du sujet/objet projetée par le (co)concepteur.

Les thérapeutes français Pierre Caillé et Yveline Rey (1994) suggèrent l'utilisation d' "objets flottants" dans le cadre de thérapie à l'aide de l'approche systémique. Dans ce cadre, la famille et le thérapeute partagent alors un "espace intermédiaire" qui est un "champ d'expérimentation et de découverte partagé". Cet espace d'échange est à la fois métaphorique (illustration de la modélisation du cadre de rencontre souhaité) et réel (concret dans la géométrie de la salle). Ce dispositif permet de modifier le cadre dans lequel les membres de la famille et le thérapeute se situent et il permet également la construction d' "objets flottants" dont l'émergence est nécessairement accidentelle. Les "objets flottants" ne sont pas tout à fait des "objets transitionnels" au sens du pédiatre et psychanalyste anglais Donald W. Winnicott (1971). En effet, la présence d'un objet flottant permet de comprendre la relation entre un autre objet et le système (ou entre deux objets), alors qu'un objet transitionnel est là pour combler un manque affectif constant. Créé à dessein par le thérapeute, le sujet/objet flottant est un élément ajouté, mais temporaire, qui permet de changer le contexte d'autres sujets/objets du système de manière à faire apparaître les relations cachées du système. De la même manière, la présence d'un sujet/objet *flottant*, temporairement dans l'espace de l'architecturer Esp_2 , peut mener à une modification fortuite des interactions entre les éléments du modèle statique $M_{i,2}$, ce qui permet alors au (co)concepteur de se (re)présenter différemment les éléments sur lesquels il travaille. L'objet-flottant est initialement indéfini jusqu'à ce que le (co)concepteur lui donne une utilité pour re-cadrer le modèle architectural en cours de (co)conception.

Le (co)concepteur peut former des sujets/objets *intermédiaires* lorsque le projet d'architecture en cours est l'occasion d'une rencontre entre plusieurs points de vue de (co)concepteurs différents ou de la création d'un espace de l'architecturer Esp_2 partagé. Un sujet/objet modélisé dans le modèle architectural M_i peut être porteur d'un contenu et permettre la transmission d'un point de vue d'un (co)concepteur à un autre. L'existence d'un sujet/objet intermédiaire suppose qu'une communication soit possible entre deux (co)concepteurs et donc que ceux-ci partagent quelques clés culturelles. Un objet intermédiaire ne doit pas être confondu avec la médiation opérée par les médias Md_i bien que ces derniers puissent être les supports physiques des échanges entre les (co)concepteurs par l'usage d'objets/sujets intermédiaires. Si bien que, dans une certaine mesure, même les édifices peuvent être des médias Md_i porteurs d'un sens laissé là, par d'autres (co)concepteurs. Un bâtiment sur pilotis apprend à l'observateur des choses sur l'environnement : il montre que la zone d'édification est inondable.

D'après André Corboz (1983), le territoire n'est pas une "donnée", mais le résultat de divers "processus" de modification, spontanée ou due à l'intervention des hommes. Les "habitants" ne cessent de (ré)écrire les sols de cet artefact en construction permanente qu'est le territoire "comme le résultat d'une très longue et très lente stratification qu'il importe de connaître pour intervenir". André Corboz

nomme ce "phénomène d'accumulation" multi-dimensionnel, non par le concept archéologique de *stratification*, mais par celui de "palimpseste" dans le sens où les couches peuvent être minces, voire lacunaires (on ajoute, mais on peut également effacer). Le concept de "palimpseste" utilisé par Alain Corboz à propos du territoire peut être étendu aux sujets/objets présents dans tous les niveaux d'étendue de l'espace de l'architecture *Esp₂*, si bien que, même au niveau de l'édifice, la hiérarchisation (et donc la distinction) des strates historiques détermine souvent la méthode de restauration à utiliser. Par extension, un sujet/objet-*strate* montre que les sujets/objets apparaissent pour le (co)concepteur à un état *k* du processus, précédé historiquement par toute une série d'états potentiels. Un sujet/objet-*strate* n'existe qu'à partir du moment où il fait partie d'un ensemble d'occurrences appartenant à un même niveau logique. Les strates fonctionnent au minimum par deux, la première existant et se tenant en dessous de la seconde (*sub-sistere* et *sub-stance*). En reprenant l'exemple du mur, celui-ci peut avoir été construit en plusieurs fois par strates successives, il peut avoir occupé plusieurs fonctions à des époques différentes. La stratification est un phénomène facilement imaginable pour l'accumulation des matières construites (*M*), des énergies déployées (*E*) et des savoirs constitués (*I*). Mais elle peut également s'appliquer à l'histoire des édifices (par exemple l'analyse de l'évolution des fonctions, des structures, des formes, des usagers...)... ou des agents (souvenirs d'enfance, connaissances accumulées, expériences vécues...). Un sujet/objet qui subit plusieurs qualifications successives par un même (co)concepteur à plusieurs moments ou par plusieurs (co)concepteurs différents qui se relaient au cours d'un processus de (co)conception est un sujet/objet-*strate*. Un sujet/objet-*strate* exprime également la qualité qu'à celui-ci d'être un réservoir. Chaque sujet/objet est porteurs d'un potentiel (*MEI*) de matière, d'énergie ou d'information qui peut être libéré par l'élément. Ils peuvent stocker des ressources (*MEI*) primaires ou secondaires qui peuvent influencer le comportement d'adaptation du modèle dynamique *M_{i,3}* au cours du temps. Les sujets/objets-*strates* ont des potentiels *MEI* fluctuants au cours du temps, en fonction des contingences historiques : augmentation d'extériorisation d'informations, diminution d'énergies potentielles...

Les différents types d'éléments du modèle statique *M_{i,2}* qui peuvent être modélisés dans l'espace de l'architecture *Esp₂* par le (co)concepteur tels que définis ci-avant forment une typologie minimale des sujets/objets. À tout moment, le (co)concepteur peut en définir d'autres en cas de besoins. Les différents types de sujets/objets peuvent également être combinés.

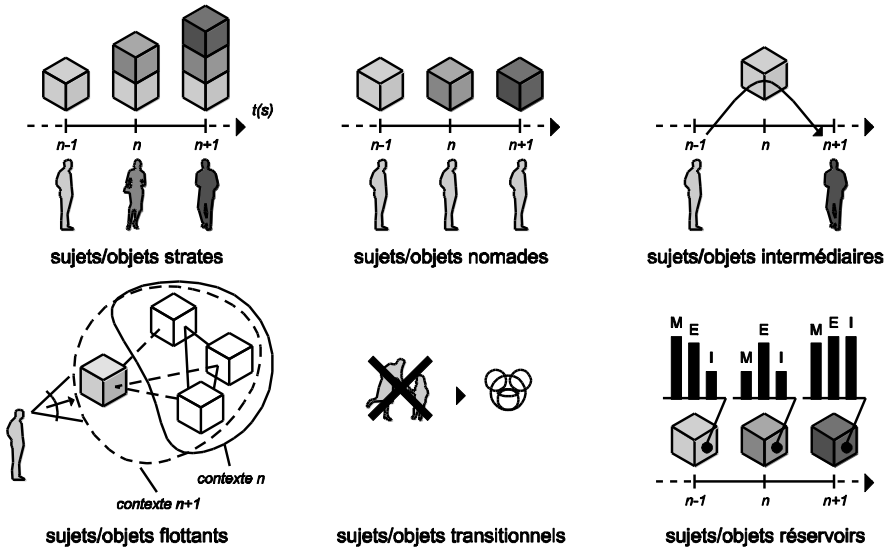


Fig. 10.11 – Typologie des sujets/objets.

10.5 Les relations ($Q_{2.3}$)

La relation est un questionnement structurel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse toutes les relations, leurs types et leurs influences sur le modèle et son actualisation. Comme pour les éléments, des relations de base peuvent être définies pour chacune des dimensions du projet d'architecture.

Pour Aristote, une relation est "le caractère de deux ou plusieurs objets de pensée en tant qu'ils sont conçus comme étant, ou pouvant être, compris dans un acte intellectuel unique, de nature déterminée" (Lalande 1926). Définie à partir des éléments, la relation est le caractère de deux éléments tel qu'une modification de l'un entraîne une modification de l'autre.

Une fois que les éléments ont été questionnés analytiquement par le (co)concepteur, les relations entre ceux-ci peuvent l'être systématiquement. Mathématiquement, à partir de quatre éléments, une (sur/sous-)structure possède potentiellement plus de relations que d'éléments (cf. Fig. 10.4-3, p.276). Le (co)concepteur doit qualifier les relations parce qu'elles peuvent être à sens unique ou à double sens, avoir un effet positif ou négatif, être inhibitrices ou excitatrices, constituer une véritable boucle de régulation, être exo-gènes ou endo-gènes... Les relations prennent place entre toutes les autres entités structurelles du modèle statique $M_{i.2}$: à travers une limite, entre le contexte et une (sur/sous-)structure, entre deux (sur/sous-)structures, entre une (sur/sous-)structure et un élément ou encore, entre deux éléments. Le (co)concepteur interprète/projette l'existence de liens entre les états (non aléatoires) d'au minimum deux de ces entités. Les relations peuvent apparaître entre différents niveaux logiques, elles peuvent être hiérarchisées, imbriquées. Le réseau qu'elles constituent permet les échanges des

ressources *MEI* primaires et secondaires. Elles mettent également en valeur des (différences de) potentialités *MEI* lorsqu'elles sont modélisées en tant que canaux dans lesquels peuvent se manifester les flux *MEI* (message, onde, sonore, signal électrique, onde électromagnétique...). Ce réseau est alors constitué de tuyaux, de fils, de câbles, de nerfs, de veines et d'artères, de routes, de canaux, de pipe-lines, de lignes électriques, de canalisations, d'antennes...

Les relations spatiales sont les plus étudiées en architecture lorsqu'il s'agit de (re)lier des éléments structurants d'un édifice. La continuité des parois de la Casa Milà (1906-10) d'Antonio Gaudi à Barcelone, l'intersection des volumes du Pavillon Graubner (1983) de l'artiste allemand Erwin Heerich au Museum Insel Hombroich de Neuss (Allemagne) ou les articulations de plans du Pavillon de Barcelone (1929) de Ludwig Mies van der Rohe sont des exemples emblématiques d'articulations spatiales, respectivement par juxtaposition, par imbrication et par le vide.

Tout comme pour les éléments, une typologie minimale des relations est dégagée selon que celles-ci sont (co)construites par le (co)concepteur *sur* ou *entre* des éléments (cf. Fig. 10.12, p.289). Elles sont (co)construites par le (co)concepteur *sur* des *objets* par projections anthropomorphiques et *entre* des *sujets* lorsque le (co)concepteur projette sur eux des processus communicationnels potentiels. Les relations projetées *sur* des objets (réels ou non) mobilisent des flux *MEI*, tandis que les relations *entre* sujets sont de l'ordre de la communication inter-personnelle.

Différents types de relations sont d'abord distingués du point de vue des liaisons entre différents éléments structurants du modèle statique $M_{i,2}$. Les supra/quasi/infra-sujets/objets en présences vont avec l'apparition de méta/inter/proto-relations ($\uparrow$, $\leftarrow$, $\rightarrow$, $\downarrow$). Pour poursuivre avec l'exemple du mur, celui-ci pris globalement en tant que supra-objet entretient une proto-relation du point de vue de la construction avec les briques qui le composent. Ces dernières, en tant qu'infra-objets, entretiennent avec lui une méta-relation, alors qu'entre elles, elles sont en interaction. Du point de vue des niveaux logiques, une *interaction* est une relation entretenue entre deux entités structurelles ((sur/sous-)structures, éléments, relations et limites) qui appartiennent au même niveau logique. Une *proto-relation* est une relation avec une infra-structure d'un niveau logique inférieur par rapport à la structure observée, tandis qu'une *méta-relation* est une relation avec une super-structure d'un niveau logique supérieur par rapport à la structure observée. Lorsque la relation marque le passage à un niveau logique supérieur au sein du réel augmenté R^* , elle est considérée comme une *méta-relation* par rapport au niveau logique observé. La théorie des types a d'ailleurs montré la distinction entre les relations d'inclusion (classe à classe) et d'appartenance (élément à classe).

Les relations peuvent être endo-gènes ou exo-gènes. La relation *endo-gène* est une relation entre deux éléments appartenant au même modèle statique $M_{i,2}$ (entre deux éléments du même système), tandis qu'une relation *exo-gène* est une relation entre un élément appartenant au modèle statique $M_{i,2}$ et un autre élément appartenant au contexte local Cxt_i du modèle architectural (entre un élément du système et un élément du contexte de celui-ci). Ainsi, du point de vue de la spatialité, du côté objet, des relations endogènes sont établies entre les espaces des

différentes pièces d'un édifice par des interfaces tels que des entre-portes, tandis que des relations exo-gènes sont amorcées entre l'espace intérieur et l'espace public extérieur du contexte de l'édifice par l'intermédiaire de dispositifs tels que le seuil ou les baies. Du côté du sujet, l'intelligence est intra-personnelle par la conscience du moi et extra-personnelle par la connaissance des autres. D'autres jeux existent pour filtrer les relations exo-gènes tels que la dialogique plein/vide du point de vue de la composition, les principes de la clôture et de la continuité du point de vue topologique, les additions/soustractions volumiques du point de vue volumétrique.

En architecture, la relation d'articulation est très importante. L'articulation est un complexe relationnel (la plupart du temps d'ordre spatial). Elle est à la fois le point de *disjonction* et d'*assemblage* de parties d'un ensemble ayant des fonctions distinctes au sein de cet ensemble. L'articulation est une relation unique entre différents éléments et (sous-)systèmes pouvant appartenir à différents niveaux logiques. Christian Norberg-Schulz (1974) montre qu'au cours de l'histoire la méthode d'articulation des différentes parties d'un édifice est à chaque époque tributaire de la conception du monde de l'époque (présence anthropologique de l'Antiquité, transcendance médiévale, élan gothique, systématisme de la Renaissance, dynamisme et inquiétude du Maniérisme, "juxtaposition pulsante" dans l'espace baroque...). Pierre von Meiss (1986) montre que les objets sont composés soit par "articulation" lorsque le "rôle particulier des différents éléments constitutifs du bâtiment" est mis en valeur et que l'autonomie des parties des édifices est accentuée, soit par "continuité" lorsque les éléments sont "fusionnés" et que l'autonomie des parties diminue. Il distingue donc l'"articulation positive" (le relief), l'"articulation négative" (le joint en creux), l'"arête vive" (l'angle vif ou la ligne) et la "fusion des faces" (la façade continue). Du point de vue de la spatialité, trois articulations particulières existent donc : la *juxtaposition*, l'*imbrication* et l'*articulation par le vide*.

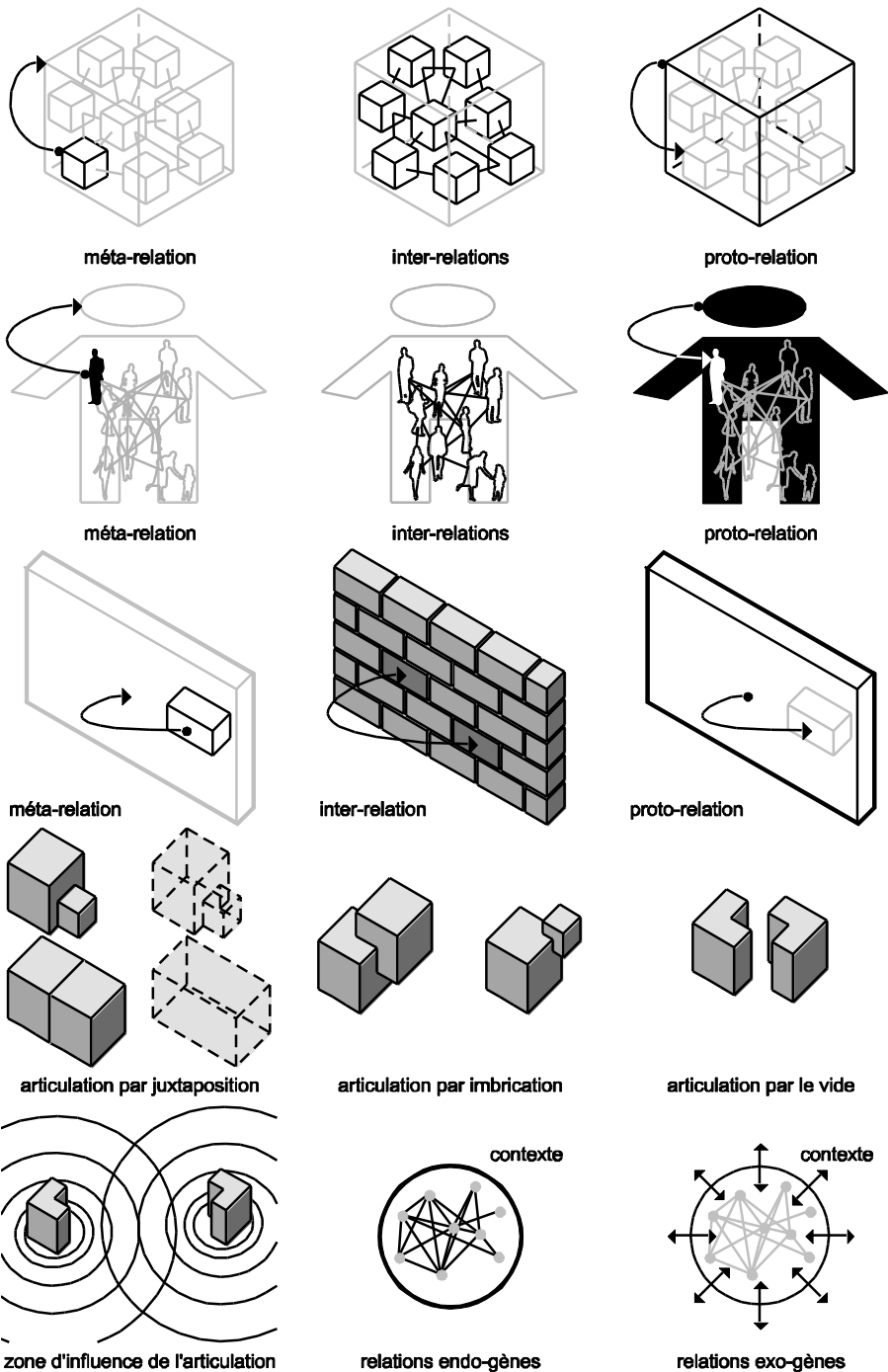


Fig. 10.12 – Typologie des relations.

11 ÉTUDIER LE FONCTIONNEMENT DU MODÈLE ARCHITECTURAL (Mod_3)

11.1 Le modèle dynamique ($M_{i,3}$)

Dans les deux premiers modules de la modélisation, le modèle architectural M_i a été successivement observé en tant que modèle agrégatif $M_{i,1}$ à partir des ensembles Ens_i pour in-former l'espace architectural du projet (Mod_1) et en tant que modèle statique $M_{i,2}$ à partir des (sur/sous-)structures $Struct_i$ pour construire le modèle architectural (Mod_2). Dans ce troisième module (Mod_3), le (co)concepteur interroge le fonctionnement du modèle architectural M_i lorsqu'il vise celui-ci en tant que modèle dynamique $M_{i,3}$ à partir des (sur/sous-)systèmes $Syst_i$. Après avoir établi quels étaient le contexte, les limites et la structure du modèle architectural, le (co)concepteur se demande comment ce dernier se comporte au cours du temps. C'est la phase d'évaluation du modèle architectural. Le (co)concepteur questionne dynamiquement le modèle élaboré dans les deux premiers modules (Mod_1 , Mod_2) afin de contrôler s'il reflète suffisamment la réalité de la situation étudiée et s'il possède une utilité pratique. Le (co)concepteur étudie le fonctionnement émergent possible de la structure hiérarchique du modèle statique du projet d'architecture.

Le passage du modèle statique au modèle dynamique permet au (co)concepteur de tenir compte des variations potentielles qu'il souhaite interpréter/projeter depuis/vers le projet d'architecture en cours de (co)conception. Ces variations fictives se produisent lorsque le (co)concepteur décide que des flux MEI sont échangés entre des entités structurantes du modèle architectural ou entre celui-ci et le contexte avec lequel il interagit, lorsqu'il imagine le comportement potentiel des (futurs) acteurs du projet d'architecture. Il détermine les comportements des entités structurantes du modèle (limites, (sur/sous-)structures, éléments et relations). Pour évaluer le modèle architectural, le (co)concepteur met en place des scénarios, des tests théoriques... Il tente de se prouver que le projet qu'il propose est faisable. Il imagine des séquences visuelles ou des mises en scène possibles. Comment l'usager entre-il dans le futur édifice ? Comment est-il perçu de loin ? Comment l'usager ressent-il l'espace intérieur ? Comment la lumière entre-t-elle ? Le (co)concepteur imagine donc des scénarios d'utilisation, des scénographies, des rythmes d'occupation...

Ce modèle est dynamique en raison de l'introduction de la temporalité dans les questionnements. Le temps n'est pas considéré ici en tant que l'une des deux dimensions fondamentales du réel augmenté, mais en tant que mise en fonction-

nement fictive du modèle architectural observé. Le (co)concepteur tente des simulations du projet d'architecture, il joue sur les valeurs associées aux conditions initiales pour créer des scénarios alternatifs prospectifs. Durant cette phase de simulation, le (co)concepteur fixe des invariants et joue sur les variables et les contraintes pour prévoir d'hypothétiques résultats : des configurations d'ensemble, des hiérarchies structurelles et/ou des systèmes fonctionnels, en fonction des agencements qu'il élabore ou des décisions qu'il prend. Au cours de cette phase de simulation, le (co)concepteur joue sur les différentes entités structurelles et les flux différents *MEI* qui animent des relations lorsqu'il leur associe, au gré des tentatives, un statut d'invariant, de contrainte ou de variable. Ces trois statuts jouent des rôles différents dans le fonctionnement du système observé et peuvent être remis en cause à chaque passage du (co)concepteur par les questionnements du module évaluation (*Mod*₃).

Les *invariants* sont des entités que le (co)concepteur décide de considérer comme fixées et non susceptibles de se transformer dans le système étudié. Certaines entités sont volontairement considérées comme invariantes pour les besoins de la modélisation. Ainsi, le modélisateur peut-il décider que, par exemple, l'emprise au sol de l'édifice ne dépassera pas 200 m², ou qu'il sera accessible aux personnes à mobilité réduite, ou que le budget ne sera pas dépassé – et ce, quelle que soit l'évolution du projet. Les invariants stabilisent le modèle dynamique *M*_{i,3}, mais si le (co)concepteur n'utilise pas les variables, ils peuvent aussi le rigidifier au point de le rendre impossible à (co)concevoir.

Les *contraintes* stabilisent le modèle dynamique. D'un côté, elles peuvent limiter les capacités d'adaptation et de réaction de celui-ci, mais, de l'autre, lorsqu'elles sont dépassées, elles peuvent modifier la structure de celui-ci. Par prudence, les contraintes doivent être prises en considération dès le départ du projet d'architecture, mais elles peuvent toutefois être remises en cause à tout moment au cours du processus de (co)conception. Le dépassement de celles-ci peut en créer de nouvelles. Si, par exemple, le terrain destiné au projet d'architecture est initialement considéré de manière contraignante comme inondable et non-constructible, le (co)concepteur peut toutefois décider d'en tirer parti et proposer un projet sur pilotis : la contrainte de l'inondation potentielle est alors remplacée par une contrainte structurelle.

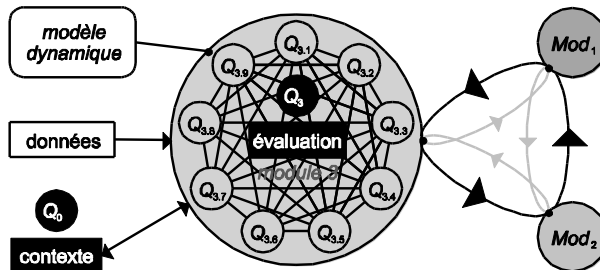


Fig. 11.1 – Le modèle dynamique (*Mod*₃).

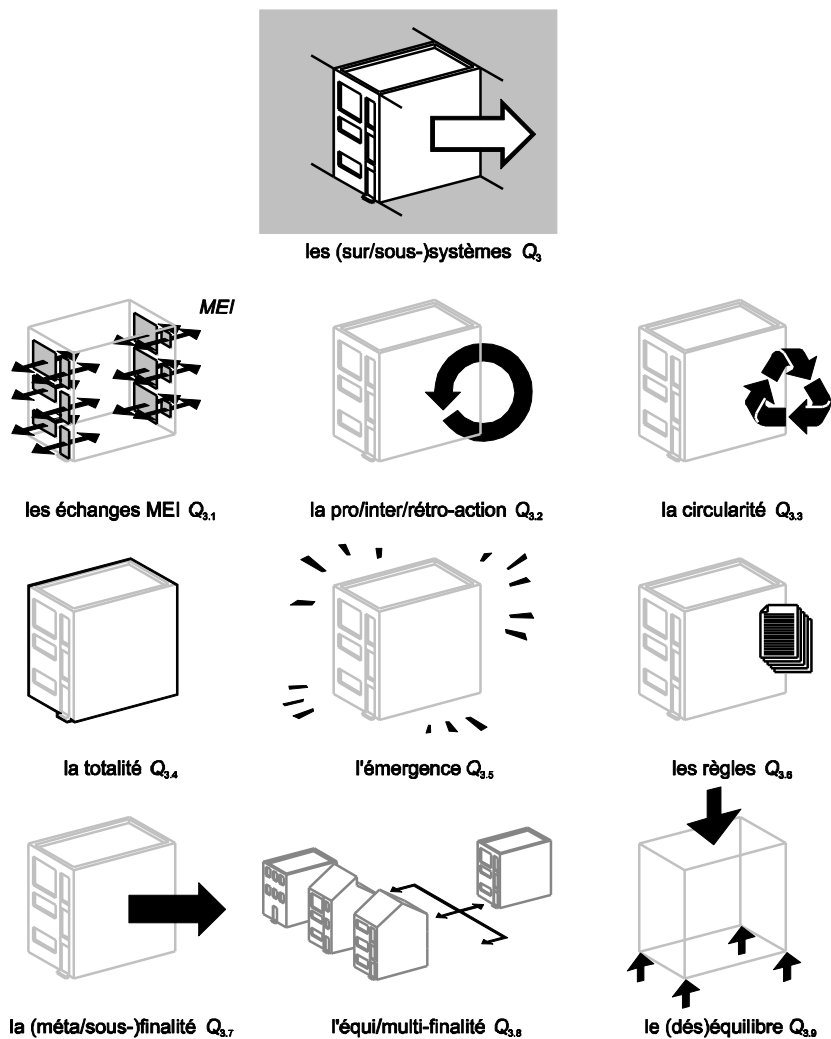


Fig. 11.2 – Les questionnements fonctionnels du modèle dynamique $M_{1.3}$ (*Mod*₃).

Les *variables* modifient le modèle dynamique et changent en fonction des contingences contextuelles et/ou des décisions du (co)concepteur lorsqu'il décide de modifier certains paramètres associés aux éléments structurels du modèle. Ainsi, le (co)concepteur peut, par exemple, considérer que la taille des baies est une variable et opérer plusieurs essais en fonction de paramètres comme la luminosité des pièces, l'orientation, le type de vitrage, le coût des châssis... pour choisir les dimensions adéquates dans le contexte donné. Les variables dynamisent le modèle architectural, mais il est difficile pour le (co)concepteur de prendre des décisions sans invariants ni contraintes. Ensuite, il simule le fonctionnement, et il détermine le comportement du système. S'il estime que le comportement général qu'il inter-

prête/projette depuis/sur le modèle le nécessite, le (co)concepteur tente de le faire évoluer.

Visé à partir des système $Syst_i$ en tant que modèle dynamique $M_{i,3}$, le modèle architectural M_i du projet d'architecture est interrogé à partir des questionnements fonctionnels des modèles architecturaux : les (sur/sous-)systèmes Q_3 , les échanges MEI ($Q_{3.1}$), la (pro/inter/rétro-)action ($Q_{3.2}$), la circularité ($Q_{3.3}$), la totalité ($Q_{3.4}$), l'émergence ($Q_{3.5}$), les règles ($Q_{3.6}$), la (méta/sous-)finalité ($Q_{3.7}$), l'équi/multi-finalité ($Q_{3.8}$) et le (dés)équilibre ($Q_{3.9}$) (cf. Fig. 11.2, p.293).

11.2 Les (sur/sous-)systèmes (Q_3)

Après avoir été questionné à partir du contexte, des ensembles et des structures, le modèle architectural M_i est interrogé par les systèmes. Ce passage de la structure à la fonction peut être comparé au passage de la séparation des connaissances encyclopédiques, que représente la gravure de l'artiste hollandais Jan Cornelis Woudanus montrant *La Bibliothèque universitaire de Leiden* (1610), aux "*Knowledge Graphs*" (cartographies du savoir) de l'Internet, proposés par Google. Ce passage est également illustré par le célèbre schéma de l'informaticien américain d'origine polonaise Paul Baran (1964) qui montre que la structure des communications échangées a évolué depuis des réseaux centralisés – en passant par les réseaux décentralisés – jusqu'aux réseaux distribués. Dans un article célèbre, Christopher Alexander (1965) affirme également que la structure de la ville qui pouvait être comparée à celle d'un arbre (une structure hiérarchisée) est aujourd'hui plus proche de celle d'un réseau (un treillis).

Le (sur/sous-)système est un méta-questionnement fonctionnel du modèle architectural (M_i) qui concerne la modélisation dynamique du modèle (Mod_3) ; il suppose neuf autres questionnements (cf. Fig. 11.2, p.293) : les (sur/sous-)systèmes (Q_3), les échanges MEI ($Q_{3.1}$), la (pro/inter/rétro-)action ($Q_{3.2}$), la circularité ($Q_{3.3}$), la totalité ($Q_{3.4}$), l'émergence ($Q_{3.5}$), les règles ($Q_{3.6}$), la (méta/sous-)finalité ($Q_{3.7}$), l'équi/multi-finalité ($Q_{3.8}$), le (dés)équilibre ($Q_{3.9}$). Le système ($Syst_i$) est un "ensemble d'éléments en interaction dynamique orientés en fonction d'un but" (Rosnay 1975). C'est l'entité structurelle de base du niveau de l'émergentisme systémique Niv_3 du réel augmenté R^+ . La construction mentale d'un système présuppose l'existence d'une structure et donc également d'un ensemble. Dans le domaine de la (co)conception architecture, un grand nombre de systèmes peuvent être (co)construits. Le système observé est ici le modèle architectural M_i lui-même, bien qu'il comporte d'autres (sous-)systèmes qui correspondent par exemple aux différentes visées dimensionnelles de celui-ci.

L'origine du concept de système a déjà été dévoilée précédemment en expliquant l'histoire de l'émergence de la pensée systémique (cf. p.55). Mais qu'est-ce finalement aujourd'hui qu'un système ? Quel est son usage et son utilité ici ?

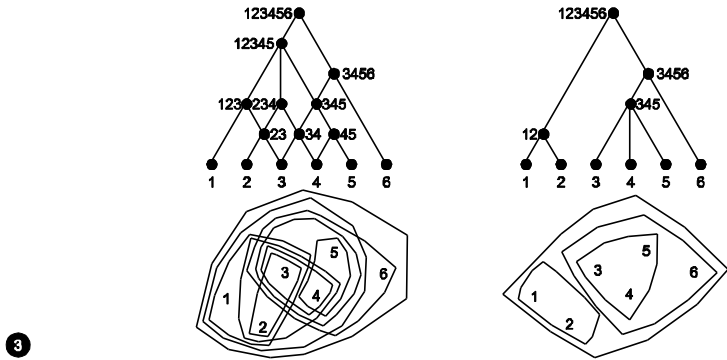
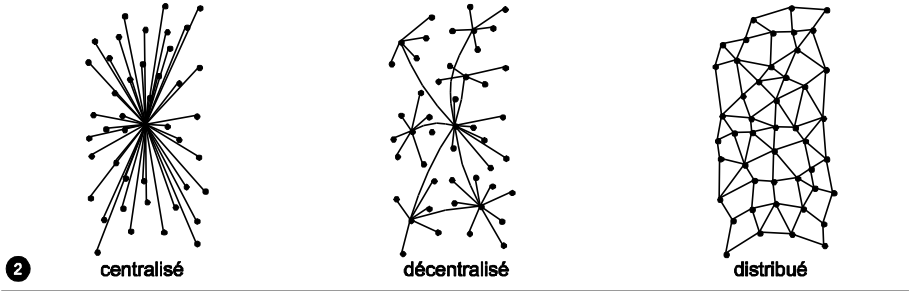
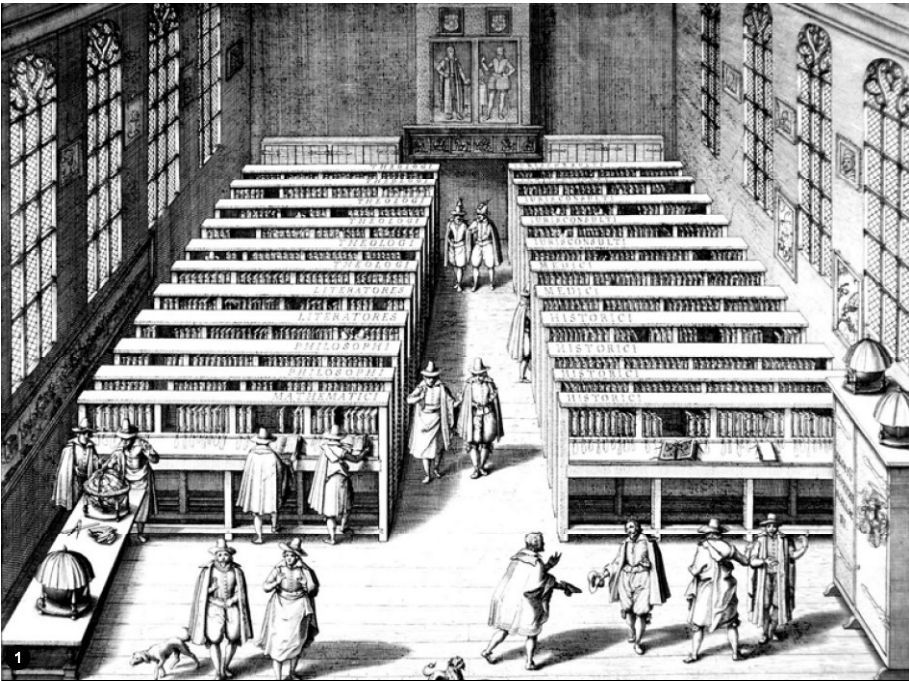


Fig. 11.3 – 1. La Bibliothèque universitaire de Leiden. Gravure de Jan Cornelis Woudanus (1610). 2. Réseaux de communication centralisé, décentralisé et distribué. Adaptation d'après Paul Baran (1964). 3. La ville en forme d'arbre ou en réseau. Adaptation d'après Christopher Alexander (1965).

Pour définir le concept de système ($Syst_i$), outre toutes les autres définitions qui précèdent, la définition qui suit est la plus pertinente. Le *Groupe d'Intervention et de Recherche en Organisation des Systèmes* (GIROS) propose le moyen mnémotechnique "EEIDO", pour Ensemble, Eléments, Interaction, Dynamique et Organisé (cf. Fig. 11.4-1 et 2, p.297). Cette définition du concept de système correspond à celle donnée par Joël de Rosnay dans le *Macroscope* (1975) : "Le système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé en fonction d'un but."

Le système $Syst_i$ doit être distingué de l'ensemble Ens_i et de la structure $Struct_i$. Tous sont des constructions mentales qui n'ont aucune existence réelle, ce qui fera écrire à Edgar Morin (1977) que le mot *système* est d'abord un "concept fantôme". Un système n'a aucune existence en soi, il n'en a un que dans l'esprit du (co)concepteur. Parce qu'il n'a en soi aucune réalité et qu'il peut être créé pour modéliser n'importe quel phénomène observé, le concept de système, fondamental pour la pensée systémique, est également la source principale des critiques adressées par les détracteurs de cette approche. En effet, pour ces derniers, une méthode qui prétend, à priori, que tout ce que contient le réel augmenté R^+ peut être construit à l'aide d'un seul concept opératoire, ne peut raisonnablement pas répondre au critère de réfutabilité (Popper 1934). L'approche systémique ne prétend pourtant pas s'occuper de la réfutabilité ou non de contenus, elle est plutôt une méthode de modélisation de phénomènes qui fournit des (re)présentations utiles, sur la base desquelles d'autres méthodes scientifiques, par exemple la méthode analytique, peuvent travailler.

Une caractéristique de ce concept est d'être général, d'où l'expression de "système général" (1977) employée par Jean-Louis Le Moigne. En effet, "tout ce qui est organisé peut être considéré comme un système, quelle que soit la nature des éléments constitutifs" (Durand & Nunez 2002). L'intérêt de ce type de construction est avant tout une grande capacité d'expression et de (re)formulation heuristique des situations complexes, complémentaire à d'autres méthodes de pensée comme l'analytique.

L' "image d'une cité", par exemple, est pour Kevin Lynch (1960) une expression abstraite qui peut être construite comme un système avec une typologie des éléments (les voies, les limites, les quartiers, les nœuds et les points de repères), en interaction dynamique (l' "image changeante" de la ville) en fonction d'un but (permettre à l'usager de profiter d'une ville ayant une "forte imaginabilité").

Le système $Syst_i$ n'est pas une simple juxtaposition d'éléments e_i . Il est caractérisé par des éléments e_i qui sont en relations r_i d'inter-dépendance les uns avec les autres, organisés en fonction d'un but commun, c'est-à-dire orientés. Le système a donc la capacité d'évoluer vers plus ou moins de complexité. Les relations r_i sont dynamiques, donc évolutives en fonction du temps (et de l'espace). La définition d'un sous-système se fait à partir de critères formels, structurels et/ou fonctionnels, que l'observateur se donne ou qui lui sont donnés. Ces critères peuvent être observables, opérationnels, pragmatiques ou symboliques.

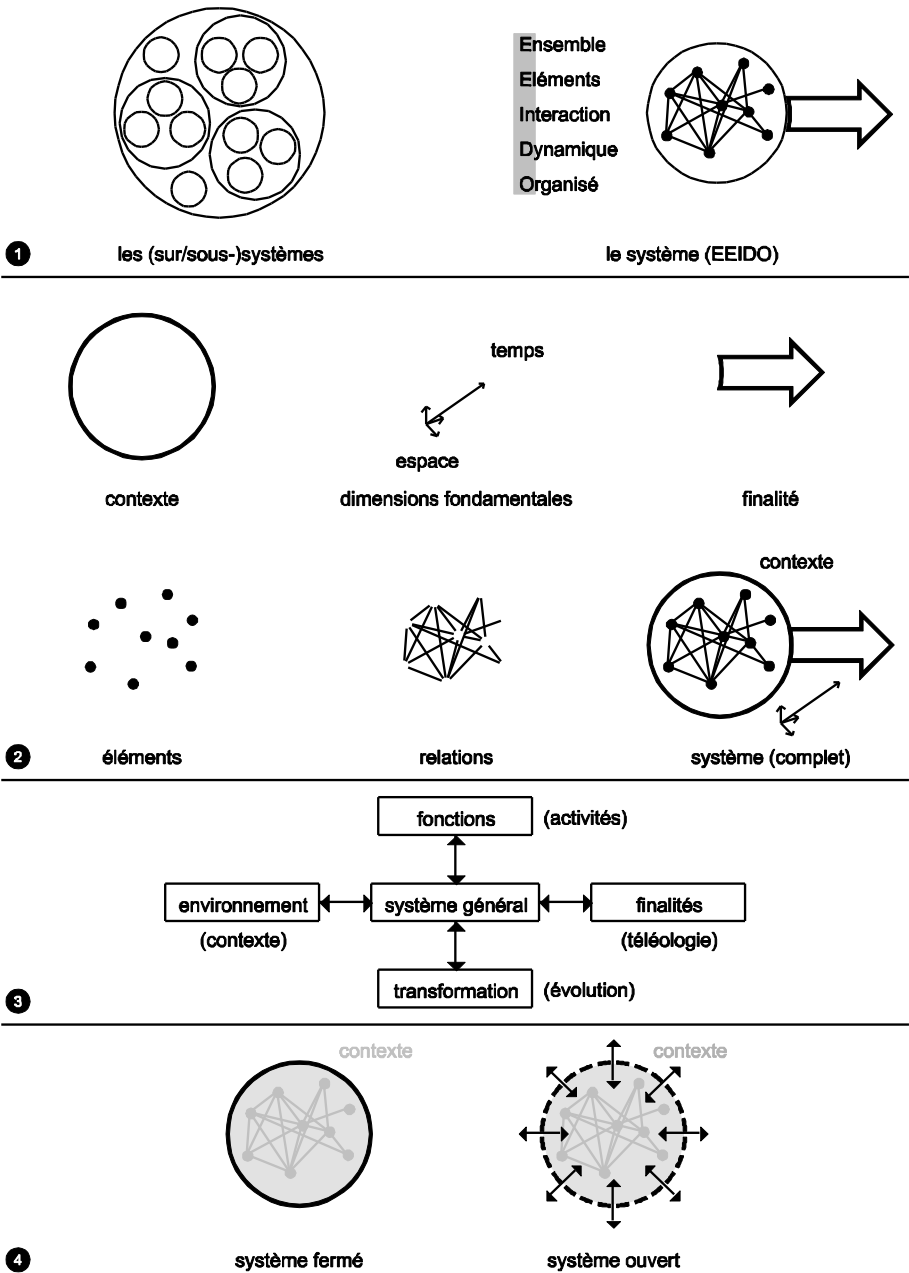


Fig. 11.4 – 1. Définition du concept de système. 2. La construction d'un système. 3. La forme canonique du système général. Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1990, p.40). 4. Les systèmes ouverts/fermés.

Le Moigne (1990 ; cf. Fig. 11.4-3, p.297) donne une définition du "système général", un système est "la représentation d'un phénomène actif perçu identifiable par ses projets dans un environnement actif, dans lequel il fonctionne et se transforme téléologiquement". À partir de cette définition générale, il pense qu'un (sur/sous-)système est également appréhendable à partir de quatre questions. Autrement dit, pour modéliser un phénomène complexe à l'aide d'un système, le (co)concepteur interroge la fonction (il fait quoi ?), l'environnement (dans quoi ?), la finalité (pour quoi ?) et la transformation (devenant quoi ?) du phénomène observé. En reprenant l'exemple tiré de Lynch (1960), l' "image de la cité" est construite par l'usager au cours de sa vie (l'évolution) à partir de ses interactions avec d'autres usagers et avec l'environnement éco-systémique (le contexte), à partir de certaines opérations cognitives (le fonctionnement), pour lui permettre de profiter d'une ville ayant une "forte imaginabilité" (la finalité).

De nombreuses manières de classer les systèmes sont définies en fonction de leurs propriétés ou des types d'éléments qu'ils regroupent. Du point de vue de leur relation avec l'environnement, deux types de systèmes sont à distinguer. Un système *fermé* est simplement défini par les éléments qui le constituent et par leurs interactions à l'aide des outils de la première systémique. Globalement, ce type de système est toujours à l'équilibre puisqu'il est modélisé hors de tout contexte avec des *inputs* et des *outputs* fixés initialement.

À l'origine de la systémique de second ordre, le physicien et chimiste belge d'origine russe Ilya Prigogine (Prigogine & Stengers 1979) (ré)introduit l' "histoire" (irréversibilité du temps) et le "hasard" (imprévisibilité) dans les modélisations scientifiques. Un système passe par une succession d'états au cours du temps et un système à l'état n ne revient jamais à l'état $n-1$. Il montre également qu'en chimie un système qui opère dans un environnement avec lequel il a des échanges d'énergie est sous certaines conditions un "système dissipatif". Quand ce type de système fonctionne loin de l'équilibre thermodynamique, la "balance" des échanges d'énergie qu'il a avec son environnement est telle qu'à partir d'un certain seuil, une nouvelle "structure dissipative" peut apparaître spontanément en dissipant de l'énergie. C'est ce qui est observable lorsque l'eau est portée à ébullition. Bien qu'issu d'un domaine scientifique éloigné, Prigogine (1994) écrit que l' "exemple le plus simple de structure dissipative que l'on peut évoquer par analogie, c'est la ville". Pour lui, la ville est un système en interaction avec son environnement : la "ville est différente de la campagne qui l'entoure", mais si les relations entre la ville et la campagne venaient à être supprimées, "la ville disparaîtrait". Un système *ouvert* est donc défini en fonction des interactions qu'il entretient avec l'environnement dans lequel il est situé. Il n'est jamais à l'équilibre et permet l'émergence de structures nouvelles.

Le concept d'émergence permet également d'articuler la distinction entre les (sous-)systèmes *allo-* et *auto-poïétiques*. Cette distinction a été introduite par Humberto R. Maturana et Francisco J. Varela notamment dans *The Tree of Knowledge* (1987). Ils pensent que les êtres vivants sont caractérisés par le fait qu'ils sont, littéralement, continuellement auto-producteurs", l'organisation qui les

définit est alors une "organisation autopoïétique". Un système auto-poïétique s'auto-produit lui-même (par exemple un être humain), alors qu'un système allo-poïétique produit autre chose que lui-même (par exemple une usine de voitures).

Les systèmes naturels doivent également être distingués des systèmes artificiels (Simon 1969), les concepts théoriques développés pour les premiers étant difficilement transposables aux seconds et inversement :

1. les systèmes "naturels" (vivants ou non) qui sont théoriques, mais construits à partir de phénomènes indépendants, et surtout "indifférents" (de Duve 2009), de la volonté des humains ;
2. et les systèmes "artificiels" (créés par l'homme), comme les artefacts (les machines manufacturées) et les systèmes sociaux.

Outre ces distinctions, différentes typologies des systèmes ont été définies à partir des années 1950, qui se recoupent souvent. Elles permettent de situer les différents (sur/sous-)systèmes utilisés dans le champ de la (co)conception architecturale. Les premières classifications des différents archétypes de systèmes partent des concepts d'arborescence (structure) et de niveaux d'organisation (fonction). Le philosophe américain Kenneth E. Boulding (1956b) a décrit une typologie des systèmes en neuf niveaux : "canevas", "horloge", "thermostat", "cellule", "plante", "animal", "humain", "organisation sociale", "système transcendantal". En se basant sur les travaux de Boulding, Ludwig von Bertalanffy (1968) classe les systèmes en neuf niveaux également au sein desquels il instaure une hiérarchie dans les structures et dans les fonctions : les "structures statiques", les "mouvements d'horlogerie", les "mécanismes d'autorégulation", les "systèmes ouverts", les "organismes de bas niveau", les "animaux", les "hommes", les "systèmes socio-culturels" et les "systèmes symboliques". Dans *The World as a Total System* (1985), Boulding a développé cette typologie dans une seconde classification moins connue : une hiérarchie à onze niveaux, à savoir les systèmes respectivement "mécaniques", "cinématiques", "à rétroaction positive", "créodiques", "reproductifs", "démographiques", "écologiques", "évolutionnaires", "humains", "sociaux" et "transcendants". Parallèlement à ces classifications-là, le physicien et philosophe argentin Mario Bunge énonce une classification (très) générale plusieurs fois (re)formulée (1981 ; 2001) des systèmes en fonction de l'émergence de l'intelligence dans l'évolution des espèces et donc de l'ordre supposé d'apparition des systèmes au cours du temps. Cette typologie comprend sept catégories réparties en cinq niveaux et chaque niveau émerge du précédent en suivant le schéma évolutionniste du monde (cf. Fig. 11.5, p.300). De manière générale, le processus démarre avec les "systèmes physiques" (physio-systèmes, par exemple une roche, un champ magnétique...), passe ensuite par les "systèmes chimiques" (chimio-systèmes, par exemple un feu, une batterie électrique...), les "systèmes vivants" (bio-systèmes, comme une bactérie, un banc de corail...), puis par l'émergence de l'"auto-organisation créatrice" à partir du "système homme" pour aboutir aux "systèmes sociaux" (socio-systèmes, par exemple une troupe de macaques ou une communauté humaine), aux "systèmes d'idées" (systèmes symboliques) et aux

"systèmes artificiels" (techno-systèmes, par exemple une usine ou un hôpital). Pour Bunge (1983), chaque type de "systèmes concrets [...] constitue un niveau d'organisation de la réalité".

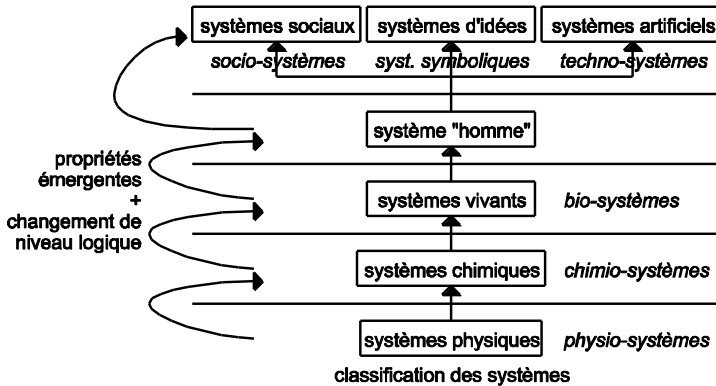


Fig. 11.5 – La pyramide des niveaux d'organisation en direction de l'émergence.
Adaptation d'après Mario Bunge (1983) et Daniel Durand (1979, p.30).

Également adaptée à partir de celle de Boulding (1956a), une des typologies les plus (re)connues est celle définie par Jean-Louis Le Moigne dans *La théorie du système général* (1977), reprise dans *La modélisation des systèmes complexes* (1990) et qui se retrouve légèrement ajustée chez Daniel Durand (1979). alors qu'elle est, selon Le Moigne, "fondée sur les étapes possibles d'une histoire des sciences" (1990), elle s'articule en neuf niveaux. Ces niveaux sont articulés en fonction du degré croissant de complexité des modélisations des systèmes observés et non pas en fonction de la complexité des phénomènes modélisés. Chaque niveau conserve au moins les propriétés du niveau précédent, mais correspond à un saut de complexité (cf. Fig. 11.6, p.302) :

1. l' "objet passif" : le phénomène peut être identifié et distinguable de son environnement. Le modélisateur a une perception minimale du phénomène ;
2. l' "objet actif" : le phénomène est actif et le modélisateur construit le système en imaginant que le phénomène fait quelque chose ;
3. l' "objet actif et régulé" : le phénomène perçu est actif, mais le modélisateur y postule, en outre l' "émergence de quelque dispositif de régulation interne". Le phénomène est alors régulé ;
4. l' "objet qui s'informe" : le phénomène perçu est actif et régulé. Le modélisateur considère en plus que celui-ci s'informe sur son propre comportement à l'aide d'un artefact interne de communication ;
5. la prise de "décision" : le modélisateur considère que le système qui s'informe est également capable de traiter l'information et donc de prendre des décisions de comportement instantanées ;

6. l'émergence de la "mémoire" : le système prend des décisions (instantanées) et le modélisateur pense qu'il est également capable de mémoriser des informations et de les utiliser par la suite pour prendre d'autres décisions ;
7. la "coordination" des décisions : le système est capable de prendre des décisions et d'utiliser sa mémoire. Le modélisateur pense qu'il est aussi capable de coordonner les nombreuses décisions d'action qu'il doit prendre à chaque instant ;
8. l'émergence de l' "imagination" (ou de l' "intelligence") : non seulement le système coordonne ses actions, mais le modélisateur considère qu'en plus il possède un sous-système d'imagination et qu'il est capable d'élaborer de nouvelles formes d'action : il imagine et conçoit de nouvelles décisions possibles ;
9. l' "auto-finalisation" : le système observé est intelligent et le modélisateur considère qu'il possède un sous-système de finalisation et qu'il est capable de prendre ses propres décisions. Le système est dit finalisé.

Le "système avec mémoire" du *niveau 6*, que Le Moigne (1990) appelle "système *OID*", est une forme "canonique" de système d'une grande fécondité au sein duquel s'articulent trois sous-systèmes : (1) le "système des Opérations" (*O*), (2) le "système d'Information-mémorisation" (*I*) et (3) le "système de Décision" (*D*).

Tout phénomène perçu peut être modélisé à partir d'un système. Alors comment en choisir un ? Les différentes typologies des systèmes permettent d'envisager un premier classement des systèmes utilisés dans le champ de la (co)conception architecturale. Les trois architectures (*Arch₁*, *Arch₂*, *Arch₃*) sont des systèmes, lesquels forment ensemble un autre système. Il en va de même pour les trois espaces logiques (*Esp₁*, *Esp₂*, *Esp₃*) et les trois niveaux d'organisation du réel augmenté *R⁺* (*Niv₁*, *Niv₂*, *Niv₃*). Le contexte local *Ctxt_i* est aussi un système et chacune de ses dimensions sont des sous-systèmes. En décomposant graphiquement une axonométrie de la villa Savoye de Le Corbusier (1923), à Poissy (France), Ching (1975) représente par exemple les sous-systèmes de la spatialité, de la structure, de l'enveloppe, des circulations et du contexte. Les différents acteurs de la (co)conception architecturale sont des systèmes naturels, (auto)poïétiques, (auto)organisés et (auto)finalisés et qui possèdent les propriétés du *niveau 9* de la typologie de Le Moigne. Alors que les architectures Arch₁ de l'espace de l'architecture Esp₁, en tant qu'artefacts, peuvent être modélisées comme des systèmes artificiels, elles appartiennent alors au "niveau 'machine' " de la classification de Le Moigne (*niveaux 1, 2, 3 ou 4*).

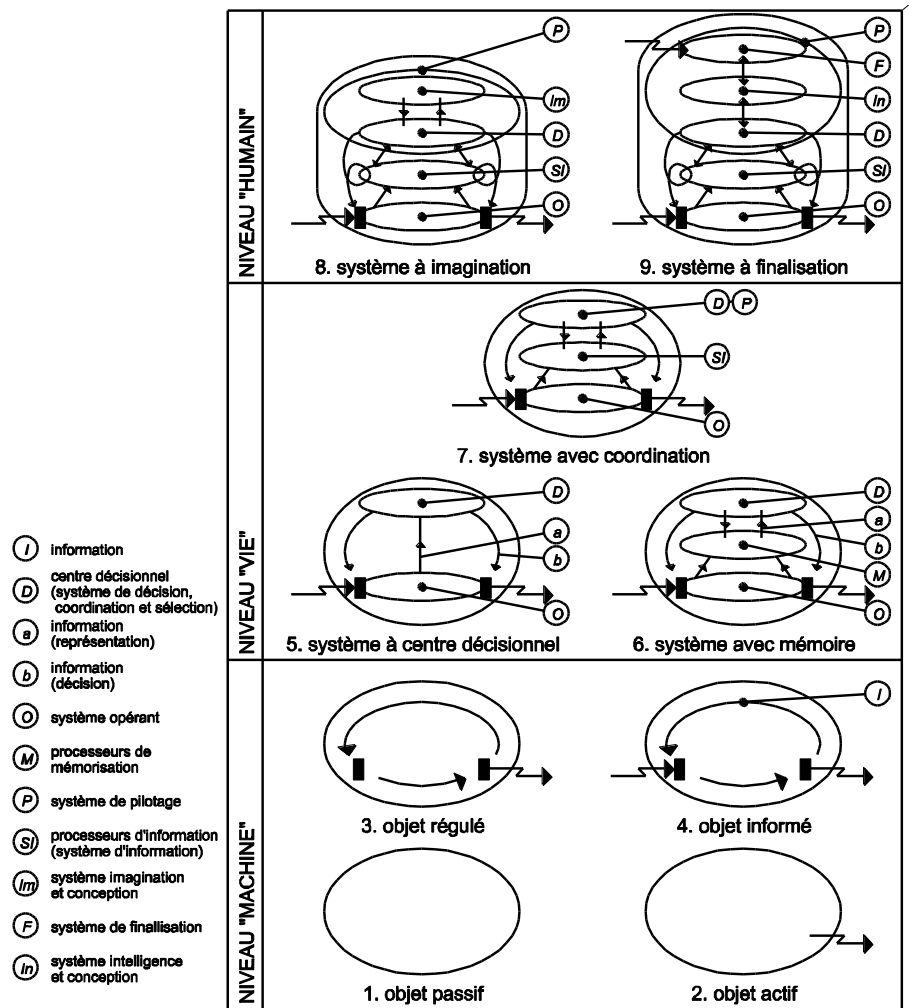


Fig. 11.6 – Les neuf niveaux de complexité des systèmes. Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1977, pp.128-147 ; 1990, pp.58-64) et Daniel Durand (1979, pp.27).

11.3 Les échanges *MEI* (*Q_{3.1}*)

Les échanges *MEI* forment un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse les échanges de matière *M*, d'énergie *E* et d'information *I* entre les différentes entités structurelles du modèle, ou entre celles-ci et le contexte. Ainsi, les éléments et les structures stockent, les limites filtrent et les relations sont parcourues par des flux *MEI*. Les échanges *MEI* entre les différentes parties internes d'un édifice s'expriment par les réseaux de chauffage, de ventilation, d'électricité, d'eau, de câbles (optiques et téléphoniques)...

Au sein d'un modèle architectural M_i en cours de (co)conception, toute entité structurelle ((sur/sous-)structure, limite, élément et relation) peut être émettrice/réceptrice et envoyer/recevoir des flux de matière (*M*), d'énergie (*E*), et/ou d'information (*I*) depuis/vers une autre entité structurelle du système. Ceci est possible à partir du moment où cette entité possède en tant qu'élément une *identité* (comme incitation à l'échange) et une *potentialité* (comme capacité à l'échange). Les flux *MEI* prennent du temps pour être transmis, ce qui correspond aux délais dans le système.

Les relations entre les éléments du modèle dynamique $M_{i,3}$ permettent l'échange au cours du temps de flux *MEI* : le transport de matière *M*, la propagation de l'énergie *E* et la communication des informations *I*. Les flux *MEI* peuvent émerger/renforcer des/les réservoirs. Au cours des échanges potentiels entre le modèle architectural M_i et le contexte local Cxt_i avec lequel il est modélisé, des flux *MEI* sont échangés lors de leurs interactions.

Les potentiels *MEI* des éléments changent également. Le vieillissement, la rénovation, la construction et/ou le recyclage de parties ou de la totalité de l'édifice changent les potentiels de matière. Le bilan carbone, les études énergétiques permettent de simuler les différences de potentiel énergétique des parties de l'édifice. De l'information circule à travers l'histoire de l'édifice, les symboles qu'il véhicule, l'assise existentielle qu'il offre à ses habitants, les constructions de sens qu'il médiatise...

En architecture, certains flux *MEI* s'expriment quantitativement à l'aide d'unités de mesure normalisées. Les mesures sont prises, par exemple, par des compteurs d'eau, de gaz, d'électricité ou de jauges de mazout pour l'énergie *E*, à l'aide d'un modem pour l'information *I*, à l'aide d'une balance pour la matière *M*. D'autres flux architecturaux ne sont pas exprimables : la spatialité particulière d'un lieu où la spiritualisation des parois par la lumière, par exemple, relève plutôt de l'ordre de la qualité.

Pour chacun des trois flux fondamentaux, des édifices emblématiques peuvent montrer les échanges qui apparaissent entre les parties qui les composent, entre les usagers qui les parcourent ou avec leur environnement.

Du point de vue du transport de matière *M* entre l'édifice et l'environnement, l'architecture européenne, par exemple, travaille plutôt, depuis la colonisation romaine, par accumulation de matériaux solides, alors qu'à l'inverse, l'architecture traditionnelle chinoise travaille avec des matériaux légers où chaque élément peut

être déplacé. En Allemagne, la chapelle à Wachendorf (2007) de l'architecte suisse Peter Zumthor est (co)conçue pour valoriser une économie de moyens au niveau du chantier puisqu'une fois la chapelle terminée, le bois de coffrage a simplement été brûlé à l'intérieur pour laisser apparaître les motifs sur les parois intérieures.

Du point de vue des échanges d'énergie E entre l'édifice et l'environnement, le principe d'énergie positive (l'édifice transmet de l'énergie vers le milieu) de certains bâtiments comme le Marché International Support Office (2007) des architectes suisses de Beat Kämpfen à Kemptthal (Suisse) est en opposition avec la consommation effrénée d'énergie de la ville de Las Vegas ou de Times Square à New York. Les architectures *low tech* exprimées dans les jalis, percements traditionnels pour la ventilation naturelle, de l'architecte indien Laurie Baker mobilisent très peu de moyens technologiques face aux architectures *high tech* comme le centre Pompidou (1972-76) des architectes Renzo Piano et Richard Rogers à Paris. D'un côté, le bio-climatisme d'un bâtiment autonome autorise les échanges, de l'autre, le caractère passif d'un bâtiment urbain, pourtant physiquement en réseau avec au minimum ses mitoyens, les interdit. Les sources d'énergie E utilisées par les édifices sont multiples (organique, solaire, combustible, fossile, hydraulique, éolienne, marémotrice, géothermique, nucléaire...) et les différentes formes d'énergies correspondantes le sont tout autant (électrique, chimique, mécanique, potentielle, nucléaire, thermique, lumineuse, de changement d'état...).

Du point de vue des échanges d'information (I) entre l'édifice et le contexte d'autres exemples apparaissent. Le projet de la Mémé (1970) à Kraainem (Belgique) construit par l'architecte belge Lucien Kroll incarne une architecture prétendument participationniste dans laquelle le futur habitant peut – dans une certaine mesure – participer à l'élaboration de son futur logement. Dans les projets de l'architecte allemand Albert Speer seule l'idéologie du dictateur est imposée. Dans les Galeries Lafayette (1996) à Berlin et dans la Torre Agbar (2005) de Barcelone de l'architecte français Jean Nouvel, l'architecture montre les informations par l'intermédiaire d'écrans intégrés dans la façade. Les façades de la villa Müller à Prague (1928-30) de l'architecte autrichien Adolph Loos, pour qui l'"ornement" est comparable à un "crime" (1908), sont censées ne rien exprimer d'autre qu'elles-mêmes.

Les usagers qui parcourent ou habitent les édifices sont également à la base d'échanges MEI . Les agents sont des systèmes vivants porteurs d'une identité et d'une potentialité. Ils sont faits de matière, ils possèdent une énergie thermique (la chaleur corporelle), ils émettent/reçoivent de l'information par la communication inter-personnelle. Ces échanges potentiels sont facilement illustrés dans l'organisation des circulations d'édifices projetés. Les escaliers, les rampes, les passerelles, les coursives, les ascenseurs sont des émetteurs/récepteurs d'humains. Des architectes ont théorisé ces espaces d'échange, comme Le Corbusier (1923) qui fait de la "promenade architecturale" un concept qui exprime le conditionnement de la perception spatiale par le mouvement de l'acteur et son déroulement au cours du temps. Dans le H2Oexpo (1993-97) du bureau NOX au Waterland à Neeltje Jans (Pays-Bas), le flux des utilisateurs fait émerger les sons et les images à l'intérieur de

l'édifice. Plus récemment, des architectes (comme Asymptote, Greg Lynn, MVRDV, Zaha Hadid, Trans-ports entre autres) utilisent des "*datascares*", véritables paysages d'informations et de données qui tentent de simuler en temps réel le comportement du modèle architectural projeté et plus particulièrement les échanges *MEI* et les mouvements des agents.

Mesure	Matière (<i>M</i>)	Énergie (<i>E</i>)	Information (<i>I</i>)
Unité	mct/m ² /m ³ /kg	kWh	Mo/s
Appareil	mètre balance	compteur (eau/gaz/électricité) jauge (mazout)	modem

Table 14 – Les échanges *MEI* en architecture.

11.4 La pro/inter/rétro-action (*Q*_{3.2})

La (pro/inter/rétro)action est un questionnement fonctionnel du modèle architectural *M_i* par lequel le (co)concepteur analyse les régulations dynamiques à l'œuvre entre les éléments du modèle. Celles-ci viennent de l'action pro-active d'un élément sur un autre, de leurs inter-actions ponctuelles, ou de l'action rétro-active du second sur le premier.

Le concept de rétro-action a été développé à partir de la cybernétique (Wiener 1948 ; Ashby 1956 ; Brillouin 1959 ; Beer 1963 ; Maruyama 1963). Pendant la Seconde Guerre mondiale, les scientifiques ont mis au point un missile qui corrigeait régulièrement sa trajectoire pour atteindre sa cible. Le *feedback* (rétro-action) est assurée par une boucle circulaire qui permet au système d'atteindre son but. À chaque instant *n*, une action arrive donc rétro-activement à l'instant juste après *n+1* pour corriger le comportement du système. Le concept de rétro-action a été également développé par les théories de l'information et de la communication. James G. Miller (1978) définit la rétro-action pour les "*living systems*" (systèmes vivants) : si deux *channels* (canaux) porteurs d'informations *A* et *B* existent, elle a lieu lorsque "le *channels B loops back* (reboucle) de l'*output* à l'*input* du *channels A*" et qu'il (re)transmet "une partie des signaux émis par le *channels A*". D'après Miller, la rétro-action est un des "*adjustment processes*" (processus d'ajustement) qui permet de maintenir un système à l'état stable. Que le système modélisé soit ouvert ou fermé, des régulations sont nécessaires pour lui conserver sa stabilité. Cet exemple montre que tout comportement peut être adapté/corrigé à l'aide d'une boucle circulaire d'informations *I*, mais le concept de rétro-action peut être étendu aux deux autres flux fondamentaux du réel augmenté (la matière *M* ou l'énergie *E*). Pour Serge Diebolt (2012), la rétro-action est l' "action des variables de sortie d'un système sur ses variables d'entrée, soit directement (flux autonome), soit indirectement par l'intermédiaire de l'action de ses variables de sortie sur les variables d'entrée de certains systèmes de son environnement, sous condition d'entrée d'information sur le résultat de cette action". Les boucles de rétro-action sont des boucles d'information fermées qui permettent au système de s'adapter aux sollicitations extérieures tout en conservant une énergie constante. Gérard

Donnadieu (2011) rappelle qu'en cours de modélisation il ne faut jamais ouvrir/couper les boucles observées dans un système. En effet, lorsqu'une boucle d'information I est ouverte, le niveau d'énergie E diminue, l'entropie augmente et provoque une augmentation du *désordre* dans le système, lequel n'arrive dès lors plus à s'adapter au changement.

Au sein du modèle dynamique $M_{i,3}$, toute entité structurelle ((sur/sous-)structures, éléments, relations et limites) peut agir sur une ou plusieurs autre(s) entité(s) structurelle(s) présentes dans l'espace de l'architecturer Esp_2 . Le (co)concepteur distingue arbitrairement des actions en observant les comportements potentiels des différentes entités structurelles du modèle architectural M_i . En fonction du moment à partir duquel elles ont lieu par rapport à un état n du système au moment de l'observation, des actions différentes peuvent être distinguées. Si des actions mettent en jeu des entités structurelles à l'état n , celles-ci sont en inter-action. Si une entité à l'état $n-1$ agit sur une autre entité à l'état n , elles sont liées par une relation de pro-action et si une entité à l'état $n+1$ agit sur une autre entité à l'état n , elles sont liées par une relation de rétro-action. Si la rétro-action permet de (ré)équilibrer un système, la pro-action est plutôt utilisée pour anticiper les effets possibles ou prévisibles sur le système de l'une ou l'autres des parties qui le composent ou du contexte. Le concept de *pro-action* est rarement utilisé par les systémiciens, alors que celui de *rétro-action* est emblématique de l'approche systémique. Contrairement à une relation linéaire cartésienne caractérisée par l'unique action causale d'un élément A sur un élément B ($A \rightarrow B$), l'inter-action est une relation duale qui comporte au même état n du système observé une action de l'élément A sur l'élément B et une action de B sur A ($A \leftrightarrow B$). L'effet B produit par la cause A agit simultanément en retour sur la cause A . L'élément B n'est dès lors plus uniquement un effet, pas plus que A n'est uniquement une cause. Les inter-actions viennent des coopérations et des négociations entre les éléments du système. La *trans-action* est une inter-action particulière dans laquelle des entités appartenant à deux systèmes différents inter-agissent. Le principe d'inter-action est aussi appelé par Arlette Yatchinovsky (2005) le principe d'interdépendance. Dans une action finalisée, un minimum de cinq éléments définissent une rétro-action (GIROS 2010-12 ; cf. Fig. 11.7-1, p.307) : (1) le but à atteindre, (2) l'action orientée vers le but, (3) les renseignements reçus en retour, (4) l'évaluation de l'action et (5) les corrections éventuelles.

Dans l'espace de l'architecturer Esp_2 , les pro/inter/rétro-actions ne peuvent être modélisées qu'à partir du moment où le (co)concepteur questionne le modèle architectural M_i – au minimum – à deux états non simultanés. Tout comme les émissions/réceptions MEI , les pro/inter/rétro-actions qui mettent en jeu de tels flux demandent un délai de réponse. Le décalage entre les différents états observés est, pour Miller (1978), la source d'erreurs possibles. En effet, selon lui, le "signal de retour" a besoin de temps pour affecter le système, ce qui fait que la réaction est légèrement décalée dans le temps. Ces décalages peuvent s'additionner lorsque plusieurs boucles de pro/inter/rétro-action existent dans le système.

Différent types de rétro-actions existent. La systémique de premier ordre considèrerait uniquement les rétro-actions négatives et positives, mais à partir de celle de second ordre, le concept de rétro-action évolutive apparaît également.

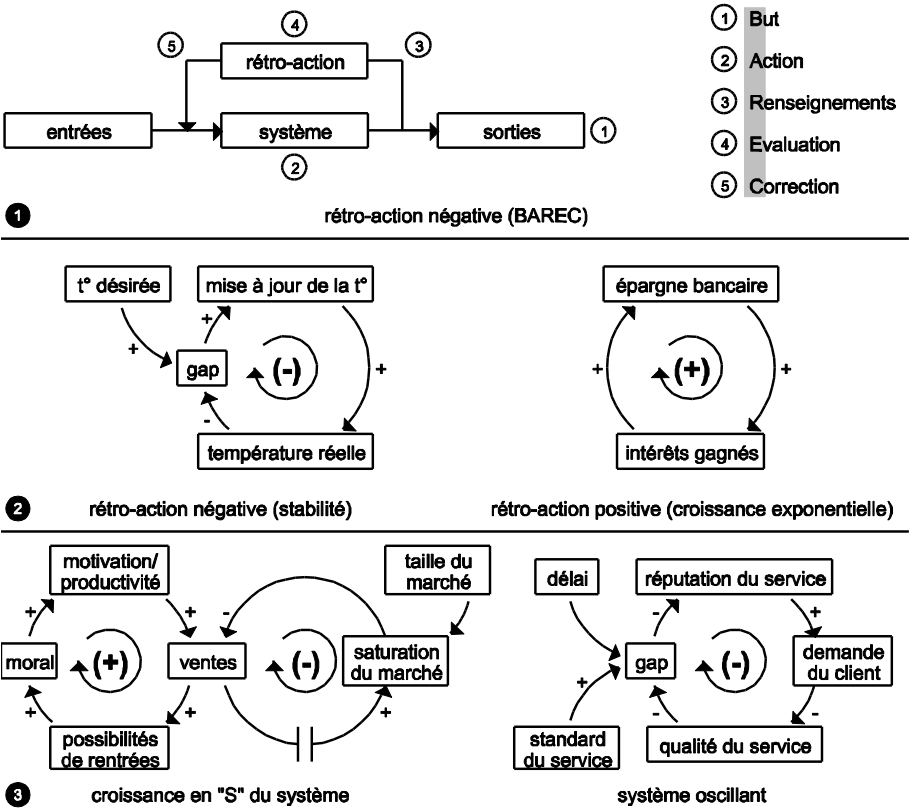


Fig. 11.7 – 1. La rétro-action négative (BAREC) (GIROS 2010-12). 2. Les rétro-actions négative et positive. 3. Les systèmes oscillants et les croissances en "S".

Stabilisatrice ou compensatrice, la rétro-action *négative* permet au système de garder un certain état d'équilibre, puisqu'elle tend à le ramener systématiquement à un état initial. Elle modélise la recherche perpétuelle d'équilibre d'une partie des éléments du système en fonction du temps. Les mécanismes de rétro-actions négatives peuvent empêcher tout changement de structure en maintenant la stabilité du système envers et contre tout. La réaction compense la grandeur d'entrée en assurant une régulation qui agit contre les effets de l'environnement (Durand 1979). Elle mène le système à la convergence vers un but (Rosnay 1975), avec la réalisation et le maintien de relations stables (Watzlawick *et al.* 1967). Elle permet l'ajustement d'un (sur/sous-)système lorsque les effets du contexte changent. C'était la seule rétro-action admise en cybernétique de premier ordre. Quand la polarité de la rétro-action est négative, celle-ci mène généralement le

(sous-)système à l'équilibre. Elle est *généralement* liée à la (méta-)finalité du (sous-)système plutôt que de celle de ses éléments. Pour Miller (1978), "lorsque les signaux sont inversés, de sorte qu'ils diminuent la déviation de la sortie à partir d'un état stationnaire, il s'agit d'une rétroaction négative". La rétro-action négative maintient l'état d'équilibre dans un système et elle "annule une déviation initiale ou une erreur dans la performance".

Amplificatrice, la rétro-action *positive* écarte le système de son état initial. À l'extrême, les mécanismes de rétro-action positive peuvent conduire le système à une succession illimitée de changements de structure qui vont rendre celui-ci instable ou le conduire à des blocages qui vont empêcher son expansion. La réaction agit dans le même sens que l'action principale, l'amplifie donnant lieu à un phénomène cumulatif (Durand 1979). C'est l'accroissement des divergences par amplification ou déviation (Rosnay 1975), qui conduit au changement (Watzlawick *et al.* 1967). Les effets sont cumulatifs (effets "boule de neige"). La "régulation" est une forme de rétro-action positive quand le système doit résister aux actions du contexte. Elle est liée au "bruit" et au désordre, et elle se rattache souvent – mais pas toujours – à un jeu d'acteurs. Quand la polarité de la rétro-action est positive, celle-ci mène *généralement* le (sur/sous-)système vers le *changement*. Pour Miller (1978), lorsque "les signaux sont transmis sur le canal de retour", de telle manière qu' "ils augmentent la déviation de la sortie à partir d'un état stationnaire, la rétroaction positive existe". La rétro-action positive modifie les variables et détruit leurs états stationnaires pour initier des changements dans un système. À moins qu'elle ne soit limitée, une rétro-action positive peut modifier un système au point de le détruire.

Le thermostat (*cf.* Fig. 11.7-2, p.307) est un exemple bien connu de rétro-action négative, puisque ses efforts tendent à maintenir l'ambiance intérieure d'un édifice à température constante. Tandis que le phénomène financier des intérêts composés (*cf.* Fig. 11.7-3) est un bon exemple de rétro-action positive, puisqu'il mène à un mouvement exponentiel, mais pas infini, de profit.

Dans la pratique, les rétro-actions négatives et positives peuvent agir ensemble pour former des *croissances en S* ou des systèmes *oscillants* (*cf.* Fig. 11.7-4, p.307) et d'autres modèles plus évolués de mise en relation par l'action existent tels que les rétro-actions *évolutives* et *ago-antagonistes*.

Développé initialement dans la théorie du chaos, le concept de rétro-action *évolutive*, ou explosive, complète les rétro-actions négative et positive. Elle apparaît lorsque des fluctuations amplifiées conduisent à l'émergence de changements discontinus et permettent à l'organisation de changer de structure si nécessaire. Prigogine (1994) a montré que, contrairement aux "systèmes stables" étudiés par la physique classique qui sont perceptibles à l'échelle humaine, la description au niveau microscopique du réel *R* ne peut s'opérer que par le biais de systèmes dynamiques "instables". L'émergence soudaine de l'ordre à partir du chaos, inhérente aux "systèmes instables", vient du fait que dans les "structures dissipatives", le chaos est source de structure. Pour Prigogine, le chaos est également "déterministe" si des probabilités et des statistiques sont utilisées, puisqu'une variation

infime des conditions initiales d'un système dynamique dit "chaotique" bouleverse complètement son évolution. En effet, "deux trajectoires aussi voisines que l'on veut à l'instant initial divergent exponentiellement avec le temps". La rétro-action-évolutive est donc source de créativité et de changement.

Les boucles *ago-antagonistes* ont été développées par le médecin français Elie Bernard-Weil (1988) qui étudiait les maladies auto-immunes. Il a observé que le déséquilibre hormonal provoqué par la maladie est efficacement combattu par l'administration, non pas des hormones manquantes, mais d'hormones déjà présentes de manière excessive dans l'organisme infecté : ce qui est paradoxal ! Il en a déduit le concept d' "homéostasie pathologique" selon lequel l'organisme vivant trouve des formes stables d'équilibre en dehors de ce qui est habituellement considéré comme normal (la santé). Les boucles de rétro-action *ago-antagonistes* sont, pour Bernard-Weil, "antagonistes" parce que les pôles du couple sont opposés, en conflit ou simplement différents et elles sont "agonistes" du fait que "cette conflictualité a des effets positifs, non destructeurs". La rétro-action *ago-antagoniste* peut être aussi bien positive que négative sans qu'il soit possible de prévoir le moment du changement de polarité. De telles boucles se rencontrent dans les (sous-)systèmes sociaux et dans la communication (inter)humaine. Elles sont à l'origine de phénomènes contre-intuitifs difficiles à appréhender. Les systèmes *ago-antagonistes* peuvent atteindre une stabilité loin de l'équilibre, ils sont alors dits dissipatifs (Prigogine 1968). Les pôles des couples *ago-antagonistes* peuvent être situés au sein d'un même niveau d'organisation où entre plusieurs niveaux d'organisation différents. Tous les éléments en opposition ne sont pas forcément *ago-antagonistes*, ils peuvent être *agonistes* sans être *antagonistes*, ce sont alors de faux couples *ago-antagonistes*.

Dans le champ de la (co)conception architecturale, de nombreux exemples de (pro/inter/rétro-)action peuvent être pointés. Tous les processus cognitifs de (co)conception du modèle architectural M_i sont sujets à de nombreuses pro/inter/rétro-actions : (co)construction du réel augmenté R^+ , opérations de (co)conception, (auto)référentiel, opérations de (re)présentation, opérations de (co)positionnement, opérations d'évaluation... Les rétro-actions négatives sont à l'œuvre au cours du processus de (co)conception lorsque le (co)concepteur corrige constamment le projet par des allers et retours successifs entre différents contraintes, invariants ou variables.

Les constructivistes russes ont élaboré de nombreux projets, non construits, qui utilisaient l'idée de rétro-action. Contrebalançant la rude réalité quotidienne, les architectes soviétiques des années vingt créent de nombreux projets destinés à rester sur le papier. L'enthousiasme devant les nouvelles possibilités qu'ouvre l'idée d'une architecture dynamique se traduit notamment par le projet optimiste du Monument à la III^e Internationale (1920) de Vladimir Tatline dans lequel trois volumes élémentaires (un cube, un cône et un cylindre) sont inscrits à l'intérieur d'une spirale de 400 m de haut, censée tourner sur son axe ! Les édifices des constructivistes sont des "condensateurs sociaux" démesurés. Certains édifices, cette fois matérialisés, jouent avec les rétro-actions. Influencé par la cybernétique,

le plasticien français d'origine hongroise Nicolas Schöffer (1955) – inventeur du spatiodynamisme appelé plus tard l'art inter-actif – pense que les édifices doivent échanger avec le contexte, la lumière, le son et l'espace. Ces quatre éléments sont pour lui les éléments nobles de l'architecture, le béton ou le fer n'en sont que les supports matériels. Il réalise alors des tours spatiodynamiques, cybernétiques et sonores. Dans ses bâtiments, il plonge les usagers dans des atmosphères particulières où le son, les odeurs et les lumières sont pulsées sur un rythme musical avant-gardiste. Christopher Alexander (1964) explique que les esquimaux ouvrent ou ferment leur igloo en fonction du froid : c'est de la rétro-action. Les moucharabiehs automatisés de l'Institut du monde arabe (IMA) (1981-87) de Jean Nouvel à Paris (France) sont munis de diaphragmes, pilotés par des cellules photoélectriques, qui peuvent s'ouvrir et se fermer en fonction de l'ensoleillement, afin de remplir le rôle de régulateur thermique. En Croatie, les orgues marines de Zadar émettent des sons différents en fonction de la hauteur et de la force des vagues qui viennent s'écraser sur la côte. Dans le H2Oexpo (1993-97), pavillon d'expérience de l'eau et installation interactive au Waterland à Neeltje Jans (Pays-Bas), NOX conçoit par exemple un édifice inter-actif : l'utilisateur par ses déplacements dans l'espace intérieur déclenche rétro-activement des sons, des écoulements d'eau et des jeux de lumières. Le bureau deCOI Architects a créé un prototype de mur Aegis Hypo-surface (1999) à Birmingham (Royaume-Uni) qui réagit à la présence des humains.

11.5 La circularité ($Q_{3.3}$)

La circularité est un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur observe qu'au sein du modèle, tous les éléments sont en interaction dynamique et que toute modification de l'un de ceux-ci par le (co)concepteur entraîne une modification de tous les autres, mais aussi du système tout entier.

Le philosophe français Blaise Pascal [1669] montrait déjà que "toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiatement et immédiatement", toutes les choses du réel R s'entraînent par un "lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes". Il tenait donc pour impossible de connaître "les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître en détail les parties".

Le concept de *circularité* vient de l'explication d'un phénomène par la causalité circulaire, plutôt que linéaire. Pour Karl R. Popper (1934), l'"explication causale" d'un phénomène est la "déduction" d'un énoncé qui décrit l'événement à expliquer, à partir de "lois universelles" et d'"énoncés singuliers" établissant les conditions initiales de la déduction. Pour Robert Nadeau (1999), l'"explication circulaire" est une explication où les seules preuves empiriques à l'appui de l'explication sont fournies par le phénomène à expliquer lui-même, ce qui veut dire que l'explication n'est pas testable indépendamment du phénomène à expliquer. Autrement dit, le phénomène est en partie expliqué par lui-même ! Dans un système où les éléments sont en interaction, la cause et l'effet sont liés : la stimulation

et la réponse sont inséparables. Dans un système comprenant n éléments, lorsqu'un élément a d'un système interagit avec un autre élément b , un stimulus de a vers b provoque une réponse qui joue le rôle de stimulus pour un autre élément c et ce schéma se répète dans une chaîne jusqu'à ce que l'élément n stimule finalement l'élément a . Les interactions ne sont pas indépendantes les unes des autres. Un système dont les éléments sont en interaction forme un tout cohérent et circulaire : toute modification d'un élément entraîne des modifications de tous les autres éléments ainsi que de l'organisation entière dans une chaîne infinie de modifications sans retour possible au stade initial.

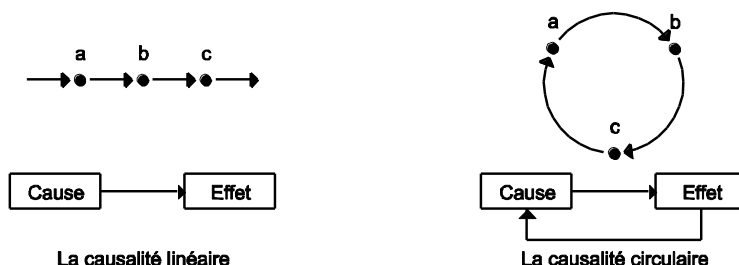


Fig. 11.8 – Les causalités linéaire et circulaire.

La circularité est liée au concept de pro/inter/rétro-action qui rend difficile la distinction entre cause et effet, ce qu'illustre le paradoxe de l'œuf et de la poule. Un système doit être considéré dans sa totalité, dans sa complexité et dans sa dynamique propre. Dans un système, il y a "interdépendance des relations". Puisque le système est caractérisé entre autres par l'existence d'interactions entre les parties qui le composent, celles-ci ne sont pas indépendantes les unes des autres, mais forment un tout cohérent.

L'idée selon laquelle le battement d'aile d'un papillon peut déclencher une tornade à l'autre bout de la terre est bien connue. Lors de la (co)conception d'un projet d'architecture, ce phénomène existe aussi. Plutôt qu'une suite de dominos bien rangés dont la chute de l'un entraîne la chute des autres de manière linéaire, la (co)conception architecturale s'apparente plutôt à un jeu de Mikado. Le déplacement d'une baguette particulière est visée, mais toutes les autres barres peuvent en être affectées, même celles qui ont déjà été déplacées : la causalité y est circulaire. Lorsqu'une des entités structurelles du modèle architectural est modifiée (une sous-structure, une limite, un élément ou une relation), ce sont toutes les autres qui doivent être modifiées de manière circulaire.

Au cours de la (co)conception du projet d'architecture, la circularité est à l'œuvre tout le temps. Le concept de totalité en architecture montre aussi que, lors de la (co)conception *globale* d'un projet d'architecture, le (co)concepteur qui mène une (co)opération de (co)conception sur un modèle architectural M_i et modifie la relation entre deux éléments, change (in)directement toutes les autres relations entre les autres éléments de celui-ci. Au sein du modèle architectural M_i , c'est par exemple le déplacement de l'escalier, qui entraîne l'élargissement du hall, lequel

s'accompagne de la modification de la superficie du living, ce qui favorise le changement des ouvertures, ce qui amène à redimensionner le corps de chauffe... Ou c'est la décision d'agrandir une fenêtre qui change la spatialité de la pièce, ce qui nécessite un changement de place de l'escalier, qui *in fine* pousse le (co)concepteur à modifier à nouveau la taille de la fenêtre. Tous les éléments d'un projet d'architecture sont liés, et la modification de l'un entraîne la modification de tous les autres, puisqu'ils sont tous en *interaction*.

11.6 La totalité ($Q_{3.4}$)

La totalité est un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur interroge la dialogique entre le tout (la structure) et les parties du modèle (les éléments). Lorsque le modèle est consistant, toutes les parties sont nécessaires à la (co)construction du tout et, inversement, ce dernier est nécessaire pour donner sens à chacune d'elles. La totalité en architecture est contenue dans l'idée répandue selon laquelle, lorsqu'un édifice est *bien* conçu, on ne peut enlever aucune de ses parties sans dénaturer le tout. Quand un (co)concepteur parle aujourd'hui de totalité à propos de son projet d'architecture, il ne s'agit pas pour lui de dire qu'il crée une œuvre totale et définitive, mais bien que les différents éléments, relations, structure, niveaux d'espaces, niveaux de temps et configurations dimensionnelles qu'il prend en compte doivent former un tout cohérent dans le projet. C'est louer une vision synthétique du (co)concepteur. Il est évidemment impossible d'appréhender tout le réel dans un projet ; la totalité y est à l'œuvre uniquement dans la partition de réel augmenté R^+ choisie au départ du projet.

Pour Ludwig von Bertalanffy (1968), "un système est un tout non réductible à ses parties". Pour Andrée Piecq (GIROS 2010-12), le tout est "différent" – il peut-être plus, mais aussi moins – de la somme des parties. Un système ne se réduit donc pas à la simple addition de ses éléments. Le concept de totalité est lié au concept d'émergence, dans le sens où un système est différent de ses éléments, parce qu'il appartient à un niveau logique supérieur ($n+1$).

Le concept de totalité est régulièrement apparu en architecture. Chez Vitruve [1673], l'"harmonie" (l'eurythmie ?) de l'édifice vient du fait que les parties sont liées au tout à l'aide de la "proportion" qui est "le rapport que tout[e] l'œuvre a avec ces parties, et celui qu'elles ont séparément à l'idée du tout, suivant la mesure d'une certaine partie". Il compare cette eurythmie au "corps humain" dans lequel "il y a un rapport entre le coude, le pied, la paume de la main, le doigt et les autres parties" et il affirme que "dans les ouvrages qui ont atteint leur perfection, un membre en particulier fait juger de la grandeur de toute l'œuvre". Plus loin, il écrit que la "proportion" dépend du "rapport" que les grecs appellent "analogie". Ce rapport est alors "la convenance de mesure qui se trouve dans une certaine partie des membres et le reste de tout le corps de l'ouvrage, par laquelle toutes les proportions sont réglées" [Vitruve 1673 ; cf. Fig. 11.9-2, p.315]. Pour lui, aucun édifice ne peut être bien ordonné s'il n'a ce rapport et cette proportion et si

"toutes les parties ne sont à l'égard les unes des autres ce que celles du corps d'un homme bien formé sont, étant comparées ensemble" [Vitruve 1673]. Ce principe est illustré notamment par le dessin de Francesco di Giorgio Martini (1492) qui humanise le corps architectural (cf. Fig. 11.9-3, p.315). L'harmonie est définie par Leon Battista Alberti (1442-52) à partir de l'idée que le tout est atteint lorsque le moindre changement peut affecter l'harmonie de l'ensemble. La "beauté" est une certaine harmonie rationnelle de l'"universalité des parties", telle que "toute adjonction, toute suppression ou tout changement ne puisse que nuire à l'ensemble". La "beauté" réside donc dans l'"adaptation réciproque" et l'"harmonie des parties". L'architecte italien Andrea Palladio (1570) reprend à son tour l'analogie avec le corps humain réputé idéal. La correspondance entre le tout et les parties est nécessaire pour atteindre la "beauté" de l'œuvre. La "beauté" résulte "de la forme et de la correspondance du tout aux parties, des parties entre elles, et de celles-ci au tout", de sorte que l'édifice apparaisse comme "un corps entier et bien fini dans lequel chaque membre convient aux autres et où tous les membres sont nécessaires à ce que l'on a voulu faire". Dans son *Encyclopédie méthodique* (1801-20), Quatremère de Quincy définit le mot "proportion" en tant que "système de rapports nécessaires et réciproques entre le tout et les parties". Cette manière classique de composer les édifices considère ceux-ci comme des totalités autonomes hors de tout contexte, en tant que systèmes fermés. Pour composer un projet d'architecture, Durand (1802) propose de combiner un module de base de manière à ce que l'édifice complet forme une totalité dans laquelle les éléments concourent au tout.

S'agissant de la composition des édifices, des théoriciens de l'architecture pensent qu'il faut composer en combinant des éléments, tandis que d'autres pensent qu'il faut le faire à partir de l'unité (du tout). Pour Philippe Boudon (1975d ; cf. Fig. 11.9-1, p.315), les parties dérivent plutôt du tout dans l'architecture organique, alors qu'avec le fonctionnalisme, c'est l'inverse. Ainsi, Walter Gropius – fonctionnaliste – pense qu'une grande diversité d'architectures est possible en développant des *parties* de maisons standardisées qui peuvent être assemblées en une grande variété de types, alors que Frank L. Wright projette des architectures organiques dont la conception ne vient pas de l'assemblage des parties, mais de la dérivation d'un tout par destruction progressive de la boîte.

En cherchant à réorienter les congrès internationaux d'architecture moderne (CIAM), les membres du Team X repensent l'architecture et l'urbanisme en rupture avec les conceptions rationalistes de leurs prédécesseurs. Ils envisagent le concept de totalité et les rapports des parties (les édifices) au tout (la ville) autrement. Au concours pour Berlin Hauptstadt (1957-58) notamment, les architectes britanniques Alison et Peter Smithson créent des projets "*multi-level city*" à l'aide d'une nappe horizontale dans laquelle le tout est organisé à l'aide d'une trame continue et globale tout en laissant aux acteurs de l'espace la possibilité de l'utiliser aléatoirement. Une plateforme réservée aux piétons s'étend au-dessus des rues existantes laissées aux voitures. La plateforme est de forme irrégulière et libre pour laisser la place aux interactions libres entre les piétons, tandis que les rues sont

droites et directes pour favoriser la circulation des véhicules. Pour eux, la "*multi-level city*" n'a pas d'organisation rigide. Il s'agit de créer une "*open aesthetic*" (esthétique ouverte) qui peut varier, croître et s'adapter aux changements sociaux à venir. À la même époque, les Smithson (1957) travaillent également les premiers sur l'idée de "*cluster*" (grappe). Ce dernier est une mise en réseau de plusieurs centres, chacun de ceux-ci étant à son tour une agrégation de plusieurs types d'édifices. Les logements y sont associés et ils forment un système communautaire vivant qui combine des échelles différentes plutôt que comme un agrégat de "machines à habiter" (Le Corbusier 1923) identiques.

En 1961, Georges Candilis, Alexis Josic et Shadrach Woods participent à un concours pour créer 100.000 logements à Toulouse-le-Mirail. Les documents qu'ils produisent utilisent deux dispositifs conceptualisés par Woods : la "*stem*" (tige) et le "*web*" (réseau). Aussi appelé "centre linéaire", le "*stem*" désigne, pour Shadrach Woods (1960), une trame de rues intérieures, suspendues et indépendantes de la circulation automobile, composées à partir du modèle des unités d'habitations de Le Corbusier. Le "*stem*" forme une ossature urbaine neutre qui peut être actualisée en fonction de l'évolution de la société, ce qui renvoie également au questionnement qui concerne la pro/inter/rétro-action des modèles architecturaux ($Q_{3.2}$). En complément du "*stem*", Shadrach Woods (1962) développe également le concept du "*web*" qui consiste à créer une infrastructure horizontale sous la forme d'une nappe régulière et neutre qui peut être remplie à la demande. Évolutive, cette structure permet de concilier les besoins à la fois des habitations individuelles et des constructions collectives. Plutôt qu' "système de circulation", le "*web*" est, selon lui, un "système d'environnement" qui permet d'établir à la fois une "hiérarchisation à grande échelle" et une "expression individuelle à très petite échelle". Différentes sur/sous-totalités cohabitent alors au sein de la ville.

Le concept de totalité peut également être illustré par l'orphelinat d'Amsterdam (1955-62) construit par Aldo van Eyck, édifice emblématique de ce qui est parfois appelé le "structuralisme hollandais". La volonté de van Eyck est d'introduire le concept de totalité en architecture autrement que dans un rapport classique aux ordres et aux proportions. Il utilise une approche qu'il qualifie lui-même de "configurative", plutôt que de structuraliste, qui a pour finalité de développer, à l'aide d'un "projet configuratif", une structure urbaine dans laquelle "un grand nombre de niveaux relationnels s'articulent". Il applique cette "approche configurative" au début des années 1960 pour faire face aux problèmes du grand nombre d'habitants dans les villes. Selon van Eyck, "la structure du tout est analogue à celle des parties", un même "thème spatial" associé à une "géométrie systématique" peut se répéter à chaque niveau d'espace (ville, quartier, voisinage, maison). Le principe de totalité peut se (re)trouver chez van Eyck dans le concept de "principe de relativité" selon lequel la cohérence entre les parties ne consiste pas en leur subordination à un principe central dominant, mais en leurs interactions. Chacune des parties est alors en droit de se considérer comme centre dans cette réalité polycentrique ; en même temps, le réel augmenté n'est pas non plus un chaos de parties isolées. La "relativité" est tout autre chose que le *relativisme* ! Un projet d'architecture est un

tout complexe, dans lequel les parties, bien qu'autonomes, sont fortement liées les unes aux autres ; les relations entre les parties y sont donc aussi importantes que les parties elles-mêmes. Toute partie étant relative à une autre partie, van Eyck pense que l'architecture repose, non sur l'opposition, mais sur la complémentarité de ces parties. Pour lui, les pôles des dialogiques telles que partie/tout, unité/diversité, grand/petit, singulier/pluriel, intérieur/extérieur et individuel/collectif ne peuvent être séparés, ils doivent rester présents simultanément. Aldo van Eyck a défini le concept d' "*in-between*" (entre-deux) pour désigner le lieu ambivalent où la réciprocité entre les pôles de ces dialogiques peut (s')opérer de manière concrète.

Parfois, les architectures sont élaborées en tant que totalités architecturales indifférenciées, dans lesquelles les centres et les distinctions entre le tout et les parties ont volontairement été évacués, à l'image des "*Atti fondamentali*" (1971-73) de Superstudio ou des architectures infinies du projet *No-Stop City* (1970-71) d'Archizoom. À d'autres moments, les architectes désignent l'édifice avec le concept de *holon*, développé par l'essayiste hongrois naturalisé britannique Arthur Koestler (1978), qui désigne à la fois le tout et les parties de ce dernier.

Quand le (co)concepteur (co)conçoit le modèle architectural M_i à partir des interactions de celui-ci avec le contexte local Cxt_i , il considère plutôt l'édifice comme un tout. Tandis que lorsqu'il le (co)conçoit à partir des espaces intérieurs, il le considère plutôt depuis les parties.

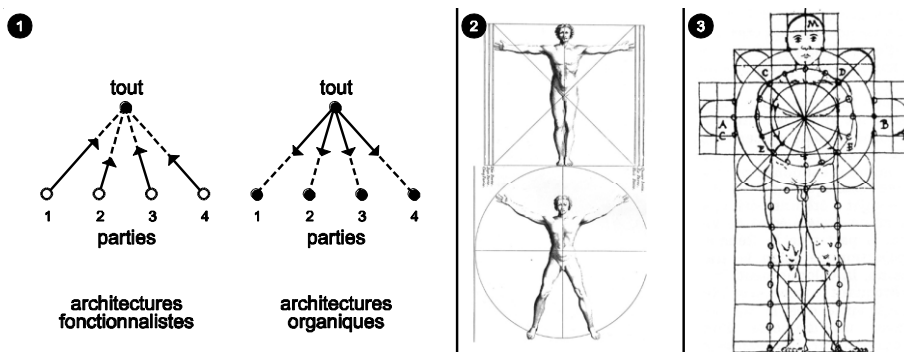


Fig. 11.9 – 1. Les architectures fonctionnalistes et organiques. Adaptation d'après Philippe Boudon (1975d, p.93). 2. Les proportions du corps humain. D'après Vitruve [1673, p.59]. 3. Humaniser le corps architectural. D'après Francesco di Giorgio Martini (1492).

11.7 L'émergence ($Q_{3,5}$)

L'émergence est un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur, après une synthèse du tout et une analyse des parties, interroge l'idée que le tout est *différent* des parties. Certaines propriétés du tout apparaissent spontanément et ne peuvent être déduites directement à partir des parties et de leurs relations de base, mais résultent néanmoins de leurs interac-

tions : ce qui contraste avec une approche uniquement hiérarchique des parties. Pour Serge Diebolt (2012), l'agencement de relations et des éléments orientés en fonction d'un but au sein d'un système produit une nouvelle entité qui possède des qualités que n'avaient pas les éléments qui le constituent. Une propriété émergente est alors une propriété nouvelle non dérivable d'une série d'axiomes donnés à priori d'un système plus complexe par rapport aux systèmes moins complexes qui en sont dépourvus. La totalité est liée à la propriété d'émergence, c'est-à-dire à l'apparition à un niveau logique supérieur différent ($n+1$), d'une mise en relation différente. En fonction du niveau logique de l'observation du système, le tout peut être la partie, ou la partie, le tout.

Précurseur, Aristote aurait déjà énoncé au IV^e siècle avant J.-C. l'aphorisme "le tout est plus que les parties" [1991, 1045a]. L'idée à la base du concept d'*émergence* est donc très ancienne. Depuis l'Antiquité, cette phrase a été régulièrement (re)prise et (ré)adaptée. Les théoriciens de la *Gestalttheorie* l'ont popularisée (Ehrenfels 1890 ; Wertheimer 1923 ; 1937) : "une forme est autre chose ou quelque chose de plus que la somme des parties". À la fin du XIX^e siècle, l'"émergentisme britannique" est un courant de pensée né de la querelle entre les mécanistes et les vitalistes qui a progressivement développé le concept d'émergence autour de trois idées. D'abord autour de l'idée de "non-additivité", John S. Mill et Georges H. Lewes (1874) distinguent les phénomènes "résultants" qui apparaissent par l'effet d'une cause complexe égale à la somme des effets provoqués par des causes partielles isolées et les phénomènes "émergents" qui apparaissent sous l'effet d'une cause complexe différente de la somme des effets provoqués par des causes partielles isolées. Plus récemment, Mario Bunge (1977) distingue également les deux types de propriétés des systèmes : (1) les propriétés "résultante" (ou "héréditaire") qui se manifestent par au moins un des composants du système ; (2) les propriétés "émergente" (ou "collective" ou "systémique") qui ne se manifestent dans aucun des constituants du système. Ensuite, autour de l'idée de "nouveau", Samuel Alexander et C. Lloyd Morgan (1923) voient dans le concept d'émergence une croissance continue de complexité parallèle à un processus créatif et évolutif cosmologique sans qu'il s'agisse pour autant d'une "hypothèse explicative" ou d'une "promesse d'intelligibilité" (Lalande 1926). Enfin autour de l'idée de "non-déductibilité", Charlie D. Broad (1925) développe, en épistémologie, l'idée selon laquelle une propriété émergente d'un ensemble est une propriété impossible à déduire de façon logique à partir de la connaissance la plus complète possible des propriétés des parties d'un ensemble. Broad avertit que ce qu'on prend parfois pour un phénomène émergent cache en réalité une réduction due au fait qu'on ne comprend pas quelque chose. Certes, les phénomènes émergents existent, mais ils sont peut-être seulement révélateurs des limites de l'état des connaissances au moment de l'observation. Ceci ne doit toutefois pas empêcher le (co)concepteur de chercher les structures sous-jacentes. Il faut dépasser un seuil de complexité d'organisation pour voir une propriété émergente.

Aujourd'hui, le concept d'*émergence* tourne autour de l'idée d'"irréductibilité", qui s'oppose à l'heuristique réductionniste. Pour Robert Nadeau (1999), la thèse de

l'émergence consiste en ce que "les propriétés d'un ensemble ne peuvent en général être prédites à partir d'une information concernant ses parties", ce qui, en épistémologie, concerne d'abord le problème de la "prédiction". La thèse de l'émergence implique en effet qu' "aucune prédiction n'est assurée". D'ailleurs, "si toutes les propriétés pouvaient en principe être prédites, c'est la déduction logique qui fonderait tous les cas d'inférence empirique", ce qui est évidemment impossible.

L'exemple très connu du concept d'émergence donné par Georges H. Lewes (1874) est le cas de l'eau. Une solution à base de deux corps gazeux simples, deux atomes d'hydrogène (*H*) et un atome d'oxygène (*O*), permet l'émergence d'un corps liquide unique : l'eau (H_2O). Dans des conditions standard de température et de pression, le tout (l'eau) possède alors au moins une propriété (elle est liquide) que ne possédaient pas ses parties constituantes (l'hydrogène et l'oxygène sont des gaz). Un autre exemple archétypal de l'émergence formelle est la fourmilière géante des fourmis coupeuses de feuille. La reine ne donne pas d'ordres directs, mais chaque fourmi réagit individuellement et spontanément aux odeurs chimiques et laisse à son tour un parfum pour les autres fourmis. C'est un comportement récursif, qui résulte de la structure ordonnée des mouvements, de la construction, de la recherche et de la disposition à un niveau macroéconomique. Elles trouvent géométriquement le site le plus éloigné de tous les points d'entrée du nid ou elles recherchent les zones de rayon constant dans la colonie (Burry & Burry 2010). La forme de la fourmilière émerge de la relation entre les fourmis et le contexte, cette forme n'étant pas prévisible. C'est ce genre d'émergence qui intéresse un (co)concepteur du point de vue de la forme. Une autre utilisation très importante du concept d'émergence existe en architecture : le lieu est une propriété émergente importante en architecture. Un lieu (architectural) est une propriété émergente – réelle ou non – au sein du réel augmenté, de l'organisation – fortuite ou intentionnelle – d'un ensemble éléments variés en interaction constante et orienté vers un équilibre dialogique entre culture, être (auto)organisé et écosystème. Les éléments utilisés peuvent être variés (objets, sujets, portions d'espaces, portions de temps...), et appartenir à des dimensions, des niveaux d'environnement ou des types logiques différents.

En architecture, un espace organisé acquiert la propriété d'être un lieu à partir de l'émergence. Pour reprendre Isabelle Stengers (1997), la (co)conception est un "art de l'émergence" dans le sens où elle nécessite des dispositifs et des outils – parfois à inventer – pour construire un phénomène émergent : le lieu. L'émergence n'est pas un concept magique ou automatique : elle est (co)construite (in)directement par le (co)concepteur qui tente de révéler les potentiels d'une situation. L'architecture est, pour le philosophe français Paul Souriau (1956), un "art de l'instauration" qui nécessite une négociation et une interaction productive. Instaurer, c'est construire l'œuvre directement pour ceux qui font des choses ou indirectement par (re)présentation, jusqu'au moment où, entièrement déterminée, l'œuvre se manifeste. Un projet d'architecture est toujours une "instauration", une "négociation avec la situation", émergence progressive pendant laquelle le (co)concepteur tient

compte des humains et des non-humains qui occupent une place dans le modèle architectural en cours de (co)conception.

Dans *L'architecture de la ville* (1966), Aldo Rossi montre qu'une ville est une totalité qui ne peut s'appréhender que par ses comportements émergents au niveau de sa totalité. Les questionnements qui concernent la totalité ($Q_{3.4}$) et l'émergence ($Q_{3.5}$) peuvent donc facilement être liés dans l'observation de l'évolution d'une ville. Les exemples les plus simples de l'émergence des lieux en architecture sont les prétendues "architectures sans architectes" (Rudofsky 1964), telles que les maisons troglodytes du village de Kandovan en Iran ou de Cappadoce en Turquie, ou encore, les *trulli* dans les Pouilles en Italie. Autres exemples, plus contemporains et avec architecte : la maison Vals (2009) à Vals (Suisse) conçue par les architectes Müller & Search ou le projet Malator (1998) de l'agence Future System à Druidstone (Pays de Galles).

11.8 Les règles ($Q_{3.6}$)

Les règles forment un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse les mesures qui lui imposent un comportement ou une conduite dans le choix des opérations qu'il mène sur le modèle, ou qui déterminent les configurations légitimes des éléments (contenus) et des relations du modèle. Les règles définissent des zones d'acceptabilité, des dispositifs qui permettent l'organisation du fonctionnement du système observé. En épistémologie, les règles sont, d'après Robert Nadeau (1999), des "éléments de métalogiques déterminant les expressions qui sont admises dans le discours logique (règles de formation), ainsi que les inférences qui y sont légitimes (règles de démonstration)". Les règles sont donc des informations (I) à priori à partir desquelles le (co)concepteur se donne la possibilité d'opérer ou non sur le modèle architectural en cours de (co)conception. Des *méta-règles* existent aussi, elles sont les règles qui produisent d'autres règles.

Les règles qui régissent le fonctionnement d'un système ne sont pas toujours apparentes. Elles peuvent être *implicites* (occultes et inconscientes) ou *explicites* (claires et conscientes). Les règles du système sont explicites si elles sont dites ou écrites, si tout le monde y a accès, puisqu'il s'agit de faits observables, ce qui permet à l'observateur du système de faire des hypothèses claires – mais interprétées – pour les formaliser. Par contre, elles sont implicites si elles sont non dites et si tout le monde n'y a pas accès – quoiqu'elles soient souvent implicitement connues de tous – ce qui ne permet au (co)concepteur du modèle architectural M_i que de faire des hypothèses plus ou moins claires et de les formaliser. Les règles implicites tendent à *dynamiser* le système, tandis que les règles explicites tendent à le *rigidifier*, puisqu'elles régulent les flux *MEI*, empêchant par là le système d'évoluer. Les règles explicites permettent l'installation d'un cadre de référence qui pérennise le système, tandis que les règles implicites peuvent mener à des instants créatifs qui permettent l'évolution du système.

Les règles assurent le maintien et l'équilibre du système, elles régulent les relations et structurent les communications entre les membres du système et entre ceux-ci et l'extérieur. Les interactions entre les parties du modèle architectural M_i sont influencées par des contraintes *endo-gènes* : ce sont des règles de fonctionnement ou des lois de comportement internes qui donnent des valeurs aux différents flux *MEI* qui animent les relations du système. Les interactions entre le modèle architectural M_i et le contexte local Ctx_i font que le premier est influencé par des contraintes *exo-gènes* provenant du second : ce sont cette fois des règles qui affectent le modèle depuis l'extérieur.

Au sein de chacune des strates de l'(auto)référentiel du (co)concepteur, différents types de règles ont déjà été dégagées (cf. p.210) : les règles mythiques, (inter)subjectives, objectives et les valeurs. Quand il ne les connaît pas à priori, des règles peuvent être identifiées par le (co)concepteur, lorsqu'il peut observer des récurrences comportementales. En effet, un comportement qui se répète peut révéler l'existence d'une règle implicite. C'est la redondance des séquences de comportements (communications) qui permet à l'observateur d'accéder aux règles qui conditionnent le système.

Les règles sont à distinguer des finalités, dans le sens où une *règle* est une formule qui indique ou qui prescrit ce qui doit être fait dans un cas déterminé, tandis qu'un *motif* (ou une motivation) est construit sur base d'une finalité à atteindre.

En (co)conception architecturale, les règles étaient historiquement plutôt d'ordre esthétique dans les traités classiques de théorie de l'architecture comme par exemple les "règles des cinq ordres d'architectures" (toscan, dorique, ionique, corinthien et composite) définies par les architectes et théoriciens italiens Vincenzo Scamozzi (1615) et Giacomo Barozzi (dit Vignole) (1632). Plus récemment, les règles de composition du Modulor (1950) ont été utilisées par Le Corbusier pour (co)concevoir l'Unité d'habitation de Marseille (1945-52). D'autres systèmes de règles de composition peuvent être cités comme celui de l'architecte néerlandais Dom Hans Van der Laan (1977).

Mais au-delà des règles esthétiques, les règles proviennent également de la construction réelle des édifices Esp_1 : les différents corps de métier doivent respecter les "règles de l'art" pour la mise en œuvre des matériaux, mais aussi des règles de conduite dont le modèle architectural doit tenir compte. L'édifice doit respecter des règles administratives, lorsque, par exemple, le respect (ou non) des règlements urbanistiques est un enjeu du projet. Il est par ailleurs intéressant de remarquer que lorsqu'il n'y a pas de règles – ou pas d'architecte – comme dans les architectures vernaculaires, des constances (des règles) peuvent apparaître spontanément en réaction à des impératifs contextuels, sociaux ou économiques. Dans la construction des églises, la règle veut par exemple que le (co)concepteur oriente l'abside vers l'est. L'existence de la force gravitationnelle entraîne explicitement l'existence d'une règle qui veut que le (co)concepteur calcule la descente de charges d'un bâtiment en allant de haut en bas, et non l'inverse.

Dans l'espace de l'architecturer Esp_2 , chacune des dimensions contextuelles, chacun des niveaux d'espace ou de durée peut fournir des données à partir des-

quelles le (co)concepteur peut modéliser une règle. Les règles peuvent donc être compositionnelles, fonctionnelles, économiques, écologiques, urbanistiques, de stabilité, d'utilisation et de mise en œuvre des matériaux... Chaque dimension contextuelle peut fournir ses règles au (co)concepteur qui, (co)positionné, décide – quand il le peut – d'en tenir compte ou non en fonction de la finalité poursuivie par le processus de (co)conception.

11.9 La (méta/sous-)finalité (Q_{3.7})

La méta/sous-finalité est un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse la méta-finalité du modèle et les sous-finalités de ses éléments. La méta-finalité du processus de (co)conception qui vise l'architecture est l'émergence de lieux par l'équilibrage des rapports dialogiques entre la culture, l'homme (auto)organisé et l'environnement éco-systémique.

Le concept de finalité remonte, dans la culture occidentale, à Aristote. Dans *l'Éthique à Nicomaque* [1992], Aristote détermine la hiérarchie entre les êtres à partir du concept de "fin" d'où il tire ce qu'est le "bien". Il affirme que "tout art et toute recherche, de même que toute action et toute délibération réfléchie, tendent vers quelque bien". Il pense donc que le "bien" est défini en tant que "vers quoi on tend en toute circonstance". Son éthique du bonheur est en fait une éthique de la finalité : plusieurs finalités existent, qui s'impliquent les unes les autres, jusqu'à la "fin suprême" de l'homme, la recherche du "bonheur". Anthropocentré, le bonheur est donc le moteur de l'action : vivre "bien" ou agir "bien" permet d'être heureux. Au Livre II de la *Physique* [2002], Aristote place cette-fois la finalité en tant que quatrième cause pour expliquer l'être de chaque chose : au-delà de la "cause matérielle" (la matière dont la chose est faite), de la "cause formelle" (l'essence de la chose) et de la "cause efficiente" (le moteur qui met la chose en marche, ce qui produit la chose), la "cause finale" explique le pour quoi de la chose : ce en vue de quoi la chose est faite. La "cause finale" est donc le pour quoi qui oriente notre manière d'agir, elle recouvre donc également un contenu métaphysique. Décrite par les positivistes et les scientifiques, la téléologie occupe une discipline scientifique depuis les écrits de Christian Wolff (1729). Elle a été transposée en "science critique" par Emmanuel Kant dans *La critique de la faculté de juger* (1797). En rupture avec les explications métaphysiques ou théologiques, l'hypothèse téléologique de Kant montre que la source de toute connaissance est le sujet, par le biais de l'entendement : c'est le sujet qui détermine des finalités, dont aucune n'est universelle. Pour Emmanuel Kant, les vivants peuvent être distingués des autres dans le sens où ils sont à la fois cause et effet d'eux-mêmes, ils sont organisés en même temps qu'ils s'organisent.

Le philosophe allemand Friedrich Engels (1883) – marxiste – attaque la téléologie de Wolff et l'idée de tout dessein préétabli. Il pense que téléologie et théologie sont du même côté. Il écrit avec mépris que l'idée la plus importante développée par la téléologie est que les dispositions établies par la nature sont finalisées, ce qui prouve que "les chats ont été créés pour manger les souris, les souris pour être

mangées par les chats, et l'ensemble de la nature pour rendre témoignage de la sagesse du Créateur" ! Néanmoins, l'idée d'une finalité poursuivie par l'homme est toujours possible pour les marxistes. En témoigne la métaphore de l'abeille et de l'architecte élaborée par Karl Marx (1867) qui montre que le *travail* fait par l'homme est particulier. Il explique que "l'abeille confond par la structure de ses cellules de cire l'habileté de plus d'un architecte". Mais "ce qui distingue dès l'abord le plus mauvais architecte de l'abeille la plus experte, c'est qu'il a construit la cellule dans sa tête avant de la construire dans la ruche. Le résultat auquel le travail aboutit, préexiste idéalement dans l'imagination du travailleur". Il n'opère pas seulement un "changement de forme dans les matières naturelles", "il y réalise du même coup son propre but dont il a conscience, qui détermine comme loi son mode d'action, et auquel il doit subordonner sa volonté".

Hors de toute métaphysique ou théologie, le concept de téléologie est (ré)apparu dans la culture scientifique *autorisée* à partir de l'article d'Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener et Julian Bigelow (Wiener *et al.* 1953) qui fonde explicitement la cybernétique naissante sur le concept de téléologie et offre une alternative au behaviorisme.

La simple (ré)introduction de la finalité en science ne peut résoudre l'ancienne querelle entre déterminisme et finalisme. Pour Edgar Morin (1977), "il n'y a pas de progrès à substituer une nouvelle simplicité finaliste à l'ancienne simplicité anti-finaliste", d'autant plus que l'anti-finalisme de la science excluait justement le simplisme finalitaire et cela avait un bon côté de stopper "cette hémorragie de finalité que l'esprit humain secrète naïvement sur toutes choses, pour leurs donner un *sens*" (cf. Fig. 11.10, p.324). Cette (ré)introduction n'est pas une finalité vitaliste (tombée du ciel) ou *téléologique* ("issue des desseins généraux de la Providence"), mais une finalité *téléonomique* localisée aux machines. La finalité n'émane pas ici d'un esprit supérieur qui guide le monde, elle surgit des machines. Edgar Morin (1977) dit comprendre toutefois que "les sciences humaines et sociales s'agrippaient à l'idée de finalité [...], non parce qu'elles étaient 'arriérées' par rapport aux sciences naturelles, mais parce que l'éradication de toute finalité rendait inintelligible leur objet. [...] Le progrès des sciences de la vie et de l'homme ne peut ni ne doit s'effectuer dans la réduction de l'être au comportement (*behavior*), puis dans la réduction de celui-ci à une causalité extérieure". L'erreur de la rationalisation cybernétique est de réduire l'être humain et l'être social à "une machine huilée et fonctionnelle qui demande toujours à être plus huilée et fonctionnalisée" (Morin 1977). Ce type de rationalisation finalitaire s'avère symétrique à l'ancienne causalité élémentaire du cartésianisme, l'une comme l'autre évacuant toute incertitude, toute complexité. La finalité est toujours une "émergence" qui s'actualise constamment en relation avec la non-finalité : causalité et finalité sont donc complémentaires ! Bien que la correspondance moyens/fins soit très discutable malgré sa quasi-évidence pour la pensée occidentale, l'idée est de compléter les principes de l'approche analytique (la causalité) par les outils de la méthode de pensée systémique (la finalité) de manière à (co)construire une dialogique moyens/fins sans sombrer dans un causalisme ou un finalisme.

La finalité est, d'après André Lalande (1926), le "sens dans lequel une tendance est dirigée". En 1974, le philosophe et logicien belge Jean Ladrière introduit le concept d'"auto-finalisation" qui suppose qu'aucun *telos* n'est posé à l'avance, c'est "une téléologie qui se construit". La téléologie est une science en (co)construction, elle est la "science des processus de finalisation". Ladrière (1974) pense que le processus interne d'auto-finalisation est un "processus d'apprentissage", une "démarche d'abord tâtonnante [qui] réussit à dessiner de façon de plus en plus précise son propre cheminement". Les systèmes téléologiques (ré)élaborent constamment leurs propres (sous-)finalités. Depuis lors, le concept de finalité se développe progressivement dans le champ de la modélisation systémique. La finalité d'un système fermé est de se maintenir et de tendre à l'homéostasie. En économie, Manfred Mack (1996) pense que les *stimuli* du contexte donnent la motivation nécessaire à un système pour qu'il possède un but ou une finalité. Un système est *finalisé* lorsqu'il est organisé en fonction d'un but par l'adaptation à une fin des moyens dont il dispose.

Si le concept de téléologie pose tant de questions, c'est parce que l'usage d'une "explication téléologique" nécessite, selon Robert Nadeau (1999), de lever trois obstacles majeurs pour les énoncés téléologiques intentionnels :

1. certains énoncés en termes de "direction vers un but" donnent l'impression que le (co)concepteur attribue des croyances à des systèmes qui ne relèvent pas de l'intentionnalité (institutions, processus biologiques...) ;
2. les idées-buts supplantent les buts eux-mêmes pour être conformes à un modèle déductif : la mention de buts futurs se réfère plutôt aux idées de tels buts antérieurement à l'acte, ces idées sont alors susceptibles d'être des explanans (éléments qui servent à expliquer) de type causal ;
3. l'attribution de désirs et de croyances à un agent simplement "pour la circonstance", alors que souvent aucune clause ne nous assure que les possibilités de l'agent sont adaptées à l'exécution des actes dont, selon sa croyance, dépendent ses buts.

Pour rappel, un système est un outil théorique de modélisation de phénomènes, ou une manière d'organiser (inter)subjectivement le réel, qui est défini comme un "ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé en fonction d'un but" (Rosnay 1975). Tout système, construit comme tel, possède une finalité attribuée de manière exo-gène par le modélisateur du système. Cette finalité n'est pas (pré-)établie une fois pour toute : elle n'est pas transcendantale. La modélisation du réel à partir des systèmes ne peut rendre compte de ce qui est au-delà de toute appréhension, et ne peut donc faire l'objet d'une (co)construction conceptuelle. Cet outil est régulateur, mais non constitutif. La finalité du système oriente la recherche du modélisateur. Le point de vue du second évolue constamment et actualise régulièrement la première.

Dans le champ de la (co)conception architecturale, les membres de la triadique des trois architectures $Trial_2$ n'ont pas la même relation avec le concept de finalité. D'abord, le domaine de connaissances de l'architecture $Arch_3$ et les architectures $Arch_1$ n'ont pas de finalité propre. Ensuite, les (co)concepteurs ($Arch_2$) possèdent

leurs propres finalités (auto)référentielles. Par leur statut socioprofessionnel assuré (inter)subjectivement, ils (co)conçoivent en permanence en fonction de la méta-finalité de faire émerger des lieux en équilibrant les rapports dialogiques entre la culture, l'homme (auto)organisé et l'environnement éco-systémique (P_1). Enfin, les (co)concepteurs interprètent/projettent des (sous-)finalités potentielles depuis/sur les architectures, matérialisées ou non, et au domaine de connaissances. Un projet d'architecture est en grande partie (inter)subjectif et l'une des manières de juger de la qualité de celui-ci – mis à part quelques critères objectifs (structure, fonctionnalité, budget...) – est justement d'évaluer si les moyens utilisés et la (méta)finalité retenue sont en adéquation.

Lorsqu'il opère sur le modèle dynamique $M_{i,3}$, le (co)concepteur peut interpréter/projeter des finalités à partir de / sur tous les éléments qui le constituent. Si les éléments sont des objets, ils peuvent être de simples automates avec une finalité (pré)établie ou des objets sans finalité particulière. Si les éléments sont des sujets, les (sous-)finalités qu'ils poursuivent sont rarement évidentes, et parfois totalement contradictoires. Lorsqu'un sujet est modélisé dans le modèle dynamique $M_{i,3}$, la finalité que le (co)concepteur interprète/projette à partir de / sur lui peut être remplacée par le *projet*, le projet qu'aurait celui-ci de faire quelque chose. Le (co)concepteur peut également hiérarchiser les différentes (sur/sous-)finalités des éléments. Le contexte local $Ctxt_i$ peut également être interprété/projeté comme ayant des (sur/sous-)finalités. Chaque dimension contextuelle du contexte peut être l'occasion d'associer une sous-finalité supplémentaire au modèle architectural M_i . Ainsi, la dimension économique peut être associée à la sous-finalité du projet d'architecture d'utiliser le minimum de moyens financiers, la dimension historique peut donner l'envie au (co)concepteur de choisir comme sous-finalité de conserver une partie de bâtiment existant... Le (co)concepteur doit analyser le modèle dynamique $M_{i,3}$ en évitant autant que possible les jugements de valeur. Ainsi, un camp de concentration peut être considéré comme opérant, puisqu'il atteint sa finalité, et ce, même si éthiquement, le fonctionnement – ou même l'existence – de ce système n'est évidemment pas acceptable.

Bien que le (co)concepteur poursuive la méta-finalité de faire émerger des lieux en équilibrant les rapports dialogiques entre la culture, l'homme (auto)organisé et l'environnement éco-systémique (P_1) par les opérations qu'il mène sur le modèle architectural M_i , la situation est rarement claire du point de vue des sous-finalités : souvent des buts divergents, des envies sont contradictoires, dialectiques ou ne peuvent simplement pas co-exister. Les systèmes sont toujours pour Andrée Piccq (2011) "oscillants", c'est-à-dire qu'ils sont opérants à certains moments, inopérants à d'autres. Les buts des sous-systèmes peuvent être différents de ceux du système et un système opérant peut parfois contenir à la fois des sous-systèmes opérants et d'autres inopérants. Si la méta-finalité du système n'est pas claire, les sous-finalités individuelles des membres peuvent parasiter le fonctionnement du système et s'il n'y a pas de méta-finalité, le système va théoriquement fonctionner pour fonctionner, sans aucun but.

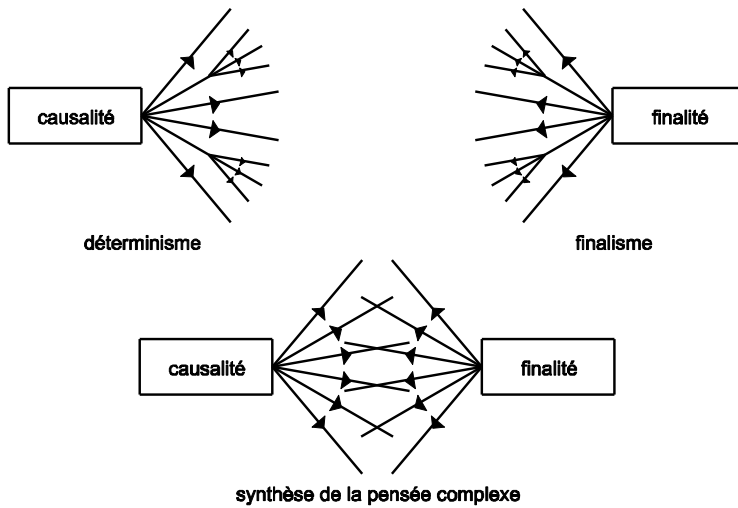


Fig. 11.10 – La synthèse de la pensée complexe.

11.10 L'équi/multi-finalité ($Q_{3.8}$)

L'équi/multi-finalité est un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur observe qu'à partir d'états multiples et synchroniques du modèle (ou d'une partie de celui-ci) en t_{k-1} , peut apparaître un état unique en t_k , à partir duquel peuvent apparaître également plusieurs états synchroniques en t_{k+1} .

L'étude des systèmes vivants a permis de définir le concept d'équi-finalité qui montre que les mêmes conséquences peuvent avoir des causes différentes. Le même état final, la même fin peut donc être atteint(e) à partir de conditions initiales diverses et par des chemins, des voies ou des processus différents. Selon ce principe, "quel que soit le contexte et si, et seulement si, des systèmes sont isomorphes, des causes différentes peuvent produire des effets identiques" (GIROS 2010-12). En effet, étant donné que les modes d'interaction entre les éléments qui les constituent viennent de la géométrie de la structure et de son évolution au cours du temps, deux systèmes qui possèdent des sous-systèmes structurellement iso-morphes peuvent atteindre un même but.

Pour von Bertalanffy (1968), l'équi-finalité est "[la] tendance vers un état final caractéristique à partir de différents états initiaux et par diverses voies, fondée sur l'interaction dynamique dans un système ouvert qui atteint un état stable". Selon lui, dans un système fermé, une structure mécanisée, par exemple, l'"état final est déterminé de façon univoque par les conditions initiales" et "si les conditions initiales ou le cours du processus sont altérés, l'état final sera modifié". Alors que dans des systèmes ouverts comme des systèmes vivants, "on peut atteindre le même état final, le même 'but', à partir de conditions initiales différentes ou par des chemins différents". Anthony Wilden (1972) pense que l'équi-finalité devrait

être retenue dans ce sens : "un état final qui peut être atteint à partir de différents états initiaux et/ou par des chemins différents". En essayant de comprendre pourquoi les travailleurs sociaux atteignent les mêmes types d'objectifs par des voies différentes, Paul Watzlawick *et al.* (1967) observent également le principe d'équi-finalité en analysant les interactions entre différentes personnes (des systèmes ouverts) lorsqu'ils communiquent. Ils se rendent compte que la conversation entre deux personnes à un état k peut n'avoir aucun lien avec les contenus échangés à un état $k-1$ et cette conversation peut être néanmoins fonctionnelle. Ils en déduisent qu'en communication les mêmes conséquences peuvent avoir des origines différentes, et que, indépendamment de celle relatée à l'état $k-1$, seule la structure observée à l'état k et le processus qui les relie sont déterminantes. L'équi-finalité signifie, selon Edgar Morin (Morin 1977), qu' "un système peut selon les aléas, difficultés, résistances qu'il rencontre, utiliser différentes stratégies pour atteindre un même but, et que plusieurs systèmes semblables peuvent atteindre les mêmes fins par des moyens différents". Un système ouvert peut donc parvenir à un état k donné, qui ne dépend pas des conditions initiales, mais qui est déterminé par le processus et les actualisations du système au cours du temps. L'équi-finalité peut également traduire la tendance d'un système à évoluer par tous les moyens vers un état d'équilibre.

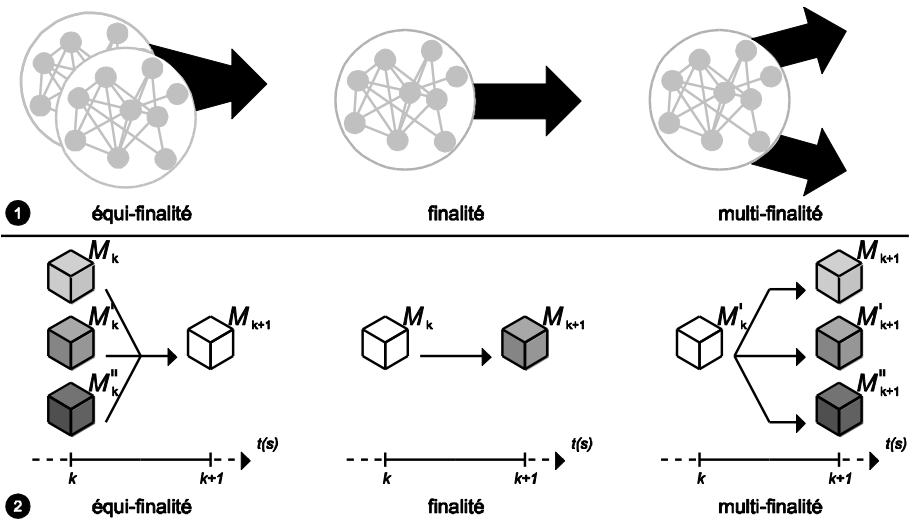


Fig. 11.11 – 1. L'équi/multi-finalité dans les systèmes.

2. L'équi/multi-finalité dans les modèles architecturaux.

Le concept d'équi-finalité peut être complété par celui de multi-finalité, comme l'explique Anthony Wilden (1972) pour qui ce concept est similaire à la notion biologique d' "équipotentialité" (Maruyama 1963). La multi-finalité est définie comme un processus par lequel "des 'conditions initiales similaires, et/ou de routage par des chemins différents, peuvent conduire à des états finaux dissemblables". Définie en termes de causes et d'effets dans la théorie des contextes de

Wilden (1972), la multi-finalité dit que des mêmes causes peuvent produire des effets différents. Pour James G. Miller (1978), le principe de multi-finalité explique que des conditions semblables peuvent conduire à des états dissemblables.

Un modèle architectural à l'état k peut toujours être (co)construit par le (co)concepteur en tant que combinaisons d'équi- et de multi-finalité par rapport à l'état $k-1$. En isolant, les iso-morphismes entre les différents variantes synchroniques d'un projet à l'état k des (arché)types émergent.

À partir du concept d' "endo-exo-causalité", Edgar Morin (1977) montre de manière synthétique la richesse de l' "éventail d'une causalité complexe" dans lequel équi-finalité et multi-finalité peuvent s'inscrire :

1. la "multi-finalité" : des causes identiques peuvent conduire à des effets différents ;
2. l' "équi-finalité" : des causes différentes peuvent produire des effets identiques ;
3. l' "effet papillon" : des petites causes peuvent entraîner de très grand effets ;
4. la "montagne accouche d'une souris" : sous l'effet des régulations internes du système, de grandes causes peuvent entraîner de tout petits effets ;
5. la cause déclenche une contre-cause inverse : des causes sont suivies d'effets contraires ; tel est le cas dans les systèmes "ago-antagonistes" (Bernard-Weil 1988) ;
6. "les effets des causes antagonistes ont des effets incertains" : il est impossible de savoir quels effets seront les plus puissants, ceux des boucles de rétro-action négative ou positive.

À partir d'un même cahier de charges, dans le cadre d'un concours d'architecture ou d'un même énoncé de départ dans le cadre d'un projet proposé à des étudiants, chaque concurrent ou chaque étudiant arrivera à un modèle architectural différent à la fin du processus de (co)conception sans pour autant que des projet d'architecture ne répondent pas à la même (méta-)finalité : voilà une bonne illustration de la multi-finalité. À l'inverse, un (co)concepteur peut, à partir de plusieurs variantes d'un même projet, décider de (co)concevoir un modèle architectural unique : c'est l'illustration de l'équi-finalité. Un exemple construit d'équi-finalité est la grande variété des maisons unifamiliales du quartier de Bornéo à Amsterdam, élaborées par des architectes différents à partir des mêmes règlementations urbanistiques. Certaines caractéristiques telles que la taille de la parcelle ou la hauteur des gabarits tendent à réduire cette variété des réponses possibles (équi-finalité), tandis que le choix des couleurs, des matériaux et de la taille des ouvertures tendent à développer la variété des projets (multi-finalité).

Le questionnement fonctionnel de l'équi/multi-finalité oblige le (co)concepteur à observer le modèle architectural M_i synchroniquement (plusieurs états du même projet d'architecture sont modélisés en parallèle et analysés de manière systématique) et diachroniquement (plusieurs état du même modèle architectural sont comparés, l'un étant la cause de l'autre, le second étant l'effet du premier de manière analytique). Le (co)concepteur remet donc en cause le fait que chaque cause produit un effet et qu'une cause unique produit nécessairement un seul

effet. Ce questionnement permet également de valoriser la multiplicité des choix possibles du (co)concepteur qui peut proposer plusieurs solutions valables à un même problème, ou définir plusieurs programmes pouvant mener à une même solution.

Une illustration de l'équi-finalité est le nombre de projets différents qui utilisent des chemins différents pour arriver à des projets différents, mais qui rencontrent la même méta-finalité. Cette situation est fréquente dans les concours d'architecture. Les différents projets présentés répondent à quelques différences près au même programme ou aux mêmes règles d'urbanisme. Les équipes qui s'affrontent partagent la même méta-finalité, même si elles possèdent des sous-finalités variables. Avec l'équi-finalité, plusieurs projets font émerger un même "type" de projets qui répondent à la même (méta-)finalité (habiter), mais peuvent ne pas être équi-finaux pour les (sous-)finalités.

La multi-finalité peut facilement être observée dans les différentes variantes d'un même projet d'architecture proposées par les d'étudiants d'un atelier d'architecture qui partent tous du même énoncé. La multi-finalité est observable dans des architectures développées pour faire face à plusieurs contextes potentiels : maisons clé sur porte, maisons en kit modulables, containers réutilisés et adaptables dans n'importe quel climat... Avec la multifinalité, un projet unique avec un cheminement permet d'atteindre des sous-finalités différentes (adéquation avec le programme, la fonction, le budget...).

11.11 Le (dés)équilibre (*Q*_{3.9})

Le (dés)équilibre est un questionnement fonctionnel du modèle architectural *M*_i par lequel le (co)concepteur interroge les équilibres et les déséquilibres potentiels entre les différentes entités structurales du modèle. Ce questionnement peut concerner toutes les dimensions convoquées par le modèle et n'est donc pas limité à l'étude de l'équilibre mécanique du modèle.

Ce questionnement vient du concept d'homéostasie qui vient de deux mots grecs, *stasis* ("état", "position") et *homoios* ("égal", "semblable à"), et signifie donc littéralement garder un état semblable au cours du temps. Le médecin et physiologiste français Claude Bernard (1865) a défini pour la première fois les concepts de "monde intérieur" et d' "homéostasie". Il pense que "tous les mécanismes vitaux, quelque variés qu'ils soient, n'ont toujours qu'un but, celui de maintenir l'unité des conditions de la vie dans le milieu intérieur". L'homéostasie est donc la stabilisation des états qui permettent les processus biologiques de la vie. Plus tard, le concept est (re)développé en biologie par le physiologiste américain Walter B. Cannon (1932) qui désigne la capacité qu'a un organisme vivant de maintenir dans un état stable certaines variables internes grâce à des processus physiologiques de régulation, malgré les variations du milieu extérieur. Face aux effets de l'environnement, l' "homéostasie" est le maintien de l'équilibre d'un système ouvert par le biais de mécanismes de rétro-action sans que la structure de ce dernier ne soit modifiée de façon significative. Lorsque l'équilibre interne d'un système ouvert est menacé,

celui-ci utilise énormément d'énergie pour le maintenir et tous les éléments du système sont engagés dans ce processus. L'homéostasie est donc un processus de résistance au changement. Les perturbations internes du système à cause des stimuli extérieurs sont maintenues dans des limites étroites parce que des "ajustements automatiques, à l'intérieur du système, entrent en action et que de cette façon sont évitées des oscillations amples, les conditions internes étant maintenues à peu près constantes". Cannon écrit que "les réactions physiologiques coordonnées qui maintiennent la plupart des équilibres dynamiques du corps sont si complexes et si particulières aux organismes vivants" que l'emploi d'un mot particulier a été suggéré pour désigner ces réactions : l'"homéostasie". En cybernétique, Norbert Wiener (1948) parle de "boucles homéostatiques". Le cybernéticien britannique William R. Ashby (1956) pense qu'au-delà d'une certaine valeur critique le système ouvert essaie différentes stratégies, en multipliant les essais et les erreurs, jusqu'à ce qu'il puisse atteindre un état dans lequel il ne se trouve plus en conflit de valeurs. L'équilibre dynamique d'un organisme vivant émerge finalement d'une multitude de déséquilibres naturellement compensés. À travers le concept d'homéostasie, c'est une dialogique équilibre/déséquilibre qui est à l'œuvre dans les systèmes ouverts. Paul Watzlawick *et al.* (1967) élaborent deux définitions de l'"homéostasie". Elle peut être considérée, d'un côté, comme une fin, ou un état, du système, une certaine constance de celui-ci existant en dépit des changements externes, de l'autre, comme un moyen, les mécanismes de rétroaction négatifs servant à atténuer les répercussions d'un changement. Un système qui subit une légère transformation (d'origine interne ou externe) a tendance à revenir à un état antérieur d'équilibre, mais il peut à partir d'un certain seuil, lorsque la transformation est importante, changer de structure. L'homéostasie d'un système est favorisée par la permanence des règles que doivent suivre les éléments de ce dernier. Le concept d'homéostasie est lié à celui d'(auto)organisation, dans le sens où les systèmes auto-poïétiques mettent en œuvre des processus (auto)organisés pour maintenir leur équilibre interne.

À partir d'analogies avec le concept d'homéostasie, le concept de stabilité est parfois utilisé en systémique. Il peut être décliné assorti de plusieurs préfixes. Serge Diebolt (2012) montre qu'un système est "stable" lorsqu'il a la capacité "de ne pas trop s'écarter d'un état [...] normal, c'est-à-dire conforme à la téléonomie, quelles que soient les variations de son environnement". Par contre, un système est "multi-stable" s'il possède la capacité "de se maintenir en état stable de plusieurs manières différentes, par diverses modifications des interactions entre sous-systèmes". Et il est "ultra-stable" s'il a la capacité, lorsqu'il est fortement perturbé par des variations inhabituelles ou excessives de ses variables d'entrée, "de limiter les variations de ses variables de sortie (pour qu'elles restent conformes à sa téléonomie) grâce à une autotransformation de son organisation".

L'exemple connu utilisé pour illustrer ce concept est celui de la régulation interne de la température corporelle chez l'homme. La température varie au cours de la journée, mais ses variations sont limitées à quelques dixièmes de degré au-dessus

et au-dessous de 37°C : l'organisme tente de maintenir l'homéostasie thermique du corps humain.

En résistance des matériaux, si des matériaux sont poussés hors de l'équilibre, ils se déforment pour (re)trouver un équilibre tant qu'une valeur critique n'est pas atteinte. Trois cas sont habituellement distingués : les structures hypostatique, global isostatique et hyperstatique (cf. Fig. 11.12-2, p.330). Du point de vue de leur équilibre global, les structures sont classées dans ces trois cas de figure selon que les liaisons qu'elles entretiennent avec le monde extérieur sont respectivement insuffisantes, juste suffisantes ou surabondantes. Une structure hypo-statique, ou mécanisme, est telle qu'au moins une partie de celle-ci garde un degré de mobilité nuisible à la stabilité de l'ensemble. Ce type de structure homo-morphique ne peut atteindre l'équilibre : le système est *ouvert* et ses frontières sont diluées. Dans une structure iso-statique, chaque degré de mobilité est empêché une seule fois, ce qui suppose que toutes les inconnues des assemblages entre les parties de la structure peuvent être déterminées de manière exacte. Le calcul iso-statique est possible pour une structure simple considérée hors de son environnement : par analogie, un système *fermé* iso-morphique et à l'équilibre. Une structure hyper-statique est telle que les sollicitations des parties peuvent être reprises de différentes manières (au moins un degré de mobilité d'une pièce est supprimé plusieurs fois) et il est difficile pour l'observateur de la structure de déterminer exactement de quelle manière elles le sont. Ce type de structure poly-morphique peut atteindre l'équilibre de manières différentes : le système est *ouvert* et auto-organisé pour répondre aux sollicitations de l'environnement. Un déséquilibre d'une de ses parties peut être absorbé par l'équilibre des autres. Ces analogies avec les différents types de structures montrent la variété des (dés)équilibres potentiels. La métaphore du tabouret à deux, trois ou quatre pieds permet d'illustrer les états de déséquilibre hypostatique et d'équilibres iso- et hyperstatique d'un objet (cf. Fig. 11.12-1, p.330).

Toutefois, le concept de (dés)équilibre développé ici est multi-dimensionnel, car il ne porte pas uniquement sur la dimension mécanique du bâtiment. Le (dés)équilibre questionne également la composition formelle des édifices, les méthodes et les règles de composition, l'adéquation fonctionnelle au programme proposé...

Dans l'espace des édifices *Esp₁*, les architectures matérialisées exercent une temporisation, une tendance à l'homéostasie ou à la stabilité. La matérialité de l'édifice rend celui-ci stable et pérenne par rapport aux contraintes et aux sollicitations du contexte. Depuis, les années 1950 toutefois, des édifices et des théories questionnent la pérennité et la stabilité de l'architecture par tous les moyens. Les architectes de l'urgence utilisent des matériaux de récupération pour construire des édifices temporaires. Les abris d'urgence pour reloger des populations sinistrées après une catastrophe naturelle tels que les Paper Log Houses (1995-01) de Shigeru Ban à Kobe ont déjà été citées. Des espaces de vie temporaires peuvent être ajoutés aux immeubles comme dans la Rucksack House (2004) de l'artiste Stefan Eberstadt à Cologne. Certains édifices peuvent être écologiques et mobiles comme le Nomadic Museum (2005) de Shigeru Ban, initialement assemblé à New

York à partir de containers récupérés, qui poursuit son tour du monde en s'adaptant en partie à son environnement.

Aujourd'hui, certains édifices semblent vouloir évoquer par leurs formes et par le choix d'une symbolique de la transparence l'absence de stabilité supposée inhérente au temps *hypermodernes*. Pour Antoine Picon (2010) "au sein de [l'univers fluide de Deleuze], l'ordre se fait constamment jour au sein du désordre, tandis que l'équilibre est relatif, dynamique et provisoire".

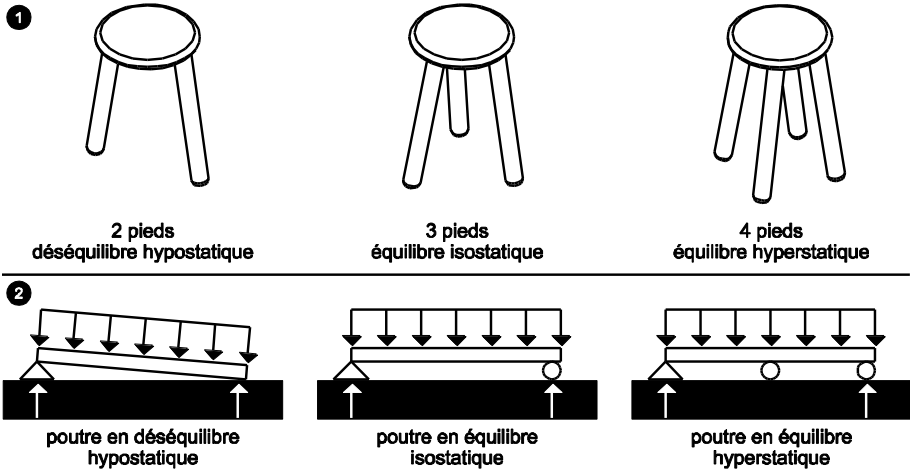


Fig. 11.12 – 1. Métaphore du tabouret avec 2, 3 et 4 pieds. 2. Une poutre en déséquilibre hypostatique et en équilibre iso- ou hyperstatique.

12 FAIRE ÉVOLUER LE MODÈLE ARCHITECTURAL

12.1 L'opération de (co)conception générale (O_i)

La (co)conception d'un projet d'architecture par un (co)concepteur est d'abord un *processus*. Au cours du temps, le modèle architectural M_i est en actualisation constante dans l'espace de l'architecture Esp_2 . Le (co)concepteur détermine des opérands et il (co)opère à l'aide d'opérateurs dans le cadre d'opérations. Outre le contexte local $Ctxt_i$ dans lequel il est observé, l'opérande principal est le modèle architectural M_i lui-même, lequel peut être observé par le filtre de trois expressions différentes : les modèles agrégatif $M_{i,1}$, statique $M_{i,2}$ et dynamique $M_{i,3}$ qui sont autant de façons de questionner le modèle architectural à partir respectivement des ensembles Ens_i , des structures $Struct_i$ et des systèmes $Syst_i$. La modélisation heuristique du modèle du processus de (co)conception (en) particulier a été développée en même temps que les questionnements concernant le contexte local ($Ctxt_i$), ainsi que ceux concernant ces trois opérands ($M_{i,1}$, $M_{i,2}$ et $M_{i,3}$). La transposition graphique a été faite à l'aide de quatre modules (Mod_0 , Mod_1 , Mod_2 , Mod_3). Les opérateurs sont fournis par les questionnements des modèles architecturaux parallèlement aux choix des différents opérands. Le (co)concepteur peut donc utiliser, au minimum, les méta-opérateurs contextuels ($Q_{0,x}$), les opérateurs formels ($Q_{1,x}$), structurels ($Q_{2,x}$) et fonctionnels ($Q_{3,x}$) et les appliquer respectivement au contexte local $Ctxt_i$ et aux modèles agrégatif $M_{i,1}$, statique $M_{i,2}$ et dynamique $M_{i,3}$.

Quelques opérations cognitives de (co)conception ont déjà été relevées au sein de la boucle (auto)réflexive (O_a , O_b , O_c , O_d , O_e) et les mécanismes de la (re)présentation ont permis d'en dégager une autre (Q_R). Transversales, ces opérations cognitives interviennent à tout moment pour orienter le processus (en) général de (co)conception, quel que soit le projet d'architecture engagé.

D'autres opérations de (co)conception O_i interviennent directement dans l'actualisation du modèle architectural M_i en utilisant les questionnements des modèles architecturaux $Q_{i,x}$ pour susciter l'utilisation d'opérateurs et les différentes visées du modèle architectural $M_{i,x}$ qui peuvent leur servir d'opérands. Si la (co)conception est définie comme une activité par laquelle un projet d'architecture est conduit à son terme, cela signifie que, s'il l'estime nécessaire, le (co)concepteur (co)opère – c'est-à-dire qu'il mène des opérations ou plutôt des co-opérations – pour faire évoluer l'image mentale du projet d'architecture qu'il (co)conçoit M_i . Soit l'opération de (co)conception générale O_i (co)opérée par le (co)concepteur sur le modèle architectural M_i à l'état i du processus. Cette opération générale de la

(co)conception est alors déclinée, parallèlement aux quatre opérands définis ($Ctxt_i$, $M_{i,1}$, $M_{i,2}$ et $M_{i,3}$), en quatre sous-opérations de la (co)conception à déterminer (O_0 , O_1 , O_2 et O_3). Ces opérations n'existent évidemment pas telles quelles dans le réel R , mais elles sont opérantes dans le réel augmenté R^+ , et plus encore dans l'espace de l'architecture Esp_2 .

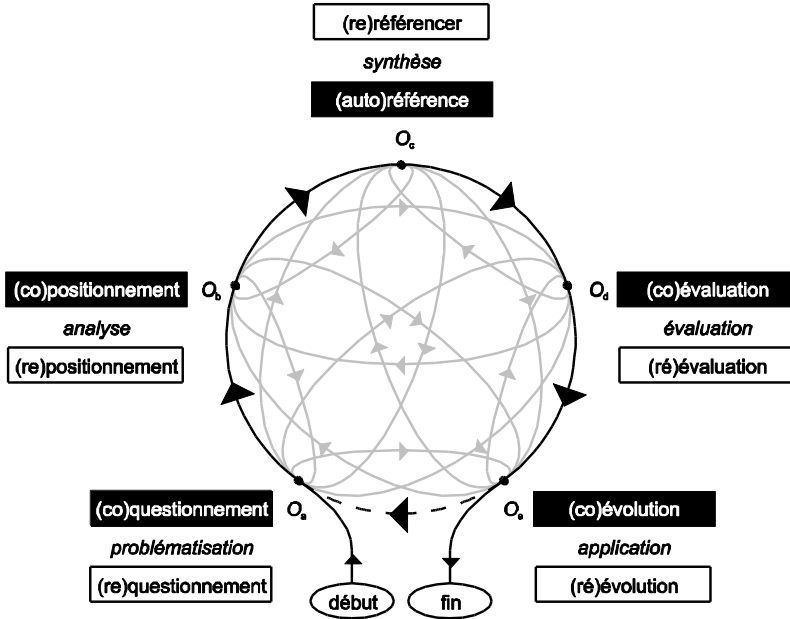


Fig. 12.1 – La boucle (auto)réflexive du processus de (co)conception.

En (re)partant de la boucle (auto)réflexive du processus de (co)conception (cf. Fig. 12.1, p.332), le (co)concepteur questionne d'abord le modèle architectural M_i à l'aide des questionnements des modèles architecturaux. Il (co)opère alors un (co)questionnement O_a du modèle architectural en problématisant celui-ci successivement de manière agrégative (cf. chapitre 9), statique (cf. chapitre 10) et dynamique (cf. chapitre 11). Ensuite, il (co)opère un (co)positionnement O_b (cf. p.224), c'est-à-dire une analyse du projet d'architecture dans laquelle il organise les données mises à jour, mais surtout il les (re)positionne par rapport à des niveaux logiques, à une situation de (co)conception, à une temporalité et à une spatialité. Jusque-là le (co)concepteur ne fait qu'accumuler, classer et organiser les données de la situation, les conditions, les règles, les capacités et les moyens de faire éventuellement évoluer le modèle architectural M_i . Il (co)opère alors une opération d'(auto)référence O_c (cf. p.333) au cours de laquelle il choisit l'orientation qu'il veut donner au processus en (co)construisant des scénarios d'actions en vue de l'actualisation potentielle du modèle architectural. Il détermine alors une opération de (co)conception générale $O_i(M_i)$ dont il voudrait affecter le modèle architectural M_i , pour l'actualiser et provoquer chez lui un changement Ch_i .

Ensuite, il (co)opère une opération de (co)évaluation O_d (cf. p.339) du scénario d'action pour vérifier s'il est (co)opérant ou pas. Il le (co)évalue en l'état observé k , mais aussi par comparaison avec un état précédent $k-1$ et éventuellement avec un état à atteindre $k+1$. À l'état k , le modèle architectural est le résultat d'un changement Ch_k , ce dernier étant alors équivalent à la différence entre deux expressions du modèle architectural à l'état $k-1$ (M_{k-1}) et à l'état k (M_k). Le changement potentiel Ch_{k+1} à (co)opérer sur le modèle architectural pour l'adapter à l'état désiré $k+1$, alors équivalent à la différence entre deux expressions du modèle architectural à l'état k (M_k) et à l'état $k+1$ (M_{k+1}). Si la (co)évaluation est positive, le (co)concepteur considère que l'opération $O_i(M_i)$ peut être appliquée au modèle architectural M_i et il (co)opère alors une opération de (co)évolution O_e (cf. 345). Le modèle architectural est alors effectivement actualisé. Si la (co)évaluation est négative, le (co)concepteur peut effectuer une nouvelle opération générale de (co)conception O_i . Il peut également considérer que le processus de (co)conception est fini et que le modèle architectural ne doit plus être actualisé.

$$Ch_k = \nabla (M_{k-1}, M_k) \quad Ch_{k+1} = \nabla (M_k, M_{k+1})$$

12.2 L'opération d'(auto)référence (O_c)

Étant déjà passé par les opérations de (co)questionnement O_a (problématisation) et de (co)positionnement O_b (analyse des données), le (co)concepteur peut (co)opérer une opération d'(auto)référence O_c en réalisant une synthèse de toutes les informations qu'il possède pour proposer une opération générale de (co)conception O_i à affecter au modèle architectural M_i dans le but de l'actualiser. Il possède donc une bonne compréhension, d'une part, de la situation spatiale, temporelle et dimensionnelle dans laquelle il appréhende le modèle architectural, mais aussi, d'autre part, de la forme, de la structure et du fonctionnement de ce dernier. De cette bonne connaissance du modèle architectural, il peut déterminer s'il est nécessaire (ou pas) d'améliorer celui-ci.

L'opération d'(auto)référence O_c consiste à synthétiser toutes les données initiales, les résultats obtenus par l'usage des questionnements des modèles architecturaux et/ou d'organisations récurrentes d'informations relationnées qui concernent le projet d'architecture en cours de (co)conception. Pour (co)opérer cette synthèse, le (co)concepteur questionne les opérands : le contexte local $Ctxt_i$, les modèles agrégatif $M_{i,1}$, statique $M_{i,2}$ et dynamique $M_{i,3}$. L'usage préalable des questionnements dévoile les symptômes à partir desquels le (co)concepteur repère à partir de symptômes où apparaît la nécessité d'actualiser le modèle architectural, puis il recherche/identifie les forces favorables (les leviers à la (co)évolution) et les obstacles (les résistances à la (co)évolution) à l'actualisation du modèle architectural (le changement provoqué par la (ré)évolution).

Les *symptômes* qui apparaissent lors de l'observation du modèle architectural sont l'expression apparente de dysfonctionnements structurels. Un symptôme est

un phénomène ou un caractère qui manifeste indirectement un état caché du modèle architectural M_i . À l'apparition d'un symptôme, le (co)concepteur suppose qu'une partie du projet d'architecture est inopérante et nécessite une actualisation. La suppression ou la confrontation directe du/au symptôme peut ne pas résoudre le dysfonctionnement structurel sous-jacent. En effet, les symptômes cachent les véritables raisons du dysfonctionnement qui rend (en partie) le projet d'architecture inopérant : ils n'en sont souvent que l'expression *implicite*. Ces symptômes peuvent apparaître à partir de la problématisation du projet par le (co)questionnement O_a à l'aide des questionnements des modèles architecturaux, à partir de l'analyse du (co)positionnement O_b du projet, ou encore, de l'(auto)analyse du (co)concepteur qui questionne réflexivement la manière dont il oriente le processus de (co)conception.

Le (co)concepteur n'attaque pas frontalement les symptômes, il recherche des *leviers* d'actions pour résoudre directement les dysfonctionnements structurels sous-jacents. Un levier d'action est un phénomène ou un caractère du système sur lequel le (co)concepteur peut agir pour modifier l'état du modèle architectural et tenter de résoudre l'un ou l'autre dysfonctionnement structurel de celui-ci. Pour définir des leviers d'action, le (co)concepteur tente de trouver ce qui peut mener à un changement du projet. Il repère alors les entités structurelles du modèle statique $M_{i,2}$, tels que les structures $Struct_i$, les éléments e_i , les relations r_i et limites, qui ont déjà provoqué un changement par l'observation de l'état $n-1$, qui interviennent dans des changements en cours à l'état n et/ou qui permettent d'imaginer des évolutions potentielles à l'état $n+1$.

Le modèle architectural M_i oppose également des *résistances* aux changements éventuels. Cette résistance n'est pas comparable à la consistance matérielle de l'édifice dans l'espace de l'architecture Esp_1 . En effet, le modèle architectural résiste ici virtuellement parce qu'il tente de rester à l'équilibre dans l'espace de l'architecture Esp_2 . Le projet d'architecture résistera d'autant plus que le processus de (co)conception est engagé depuis longtemps ou que le (co)concepteur s'y est engagé personnellement. La résistance d'un projet d'architecture n'est donc pas forcément négative ; elle peut également s'avérer positive parce que les différents éléments qui le composent sont consistants. Lorsqu'un projet est consistant, il possède en lui des éléments structurels qui peuvent assumer une *reliance/résilience* en cas de changements négatifs. Les édifices – matérialisés ou non – sont des artefacts ou des projet dont les entités structurelles – par la force de leurs identités et de leurs potentialités – ont la capacité de temporiser les mutations cosmologiques. En fonction de leur potentiel de résistance, les entités structurantes peuvent être utilisées en tant que leviers d'actions ou non.

Les résistances à l'actualisation du modèle architectural M_i peuvent également provenir de l'état d'esprit du (co)concepteur (auto)réflexif lui-même. Les obstacles les plus (re)connus à la résolution de problèmes sont en effet certains facteurs de "rigidité mentale" (Lemaire 1999 ; Godefroid 2011) :

1. la capacité du (co)concepteur à être (auto)réflexif qui peut souffrir de déficiences métacognitives ;

2. le "manque d'expertise" du (co)concepteur novice, qui garde constamment en tête le but à atteindre en tentant d'organiser les données et de chercher la meilleure des solutions possibles, alors que l'expert a accumulé de l'expérience et une grande quantité de connaissances spécialisées et d'heuristiques qui se présentent sous forme de "schémas" à appliquer de manière automatique en fonction de la situation ;
3. la "fixité fonctionnelle" dont souffre le (co)concepteur, qui a des idées préconçues à propos de l'usage d'un modèle architectural, ce qui l'empêche de l'utiliser à d'autres fins ou de le (re)présenter autrement ;
4. il peut être prisonnier d'un "ancrage dans le contexte" s'il souffre d'un effet de "mécanisation de la pensée" (Luchins 1942) qui consiste à utiliser la même stratégie de résolution que celle utilisée sur les problèmes précédents, même si cette stratégie n'est pas pertinente pour le problème en cours, s'il n'envisage comme solution à un problème nouveau que celle utilisée avec succès dans les problèmes précédents.

Ces différents facteurs de rigidité mentale font que le (co)concepteur qui n'y est pas attentif peut passer (in)consciemment à côté de résistances qu'il provoque lui-même, lesquelles l'empêchent d'actualiser ou de faire évoluer son projet d'architecture. Pour éviter de souffrir de "rigidité mentale", le (co)concepteur doit (re)présenter de manière adéquate le problème, il doit tenter de réduire au maximum l' "espace-problème" et il doit s'extraire de son (auto)référentiel pour imaginer des stratégies efficaces – par exemple des algorithmes et/ou des heuristiques – qui peuvent faciliter la résolution d'un problème et mener à l'actualisation du modèle architectural.

Le concept de résistance déployé dans l'espace de l'architecture₂ (Esp_2) peut être illustré dans l'espace de l'architecture₁ (Esp_1). En effet, par analogie uniquement, la résistance du modèle architectural M_i aux changements correspondrait en quelque sorte à l'inertie réelle de l'édifice.

Lorsqu'un symptôme l'exige, le (co)concepteur évalue le poids des leviers et des résistances et il situe le changement potentiel du modèle architectural. Il observe les solutions qui ont déjà été testées dans le passé à l'état $n-1$, il définit la situation actuelle à l'état n et la situation souhaitée à l'état $n+1$. Le (co)concepteur élabore des hypothèses et il (co)construit des scénarios d'actions pour actualiser le projet. Pour (re)chercher une solution à un problème, les psychologues distinguent deux types de méthodes bien précises : l'utilisation d'algorithmes et d'heuristiques.

Appliqué correctement, l'*algorithme* est une séquence d'actions qui permet au (co)concepteur d'aboutir à une solution dans le cas de problèmes *bien définis*. Deux manières d'utiliser les algorithmes existent : (1) la méthode "systématique" qui consiste à tenter successivement toutes les combinaisons possibles pour trouver la solution et (2) la méthode "aléatoire" qui consiste à tenter certaines combinaisons par essais et erreurs dans l'espoir de trouver par hasard la bonne solution. Dans un cas comme dans l'autre, l'utilisation systématique ou aléatoire des algorithmes est difficile en architecture. Les méthodologues de première génération ont été confrontés à l'impossibilité matérielle de prévoir tous les cas possibles d'un projet

d'architecture et les "concepteurs-magiciens" (Jones 1969) ne peuvent être efficaces que par un hypothétique trait de génie qui fournit de toute façon une solution "*satisficing*" (sous-optimale) (Simon 1959 ; 1969 ; Raynaud 1999).

Dans le cas de la (co)conception architecturale, le (co)concepteur doit trouver une solution à des "*ill-defined problems*" (Reitman 1964) et, les algorithmes n'étant pas très efficaces, il utilise des *heuristiques*. Les heuristiques sont des stratégies ou des règles d'actions qui permettent de conduire assez facilement à une solution – correcte ou non –. Les heuristiques sont non systématiques parce que toutes les solutions ne peuvent être décrites exhaustivement et non aléatoires puisque la recherche de solution menée par le (co)concepteur est intentionnelle.

En psychologie cognitive, trois illustrations de l'utilisation d'heuristiques sont souvent citées (Lemaire 1999 ; Godefroid 2011) :

1. la "recherche en arrière" ou "démarche à rebours" : heuristique qui consiste à identifier d'abord le but à atteindre et à chercher ensuite à rebours à atteindre l'état initial. C'est ce qui est utilisé fréquemment dans la vie courante, par exemple, lorsqu'un sujet cherche à résoudre un labyrinthe. Cette méthode est également efficace pour identifier des sous-buts à atteindre, mais elle n'est utilisable que dans le cas où le but est clairement identifiable, ce qui n'est pas toujours le cas dans un projet d'architecture ;
2. l' "analogie" ou "transfert analogique" : heuristique qui cherche une similitude entre le problème à résoudre et un problème déjà résolu dans le passé. Il est difficile d'établir spontanément des analogies, mais elles peuvent aider à la résolution des problèmes. Les connaissances de la situation-source sont alors transférées vers la situation-cible ;
3. l' "analyse moyens-fins" : heuristique qui consiste à comparer l'état initial et l'état visé, et à sélectionner en conséquence un opérateur qui permet de réduire la différence entre les deux états observés. Ce processus est récursif et peut contenir une succession d'opérations jusqu'à ce que le processus atteigne la solution. Le processus est facilité en réduisant l' "espace-problème" en une série de sous-buts qui constituent des états intermédiaires plus accessibles que ne l'est l'état final (cf. le test de la tour de Hanoï, Fig. 4.17-1, p.132).

Finalement, la méthode de recherche la plus efficace est une recherche stratégique qui combine les algorithmes (sélection d'opérateurs) et les heuristiques (stratégie spéculative). Dans un projet d'architecture, certaines dimensions peuvent être résolues par des méthodes algorithmiques (par exemple le dimensionnement d'un espace), d'autres nécessitent des méthodes heuristiques (par exemple le dimensionnement d'un nouveau type d'espace). Au cours du processus, le (co)concepteur développe des stratégies en combinant des algorithmes et des heuristiques dans des scénarios d'actions qui mobilisent des leviers d'action et contournent les résistances pour actualiser le modèle architectural de l'état n vers l'état $n+1$. Ainsi, à partir du levier *escalier*, le (co)concepteur met en place une stratégie d'action : l'escalier est mis de côté dans

la pièce, l'espace de la pièce est plus ouvert, les baies peuvent être agrandies, la vue devient possible vers l'extérieur, et ainsi de suite.

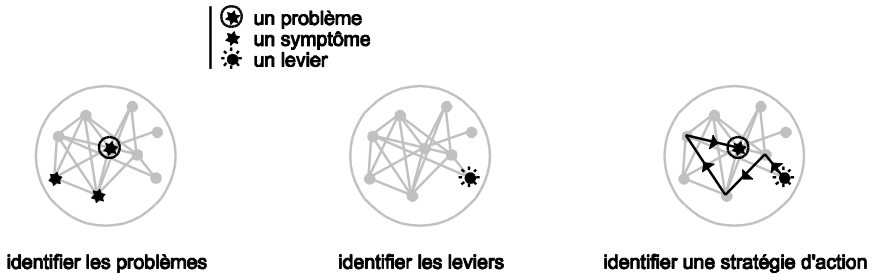


Fig. 12.2 – Les stratégies d'actualisation du modèle architectural.

12.3 Les opérations de (co)conception élémentaires ($O_0, O_1, O_2, O_3...$)

Un projet d'architecture est défini en tant que contexte de (co)opération particulier au cours duquel un (des) (co)concepteur(s) embraye(nt) un processus de (co)conception dans lequel un modèle architectural M_i est actualisé de nombreuses fois jusqu'à la fin du processus à l'aide d'opérations générales de (co)conception O_i . D'après ce qui précède, un processus de (co)conception qui vise l'architecture est un processus spécifique au cours duquel le (co)concepteur (co)opère une succession d'opérations générales de (co)conception O_i sur un opérande global – le modèle architectural M_i – pour l'actualiser en vue de (co)opérer un changement Ch_i .

Après la synthèse opérée par l'opération d'(auto)référence O_c , le (co)concepteur peut décider d'actualiser le modèle architectural M_i à l'aide d'une opération générale de (co)conception O_i . Cette dernière est l'émergence d'une combinaison pondérée d'autres sous-opérations de (co)conception O_x .

Le modèle architectural M_i étant toujours (co)conçu en relation avec un contexte local $Ctxt_i$, le (co)concepteur (co)opère – surtout parallèlement au processus de (co)conception du projet d'architecture – une succession d'opérations de (co)contextualisation O_0 sur l'opérande global $Ctxt_i$ qui actualisent régulièrement ce dernier par re-contextualisation, c'est-à-dire un changement de contexte Ch_0 . Le (co)concepteur (co)opère également sur le modèle architectural M_i à partir des questionnements des modèles architecturaux de manière à y induire une actualisation, un changement Ch_i . Les questionnements formels Q_1 permettent au (co)concepteur de (co)opérer une opération de (co)composition O_1 sur le modèle architectural agrégatif $M_{i,1}$ de manière à l'actualiser par re-composition Ch_1 . Les questionnements structurels Q_2 permettent au (co)concepteur de (co)opérer une opération de (co)construction O_2 sur le modèle architectural statique $M_{i,2}$ de manière à l'actualiser par re-construction Ch_2 . Les questionnements fonctionnels Q_3 permettent au (co)concepteur de (co)opérer une opération de (co)régulation O_3 sur

le modèle architectural dynamique $M_{i,3}$ de manière à l'actualiser par re-distribution Ch_3 .

Lorsqu'il (co)conçoit dans l'espace de l'architecture Esp_2 un projet d'architecture, le (co)concepteur utilise une opération générale de (co)conception qui est simplement appelée la (co)conception O_i . Cette opération est spécifique au champ de la (co)conception architecturale. La (co)conception O_i est la combinaison pondérée de quatre opérations élémentaires (cf. Table 15, p.339) : (1) la (co)contextualisation O_0 , (2) la (co)composition O_1 , (3) la (co)construction O_2 et (4) la (co)régulation O_3 . Ces opérations élémentaires sont menées respectivement sur des opérands : (1) le contexte local $Ctxt_i$, (2) le modèle agrégatif $M_{i,1}$, (3) le modèle statique $M_{i,2}$ et (3) le modèle dynamique $M_{i,3}$. Les opérations élémentaires sont appliquées sur ces opérands à l'aide d'opérateurs : (1) les méta-questionnements contextuels Q_0 , (2) les questionnements formels Q_1 , (3) les questionnements fonctionnels Q_2 et (4) les questionnements structurels Q_3 . L'effet de ces opérations élémentaires sur le modèle architectural M_i se traduit par des changements : (1) la re-contextualisation Ch_0 après une dé-contextualisation, (2) la re-composition Ch_1 après une dé-composition, (3) la re-construction Ch_2 après une dé-construction et (4) la re-distribution Ch_3 après une dé-régulation.

Outre l'opération générale de conception O_i et les opérations de (co)conceptions élémentaires (O_0, O_1, O_2, O_3) à l'œuvre dans tous les processus de (co)conception, d'autres opérations sont utilisées par le (co)concepteur pour actualiser le modèle architectural M_i . Le (co)concepteur peut en développer d'autres en fonction des besoins spécifiques du projet d'architecture. L'élaboration d'une liste d'opérations, d'opérateurs et d'opérands dépasse le cadre de cette étude, mais des pistes sont trouvées ailleurs comme par exemple en architecturologie, chez Philippe Boudon *et al.* (1994), où l'"échelle" architecturologique est un opérateur multiple/polysémique aux occurrences très diverses qui fournit d'autres outils pour questionner le modèle architectural. Boudon *et al.* définissent également cinq "opérations élémentaires de la conception" : les opérations de "découpage", de "référenciation", de "dimensionnement", de "positionnement" et d' "orientation" (cf. p.137). En étudiant la dynamique des formes architecturales, Dominique Raynaud (1998), lui, établit par exemple une classification comparative dans laquelle les schèmes formels sont "divergents" (monter, rayonner, ouvrir, commencer, séparer, clôturer, sortir et grandir), "avergents" (tourner, passer, onduler, être, répéter, entourer, croiser et battre) et/ou "convergentes" (contenir, couvrir, descendre, unir, lier, diminuer, finir et entrer). De nombreux autres exemples existent.

$$O_i(M_i) = (axO_0(Ctxt_i) + bxO_1(M_{i,1}) + cxO_2(M_{i,2}) + dxO_3(M_{i,3})) \Rightarrow Ch_i$$

les opérations	les questionnements	les opérandes	les changements
(co)contextualisation O_0 (phénoménologique, analytique et systémique)	méta-questionnements le contexte (Q_0) les niveaux d'espace ($Q_{0.1}$) les niveaux de temps ($Q_{0.2}$) les configurations dimensionnelles ($Q_{0.3}$)	contexte local $Ctxt_i$ (ou modèle du contexte organisé à l'aide d'ensembles (Ens_i), de structures ($Struct_i$) et de systèmes ($Syst_i$))	re-contextualisation Ch_0 (aménagement, mutations et re-cadrages après une dé-contextualisation)
(co)composition O_1 (phénoménologique)	questionnements formels les ensembles (Q_1) les zones d'influence ($Q_{1.1}$) la figure/fond ($Q_{1.2}$) la rétroduction ($Q_{1.3}$)	modèle agrégatif $M_{i.1}$ (ou modèle phénoménologique organisé à l'aide des ensembles (Ens_i) (classe)	re-composition Ch_1 (aménagement : changements de type 1, après une dé- composition)
(co)construction O_2 (analytique)	questionnements structurels les (sur/sous-)structures (Q_2) les limites ($Q_{2.1}$) les éléments ($Q_{2.2}$) les relations ($Q_{2.3}$)	modèle statique $M_{i.2}$ (ou modèle hiérarchique organisé à l'aide des structures ($Struct_i$) (hiérarchie)	re-construction Ch_2 (mutations : changements de type 2, après une dé- construction)
(co)régulation O_3 (systémique)	questionnements fonctionnels les (sur/sous-)systèmes (Q_3) les échanges MEI ($Q_{3.1}$) la pro/inter/réto-action ($Q_{3.2}$) la circularité ($Q_{3.3}$) la totalité ($Q_{3.4}$) l'émergence ($Q_{3.5}$) les règles ($Q_{3.6}$) la (méta/sous-)finalité ($Q_{3.7}$) l'équi/multi-finalité ($Q_{3.8}$) le (dés)équilibre ($Q_{3.9}$)	modèle dynamique $M_{i.3}$ (ou modèle organique organisé à partir des systèmes (Ens_i) (émergence)	re-distribution Ch_3 (recadrages : changements de type 3, après une dé- régulation)
(co)conception O_i	tous	tous	re-conception Ch_i

Table 15 – Les opérations d'actualisation du modèle architectural.

12.4 L'opération de (co)évaluation (O_d) : (in)opérant ou oscillant ?

Après une phase de synthèse au cours de laquelle il propose une opération générale de (co)conception, le (co)concepteur (co)opère une opération de (co)évaluation O_d du modèle architectural M_i du projet d'architecture en cours de (co)conception afin de déterminer s'il est nécessaire et/ou pertinent de l'actualiser avec cette opération. Le (co)concepteur doit donc évaluer le caractère (in)opérant du modèle architectural en tant que système dans le cas où l'opération projetée serait appliquée. La (co)évaluation O_d du modèle architectural M_i demande de la part du (co)concepteur une bonne connaissance des états précédents de celui-ci. D'où l'intérêt de conserver (toutes) les (re)présentations externes Md_i utilisées en cours de phases antérieures du processus de (co)conception (maquettes d'étude, dessins, croquis, textes, enregistrements...).

L'approche systémique comporte une série d'outils généraux d'évaluation de l'état d'un système, comme l'évaluation triangulaire des systèmes de Jean-Louis Le Moigne (1977) et l'évaluation circulaire d'Andrée Piecq (2011). À partir de ces

outils, un outil de (co)évaluation tria-dique des modèles architecturaux est élaboré, il est spécifique au domaine de la (co)conception architecturale.

Un premier outil d'évaluation des systèmes est la méthode de "triangulation systémique" définie par Le Moigne (1977) qui permet au modélisateur d'enrichir la connaissance qu'il possède du "système général" (cf. Fig. 12.3-1, p.340). Dans cette méthode, le (co)concepteur questionne le système successivement à partir du : (1) "pôle ontologique" qui indique ce que le système peut "être" en décrivant la *structure* du système, (2) "pôle fonctionnel" qui montre ce que le système peut "faire" en décrivant les finalités et (3) "pôle génétique" qui révèle les différents états du système qui accompagnent le "devenir" de celui-ci au cours du temps. Le (co)concepteur passe de l'une à l'autre de ces dimensions du système au cours d'un processus hélicoïdal et idéalement convergent au cours duquel il approfondit la connaissance du système au gré des boucles cognitives sans pour autant prétendre à une connaissance exhaustive. Selon Le Moigne (1977), la définition du système se fait donc par triangulation : le (co)concepteur "pondère une définition fonctionnelle (ce que l'objet fait), une définition ontologique (ce que l'objet est) et une définition génétique (ce que l'objet devient)".

Pour Gérard Donnadiou et Michel Karsky (2002) qui transposent et adaptent la triangulation systémique de Le Moigne, un système peut être évalué à l'aide d'une "triangulation systémique" entre (cf. Fig. 12.3-2, p.340) : (1) l' "aspect structural" ou comment le système est composé, (2) l' "aspect fonctionnel" ou ce que le système fait et (3) l' "aspect historique" ou ce que le système devient.

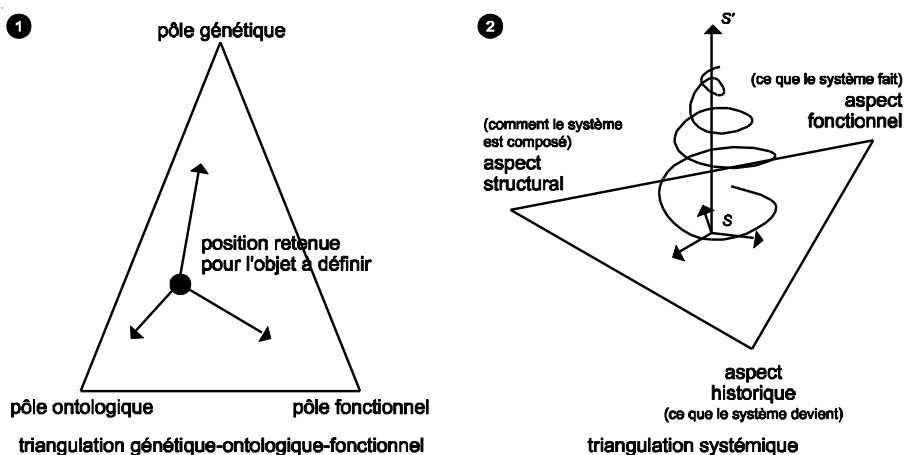


Fig. 12.3 – 1. Triangulation "génétique-ontologique-fonctionnel". Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1977, p.64) 2. Adaptation en "triangulation systémique". Adaptation d'après Gérard Donnadiou & Michel Karsky (2002, p.87).

Dans ces deux variantes de la méthode triangulaire d'évaluation systémique des systèmes, des polarités récurrentes apparaissent : l'évolution temporelle inévitable de tout système, les relations hiérarchiques des entités structurelles et les règles fonctionnelles de comportement des systèmes. C'est donc la possibilité de passer

successivement par trois questions : (1) le devenir : comment évolue le système, (2) l'être : comment est structuré le système et (3) le faire : que fait le système ?

Régulièrement utilisé par les systémiciens, l' "évaluation circulaire" est un outil d'évaluation basé essentiellement sur le concept de circularité. Parmi les nombreux modèles d'évaluation circulaire existants, celui décrit ici a été développé en systémique des organisations par Andrée Piecq (2005 ; 2011) en complément aux "12 principes directeurs des systèmes" (cf. Fig. 12.4, p.342). Il permet de déterminer si le système humain observé est "opérant", "non opérant" ou "oscillant". Lorsqu'une demande d'intervention est faite, l'intervenant-systémicien étudie la demande, il observe la structure du système, il pose des questions à ses membres et il questionne l'organisation par le filtre des "12 principes directeurs des systèmes". À partir de toutes ces données, il repère les "blocages" éventuels – les résistances – dans le fonctionnement de l'organisation. À chaque situation problématique rencontrée, il élabore au minimum trois hypothèses pour expliquer d'où viennent les "blocages" et déterminer si, selon lui, ces résistances sont positives (résilientes) ou négatives (dysfonctionnelles) pour l'organisation. Il pose alors un "diagnostic" en pleine conscience de l'inter-dépendance des phénomènes et propose, le cas échéant, d'intervenir sur le système (par aménagement, mutation ou re-cadrage). Ensuite, l'intervenant étudie le comportement du système. La validation détermine si le système observé (en tant que représentation du projet) est "opérant", "non opérant" ou "oscillant". Observer un système et dire qu'il est (in)opérant n'est jamais un jugement de valeur : il ne s'agit pas de l'évaluation du caractère éthique de la finalité poursuivie par le système, mais de sa capacité à fonctionner pour atteindre cette finalité. Lorsqu'un système est (in)opérant, de nombreuses observations sont redondantes (cf. Table 16, p.343), mais le plus simple est de se dire que, par analogie, un système "opérant" fonctionne comme un système *ouvert*, tandis qu'un système "non opérant" fonctionne plutôt comme un système *fermé*. En effet, un système opérant est en relation constante avec son environnement via des échanges *MEI*. Il s'auto-organise pour atteindre la méta-finalité qu'il poursuit. Par contre, un système inopérant est peu (ou pas) en relation avec son environnement et les échanges *MEI* sont rares. Avec le temps, les échanges incessants de flux *MEI* peuvent rendre un système opérant totalement *non opérant* par excès d'ouverture sur le contexte : il se dissout alors dans le contexte, ou il se trouve plongé dans une spirale infernale de changements. De la même manière, l'autarcie prolongée du système non opérant risque de le détruire par l'épuisement progressif de ses ressources internes. Un système non opérant fonctionnellement peut être opérant structurellement. La distinction entre systèmes opérant et non opérants n'est donc pas toujours évidente. Mais les systèmes observés ne sont jamais totalement opérants ou non opérants, ils sont "oscillants", c'est-à-dire qu'ils contiennent à la fois des sous-systèmes qui fonctionnent comme des systèmes *ouverts* (opérants) et d'autres qui fonctionnent comme des systèmes *fermés* (non opérants). Ce sont les oscillations fonctionnelles du sur-système produites par l'activité paradoxale des sous-systèmes à la fois opérants et non opérants, qui lui permettent de s'adapter aux modifications du contexte et

d'atteindre sa méta-finalité : le système est alors *globalement* opérant, même s'il possède des sous-systèmes inopérants. Mais si la complémentarité des sous-systèmes se rigidifie, si les sous-finalités des sous-systèmes se concurrencent ou si elles s'opposent avec la méta-finalité du système, le sur-système deviendra inopérant.

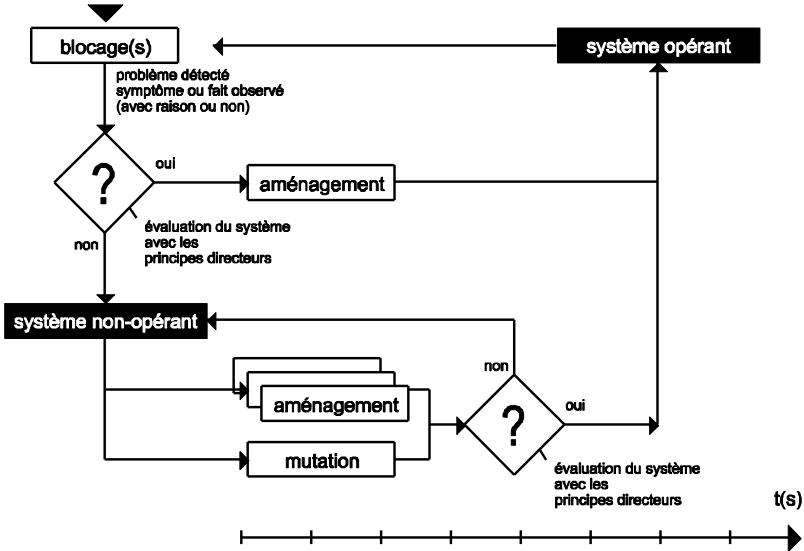


Fig. 12.4 – La boucle d' "évaluation circulaire". Adaptation d'après Andrée Piecq (2011, p.217).

Les outils d'évaluation systémique – circulaire et triangulaire – sont transposés spécifiquement au champ de la (co)conception architecturale pour éclairer le déroulement d'une opération de (co)évaluation O_d . De ce qui précède, outre les raisons (inter)subjectives et (auto)référentielles qui peuvent pousser le (co)concepteur à l'actualiser, la (co)évaluation du modèle architectural M_i – considéré en tant que système – passe par les dimensions à la fois formelle (comment il est agrégé), structurelle (comment il est hiérarchisé), fonctionnelle (comment il est régulé) et temporelle (comment il évolue). Ces quatre axes de questionnement permettent une (co)évaluation tria-dique des modèles architecturaux spécifique au champ de la (co)conception architecturale. L'opération de (co)évaluation O_d tient compte des trois types d'organisation du réel augmenté (la forme, la structure et la fonction) et des questionnements des modèles architecturaux ($Q_{1,x}$, $Q_{2,x}$, $Q_{3,x}$). C'est une transposition de la "triangulation systémique" de Le Moigne (1977) adaptée par Donnadieu et Karsky (2002) qui (re)prend les pôles/aspects historique, ontologique/structurel et fonctionnels avec quelques aménagements théoriques, tout en ayant en tête l' "évaluation circulaire" et les propriétés des "systèmes oscillants" de Piecq (2005 ; 2011).

Observations	Système opérant	Système non opérant
1. la structure générale est claire, la différenciation entre les différents départements est nette, l'autonomie des départements est valorisée, les départements ne sont pas trop nombreux	oui	non
2. les hiérarchies sont opérationnelles : les rôles, les missions et les fonctions des différents membres de l'organisation sont clairement définis et reconnus	oui	non
3. la (méta)finalité poursuivie par l'organisation est explicite et/ou implicite, mais connue et partagée de tous	oui	non
4. les règles de fonctionnement explicites équilibrent les règles implicites et inversement, les règles ont un fondement logique, l'évolution de l'organisation n'est pas bloquée dans le non-changement et ne subit pas non plus une escalade de changements ;	oui	non
5. la communication est opérationnelle : des échanges d'information existent dans l'organisation (entre les individus et entre les départements) et entre l'organisation et le monde extérieur	oui	non
6. des antagonismes apparaissent entre les différents médias de la communication, les conflits entre les membres deviennent permanents et sont impossibles à gérer	non	oui
7. les blocages sont des symptômes confondus avec de réels dysfonctionnements	non	oui
8. les périodes de changement sont suivies par des périodes de stabilité et inversement	oui	non
9. les différents niveaux de l'organisation sont opérants et complémentaires, l'organisation est en marche, elle est "vivante" et productrice, son expansion n'est pas freinée, elle ne risque pas de disparaître ou d'imploser	oui	non

Table 16 – Les systèmes "opérants" et "non opérants". Adaptation d'après Andrée Piecq (2005).

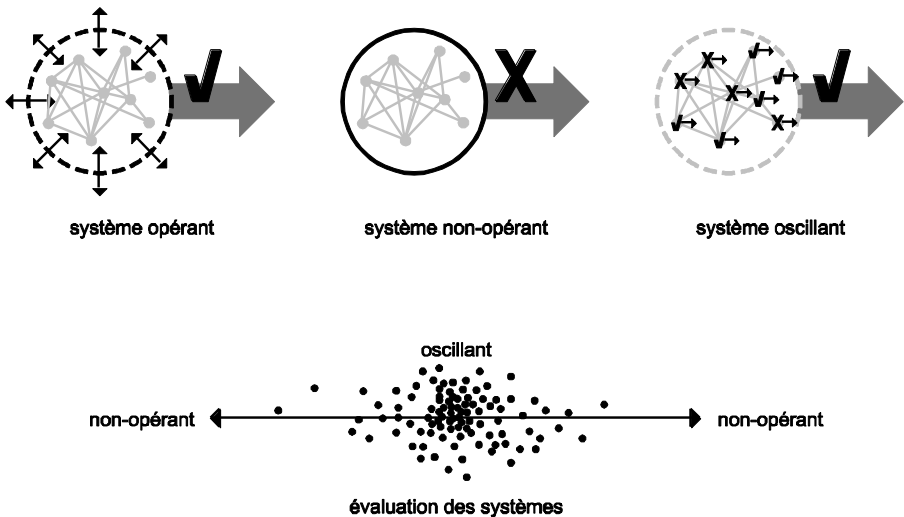


Fig. 12.5 – Les systèmes opérants, non opérants et oscillants.

D'abord, le processus est variable en fonction du temps pour i variant de 0 à n et la (co)évaluation tria-dique est décomposable en une série d'états triadiques – autant de (co)évaluations ponctuelles du modèle architectural M_i – qui se succèdent parallèlement à une ligne du temps orientée. La connaissance de l'origine et de la situation projetée du modèle architectural anime le "pôle historique" du système et est (re)présentée par l'axe dia-chronique de l'outil. Ensuite, à chaque état triadique i , le modèle architectural est questionné à tour de rôle en tant que modèle agrégatif $M_{i,1}$, statique $M_{i,2}$ et/ou dynamique $M_{i,3}$. La dimension structurelle du "pôle ontologique" est transposée dans les questionnements portés par le modèle statique $M_{i,2}$ par rapport à la hiérarchisation des entités structurelles. La dimension fonctionnelle du "pôle fonctionnel" est transposée dans les questionnements fonctionnels portés par le modèle dynamique $M_{i,3}$. Une dimension formelle est ajoutée aux deux précédentes à travers les questionnements portés par le modèle agrégatif $M_{i,3}$, ce qui n'est habituellement pas repris dans les méthodes d'évaluation triangulaire systémique. La question de la forme est ajoutée à celles de la structure et de la fonction. À chaque état (en) particulier k , le modèle architectural M_i est (co)évalué en fonction de sa situation passée à l'état $k-1$ et de la situation projetée à l'état $k+1$, mais également par triangulation entre les trois polarités internes qu'il (re)couvre : les composantes respectivement agrégative, hiérarchique et organique du modèle architectural.

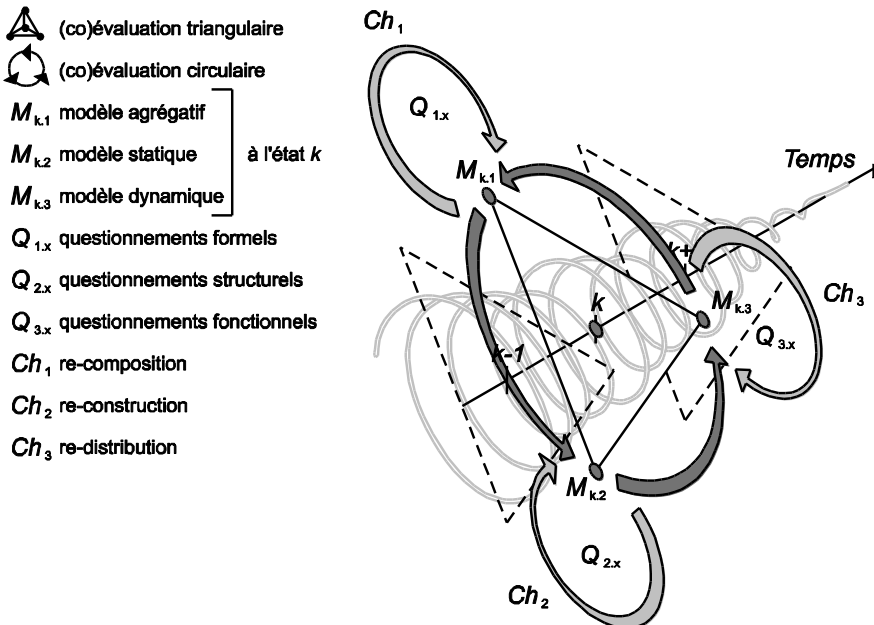


Fig. 12.6 – La (co)évaluation triangulaire et circulaire du modèle architectural.

La question de savoir si le modèle architectural M_i (co)évalué à l'aide des questionnements formels, structurels et fonctionnels est opérant ou pas correspond à la question de savoir s'ils rencontrent ou non la méta-finalité. Un modèle architectural M_i est opérant si le projet d'architecture dont il est l'*analogon* permet au (co)concepteur de proposer un édifice qui rencontre la méta-finalité de faire émerger des lieux (P_2) par l'équilibrage des rapports trialogiques entre la culture, l'homme (auto)organisé et l'environnement éco-systémique. Chacune des parties du modèle architectural M_i doit donc concourir à rendre opérant le modèle architectural dans son ensemble : le modèle agrégatif ($M_{i.1}$) doit donc être prégnant et phénoménologiquement performant, le modèle statique ($M_{i.2}$) doit être clairement structuré et hiérarchisé, le modèle dynamique ($M_{i.3}$) doit fonctionner et être régulé correctement. L'évaluation circulaire du modèle architectural consiste à questionner à tour de rôle les différentes polarités du modèle ($M_{i.1}$, $M_{i.2}$, $M_{i.3}$) pour voir s'ils sont (in)opérants. Dans le cas, où l'une des polarités est inopérante, le (co)concepteur peut alors (re)passer par une opération d'(auto)référence O_c pour projeter un changement potentiel ($Ch_{i,x}$) avant de continuer la (co)évaluation. Une solution "*satisficing*" (sous-optimale) (Simon 1969) peut suffire à réaliser un édifice réel : le modèle architectural ne doit donc pas forcément être inopérant pour être actualisé. En effet, un projet d'architecture n'est jamais (totalement) fini et un grand nombre de solutions possibles existent. Le (co)concepteur procède donc à une évaluation du modèle architectural pour, au choix, améliorer encore le projet, laisser émerger un autre possible, ou confirmer la pertinence du projet développé de manière à pouvoir arrêter le processus de (co)conception.

12.5 L'opération de (co)évolution (O_e)

Lorsque le modèle architectural M_i a été (co)évalué O_d et considéré comme opérant, le (co)concepteur peut décider d'appliquer l'opération (en)général de (co)conception O_i sur le modèle architectural : il (co)opère alors une opération de (co)évolution O_e pour actualiser le modèle architectural, ce qui provoque du *changement* dans le système. Mais comment décrire ces changements ? Puisque seul l'espace de l'architecture Esp_2 est pris en compte ici, le modèle architectural M_i est donc bien *actualisé* et non *réalisé*. L'objet de cette étude est de démystifier le processus de (co)conception et non pas le processus de l'édification réelle du bâtiment. Conformément aux quatre modalités d'existence définies par le philosophe français Pierre Lévy (1998), si un édifice du réel R peut être potentialisé/réalisé dans l'espace des édifices Esp_1 à partir des interactions substantielles entre potentialité et réalité, un modèle architectural M_i peut uniquement être virtualisé/actualisé dans l'espace de l'architecture Esp_2 à partir des interactions événementielles entre le virtuel et l'actuel.

En systémique, le changement dans les systèmes a fait l'objet de nombreuses études. En étudiant comment apparaissent les impasses de la communication inter-personnelle, Paul Watzlawick *et al.* (1975) s'intéressent au phénomène du changement en distinguant deux niveaux qui permettent à un système $Syst_i$ de

passer d'un état k à un état $k+1$: celui du changement de "premier ordre" (type 1) à l'intérieur d'un système donné et celui du changement de "second ordre" (type 2) qui entraîne, au contraire, une modification du système dans son ensemble.

Le premier changement est un "aménagement" ou un effet de l'homéostasie du système qui produit un "changement sans changement" pendant lequel il fait "plus [ou moins] la même chose" de manière économique mais souvent peu efficace, si ce n'est à court terme ou dans un contexte relativement stable. À l'intérieur du système $Syst_i$, les entités structurelles qui le constituent sont modifiées par la mise en oeuvre des rétro-actions négatives pour corriger les déviations, mais pas le système lui-même : il garde son intégrité et les traits principaux de sa structure. Le système à l'état k et le système à l'état transformé $k+1$ sont iso-morphes. Selon le principe d'homéostasie, le système à l'état k (ré)équilibre son fonctionnement interne, il dépense de la matière M , de l'énergie E et/ou de l'information I pour faire face à l'évolution des sollicitations du contexte et pour tenter de revenir à un état $k-1$.

Cependant, ce (ré)équilibrage interne ne suffit pas toujours, et le comportement observé n'est alors que le symptôme d'un dysfonctionnement interne du système lui-même. Dans ce cas, le second changement est une "mutation" qui transforme et fait évoluer le système lui-même grâce à une régulation à un niveau *méta* produisant un "changement de changement" et provoquant de l'incertitude. La "mutation" est souvent plus efficace pour les systèmes inopérants qui demandent des solutions à plus long terme et elle peut utiliser la rétro-action évolutive. L'observateur du système qui opère une "mutation" effectue un "re-cadrage", il ne déplace pas le problème, mais "se déplace du problème" : il (se) (re)présente différemment la situation qui pose problème. La structure du système est alors transformée et les relations entre les éléments sont modifiées, les traits et la structure du système changent en partie.

Dans de nombreux cas, lorsqu'un dysfonctionnement est repéré dans le système observé, un aménagement à l'intérieur de ce dernier est suffisant pour le corriger. Mais quand les aménagements se succèdent et se révèlent sans effets, ou que le contexte du système a changé, l'intervenant peut passer à la mutation. Puisque les systèmes sont la plupart du temps "oscillants" (Piecq 2005 ; 2011), il est parfois nécessaire d'opérer une mutation sur un sous-système inopérant, tout en n'opérant qu'un aménagement sur l'ensemble.

Le psychologue du travail canadien Pierre-Marc Meunier (1993) fait référence au zoologiste français Jean Dorst qui distingue également deux niveaux de changement pour expliquer l'évolution des espèces et montrer les limites du néodarwinisme : (1) la "micro-évolution" ou le passage progressif d'une espèce à une autre qui est voisine (c'est la transposition du changement de type 1) et (2) la "macro-évolution" ou le passage d'un type d'organisation à un autre (changement de type 2). Dans le premier cas, il parle donc des évolutions limitées (par exemple d'un type de poisson à l'autre), tandis que dans le second cas, il parle des sauts évolutifs (par exemple le passage des poissons aux batraciens, des batraciens aux reptiles, des reptiles aux oiseaux, puis aux mammifères...).

La transposition directe de ces deux types de changements dans le domaine de la (co)conception architecturale est difficile. Une fois que le (co)concepteur a décidé de (co)évoluer O_e le modèle architectural M_i à l'aide d'une opération générale de (co)conception O_i , les changements apparaissent dans l'interprétation/projétation du contexte local $Ctxt_i$, des modèles agrégatif $M_{i,1}$, statique $M_{i,2}$ et dynamique $M_{i,3}$. Quatre types de changements doivent donc être distingués : Ch_0 , Ch_1 , Ch_2 et Ch_3 . Chacun de ces changements peut être un "aménagement" ou une "mutation" du sous-système auquel il est appliqué ($Ctxt_i$, $M_{i,1}$, $M_{i,2}$, $M_{i,3}$). À travers les opérations de (co)conception O_x que le (co)concepteur mène, ces changements sont influencés par les effets indirects des opérations de (re)présentation O_R , de (co)questionnement O_a , de (co)positionnement O_b , d'(auto)référence O_c et de (co)évaluation O_d .

Au sein du changement global du modèle architectural M_i , quatre types de changements sont identifiés, qui sont les résultats des différentes (co)opérations menées sur le modèle architectural pour l'actualiser :

1. la re-contextualisation Ch_0 est un changement apporté au contexte local $Ctxt_i$ du modèle architectural à l'aide d'une opération de (co)contextualisation O_0 ;
2. la re-composition Ch_1 est un changement apporté au sous-modèle architectural agrégatif $M_{i,1}$ à l'aide d'une opération de (co)composition O_1 . Le point de vue formel du projet d'architecture est alors actualisé ;
2. la re-construction Ch_2 est un changement apporté au sous-modèle architectural hiérarchique $M_{i,2}$ à l'aide d'une opération de (co)construction O_2 . Le point de vue structurel du projet d'architecture est alors actualisé ;
3. la re-distribution Ch_3 est un changement apporté au sous-modèle architectural $M_{i,3}$ à l'aide d'une opération de (co)régulation O_3 . Le point de vue fonctionnel du projet d'architecture est alors actualisé ;

Ainsi, par analogie, si le (co)concepteur qui a (co)composé (O_1) le modèle agrégatif $M_{i,1}$ du projet d'architecture en cours de (co)conception, par exemple, à l'aide des règles du modernisme (clarté et lisibilité des volumes perçus) et que celui-ci doit évoluer, il peut alors décider d'un "aménagement" : changer, par exemple, l'importance perceptive d'une des baies de la façade ou alors décider d'une "mutation" : utiliser, par exemple, les règles de l'architecture de la Déconstruction (ambiguïté assumée des formes perçues). À l'aide d'une autre analogie, s'il (co)construit (O_2) le modèle statique $M_{i,2}$ en utilisant, par exemple, une structure en bois et qu'au cours de l'évolution du projet d'architecture, une petite portée devient une portée moyenne, il peut décider d'opérer un "aménagement" en doublant les gîtes tout en conservant le même type de structure, ou il peut décider d'opérer une "mutation" en choisissant d'utiliser une structure en acier pour permettre au plancher de franchir une très grande portée, passant alors d'un système structurel à un autre.

À un état k du processus, une part du modèle architectural M_k possède toujours simultanément une part de *répétition* et de *transformation* de celui-ci à l'état $k-1$. La part de répétition provient par exemple des informations mobilisées dans des

espaces de références consolidés, alors que la part de transformation vient par exemple des aléas de la contextualisation du projet d'architecture.

CONCLUSIONS. UN MODÈLE SYSTÉMIQUE M_{Th} D'AIDE À LA (CO)CONCEPTION

En liminaire, une question a été isolée : comment modéliser le processus de (co)conception d'un projet d'architecture ? Nous avons vu qu'un point de départ possible était d'assumer une complémentarité entre pensées analytique et systémique, pour combiner une rationalisation et une dynamisation au sein d'un modèle théorique général M_{Th} . Ce modèle permet de donner une réponse à la question principale de notre thèse, légèrement reformulée au fil du texte en fonction des acquis :

À l'aide d'une approche (analytico)systémique, serait-il possible de modéliser heuristiquement un processus de (co)conception visant l'architecture, pour permettre à un (co)concepteur d'interroger de manière pertinente la relation entre le système socioculturel, l'être (auto)organisé et l'éco-système au sein d'un réel augmenté R^+ ?

Dans un premier temps, nous avons formulés, à priori, six postulats originaux : les cinq premiers forment la posture de recherche adoptée, le premier (chapitre 1) servant de base aux quatre suivants (chapitre 2) qui questionnent les quatre éléments de base de tout processus d'élaboration des connaissances (l'objet à connaître, le sujet qui connaît, le processus cognitif qui les relie et la critique réflexive du processus complet) ; le sixième (chapitre 3) concerne plus spécifiquement la méthode de recherche et donc la méthode de modélisation elle-même. Ces postulats – rappelés brièvement ci-après – concernent respectivement l'existence du réel augmenté R_+ (P_0), la nature du réel augmenté R_+ (P_1), la nature de la connaissance (P_2), la méthode d'élaboration des connaissances (P_3), la critique réflexive de ce processus d'élaboration (P_4) et la méthode de modélisation (P_5).

Postulat de base (P_0). Inhérente à la condition humaine, une difficulté incontournable réside dans la superposition entre le réel R et la (re)présentation que nous en avons. Les modalités au travers desquelles le réel apparaît à notre conscience ne sont que le résultat de tentatives de superpositions répétées, que nous projetons à partir de notre monde intérieur. L'homme construit donc un réel, que nous qualifions d'augmenté (R^+), auquel, impertinent, le réel résiste dès que nous le provoquons.

Premier postulat (P_1). La nature du réel augmenté R^+ est interprétée ici à partir de trois niveaux d'organisation : les niveaux de la configuration formelle (Niv_1), du structuralisme hiérarchique (Niv_2) et de l'émergentisme systémique (Niv_3). Chaque niveau est associé respectivement à un type d'organisation imaginaire de base : l'ensemble Ens_i , la structure $Struct_i$ et le système $Syst_i$.

Second postulat (P_2). Dans le domaine de la (co)conception architecturale, la *nature* de la connaissance prise en compte est délimitée à partir de la méta-finalité poursuivie par le (co)concepteur : faire émerger des lieux. Pour fabriquer du lieu, le (co)concepteur doit posséder les connaissances nécessaires pour équilibrer les rapports dialogiques entretenus par le système socio-culturel, l'homme (auto)organisé et l'environnement éco-systémique à l'aide d'artefacts architecturaux. La méta-finalité proposée ici n'est en aucun cas l'expression d'un finalisme : elle est *projective* (téléologique) pour le (co)concepteur et *programmative* (téléonomique) pour le modèle architectural M_i .

Troisième postulat (P_3). La méthode d'élaboration des connaissances est issue d'une complémentarité entre deux méthodes de pensée souvent opposées à tort : l'analytique et la systémique. L'une ne devrait pourtant pas être utilisée sans l'autre. Les préceptes de chacune de ces deux approches sont connus (Descartes 1637 ; Le Moigne 1977) et quelques principes qui assument la complémentarité existent dans l'élaboration de la "pensée complexe" (Morin 1990).

Quatrième postulat (P_4). La validation de la connaissance est possible parce que le (co)concepteur – en tant qu'être (auto)organisé – est (auto)réflexif et tient compte de son (auto)référentiel, individuel ou partagé, pour déterminer quand il y a adéquation ou non entre la (méta-)finalité poursuivie initialement et les actions entreprises sur le modèle architectural pour l'atteindre.

Cinquième postulat (P_5). Plutôt que de tenter d'étudier l'intrapsychique du (co)concepteur, ce sont les méthodes de modélisation de la théorie des systèmes et de la psychologie cognitive qui sont utilisées. En tant qu'"appareil à systémographe" (Le Moigne 1990), le modèle théorique général M_{Th} développé ici présente donc, à priori, une correspondance homo-morphique avec le phénomène réel : le processus réel des états cognitifs du (co)concepteur. Tout (co)concepteur qui utiliserait ce modèle théorique, à posteriori, élabore alors un modèle théorique (en) particulier iso-morphique avec le modèle théorique général. Ceci permet de distinguer les projets d'architecture réels du modèle théorique général M_{Th} (homo-morphique à tous les projets réels) et du modèle architectural particulier M_i (iso-morphique au modèle théorique général).

Dans un second temps, l'apport original central de notre thèse est constitué de trois modélisations pour développer l'étude du processus de (co)conception qui *visent* l'architecture. Ensemble, ces trois modélisations forment le modèle théorique général M_{Th} (cf. Fig. C-3, p.357). L'ordre dans lequel elles sont construites et décrites vient de l'étude : (1) du processus de (co)conception architecturale (l'axe systémique complet) entre (2) le (co)concepteur (l'observateur) et (3) le modèle architectural (le système observé). Celles-ci sont complémentaires et heuristiques au sein du réel augmenté R^+ : elles ne représentent donc pas directement le réel R .

Pour faciliter la compréhension des lecteurs, les représentations graphiques du modèle théorique général M_{Th} et des trois modélisations qui le constituent sont rassemblées à la fin de nos conclusions (cf. pp.355-361). Ensemble, elles fournissent une véritable conclusion graphique à notre thèse. De plus, par soucis de clarté,

une légende reprend toutes les abréviations utilisées dans ces différentes représentations (cf. Fig. C-2, p.356).

(1) Première modélisation. Une modélisation diachronique du processus de (co)conception (en) général (1/3) montre (cf. chapitre 5) le processus de (co)conception d'un projet d'architecture dans sa globalité (cf. Fig. C-4, p.358). Embrayé à partir des pré-conceptions à l'état 0, ce modèle hélicoïdal convergent/divergent montre la succession des états du modèle architectural M_i , $\forall i \in \{0, 1, 2, 3, \dots, k, \dots, n\}$. Cette trajectoire dynamique croise tour à tour le domaine des données Dom_d et le domaine des solutions Dom_s du projet d'architecture, jusqu'au moment où elle passe par le point critique de pertinence à partir duquel le processus *peut* être arrêté : le modèle architectural M_{crit} est alors une solution au minimum satisfaisante, mais pas forcément optimale. À chaque état cognitif réel, le (co)concepteur possède une (re)présentation interne, une image mentale du projet d'architecture – le modèle architectural M_i – et à chaque étape jugée importante, le (co)concepteur peut intérioriser/extérioriser des (re)présentations externes – les médias Md_i – et les combiner selon trois voies d'utilisation : les voies spéculative, descriptive et prescriptive. Ce modèle hélicoïdal peut être superposé à d'autres modèles hélicoïdaux d'autres (co)concepteurs : c'est la problématique de la co-conception. La trajectoire prise par le processus varie en fonction des opérations cognitives menées par le (co)concepteur sur le modèle architectural : c'est ce qui concerne la deuxième modélisation.

(2) Seconde modélisation. Une modélisation du (co)concepteur (2/3) montre (cf. chapitre 6) la boucle cognitive qui anime et oriente les choix du (co)concepteur lorsqu'il intervient sur le processus de (co)conception architecturale (cf. Fig. C-5, p.359). Le (co)concepteur n'est pas modélisé ici comme une *black box* où seuls les *inputs* et les *outputs* sont accessibles, pas plus qu'il ne l'est comme une *glass box* dans laquelle tout apparaît détaillé exhaustivement. Il est plutôt conçu comme un (co)concepteur (auto)réflexif dont la conscience est animée par une boucle cognitive qui passe récursivement par les opérations de (co)questionnement O_a (re-questionnement de la situation), de (co)positionnement O_b (re-positionnement par l'analyse), d'(auto)référence O_c (auto-référence synthétique), de (co)évaluation O_d (ré-évaluation du modèle architectural) et, enfin, de (co)évolution O_e (application du choix et ré-évolution du modèle). Le (co)concepteur est un être (auto)organisé traversé par une boucle diachronique stimulation $\leftrightarrow$ conscience $\leftrightarrow$ action et une boucle synchronique intentions $\leftrightarrow$ conscience $\leftrightarrow$ (auto)référentiel. Il est alors capable de créer une réalité perçue ($R_{perçue}$) émergeant de la boucle stimulation/action, une réalité conçue ($R_{conçue}$) de la boucle interprétation/projétation et, enfin, une réalité vécue ($R_{vécue}$) à partir des interactions entre la réalité perçue et la réalité conçue pour (co)construire le réel augmenté R^* . Le (co)concepteur possède également un (auto)référentiel multicouches et il (co)construit des espaces de références en découpant le réel augmenté en dimensions.

(3) Troisième modélisation. Une modélisation synchrone du processus de (co)conception (en) particulier (3/3) montre (cf. chapitres 7 à 11) un état particulier k du modèle architectural au cours du processus de (co)conception (cf. Fig. C-6,

p.360). Celui-ci est défini entre les données du projet d'architecture prises en compte et les données utiles à la construction potentielle de celui-ci. La modélisation est structurée à partir des différentes expressions du modèle architectural et des questionnements des modèles architecturaux. À part l'expression du contexte local $Ctxt_i$ avec lequel il est (co)conçu, le modèle architectural M_i peut donc être exprimé alternativement en tant que modèle agrégatif $M_{i,1}$, modèle statique $M_{i,2}$ et modèle dynamique $M_{i,3}$. Les questionnements des modèles architecturaux sont en interaction dynamique et ils se retrouvent à priori dans tous les modèles architecturaux. En fonction de l'expression qui lui est donnée, le modèle architectural est donc questionné respectivement du point de vue des méta-questionnements (le contexte Q_0 , les niveaux d'espace $Q_{0,1}$, les niveaux de temps $Q_{0,2}$ et les configurations dimensionnelles $Q_{0,3}$), des questionnements formels lorsque le modèle est agrégatif (les ensembles Q_1 , les zones d'influence $Q_{1,1}$, la figure/fond $Q_{1,2}$ et la rétroduction $Q_{1,3}$), des questionnements structurels lorsque le modèle est statique (les (sur/sous-)structures Q_2 , les limites $Q_{2,1}$, les éléments $Q_{2,2}$ et les relations $Q_{2,3}$) et, enfin, des questionnements fonctionnels lorsque le modèle est dynamique (les (sur/sous-)systèmes Q_3 , les échanges MEI $Q_{3,1}$, la (pro/inter/réto-)action $Q_{3,2}$, la circularité $Q_{3,3}$, la totalité $Q_{3,4}$, l'émergence $Q_{3,5}$, les règles $Q_{3,6}$, la (méta/sous-)finalité $Q_{3,7}$, l'équi/multi-finalité $Q_{3,8}$ et le (dés)équilibre $Q_{3,9}$). Les questionnements définis ici ne sont pas exhaustifs, d'autres questionnements peuvent être élaborés en fonction des besoins du (co)concepteur.

Alors qu'une série d'opérations cognitives avaient été dégagées avec la seconde modélisation, l'articulation des trois modélisations, au sein du modèle théorique général M_{Th} , permet de définir cette fois une série d'opérations spécifiques au champ de la (co)conception architecturale autour de l'opération de (co)conception générale O_i . Cette opération est une combinaison pondérée de quatre autres opérations (plus) particulières : l'une qui concerne le contexte du système (le contexte local $Ctxt_i$) et les trois autres qui concernent plus directement le système observé (le modèle architectural M_i). D'un côté, l'opération de (co)contextualisation O_0 permet au (co)concepteur de re-contextualiser Ch_0 le modèle architectural à partir des méta-questionnements $Q_{0,x}$ du contexte local $Ctxt_i$. De l'autre, l'opération de (co)composition O_1 provoque la re-composition Ch_1 du modèle architectural à partir des questionnements formels $Q_{1,x}$ sur les ensembles Ens_i du modèle agrégatif $M_{i,1}$, celle de (co)construction O_2 provoque la re-construction Ch_2 du modèle architectural à partir des questionnements structurels $Q_{2,x}$ sur les structures $Struct_i$ du modèle statique $M_{i,2}$ et celle de (co)régulation O_3 provoque la re-distribution Ch_3 du modèle architectural à partir des questionnements fonctionnels $Q_{3,x}$ sur les systèmes $Syst_i$ du modèle dynamique $M_{i,3}$. Finalement, l'opération de (co)conception général O_i peut être synthétisée à l'aide de l'équation : $O_i(M_i) = (axO_0(Ctxt_i) + bxO_1(M_{i,1}) + cxO_2(M_{i,2}) + dxO_3(M_{i,3}))$. Cette formulation mathématisée n'a pas pour but de figer quelque chose qui peut difficilement être défini, mais elle permet d'être concis.

Notre thèse n'est, finalement, qu'un commencement. Elle étudie de manière générale le processus de (co)conception lorsqu'un (co)concepteur vise l'architec-

ture, en donnant un cadre conceptuel, une (re)présentation graphique et quelques outils théoriques. Chaque (co)concepteur est libre de prolonger notre travail et de (ré)adapter le modèle théorique général M_{Th} défini ici en fonction de ses besoins et de la situation du projet à (co)concevoir, lorsqu'il élabore des modèles théoriques particuliers M_i . La combinaison de la vision générale du processus de la première modélisation, de la définition de différentes opérations cognitives à l'œuvre de la seconde et des questionnements interactifs des modèles architecturaux de la troisième rend le modèle théorique général M_{Th} utiles dans toute situation de (co)conception. Le cadre théorique permet de répondre aux exigences de validité scientifique, tout en laissant la souplesse nécessaire à son utilisation ponctuelle. Ce modèle théorique est donc applicable par tout (co)concepteur à tout projet d'architecture.

Dans un troisième temps, l'application originale (la plus) directe des connaissances élaborées dans notre thèse est le développement d'outils pédagogiques de démystification du processus de (co)conception architecturale. Un premier outil est utilisé sous la forme d'une table d'orientation pédagogique (cf. Fig. C-7, p.361). À l'aide de celui-ci, l'étudiant – lorsqu'il se trouve "bloqué" en cours de (co)conception – peut questionner son modèle architectural en fonction des différents questionnements des modèles architecturaux, de manière à (se re)présenter son projet autrement. Les autres modélisations lui permettent de (se re)présenter le processus de (co)conception architecturale. Cet outil permet le questionnement successif du modèle architectural pour permettre à l'étudiant (l'architecte) d'actualiser le modèle architectural – c'est-à-dire d'opérer des changements – en pleine connaissance de l'inter-dépendance des phénomènes pris en compte dans le projet d'architecture. Après la formulation d'hypothèses à partir de l'observation du modèle architectural à travers le filtre des questionnements des modèles architecturaux, une évaluation est en effet possible. Pour distinguer dans le modèle ce qui est *opérant* de ce qui ne l'est pas/plus. Ceci permet à l'étudiant, si cela s'avère nécessaire, de proposer une évolution ou d'opérer des changements dans le projet d'architecture en cours de (co)conception.

Outre cette application d'ordre pédagogique, cinq autres axes de recherches principaux peuvent être néanmoins dégagés et prolongés à l'avenir : ils sont d'ordre empirique (1) ; d'ordre empirique et pratique (2) ; d'ordre théorique en théorie d'architecture (3), en sciences cognitives (4) et en théorie de la (co)conception architecturale (5).

(1) Le développement des (re)cherches empiriques sur la (co)conception architecturale pour démystifier le processus de (co)conception du projet d'architecture. L'existence de ces modélisations permet de fournir une grille de lecture utile à l'étude empirique systématique a priori d'un échantillonnage de projets d'étudiants ou d'architectes professionnels en cours de conception ou a posteriori sur base de documents graphiques. Actuellement, peu de théories existent à partir desquelles des grilles d'analyse suffisamment générales permettent d'observer scientifiquement les processus de (co)conception du projet d'architecture.

(2) Le développement du modèle du processus de (co)conception (en) général (1/3) pour les phases du chantier. Les (re)cherches peuvent être étendues en modélisant le processus de (co)conception jusqu'au chantier. L'objectif de ce type de recherche n'est pas de poser un modèle théorique ultime à partir duquel tout édifice peut être construit automatiquement, mais d'aider les différents acteurs de la construction à rouvrir les possibles consciemment à chaque étape jugée importante du chantier.

(3) Le développement des modélisations du modèle du processus de (co)conception (en) général (1/3) et (en) particulier (2/3) par la théorie d'architecture. Cette étude peut être enrichie théoriquement en (re)cherchant, par exemple, de nouveaux opérateurs, opérations et opérands architecturaux, de nouveaux (sous-)questionnements des modèles architecturaux...

(4) Le développement du modèle du (co)concepteur (2/3) par les sciences cognitives. Cette étude peut être confrontée à une recherche pluri-disciplinaire avec une visée trans-disciplinaire : travailler, par exemple, la modélisation de la boucle cognitive du (co)concepteur pour déterminer d'autres opérations cognitives, d'autres opérateurs ou opérands, étudier les formes de résistances au changement propres au modèle architectural lui-même, mais aussi du point de vue des modèles mentaux et des rigidités mentales du l'intra-psychique du (co)concepteur.

(5) La possibilité de déterminer différents opérateurs propres à l'architecture et utilisables par les (co)concepteurs sur les opérands $M_{i,x}$. Ce qui permettrait de développer l'étude de l'opération de (co)évolution O_e . Les opérateurs qui concernent la plasticité du modèle architectural sont bien connus (opérer des rotations, des translations, des symétries, des homothéties de M_i). Mais chaque dimension du réel augmenté R^+ devrait en posséder. L'explicitation d'opérateurs concrets permet l'utilisation directe du modèle théorique M_{Th} lors de tout processus de (co)conception d'un projet d'architecture.

Pour conclure, au-delà d'autres (sous-)finalités ponctuelles, lorsque nous postulons que la métafinalité *projective* poursuivie par le (co)concepteur est de fabriquer des lieux, nous sous-entendons que l'émergence du lieu est un concept de portée universelle qui apparaît uniquement dans les artefacts architecturés, c'est-à-dire qui ont été (co)conçues par des (co)concepteurs qui *visaient* l'architecture ($Arch_3$) à travers eux. Notre modèle théorique général M_{Th} est élaboré pour illustrer, encadrer et stimuler les (co)concepteurs (ou les étudiants) à (co)concevoir leurs projets d'architectures de manière à pour produire des *habitats* – matérialisés ou non – qui permettent l'*habité* en articulant le système socioculturel, l'être (auto)organisé et l'éco-système au sein d'un réel augmenté R^+ .

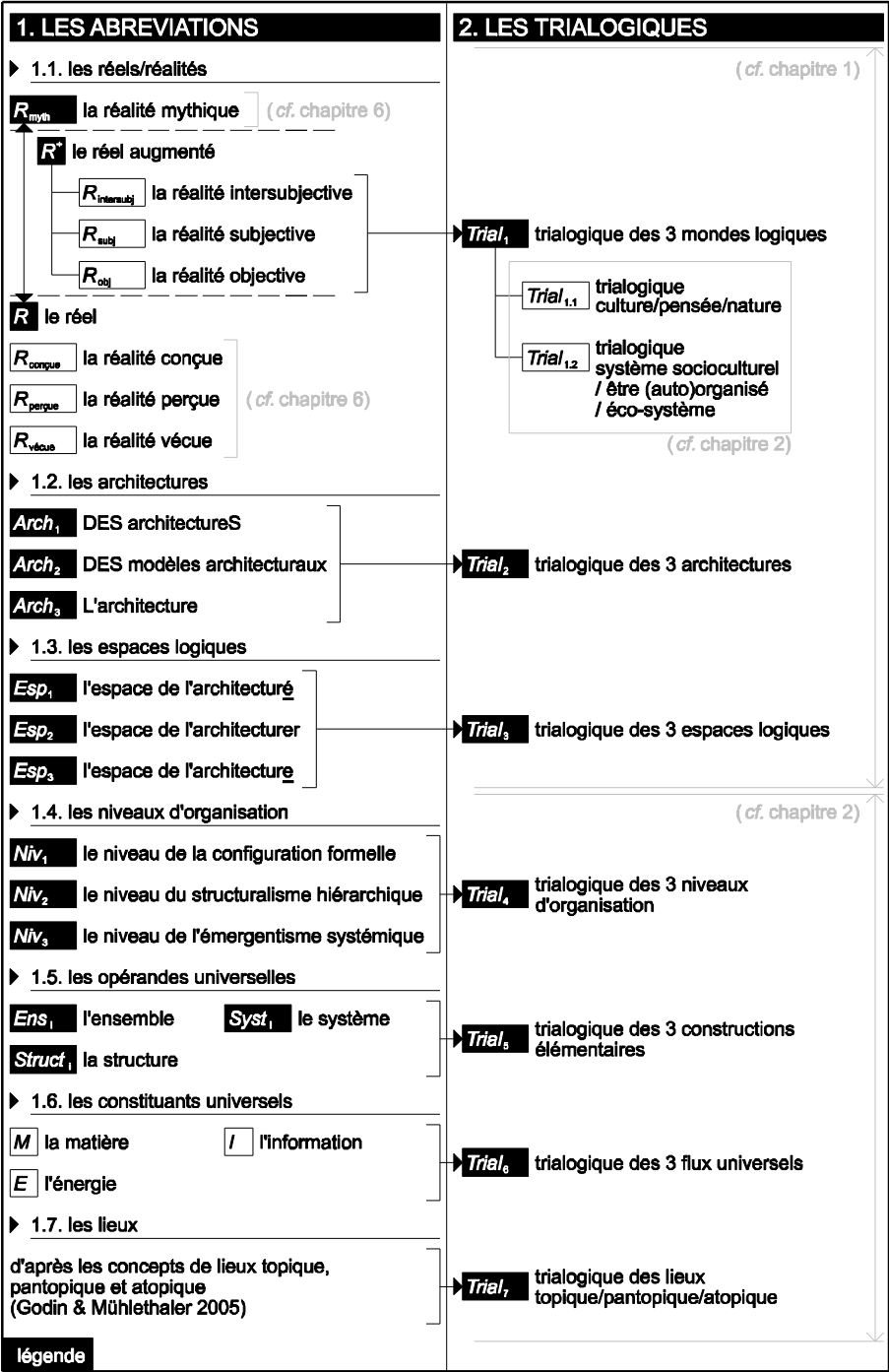
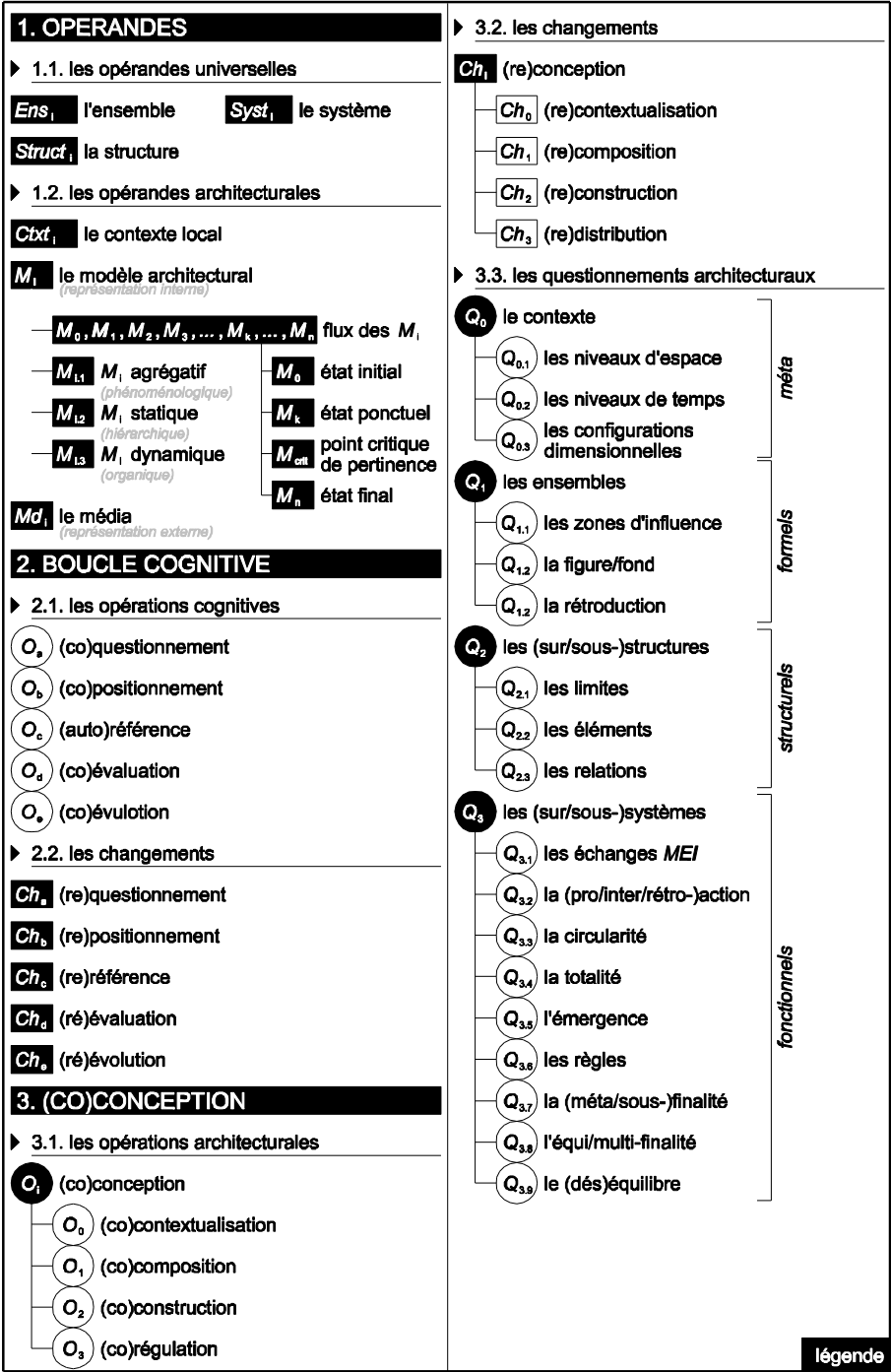


Fig. C-1 – Légende des abréviations et des trialogiques (utilisées dans les parties I et II).



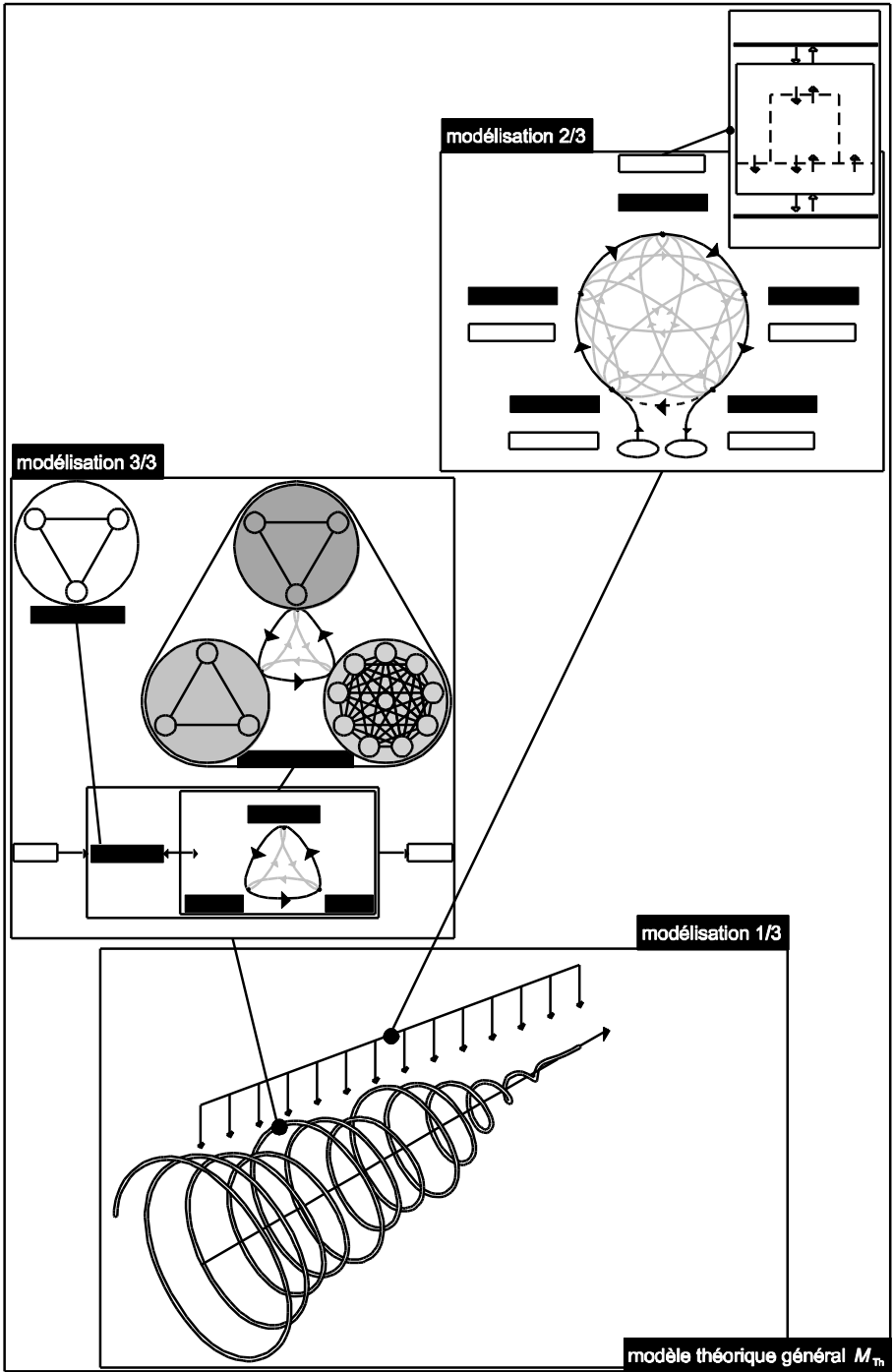


Fig. C-3 – Le modèle théorique général M_{Th} .

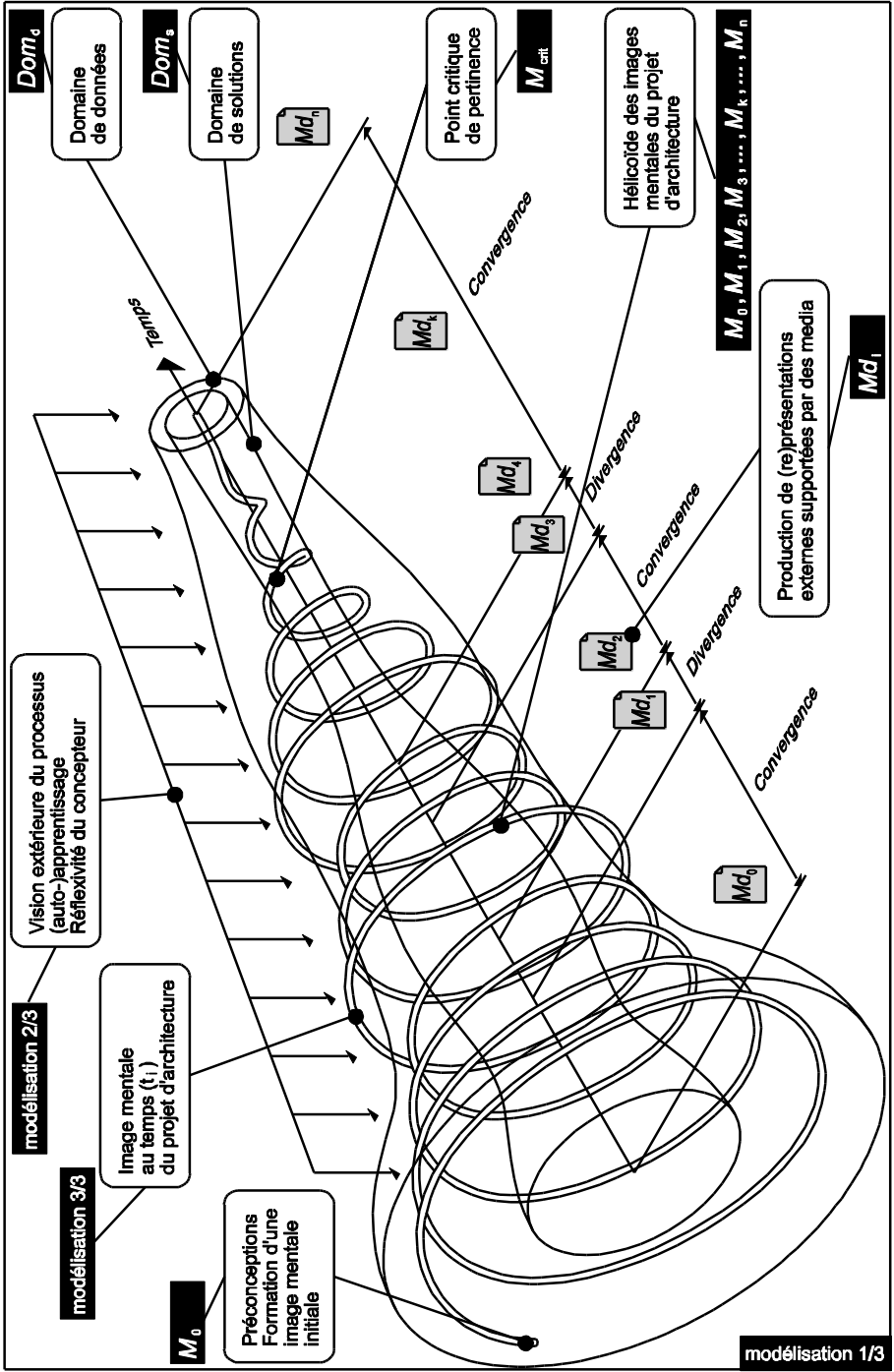


Fig. C-4 – Modélisation heuristique (1/3) : modèle systémique (en) général du processus de (co)conception qui vise l'architecture.

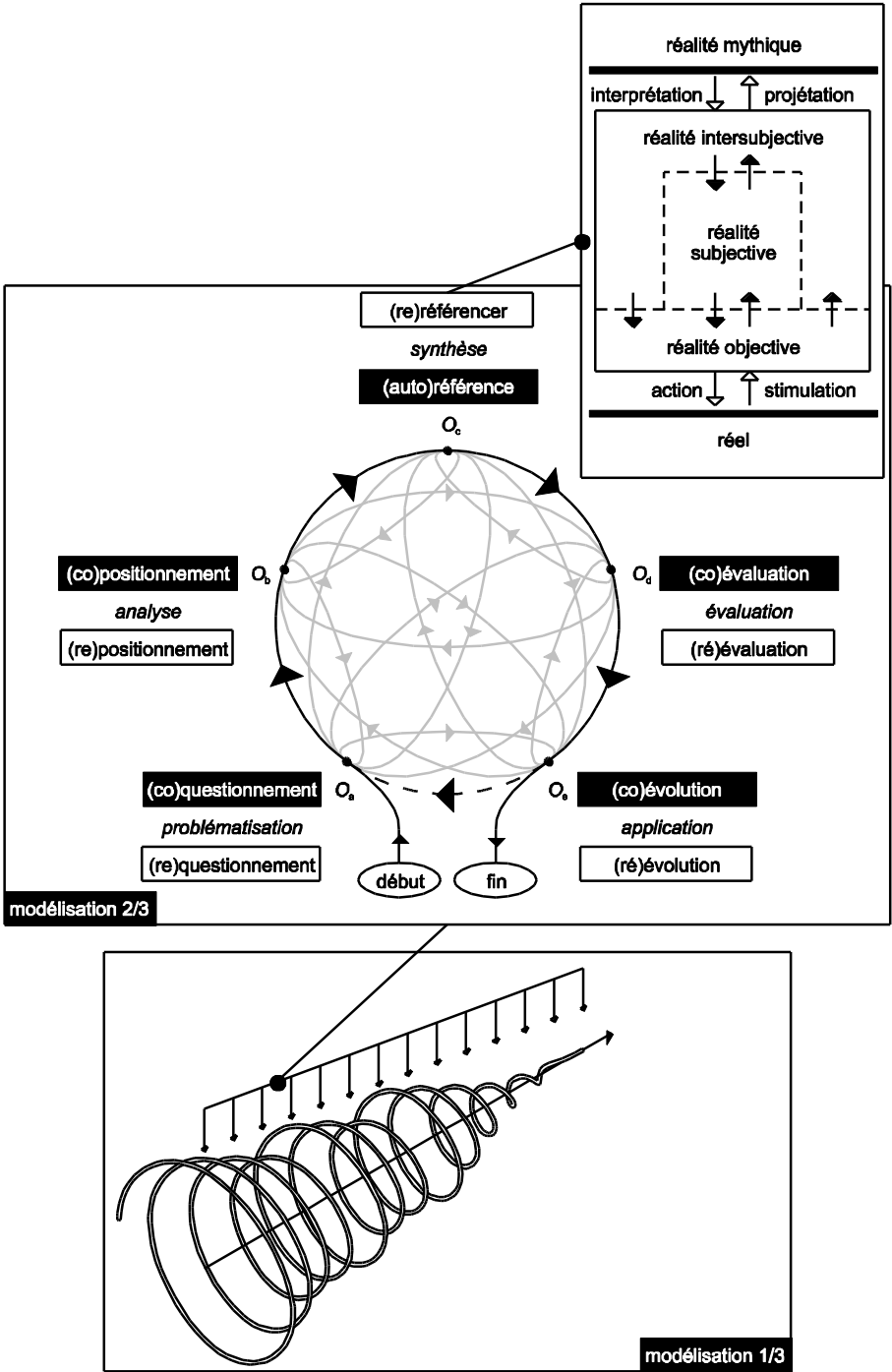


Fig. C-5 – Modélisation heuristique (2/3) : modèle systémique du (co)concepteur (auto)réflexif.

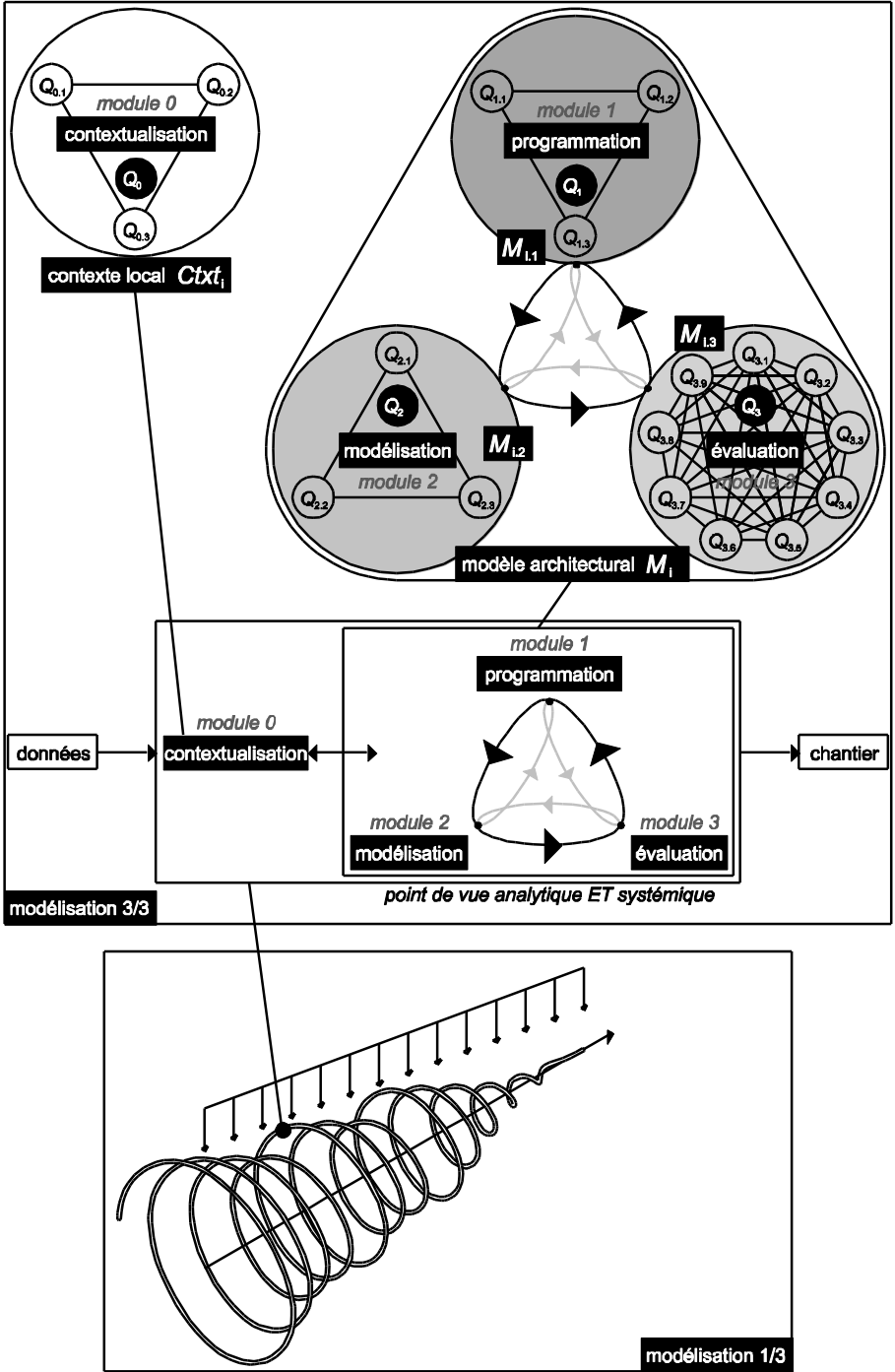


Fig. C-6 – Modélisation heuristique (3/3) : modèle systémique (en) particulier du processus de (co)conception qui vise l'architecture.

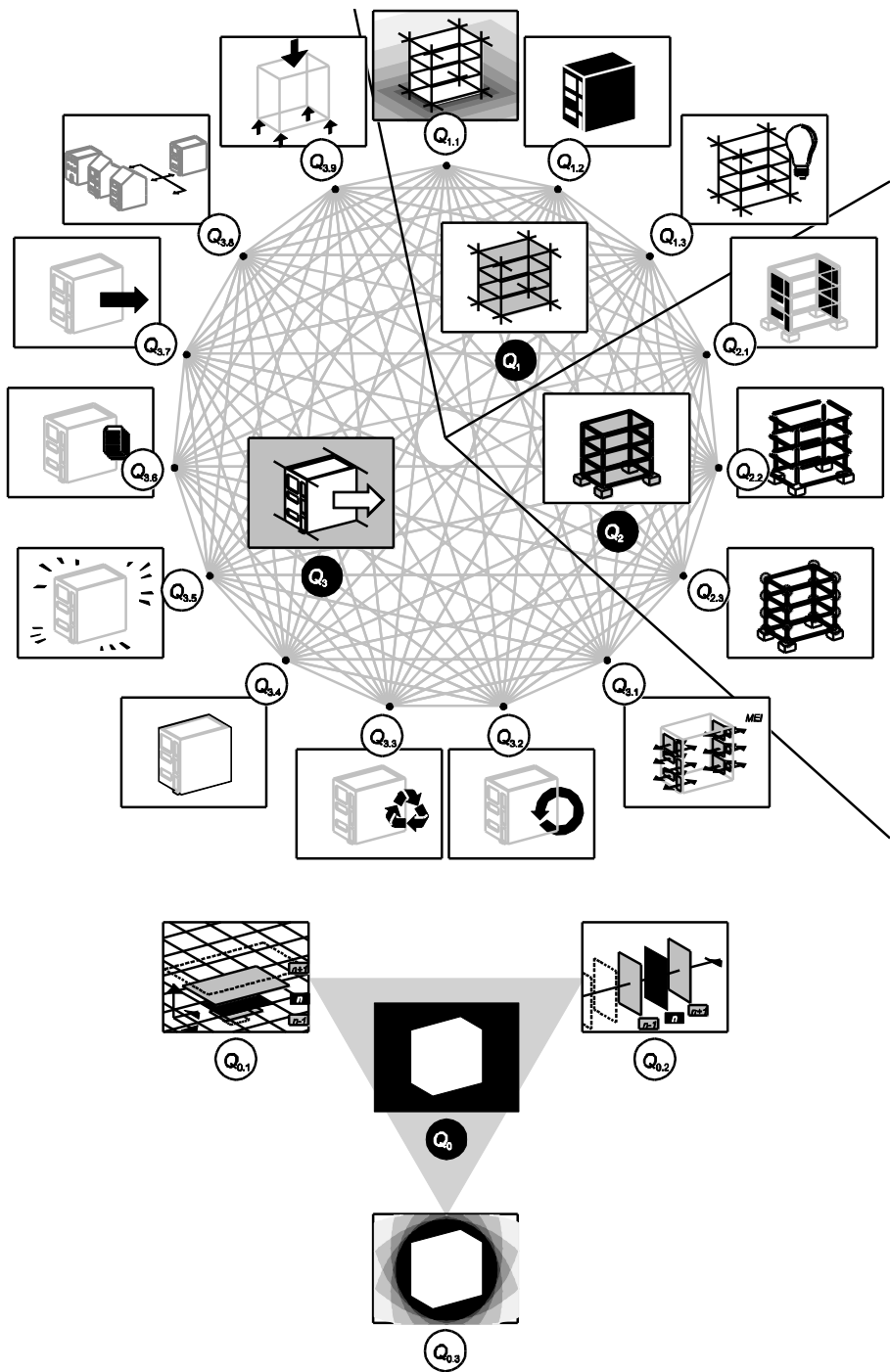


Fig. C-7 – Table d'orientation pédagogique à l'aide des questionnements des modèles architecturaux.

BIBLIOGRAPHIE

ACHINSTEIN P.

___ (1968). *Concepts of Science: A Philosophical Analysis*. Baltimore: Johns Hopkins Press, éd.1971.

AKIN Ö.

___ (1986). *Psychology of Architectural Design*. London: Pion.

ALBERTI L.B.

___ (1442-52). *L'art d'édifier*. Trad. Choay F. & Caye P. [*De re aedificatoria libri decem*]. Paris : Seuil, éd.2004.

ALEXANDER Ch.

___ (1971). "The State of the Art in Design Method". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.309-316.

___ (1965). "La ville n'est pas un arbre". ["A City is not a Tree". *Design*, London: Council of Industrial Design, n°206]. *AMC*, n°1, éd.1967, pp.3-11.

___ (1964). *De la synthèse à la forme*. Trad. Engelmann J. [*Notes on the Synthesis of Form*. Cambridge: Harvard University Press, éd.1999]. Paris : Dunod, éd.1971.

___ (1963). "The Determination of Components for an Indian Village". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.33-56.

ALEXANDER Ch., ISHIKAWA S. & SILVERSTEIN M. (dir.)

___ (1977). *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*. Oxford: Oxford University Press (coll. Center for Environmental Structure Series).

ANANIAN P.

___ (2010). *La production résidentielle comme levier de la régénération urbaine à Bruxelles*. Louvain-la-Neuve : Presses Universitaires de Louvain. Thèses de doctorat, Université catholique de Louvain (UCL), Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI).

ARCHER B.L.

___ (1979). "Whatever Became of Design Methodology?" Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.347-349.

___ (1969). "The Structure of the Design Project". Broadbent G. & Ward A. (dir.) (1969). *Design Methods in Architecture*. London: AA papers, pp.76-102.

___ (1965). "Systematic Method for Designers". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.57-82.

ARISTOTE

___ . *Organon I. Catégories & Organon II. De l'interprétation*. [Trad. Tricot. J., Paris : Vrin (coll. Bibliothèque des textes philosophiques), éd.2000a].

___ . *Organon III. Premiers Analytiques*. [Trad. Tricot. J., Paris : Vrin (coll. Bibliothèque des textes philosophiques), éd.1992b].

___ . *Organon IV. Seconds Analytiques*. [Trad. Tricot. J., Paris : Vrin (coll. Bibliothèque des textes philosophiques), éd.2000b].

___ . *Physique*. [Trad. Pellegrin P., Paris : Flammarion (coll. Garnier Flammarion), éd.2002].

___ . *Métaphysique* [trad. Barthélemy-Saint-Hilaire J., rev. Mathias P., Paris : Pocket (coll. Agora), éd.1991].

___ . *Éthique à Nicomaque*. [Trad. Barthélemy-Saint-Hilaire J., Paris : Hachette (coll. Poche), éd.1992a].

ARNHEIM R.

___ (1977). *Dynamique de la forme architecturale*. Liège/Bruxelles : Mardaga (coll. Architecture + Recherches), éd.1986.

___ (1954). *Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye*. Berkeley: University of California Press, éd.2004.

ASHBY W.R.

___ (1956). *An Introduction to Cybernetics*. New York: John Wiley & Sons.

___ (1954). *Design for a Brain*. New York: John Wiley & Sons.

ASIMOW M.

___ (1962). *Introduction to Design*. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

ATLAN H.

___ (1972). *L'organisation biologique et la théorie de l'information*. Paris : Seuil (coll. Librairie du xxi^e siècle), éd.2006.

AUGÉ M.

___ (1992). *Non-lieux : Introduction à une anthropologie de la surmodernité*. Paris : Seuil (coll. La librairie du xxi^e siècle).

BACHELARD G.

___ (1957). *La poétique de l'espace*. Paris : PUF (coll. Quadrige), éd.2009.

___ (1934). *Le nouvel esprit scientifique*. Paris : PUF (coll. Quadrige), éd.2003.

BACON F.

___ (1620). *Novum Organum*. Trad. Malherbe M. & Pousseur J.-M. [*Novum Organum*. Paris : Hachette, éd.1857]. Paris : PUF (coll. Epiméthée), éd.1986.

___ (1605). *Du progrès et de la promotion des savoirs*. Paris : Gallimard (coll. Tel), éd.1991.

BÁNÁTHY B.H.

___ (1996). *Designing Social Systems in a Changing World*. New York: Plenum Press.

BARAN P.

___ (1964). *On Distributed Communications*. Santa Monica: The Rand Corporation. Site de The Rand Corporation [en ligne], <http://www.rand.org/about/history/baran-list.html>.

BAREL Y.

___ (1979). *Le paradoxe et le système : Essai sur le fantastique social*. Grenoble : PUG, éd.2008.

BARREAU H.

___ (1995). *L'épistémologie*. Paris : PUF (coll. Que sais-je ?).

BATESON G.

___ (1996). *Une unité sacrée : Quelques pas de plus vers une écologie de l'esprit*. Paris : Seuil.

___ (1984). *La nature et la pensée*. Paris : Seuil.

___ (1980). *Vers une écologie de l'esprit 2*. Paris : Seuil.

___ (1977). *Vers une écologie de l'esprit 1*. Paris : Seuil.

___ (1969). "La double contrainte, 1969". Bateson G. (1980). *Vers une écologie de l'esprit 2*. Paris : Seuil.

BAUDRILLARD J.

___ (1999). *L'échange impossible*. Paris : Galilée (coll. L'espace critique).

BAYAZIT N.

___ (2004). "Investigating Design: A Review of Forty Years of Design Research". *Design Issues*, vol.20, n°1, Winter, pp.16-29.

BECK J., PRAZDNY K. & ROSENFELD A.

___ (1983). "A Theory of Textural Segmentation". Beck J., Hope B. & Rosenfeld A. (dir.) (1983). *Human and Machine Vision*. New York: Academic Press, pp.1-38.

BEER S.

___ (1966). *Decision and Control: The Meaning of Operational Research and Management Cybernetics*. Chichester: Wiley & Sons.

BENDEDDOUCHE A.

___ (1998). *Le processus d'élaboration d'un projet d'architecture : L'agrandissement du Musée des beaux-arts de Montréal*. Paris : L'Harmattan (coll. Villes et Entreprises).

BENOIT J.-C. (dir.)

___ (1988). *Dictionnaire clinique des thérapies familiales systémiques*. Paris : ESF.

___ (1984). *Un changement systémique : Textes classiques actuels*. Paris : ESF.

BERGER G.

___ (1964). *Phénoménologie du temps et prospective*. Paris : PUF.

BERNARD-WEIL E.

___ (1999). "La théorie des systèmes ago-antagonistes". *Le Débat*, n°106, septembre/octobre, pp.106-120. Site de l'Association Française des Sciences des Systèmes (AFSCET) [en ligne], <http://www.afscet.asso.fr/msc/textes-2008/ebw-debat99.pdf>.

___ (1988). *Précis de systémique ago-antagoniste : Introduction aux stratégies bilatérales*. Paris : Interdisciplinaire.

BERQUE A.

___ (2003). "Lieu". Lévy J. & Lussault M. (dir.) (2003). *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Paris : Belin.

___ (1987). *Écoumène : Introduction à l'étude des milieux humains*. Paris : Belin, éd.2009.

BERTALANFFY L. (von)

___ (1968). *Théorie générale des systèmes*. Trad. Chabrol J.-B. [*General System Theory*. New York: Georges Braziller]. Paris : Dunod, éd.1993.

___ (1950). "The Theory of Open Systems in Physics and Biology". *Science*, n°111, pp.23-29.

___ (1949). *Les problèmes de la vie*. Trad. Deutsch M. [*Das biologische Weltbild*. Bern: A. Francke AG]. Paris : Gallimard (coll. Aux frontières de la science), éd.1961.

BERTHOZ A.

___ (2009). *La simplicité*. Paris : Odile Jacob.

BESNIER J.-M.

___ (2005). *Les théories de la connaissance*. Paris : PUF (coll. Que sais-je ?).

BEST G.

___ (1969). "Method and Intention in Architectural Design". Broadbent G. & Ward A. (dir.) (1969). *Design Methods in Architecture*. London: AA papers, pp.147-165.

BLAKE P.

___ (1974). *Form Follows Fiasco: Why Modern Architecture Hasn't Worked*. Boston: Atlantic Monthly Press.

___ (1958). "L'art difficile d'être simple". ["The Difficult Art of Simplicity". *Architectural Forum* 10B, May, pp.126-131]. *L'Architecture d'aujourd'hui*, sept., n°79, pp.24-25.

BLASER W., BRUEDERLIN M. & HOLLENSTEIN R.

___ (2001). *Renzo Piano – Fondation Beyeler : Une maison de l'art*. Bâle : Birkhäuser, éd.2006.

BLESSING L.T.M.

- ___ (1995). "Comparison of Design Models proposed in Prescriptive Literature". *Social Shaping of Design: The Role of Design in the Shaping of Technology*. Lyon: Commission of the European Communities, pp.187-212.

BLONDEL J.-F.

- ___ (1737-38). *De la distribution des maisons de plaisance et de la décoration des édifices en général*. Paris : Charles-Antoine Jombert.

BLONDEL N.-F.

- ___ (1675-83). *Cours d'architecture*. Paris : Lambert Roulland.

BOESIGER W.

- ___ (1950). *Le Corbusier. Œuvre complète, vol.4 (1938-46)*. Zurich : Les Éditions d'Architecture (Artemis), éd.2005.

BOESIGER W. & STONOROV O.

- ___ (1937). *Le Corbusier. Œuvre complète, vol. 1 (1910-29)*. Zurich : Les Éditions d'Architecture (Artemis), éd.1960.

BONO E. (de)

- ___ (1973). *Lateral Thinking: Creativity Step by Step*. New York: Harper & Row.

BORILLO M. & GOULETTE J.-P. (dir.)

- ___ (2002a). *Cognition et création : Explorations cognitives des processus de conception*. Bruxelles : Mardaga.
- ___ (2002b). "La création comme objet de connaissance". Borillo M. & Goulette J.-P. (dir.) (2002). *Cognition et création : Explorations cognitives des processus de conception*. Bruxelles : Mardaga, pp.7-14.
- ___ (2002c). "Langage et cognition spatiale dans le processus de conception architecturale". Borillo M. & Goulette J.-P. (dir.) (2002). *Cognition et création : Explorations cognitives des processus de conception*. Bruxelles : Mardaga, pp.287-310.

BOUDON Ph.

- ___ (2009). "Complexité de la conception architecturale : Conception et représentation". *Synergies Monde*, n°6, pp.105-110.
- ___ (2006). "'Inséparabilité' de l'art et de la science ? Le cas de Paul Valéry". Boudon Ph. (dir.) (2006). *Conceptions, épistémologie et poétique*. Paris : L'Harmattan (coll. Ingenium).
- ___ (2004). *Conception*. Paris : La Villette (coll. Passage).
- ___ (2003). "La complexité n'est pas réductible à la complication en architecture comme sans doute ailleurs". Site du Réseau Intelligence de la Complexité [en ligne], <http://www.mcxapc.org/docs/ateliers/boudon0503.pdf>.
- ___ (2002). "Éléments pour une "simulation" scientifique". Borillo M. & Goulette J.-P. (dir.) (2002). *Cognition et création. Explorations cognitives des processus de conception*. Bruxelles : Mardaga, pp.49-63.
- ___ (1995). "Existe-t-il des opérations de conception architecturale ?". Prost R., *Concevoir, inventer, créer, Réflexions sur les pratiques*. Paris : L'Harmattan (coll. villes & entreprises), pp. 259-282.
- ___ (1993a). "Conceptions de la conception". *Les cahiers de la recherche architecturale : 'Concevoir'*. Paris : Parenthèses, n° 34, pp.71-83.
- ___ (1993b). "Conception et projet". Soulez A. (dir.) (1993). *L'architecture et le philosophe*. Bruxelles : Mardaga, 1993.
- ___ (1989). "Recherche fondamentale en architecture". *Architecture & Comportement*, vol.5, n°3, pp.207-214.
- ___ (1975a). *Architecture et architecturologie : IV L'idée de l'architecturologie*. LAREA. Paris : Copedith.
- ___ (1975b). *Architecture et architecturologie : III Analyses et éléments de théorie*. LAREA. Paris : Copedith.
- ___ (1975c). *Architecture et architecturologie : II Système*. AREA. Paris : Copedith.
- ___ (1975d). *Architecture et architecturologie : I Concepts*. AREA. Paris : Copedith.

- ___ (1972). *La ville de Richelieu : Étude de la notion d'échelle en architecture*. Paris : LAREA.
- ___ (1971). *Sur l'espace architectural : Essai d'épistémologie de l'architecture*. Marseille : Parenthèses (coll. Eupalinos), éd.2003.
- BOUDON Ph. (dir.)
- ___ (1991). *De l'architecture à l'épistémologie : La question de l'échelle*. Paris : PUF.
- BOUDON Ph. & DESHAYES Ph.
- ___ (1993). "Stanislas Fiszer : Introduction à la complexité de la conception architecturale". *Les cahiers de la recherche architecturale : 'Concevoir'*. Paris : Parenthèses, n° 34, pp.147-158.
- BOUDON Ph. & POUSIN F.
- ___ (1989). *Figures de la conception architecturale*. Paris : Dunod.
- BOUDON Ph. et al. [DESHAYES Ph., POUSIN F., SCHATZ F.]
- ___ (1994). *Enseigner la conception architecturale : Cours d'architecturologie*. Paris : La Villette.
- BOULDING K.E.
- ___ (1985). *The World as a Total System*. Beverly Hills: Sage Publications.
- ___ (1956a). "General System Theory: The Skeleton of Sciences". *Management Science*, vol.II, n° 3, April, pp.197-208.
- ___ (1956b). *The Image*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- BOUTINET J.-P.
- ___ (1995). *Le projet au risque de sa spatialisation : À propos du management territorial*. CERT de Lausanne. Anger : IRFA-UCO.
- ___ (1993). *Psychologie des conduites à projet*. Paris : PUF, éd.2006.
- ___ (1990). *Anthropologie du projet*. Paris : PUF, 1990.
- BREUER M.
- ___ (1935). "Where do we Stand?". *The Architectural Review*, vol.77, n°461, April, pp.133-136.
- BRILLOUIN L.
- ___ (1959). *La science et la théorie de l'information*. Paris : Masson.
- BROAD Ch.D.
- ___ (1925). *The Mind and its Place in Nature*. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co.
- BROADBENT G.
- ___ (1979a). "Design and Theory Building". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.277-290.
- ___ (1979b). "The Developments of Design Methods". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp. 337-345.
- ___ (1977). "A Plain Man's Guide to the Theory of Signs in Architecture". *Architectural Design*, 1978, vol.47, n°7-8, pp.474-482. Repris dans Nesbitt K. (dir) (1996). *Theorizing a New Agenda for Architecture. An Anthology of Architectural Theory 1965-1995*. New York: Princeton Architectural Press, pp.122-140.
- ___ (1973a). *Design in Architecture: Architecture and the Human Sciences*. Chichester: Wiley & Sons, éd.1980.
- ___ (1973b). "Methodology in the Service of Delight". *The Environmental Design Research Association 4*, vol.2, pp.314-318.
- ___ (1969). "Design Method in Architecture". Broadbent G. & Ward A. (dir.) (1969). *Design Methods in Architecture*. London: AA papers, pp.15-21.
- ___ (1966). "Creativity". Gregory S.A. (dir.) (1966). *Design Method*. London: Butterworths, pp.111-119.
- BROADBENT G. & WARD A. (dir.)
- ___ (1969). *Design Methods in Architecture*. London: AA papers.

BROOKS H.A.

— (1979). "Wright and the Destruction of the Box". *Journal of the Society of Architectural Historians*, vol.38, n°1, March, pp.7-14.

BROWN S.

— (1969). *Laws of Form*. London: Allen & Unwin.

BROWNING R.

— (1855). "Andrea Del Sarto (called 'The Faultless Painter')". *Men and Women*, Forgotten Books, éd.1972.

BUCHANAN R.

— (1992). "Wicked Problems in Design Thinking". *Design Issues*, vol.8, n°2, Spring, pp.5-21.

BUCHANAN R. & MARGOLIN V.

— (1995). *The Idea of Design: A Design Issues Reader*. Cambridge: MIT Press.

BUCKMINSTER FULLER R.

— (1969). *Manuel d'instruction pour le vaisseau spatial 'Terre'*. Trad. Pelletier R. & Khal G. [*Operating Manual for Spaceship Earth*. Pocket Books: Mass Paperback, éd.1972]. Baden : Lars Müller Publishers, éd.2010.

BUNGE M.

— (2001). *Matérialisme et humanisme : Pour surmonter la crise de la pensée*. Trad. Vacher L.-M. [*Philosophy in Crisis. The need for Reconstruction*. Amherst: Prometheus Books]. Montréal : Liber, éd.2004.

— (1983). *Épistémologie*. Paris : Maloine (coll. Recherches interdisciplinaires).

— (1981). *Le matérialisme scientifique*. Trad. Ayache S., Deleporte P., Guinet E. & Rodriguez-Carvaial J. [*Scientific Materialism*. Dordrecht: Reidel]. Paris : Syllepse (coll. Matériologiques), éd.2008.

— (1977). "Emergence and the Mind". *Neuroscience*, n°2, pp.501-509.

BURRY J. & BURRY M.

— (2010). *Mathématiques et architecture*. Trad. Marmioli B. [*The New Mathematics of Architecture*, London: Thames & Hudson]. Paris : Actes Sud.

CAILLÉ Ph. & REY Y.

— (2004). *Les objets flottants : Méthodes d'entretiens systémiques. Le pouvoir créatif des familles et des couples*. Paris : Fabert (coll. Psychothérapies créatives).

— (1994). *Les objets flottants : Au-delà de la parole en thérapie systémique*. Paris : ESF.

CALLEN H.B.

— (1960). *Thermodynamics: An Introduction to the Physical Theories of Equilibrium Thermodynamics and Irreversible Thermodynamics*. Hoboken: John Wiley & Sons.

CANNON W.B.

— (1939). "Self-Regulation of the Body". Buckley W. (1968). *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*. Chicago: Aldine Publishing Co, pp.256-258.

— (1932). *La sagesse du corps*. Trad. Bacq Z.M. [*The Wisdom of the Body*, New York: Norton]. Paris : Nouvelle revue critique, éd.1946.

— (1929). "Organization for Physiological Homeostasis". *Physiological Review*, vol.IX, n°3, 1929, pp.399-431.

CANTOR G.F.L.P.

— (1874). "Über eine Eigenschaft des Inbegriffes aller reellen algebraischen Zahlen". *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, n°77, pp.258-262.

CAPON D.S.

— (1999). *Architectural Theory: The Vitruvian Fallacy. A History of the Categories in Architecture and Philosophy*. New York: John Wiley & Sons.

CECCARINI P.

___ (2003). *Catastrophisme architectural : L'architecture comme sémio-physique de l'espace social*. Paris : L'Harmattan.

CELLIER J. (& MERLIN F.)

___ (1583-87). *Recherche sur plusieurs singularités*.

CHING F.D.K.

___ (1975). *Architecture. Form, Space, and Order*. Hoboken: John Wiley & Sons, éd.2007.

CHOISY A.

___ (1899). *Histoire de l'architecture*. Paris : Inter-Livres, éd.1991.

CHUPIN J.-P.

___ (2010). *Analogie et théorie en architecture : De la vie, de la ville et de la conception, même*. Gollion : Infolio (coll. Projet & théorie).

___ (2003). "Les trois logiques analogiques du projet en architecture : De l'impulsion monumentale à la nécessité de la recherche en passant par l'incontournable enseignabilité". *Seminário nacional sobre ensino e pesquisa em projeto de arquitetura*, 1, 2003, Fortaleza. Anais... Fortaleza: PPGAU-UFRN, 2003.

___ (2002). "La mariée mise à nu... (À propos de l'enseignabilité des modèles de la conception)". Borillo M. & Goulette J.-P. (dir.) (2002). *Cognition et création : Explorations cognitives des processus de conception*. Bruxelles : Mardaga, pp.65-96.

___ (2001). "Pour une 'analogique' du projet en situation pédagogique". *Trames*, n°13, pp.91-112.

___ (2000). "L'analogie ou les écarts de genèse du projet d'architecture". *Genesis*, n°14, septembre, pp.67-90.

___ (1998). *Le projet analogue : Les phases analogiques du projet d'architecture en situation pédagogique*. Thèse de doctorat, Université de Montréal.

CLAEYS D.

___ (2013). "Une table d'orientation pédagogique d'aide à la (co)conception d'un projet d'architecture : Des principes directeurs des systèmes aux questionnements des modèles architecturaux". Travail de certification " intervenant systémicien des organisations ". Groupe d'Intervention et de Recherche en Organisation des Systèmes (GIROS).

___ (2012). "Analyse systémique des productions médiatiques du processus de (co)conception architecturale". Séminaire Architecture & Complexité II. Site du Réseau Architecture & Complexité [en ligne], http://www.architecture-et-complexite.org/textes/120323_A&C02_Claeys.pdf.

___ (2011). "Architecture & complexité. Un modèle systémique du processus de conception qui vise l'architecture". 8^e Congrès international de l'Union Européenne de Systémique (UES), Bruxelles. Site de l'Union Européenne de Systémique (UES) [en ligne], http://aes.ues-eus.eu/aes2011/Architecture_Claeys.pdf.

___ (2010). "Prendre en compte la complexité contextuelle : Vers une architecture 'analytico-systémique'". *Architecture*, UCLouvain - St-Luc Architecture - Site de Bruxelles, 2010-3, pp.32-33.

COLQUHOUN A.

___ (1972). "Displacement of Concepts". *Architectural Design*, n°4, April, p.236.

COMTE A.

___ (1830-42). *Cours de philosophie positive*. Paris : Borrani & Droz, Libraires.

CONAN M.

___ (1990). *Concevoir un projet d'architecture*. Paris : L'Harmattan.

CONDILLAC E.B. (de)

___ (1749). *Traité des systèmes*. Paris : Ch. Houel, 1798.

CORAJOU M. & MADEC Ph.

___ (1995). "Le temps vu de l'horizon : Dialogue sur la participation de l'architecte et du paysage au mouvement du monde". Prost R. (dir.). *Concevoir, inventer, créer : Réflexions sur les pratiques*. Paris : L'Harmattan (coll. Villes & entreprises), pp.95-116.

CORBOZ A.

___ (1983). "Le territoire comme palimpseste". Corboz A. (dir.) (2001). *Le territoire comme palimpseste et autres essais*. Paris : De l'Imprimeur (coll. Tranches de villes).

COSTER X. (de)

___ (1994). "Pour une approche phénoménologique de l'architecture". En introduction de : Norberg-Schulz Ch. (1994). *Kahn, Heidegger et le langage de l'architecture*. Trad. Coster X. (de) ["Kahn, Heidegger and The Language of Architecture". *Oppositions*, n°18, pp.29-47]. Bruxelles : Institut Supérieur d'Architecture Saint-Luc de Bruxelles / Paris : Ecole d'architecture de Paris-Belleville. *Références*, n°xiv.

COUFFIGNAL L.

___ (1963). *La cybernétique*. Paris : PUF (coll. Que sais-je ?).

COUSIN J.

___ (1980). *L'espace vivant : Introduction à l'espace architectural premier*. Paris : Le Moniteur, éd.1986.

CROSS N.

___ (2002). "Comprendre la pensée du concepteur". Borillo M. & Goulette J.-P. (dir.) (2002). *Cognition et création : Explorations cognitives des processus de conception*. Bruxelles : Mardaga, pp.35-47.

___ (2001). "Designerly Ways of Knowing: Design Discipline versus Design Science". *Design Issues*, vol.17, n°3, pp.49-55.

___ (2000). *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*. Hoboken: John Wiley & Sons.

___ (1993). "A History of Design Methodology". De Vries M.J., Cross N. & Grant D.P. (1993). *Design Methodology and Relationship with Science*, NATO ASI Series, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp.15-27.

___ (1990). "The Nature and Nurture of Design Ability". *Design Studies*, vol.11:3, July, pp.127-140.

___ (1980). "The Recent History of Post-Industrial Design Methods". Hamilton R. (1980). *Design and Industry*. London: The Design Council.

CROSS N. (dir.)

___ (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons.

CROSS N. & ROOZENBURG N.F.M.

___ (1992). "Modeling the Design Process in Engineering and in Architecture". *Journal of Engineering Design*, vol. 3, n°4, pp.325-337.

___ (1991). "Models of the Design Process: Integrating across the Disciplines". *Design Studies*, vol.12, n°4, October, pp.215-220.

CUFF D.

___ (1991). *Architecture: The Story of Practice*. Cambridge: The MIT Press.

DALEY J.

___ (1982). "Design Creativity and the Understanding of Objects". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.291-302.

DAMISH H.

___ (1995). "Architecture et système", dans l'article "Structure et art". *Encyclopédia Universalis*, éd.2006.

DARKE J.

___ (1979). "The Primary Generator and the Design Process". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.175-188.

DARSES F.

- ___ (2004). *Processus psychologiques de résolution collective des problèmes de conception : Contribution de la psychologie ergonomique*. Document de synthèse en vue d'obtenir une habilitation à diriger des recherches. Paris : Université Paris V – René Descartes.

DELORME A.

- ___ (2003). "L'organisation perceptive". Delorme A. & Flückinger M. (dir.) (2003). *Perception et réalité : Une introduction à la psychologie des perceptions*. Bruxelles : De Boeck, pp.225-246.

DEMAILLY A.

- ___ (2004). *Herbert Simon et les sciences de conception*. Paris : L'Harmattan (coll. Ingenium).

DENEF J.

- ___ (2011). *Nouvelles formes de médiations urbanistiques et esthétique de l'ouverture*. Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain. Thèses de doctorat, Université catholique de Louvain (UCL), Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI).

DESCARTES R.

- ___ (1641). *Méditations métaphysiques*. Paris : Flammarion (coll. Garnier Flammarion), éd.2009.
 ___ (1637). *Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences*. Paris : Hachette (coll. Poche), éd.2000.

DI BATTISTA V., GIALLOCOSTA G. & MINATI G. (dir.)

- ___ (2006). *Architettura e Sistemica*. Polimetrica: Milan.

DIDEROT D. & ALEMBERT J.L.R. (d')

- ___ (1751-65). *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Paris : Bria-son, David, Le Breton et Durand.

DIEBOLT S.

- ___ (2012). "Le petit lexique des termes de la complexité". Site du Réseau Intelligence de la Complexité [en ligne], <http://www.intelligence-complexite.org>.

DONNADIEU G.

- ___ (2011). "L'évolution est dans les boucles". 8^e Congrès international de l'Union Européenne de Systémique (UES), Bruxelles.
 ___ (2008). "La carte n'est pas le territoire, mais... : Essai d'épistémologie systémique". 7^e Congrès Européen de Systémique, Lisbonne, 17-19 décembre.
 ___ (2004). "Systémique et science des systèmes : Quelques repères historiques". Site de l'Association Française de Science des Systèmes (AFSCET) [en ligne], <http://www.afscet.asso.fr/HistoireSystemique.pdf>.
 ___ (2002). "De quelques illustrations de la trialectique". 5^e Congrès international de l'Union Européenne de Systémique (UES), Crète.
 ___ (1985). "L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?". *Arts et métiers Magazine*, novembre.

DONNADIEU G. & KARSKY M.

- ___ (2002). *La systémique : Penser et agir dans la complexité*. Paris : Liaisons.

DONNADIEU G. & LORIGNY J.

- ___ (2011). "Les systèmes symboliques : des objets à identifier". *Res-Systemica, Les systèmes symboliques*, vol.9.

DUBBERLY H. et al.

- ___ (2004). *How do you Design? A Compendium of Models*. Site de Dubberly Design Office à San Francisco [en ligne], <http://www.dubberly.com/articles/how-do-you-design.html>.

DUHEM P.

- ___ (1906). *La théorie physique, son objet, sa structure*. Paris : Vrin, éd.2010.

DUPUY J.-P.

___ (1992). *Introduction aux sciences sociales : Logique des phénomènes collectifs*. Paris : Ellipses.

DURAND D.

___ (1979). *La systémique*. Paris : PUF (coll. Que sais-je ?), éd.2008.

DURAND D. & NUNEZ E.

___ (2002). "Pour une pédagogie opérationnelle de l'approche systémique". *Res-Systemica*, n°2, octobre.

DURAND J.-N.-L.

___ (1802). *Précis des leçons d'architecture données à l'École polytechnique (vol.1 & 2)*.

DUVE Ch. (de)

___ (2009). "À l'écoute du vivant". Conférence d'ouverture du colloque international *Darwinismes et spécificité de l'humain*. Louvain-la-Neuve, 28.04.2009.

ECO U.

___ (1973). *Le signe : Histoire et analyse d'un concept*. Trad. Klinkenberg J.-M. [Segno. Milano: Mondadori]. Paris : Poche (coll. Librairie générale française) éd.1988.

___ (1968). *La structure absente : Introduction à la recherche sémiotique*. Trad. Esposito-Torrigiani U. [La struttura assente. Milano: Valentino Bompiani]. Paris : Mercure de France, éd.1972.

EHRENFELS C. (von)

___ (1890). *On Gestalt Qualities*. Smith B. (dir.). *Foundations of Gestalt Theory*. Munich: Philosophia Verlag, éd.1988, pp.82-117.

ENGELS F.

___ (1883). *Dialectique de la Nature*. Trad. Bottigelli É. [Dialektik der Natur]. Paris : Éditions sociales, éd.1968.

ENSTEIN A.

___ (1956). *La relativité : Théorie de la relativité restreinte et générale. La relativité et le problème de l'espace*. Trad. Solovine M. [Über die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie. Braunschweig: Vieweg Verlag, 1917]. Paris : Payot, éd.2001.

___ (1915). *Zur Allgemeinen Relativitätstheorie*. Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften (Berlin), pp.778-786.

___ (1905). *Zur Eigendynamik bewegter Körper*. Annalen der Physik, n°17. Lorentz H. A., Einstein A. & Minkowski H. (1913). *Das Relativitätsprinzip. Eine Sammlung von Abhandlungen*. Leipzig: B.G. Teubner.

ESTEVEZ, D.

___ (2001). *Dessin d'architecture et infographie : L'évolution contemporaine des pratiques graphiques*. Paris : CNRS.

EYCK A. (van)

___ (1962). "The In-between Realm Place and Occasion: A Home for Twin Phenomena". Ligteijn V. & Strauven F. (éd.) (2006). *Aldo van Eyck: Writings (volume 1: The Child, the City and the Artist)*. Amsterdam: Sun, éd.2008, pp.53-71.

FALISSARD B.

___ (2008). *Cerveau et psychanalyse : Tentative de réconciliation*. Paris : L'Harmattan.

FAREL A.

___ (1991). *Architecture et complexité : Le troisième labyrinthe*. Marseille : Parenthèses (coll. Eupalinos), éd.2008.

FERBER J.

___ (1995). *Les systèmes multi-agents : Vers une intelligence collective*. Paris : Inter Edition.

FERNÁNDEZ-GALIANO L.

___ (2007). *Oscar Niemeyer: One Hundred Years*. Madrid: Arquitectura Viva (coll. AV monografías), n°125.

FINDELI A. & CHRISTOFOL H.

___ (1994). "Couleur et produit". *Design Recherche*, Janv., n°5, pp.31-50.

FLAVELL J.H.

___ (1976). "Metacognitive Aspects of Problem-Solving". Resnick L.B. (dir.). *The Nature of Intelligence*. Hillsdale: Erlbaum, pp.231-235.

FOERSTER H. (von)

___ (1959). "On Self-organizing Systems and their Environments". Cameron S. & Yovit M.C. (dir.) (1960). *Self-organizing Systems*. London: Pergamon Press, pp. 31-50.

FRAMPTON K.

___ (1983). "Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance". Foster H. (dir.). *The Anti-Aesthetic: Essays on Postmodern Culture*. New York: New Press, éd.2002, pp.16-30.

FRANÇOIS Ch. (dir.)

___ (1997). *International Encyclopedia of Systems and Cybernetics*. Munich: De Gruyter Saur, 2 vol., éd.2004.

FREUD S.

___ (1938). *L'abrégé de psychanalyse*. Trad. Berman A. [*Abriss der Psychoanalyse*. London: Imago Publishing, éd.1946]. Paris : PUF, 2001.

FRIEDMAN Y.

___ (2008). *L'ordre compliqué, et autres fragments*. Paris : l'Éclat.

___ (2006). *Pro domo*. Barcelone : Actar.

___ (2000). *Utopies réalisables*. Paris : l'Éclat, éd.2008.

___ (1978). *L'architecture de survie : Une philosophie de la pauvreté*. Paris : l'Éclat, éd.2003.

___ (1971). *Pour l'architecture scientifique*. Paris : Belfond (coll. Art-action-architecture).

___ (1958). *L'architecture spatiale*. Paris/Tournai : Casterman.

FUJIMOTO S.

___ (2012). "Formless Form". Conférence au Théâtre du Parc. Liège, 09.05.2012, 20h00.

___ (2009). Sou Fujimoto. 2G, n°50, pp.70-81.

___ (2008). *Primitive Future*. Tokyo: INAX Publishing.

GALILÉE G.

___ (1638). *Discours concernant deux sciences nouvelles*. Trad. Clavelin M. [*Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuoue fcienze*. Leida: Appresso gli Elsevirii]. Paris : PUF (coll. Épi-méthée), éd.1995.

___ (1623). *L'essayeur*. Trad. Chauviré Ch. [*Il Saggiatore*]. Paris : Presses universitaires de Franche-Comté (coll. Les Belles Lettres), éd.1980.

GALOIS E.

___ (1831). "Mémoire : Sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux". *Journal de mathématiques pures et appliquées*, 1846, pp.417-433.

GARGIANI R.

___ (2007). *Archizoom Associate (1966-1974) : De la vague pop à la surface neutre*. Milano: Electa.

GIBBS G.

___ (1988). *Learning by Doing: A Guide to Teaching and Learning Methods*. London: Further Education Unit.

GIBSON J.J.

___ (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin

___ (1950). *The Perception of the Visual World*. Boston: Houghton Mifflin.

GIEDION S.

___ (1968). *Espace, temps, architecture*. Paris : Denoël (coll. Méditations), éd.2004.

GIGAND G.

___ (2010). *Se cultiver en complexité : La trialectique, un outil transdisciplinaire*. Lyon : Chroniques sociales.

GIRARD Ch.

___ (1986). *Architecture et concepts nomades : Traité d'indiscipline*. Bruxelles : Mardaga, éd.1995.

GIROS

___ (2010-12). *Formation certifiante à l'approche systémique dans les organisations*. Le Groupe d'Intervention et de Recherche en Organisation des Systèmes (GIROS) est coordonné par Andrée Piecq & Guy Koninckx.

GLASERSFELD E. (von)

___ (1995). *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*. London: Falmer Press.

___ (1981). "Introduction à un constructivisme radical". Watzlawick P. (dir.). *L'invention de la réalité : Contributions au constructivisme*. Trad. Hacker A.-L. [*Die Erfundene Wirklichkeit. Wir wissen wir, was wir zu wissen glauben? Beiträge zum Konstruktivismus*. München: R. Piper Co.]. Paris : Seuil (coll. Points), éd.1988, pp.19-43.

GODEFROID J.

___ (2011). *Psychologie : Science humaine et science cognitive*. Bruxelles : De Boeck (coll. Ouvertures psychologiques).

GÖDEL K.

___ (1930). "Sur les propositions formellement indécidables des *Principia Mathematica* et des systèmes apparentés I". Trad. Scherer J.-B. ["Einige metamathematische Resultate über Entscheidungsdefinitheit und Widerspruchsfreiheit". *Anzeiger der Akademie der Wissenschaften*. Wien, n°67, pp.214-215]. Nagel E. & Newman J.R. (dir.) (1989). *Le théorème de Gödel*. Paris : Seuil, pp.106-143.

GODIN Ch. & MÜHLETHALER L.

___ (2005). *Édifier : L'architecture et le lieu*. Lagrasse : Verdier (coll. Art et architecture).

GOËL V. & PIROLLI P.

___ (1989). "Motivating the Notion of Generic Design within Information-Processing Theory: The Design Problem Space". *AI Magazine*, vol.10, n°1, pp.19-36.

GOETZ B.

___ (2001). *La Dislocation : Architecture et philosophie*. Paris : Passion, éd.2002.

GOMBRICH E.H.

___ (1950). *Histoire de l'art*. Paris : Phaidon, éd.2001.

GORDON W.J.J.

___ (1961). *Synergetics. The Development of Creative Capacity*. New York: Harper & Row.

GOTTHARD G.

___ (1957). *La conscience des machines : Une métaphysique de la cybernétique*. Trad. Parrot F. & Kronthaler E. [*Das Bewusstsein der Maschinen: Eine Metaphysik der Kybernetik*. Baden Baden: Agis Verlag]. Paris : L'Harmattan (coll. Ouverture philosophique), éd.2008.

GREENO J. G.

___ (1978). "Natures of Problem-solving Abilities". Estes W. K. (dir.) (1978). *Handbook of Learning and Cognitive Processes*. Hillsdale: Erlbaum, vol.5, pp.239-270.

GREGORY S. A.

___ (1966). "Design Science". Gregory S. A. (dir.) (1966). *The Design Method*, London: Butterworths, pp.323-330.

GREGORY S. A. (dir.)

___ (1966). *The Design Method*. London: Butterworths.

GREGOTTI V.

___ (1991). "On Simplicity". Gregotti V. (1996). *Inside Architecture*. Trad. Wong P. & Zaccheo F. [*Dentro l'architettura*. Torino: Bollati Boringhieri]. Cambridge: MIT Press.

GROPIUS W.

___ (1956). *Scope of Total Architecture*. London: Allen & Unwin.

___ (1935). *The New Architecture and the Bauhaus*. Cambridge: MIT Press, éd.1965.

___ (1923). "Le Bauhaus, idée et organisation". Gropius W. (1923). *Idee und Aufbau des staatlichen Bauhauses Weimar*. München: Bauhausverlag.

GRULOOS Ph.

___ (2010). "De l'utilité de l'approche systémique pour préciser 'le programme'". *Architecture*, UCLouvain - St-Luc Architecture - Site de Bruxelles, 2010-3, pp.70-72.

___ (1996). *Les installations d'irrigation génératrices d'espace architectural*. Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain (UCL), Faculté des sciences appliquées (FSA).

GUILBAUD G.-T.

___ (1954). *La cybernétique*. Paris : PUF (coll. : Que sais-je ?).

GUILFORD J.P.

___ (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.

GUILLAUME P.

___ (1937). *La psychologie de la forme*. Paris : Flammarion, éd.1979.

GUIMARD H.

___ (1899). "La renaissance de l'art dans l'architecture moderne". *Le Moniteur des arts*, juillet, n°9, pp.1465-75.

HALIN G. et al. [Chaabouni S., Bignon J-C.]

___ (2007). " Recherche de références par l'image dédiée à l'assistance à la conception architecturale ". *SCAN'07 : Séminaire de Conception Architecturale Numérique*. Site de HAL-Inria [en ligne], <http://hal.inria.fr/docs/00/18/87/93/PDF/RechRefImage-1.pdf>.

HALL E.T.

___ (1966). *La dimension cachée*. Trad. Petita A. [*The Hidden Dimension*. New York: Doubleday & Cie]. Paris : Seuil (coll. Points), éd.1978.

HANROT S.

___ (2002). *À la recherche de l'architecture : Essai d'épistémologie de la discipline et de la recherche architecturales*. Paris : L'Harmattan.

HANSON N.R.

___ (1958). *Patterns of Discovery*. Cambridge: Cambridge University Press.

HEBB D.O.

___ (1949). *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. New York: John Wiley & Sons.

HEGEL G.W.F.

___ (1806-1807). *Phénoménologie de l'esprit*. Paris : Vrin, éd.2006.

HEIDEGGER M.

___ (1954a). "La question de la technique". *Essais et Conférences*. Trad. Préau A. ["Die Frage nach der Technik". *Vorträge und Aufsätze*. Pfullingen: Günther Neske]. Paris : Gallimard (coll. Tel), éd.2010, pp.9-48.

___ (1954b). "Bâtir, Habiter, Penser". *Essais et Conférences*. Trad. Préau A. ["Bauen, Wohnen, Denken". *Vorträge und Aufsätze*. Pfullingen: Günther Neske]. Paris : Gallimard (coll. Tel), éd.2010, pp.170-193.

- ___ (1954c). " ... L'homme habite en poète...". *Essais et Conférences*. Trad. Préau A. ["...dichterisch wohnt der Mensch...". *Vorträge und Aufsätze*. Pfullingen: Günther Neske]. Paris : Gallimard (coll. Tel), éd.2010, pp.224-245.
- HEINICH N.
___ (1998). *Le triple jeu de l'art contemporain : Sociologie des arts plastiques*. Paris : Minuit (coll. Paradoxe).
- HILL W.E.
___ (1915). My Wife and my Mother-in-Law. *Puck*, vol.78, n°2018, p.11.
- HILLIER B.
___ (1996). *Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*. Cambridge: Cambridge University Press. Site de Space Syntax [en ligne], <http://www.spacesyntax.com/en/downloads/library/books.html>.
- HILLIER B. et al. [Musgrove J. & O'Sullivan P.]
___ (1972). " Knowledge and Design ". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.245-264.
- HJELMSLEV L.
___ (1971). *Essais linguistiques*. Paris : Minuit (coll. Arguments).
- HUBKA V. & EDER E.
___ (1996). *Design Science*. London: Springer Verlag.
- HUOT S.
___ (2005). *Une nouvelle approche pour la conception créative : De l'interprétation du dessin à main levée au prototypage d'interactions non-standard*. Thèse de Doctorat, Université de Nantes, [en ligne], <http://www.lri.fr/~huot/papers/These-Huot-Sreen.pdf>.
- HUSSERL E.
___ (1929). *Méditations cartésiennes, et les Conférences de Paris*. Trad. M. de Launay [*Cartesianische Meditationen und Pariser Vorträge*]. Paris : PUF (coll. Tel), éd.2004.
___ (1928). *Leçons pour une phénoménologie de la conscience intime du temps*. Trad. Dussort H. [*Vorlesungen für Phänomenologie des Inneren Zeitbewusstseins*]. Paris : PUF (coll. Épiméthée), éd.1964.
- JACOBS J.
___ (1961). *Déclin et survie des grandes villes américaines*. Trad. C. Parin [*Death and life of Great American Cities*. New York: Random House]. Paris : Parenthèses, éd.2012.
- JAKOBSON R.O.
___ (1963). *Essais de linguistique générale 1 : Les fondations du langage*. Paris : Minuit (coll. Arguments).
- JAMES W.
___ (1907). *Le pragmatisme*. Trad. Ferron N. [*Pragmatism. A New Name for Some Old Ways of Thinking*]. Paris : Flammarion (coll. Champs), éd.2007.
- JEANNEROD M.
___ (2005). *Le cerveau intime*. Paris : Odile Jacob.
- JENCKS Ch.
___ (1977). *Le langage de l'architecture post-moderne*. Trad. Collet C. & Vallée Ch. (de) [*The Language of Post-Modern Architecture*. London: Academy Editions]. Paris : Denoël, éd.1984.
- JONES J. Ch.
___ (1977). "How My Thoughts about Design Methods have Changed During the Years". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.329-335.
___ (1970). *Design Methods. Seeds of Human Futures*. New York: John Wiley & Sons, éd.1992.

- ___ (1969). "The State-of-the-Art in Design Methods". Broadbent G. & Ward A. (dir.). *Design Methods in Architecture*. London: AA papers, pp.193-197.
- ___ (1963). "A Method of Systematic Design". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.9-31.
- JONES J.Ch. & THORNLEY D.G.
 ___ (1963). *Conference on Design Methods*. Oxford: Pergamon.
- JORDY W.
 ___ (1972). "What the Building 'wants to be': Louis I. Kahn's Richards Medical Research Building at the University of Pennsylvania". *American Buildings and Their Architects: The Impact of European Modernism in the Mid-Twentieth Century*. New York: Double Day, Vol.4, June.
- JORION P.
 ___ (2009). *Comment la vérité et la réalité furent inventées*. Paris : Gallimard.
 ___ (1990). *Principes de systèmes intelligents*. Paris : Dunod, éd.1997.
- JUNG C.G.
 ___ (1954). *Les racines de la conscience : Études sur l'archétype*. Trad. Le Lay Y. [*Von den Wurzeln des Bewusstseins: Studien über den Archetypus*]. Paris : Hachette (coll. Références), éd.2008.
- KACHER S.
 ___ (2005). *Proposition d'une méthode de référencement d'images pour assister la conception architecturale*. Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy.
- KAHN L.I.
 ___ (1996). *Silence et lumière : Choix de conférences et d'entretiens (1955-1974)*. Paris : Linteau.
 ___ (1970). *Architecture : silence et lumière*. Choix de conférences et d'entretiens (1955-1974). Trad. Bellaigue M. & Devillers Ch. (1970) [*Architecture: silence and light*. Toynbee A. et al. (1970). *On the Future of Art*. New York: Viking Press.]. Paris : Linteau, pp.212-222.
 ___ (1969). "Silence and light". Conférence donnée à l'École polytechnique fédérale de Zurich, 12 février. Kahn L.I. (1996). *Silence et lumière. Choix de conférences et d'entretiens (1955-1974)*. Paris : Linteau, pp.163-164.
- KANDINSKY W.
 ___ (1926). *Point et ligne sur plan : Contribution à l'analyse des éléments de la peinture*. Trad. Leppien S. & Leppien J. [*Punkt und line zu fläche: Beitrag zur Analyse der malerischen Elemente*]. Paris : Gallimard (coll. Folio essais), éd.1991.
- KANT E.
 ___ (1790). *Critique de la faculté de juger*. Trad. Alquié F. [*Kritik der Urteilstkraft*]. Paris : Gallimard (coll. Folio/essais), éd.1989.
 ___ (1781). *Critique de la raison pure*. Trad. Delamarre A. J.-L. & Marty F. [*Kritik der reinen Vernunft*]. Paris : Gallimard (coll. Folio/essais), éd.1980.
- KLEE P.
 ___ (1945). *Théorie de l'art moderne*. Trad. Gonthier P.-H. [*Über die moderne Kunst*. Bern: Benteli]. Paris : Gallimard (coll. Folio essais), éd.1998.
- KOESTLER A.
 ___ (1978). *Janus: a summing up*. New York: Random House.
 ___ (1964). *The Act of Creation*. London: Hutchinson.
- KOFFKA K.
 ___ (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Hartcourt, Brace & Co.
- KÖHLER W.
 ___ (1929). *Psychologie de la forme*. Trad. Bricianer S. [*Gestalt Psychology*. New York: Liveright]. Paris : Gallimard (coll. Idées), éd.1964.

KOOLHAAS R.

- ___ (1995). "Bigness ou le problème de la grande dimension". Trad. Agacinski D. [Koolhaas R. & Man B. "Bigness or the Problem of Large". *S, M, L, XL*. Rotterdam: 010 Publishers, pp.495-516]. Koolhaas R. (2011). *Junkspace*. Paris : Payot & Rivages (coll. Manuels Payot), pp.29-42.
- ___ (1978). *New York délire : Un manifeste rétroactif pour Manhattan*. Trad. Collet C. [*Delirious New York: a retroactive manifesto for Manhattan*. New York: Monacelli, éd.1994]. Paris : Parenthèses, éd.2002.

KORZYBSKI A.

- ___ (1933). *Une carte n'est pas le territoire : Prolégomènes aux systèmes non aristotéliens et à la sémantique générale*. Trad. Kohn D., Moura M. (de) & Derris J.-C. [Extraits de : *Science and Sanity: An Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics*. New York: Institute of General Semantics]. Paris : L'Éclat, éd.2010.

KOURILSKY-BELLIARD F.

- ___ (1996). *Du désir au plaisir de changer : Comprendre et provoquer le changement*. Paris : Dunod. éd.2004.

KUHN Th.

- ___ (1962). *La structure des révolutions scientifiques*. Trad. Meyer L. [*The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press]. Paris : Flammarion, éd.2008.

LABORIT H.

- ___ (1971). *L'homme et la ville*. Paris : Flammarion (coll. Champs), éd.2011.

LADRIÈRE J.

- ___ (1974). *Les enjeux de la rationalité : Le défi de la science et de la technologie aux cultures*. Paris : Aubier-Montaigne/UNESCO, éd.1977.

LALANDE A. (dir.)

- ___ (1926). *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*. Paris : PUF (coll. Quadrige), éd.2002.

LATOUR B.

- ___ (1991). *Nous n'avons jamais été modernes : Essai d'anthropologie symétrique*. Paris : La Découverte, éd.2010.

LAWSON B.R.

- ___ (2004). *What Designers Know*. Burlingam: Architectural Press.
- ___ (1980). *How Designers Think*. London: The Architectural Press.
- ___ (1979). "Cognitive Strategies in Architectural Design". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.209-220.
- ___ (1972). *Problem Solving in Architectural Design*. Thèse de doctorat, Aston University.

LEBAHAR J.-Ch.

- ___ (2007). *La conception en design industriel et en architecture : Désir, pertinence, coopération et cognition*. Paris : Herès-Lavoisier.
- ___ (2002). "L'assistance par ordinateur : Une technologie d'organisation du travail de conception". Borillo M. & Goulette J.-P. (dir.). *Cognition et création : Explorations cognitives des processus de conception*. Bruxelles : Mardaga, pp.153-165.
- ___ (1983). *Le dessin d'architecte : Simulation graphique et réduction d'incertitude*. Paris : Parenthèses.

LE CORBUSIER

- ___ (1955). *Le Modulor II. La parole est aux usagers*. Boulogne-sur-Seine : Architecture d'Aujourd'hui (coll. ASCORAL), éd.1968.
- ___ (1950). *Le Modulor. Essais sur la mesure harmonique à l'échelle humaine applicable universellement à l'architecture et à la mécanique*. Boulogne-sur-Seine : Architecture d'Aujourd'hui (coll. ASCORAL), éd.1965.
- ___ (1923). *Vers une architecture*. Paris : Flammarion (coll. Champs), éd.1995.

LECOURTOIS C.

- ___ (2012). "Modéliser la complexité de la conception architecturale numérique : Architecturologie et modèles complexes". Guéna F. & Lecourtois C. (dir.) (2012). *Complexité(s) des modèles de l'architecture numérique*. Actes du 5^e Séminaire du Conception Architecturale Numérique (SCAN'12). Nancy : PUN, pp.37-47.

LEIBNIZ G.W.

- ___ (1714). "Monadologie". Fichant M. (dir.) (2004). *Discours de métaphysique*, suivi de *Monadologie* et autres textes. Paris : Gallimard (coll. Folio/essais), pp.219-244.
- ___ (1695). "Système nouveau de la nature et de la communication des substances". *Journal des Savants. Système nouveau de la Nature et de la communication des substances et autres textes, 1690-1703*. Paris : Flammarion (coll. GF), éd.1994.

LEMAIRE P.

- ___ (1999). *Psychologie cognitive*. Bruxelles : De Boeck (coll. Ouvertures psychologiques), éd.2006.

LE MOIGNE J.-L.

- ___ (2007). "Les sciences d'ingénium, enjeux épistémologiques, 'pour comprendre, c'est-à-dire pour faire'". Le Moigne J.-L. & Morin E. (dir.) (2007). *Intelligence de la complexité, épistémologie et pragmatique (Colloque de Cerisy)*. Paris : l'Aube.
- ___ (1995). *Les épistémologies constructivistes*. Paris : PUF (coll. Que sais-je ?), éd.2007.
- ___ (1994). *Le constructivisme*. Paris : ESF.
- ___ (1991). "L'échelle, cette correction capitale". Boudon Ph. (dir.) (1991). *De l'architecture à l'épistémologie : La question de l'échelle*. Paris : PUF.
- ___ (1990). *La modélisation des systèmes complexes*. Paris : Dunod, éd.1999.
- ___ (1987). "Qu'est-ce qu'un modèle ?". *Confrontations psychiatriques : Les modèles expérimentaux et la clinique psychiatrique*, 1989, n°30, pp.11-30. Site du Réseau Intelligence de la Complexité [en ligne], <http://www.intelligence-complexite.org/fileadmin/docs/ateliers/lemoigne2.pdf>.
- ___ (1986). "Recherche scientifique en architecture ?". Boudon Ph. (dir.) (1986). *La recherche en architecture, Un bilan international*. Paris : Parenthèses, pp.97-102.
- ___ (1981). "Systémique et épistémologie". Lesourne J. (dir.). *La notion de système dans les sciences contemporaines*. Actes du Colloque CNRS de Lyon, Librairie de l'Université (Aix-en-Provence).
- ___ (1977). *La théorie du système général : Théorie de la modélisation*. Paris : PUF, éd. 2006. Site du Réseau Intelligence de la Complexité [en ligne], <http://www.mcxapc.org/inserts/ouvrages/0609tsgtm.pdf>.

LE MOIGNE J.-L. & DEMAILLY A.

- ___ (1986). *Science de l'intelligence, science de l'artificiel*. Lyon : PuL.

LE MOIGNE J.-L. & MORIN E.

- ___ (1999). *L'intelligence de la complexité*. Paris : L'Harmattan.

LEROI-GOURHAN

- ___ (1965). *Le geste et la parole 2 : La mémoire et les rythmes*. Paris : Albin Michel.
- ___ (1964). *Le geste et la parole 1 : Technique et langage*. Paris : Albin Michel.

LESOURNE J.

- ___ (1976). *Les systèmes du destin*. Paris : Dalloz.

LÉVY P.

- ___ (1998). *Qu'est-ce que le virtuel ?* Paris : La Découverte.

LÉVY-STRAUSS C.

- ___ (1958). *Anthropologie structurale*. Paris : Pocket (coll. Agora), éd.2003.

LEWES G.H.

- ___ (1874). *Problems of Life and Mind: First series: The Foundations of a Creed*. London: Trübner.

LIMA M.

- ___ (2011). *Visual Complexity: Mapping Patterns of Information*. New York: Princeton Architectural Press.

LIPOVETSKY G. [& CHARLES S.]

___ (2004). *Les Temps hypermodernes*. Paris : Grasset.

LOOS A.

___ (1908). "Ornement et crime". Trad. Cornille S. & Ivernel Ph. [*Ornament und Verbrechen*]. *Ornement et crime*. Paris : Payot, éd.2003, pp.71-87.

LUCAN J.

___ (2009). *Composition, non-composition : Architecture et théories (xix^e - xx^e siècles)*. Lausanne : PPUR.

LUCHINS A.S.

___ (1942). "Mechanization in Problem Solving: The Effect of *Einstellung*". *Psychological Monographs*, 6(95).

LYNCH K.

___ (1961). "The Pattern of the Metropolis". *Daedalus, The Future Metropolis*, vol.90, n°1, Winter, pp.79-98.

___ (1960). *L'image de la cité*. Trad. Venard M.-F. & Venard J.-L. [*The Image of the City*. Cambridge: MIT Press]. Paris : Dunod, éd.1999.

LYOTARD J.-F.

___ (1979). *La condition postmoderne*. Paris : Minuit.

MACK M.

___ (1996). "Une visite de la théorie de la complexité". *Expansion Management Review*, décembre, pp.107-115.

Mac LUHAN M.

___ (1964). *Pour comprendre les medias*. Trad. Paré J. [*Understanding Media*. New York: Mac Graw-Hill]. Paris : Seuil (coll. Points), éd.1997.

MAKI F.

___ (1964). *Investigations in Collective Form*. St. Louis : Washington University.

MALDONADO T.

___ (1972). *Design, Nature and Revolution: Toward a Critical Ecology*. New York: Harper and Row.

MALDONADO T. & BONISIEPE G.

___ (1964). "Science and Design". *Journal of the Ulm School for Design*, Vol.10, n°11, May, pp.10-16.

MANDELBROT B.B.

___ (1967). "How Long is the Coast in Britain? Statistical Self-similarity and Fractional Dimension". *Science*, vol.156, n°3775, pp.636-638.

MARUYAMA M.

___ (1963). "The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes". *American Scientist*, Vol.5, n°2, pp.164-179.

MARX K.

___ (1867). *Le capital I*. Trad. Engels F. [*Das Kapital. Kritik der Politischen Ökonomie*. Hamburg: Otto Meissner]. Paris : Gallimard (coll. Folio/essais), éd.2008.

MASSET J.

___ (1990). *Vers une sémiotique générative des lieux. Prospective d'accompagnement informatique à la composition*. Bruxelles : CERAA, Annales n°1.

MATCHETT E.

___ (1968). "Control of Thought in Creative Work". *The Chartered Mechanical Engineer*, Vol.14, n°4.

MATURANA H.R. & VARELA F.J.

___ (1994). *L'arbre de la connaissance : Racines biologiques de la compréhension humaine*. Trad. Jullien F.-CH. & Trocmé-Fabre H. [*El árbol del conocimiento*]. Paris : Addison-Wesley.

- ___ (1987). *The Tree of Knowledge. The Biological Roots of Human Understanding*. Trad. Paolucci R. [*El árbol del conocimiento*]. Boston: Shambhala, éd.1998.
- ___ (1972). "Autopoiesis: The Organization of the Living". Trad. Maturana H.R. [*De Máquinas y Seres Vivos*]. *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, éd.1980, pp.59-138.
- ___ (1970). "Biology of Cognition". *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, éd.1980, pp.1-58.
- MATURANA H., VARELA, F., URIBE, G.
- ___ (1974). "Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization, and a model". *Biosystems*, (5)4, pp.187-196.
- MEISS P. (von)
- ___ (1986). *De la forme au lieu : Une introduction à l'étude de l'architecture*. Lausanne : PPUR, éd.2007.
- MERLEAU-PONTY M.
- ___ (1945). *Phénoménologie de la perception*. Paris : Gallimard.
- MESAROVIC M.D. (dir.)
- ___ (1964). *Views on General Systems Theory*. Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology. Chichester: John Wiley & Sons.
- MESNARD B. (de)
- ___ (2007). *La véritable fracture : Systémique constructiviste & aristotélicienne versus matérialisme (et idéalisme) dialectique cartésien & platonicien*. Blog de Benjamin de Mesnard [en ligne], <http://epistemologie-systemique.blogspot.com>.
- MESTELAN P.
- ___ (2005). *L'ordre et la règle : Vers une théorie du projet d'architecture*. Lausanne : PPUR.
- MEUNIER P.-M.
- ___ (1993). *La croissance systémique des organisations*. Paris : Presses du Management (coll. Psychologie industrielle et organisationnelle).
- MEYER F.
- ___ (1967). "Situation épistémologique de la biologie". Piaget J. (éd.) (1967). *Logique et connaissance scientifique*. Paris : Gallimard (coll. Pléiade), éd.1986, pp.781-821.
- MILIZIA F.
- ___ (1781). *Principes d'architecture civile*. Trad. Antolini J. [*Principi Di Architettura Civile*. Bassano: Remondini], Milan : Vincent Ferrario, éd. 1832.
- MILLER J.G.
- ___ (1978). *Living Systems*. New York: McGraw-Hill.
- MINATI G.
- ___ (2001). "Introduction à la systémique". *Res-Systemica*, n°1. Site de l'Association Française de Science des Systèmes (AFSCET) [en ligne], <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/sysminat1.html>.
- MOLES A.A. & ROHMER E.
- ___ (1972). *Psychologie de l'espace*. Bruxelles : Casterman (coll. Mutations – Orientations).
- MONEO R.
- ___ (1978). "On Typology". *Oppositions*, Summer, n°13, pp.22-45.
- MONOD J.
- ___ (1970). *Le hasard et la nécessité : Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*. Paris : Seuil (coll. Points), éd.1973.
- MONTULET B. et al. [HUBERT M., JEMELIN Ch., SCHMITZ S]
- ___ (2005). *Mobilités et temporalités*. Bruxelles : Facultés universitaires Saint-Louis.

MORGAN C.L.

— (1923). *Emergent Evolution*. London: Williams and Norgate.

MORIN E.

— (2004). *La méthode 6 : Éthique*. Paris : Seuil (coll. Points).

— (2001). *La méthode 5 : L'humanité de l'humanité. L'identité humaine*. Paris : Seuil (coll. Points).

— (2000). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Paris : Seuil.

— (1997). "Réforme de pensée, transdisciplinarité, réforme de l'Université". *Motivation*, n°24.

— (1994a). *La complexité humaine*. Paris : Flammarion (coll. Camps).

— (1994b). "Sur l'interdisciplinarité". *Bulletin Interactif* (Centre International de Recherches et Études transdisciplinaires), n°2, juin.

— (1993). *Terre-Patrie*. Paris : Seuil (coll. Points).

— (1991). *La méthode 4 : Les idées. Leur habitat, leur vie, leurs mœurs, leur organisation*. Paris : Seuil (coll. Points).

— (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Paris : ESF (coll. Communication et complexité), éd.1994.

— (1986). *La méthode 3 : La connaissance de la connaissance*. Paris : Seuil (coll. Points).

— (1981). *Pour entrer dans le xxi^e siècle*. Paris : Seuil (coll. Points), éd.2004.

— (1980). *La méthode 2 : La Vie de la Vie*. Paris : Seuil (coll. Points).

— (1977). *La méthode 1 : La Nature de la Nature*. Paris : Seuil (coll. Points).

— (1973). *Le paradigme perdu : La nature humaine*. Paris : Seuil (coll. Points).

MORRIS Ch.W.

— (1938). "Foundations of the Theory of Signs". *International Encyclopedia of Unified Science* (IEUS), Chicago: University of Chicago Press, vol.1, n°2.

MUCCHIELLI A.

— (2006). *Les sciences de l'information et de la communication*. Paris : Hachette, éd.2009.

— (2005). *Étude des communications : Approche par la contextualisation*. Paris : Armand Colin (coll. U).

MUGUR-SCHÄCHTER M.

— (1992). "Spacetime Quantum Probabilities II: Relativized Descriptions and Popperian Propensities". *Foundation of Physics*, vol.22, n°2, pp.233-312.

NADEAU R.

— (1999). *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie*. Paris : PUF.

NAGEL E.

— (1961). *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. New York: Hartcourt Brace & World Inc.

NEWELL A.

— (1969). "Heuristic Programming: Ill Structured Problems". Aronofsky J. (dir.). *Progress Operations Research*. New York: John Wiley & Sons. Vol.3, pp.360-414.

NEWTON I.

— (1687). *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*. Trad. Châtelet E. (du) [*Philosophiae naturalis principia mathematica*. London]. Paris : Desaint & Saillant, 1759.

NICOLESCU B.

— (2009). *Qu'est-ce que la réalité ? Réflexions autour de l'œuvre de Stéphane Lupasco*. Montréal : Liber.

— (1996). *La transdisciplinarité : Manifeste*. Monaco : Rocher (coll. Transdisciplinarité).

NIETZSCHE F.

— (1873). *Vérité et mensonge au sens extra-moral*. Trad. Gascuel N. [*Über Wahrheit und Lüge im aussermoralischen Sum*]. Paris : Actes Sud (coll. Babel), éd.1997.

NORBERG-SCHULZ Ch.

- ___ (1994). *L'Art du lieu : Architecture et paysage, permanence et mutations*. Trad. Guglielmetti A. [*Architettura: presenza, linguaggio et luogo*. Milano: Skira]. Paris : Le Moniteur (coll. Archi-textes), éd.1997.
- ___ (1979). *Genius loci : Paysage, ambiance, architecture*. Trad. Seyler O. [*Genius loci*. Milano: Electa]. Liège/Bruxelles : Mardaga, éd.1997.
- ___ (1974). *La signification dans l'architecture occidentale*. Trad. Dominicus A.M. (de) [*Significato nell'architettura occidentale*. Milano: Electa]. Liège/Bruxelles : Mardaga, éd.1977.
- ___ (1972). *Système logique de l'architecture*. Trad. Bekaert G. [*Intentions in Architecture*. Oslo: Universitets Forlaget]. Liège/Bruxelles : Mardaga, éd.1988.
- ___ (1971). *Existence, Space & Architecture*. London: Praeger Publishers.

ORME Ph. (de l')

- ___ (1561). *De l'Architecture*. Paris : Frederic Morel, Tome I, Livre III, éd.1967.

OSBORN A.F.

- ___ (1953). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*. New York: Charles Scribner's Sons.
- ___ (1942). *How to 'Think Up'*. New York: McGraw-Hill.

PALLADIO A.

- ___ (1570). *Les quatre livres de l'architecture*. Trad. Fréart de Chambray R. [*I Quattro Libri dell'Architettura*]. Paris : Edné Martin, éd.1650.

PALMER S. & ROCK I.

- ___ (1994). "Rethinking Perceptual Organization: The Role of Uniform Connectedness". *Psychonomic Bulletin & Review*, vol.1, n°1, pp.29-55.

PANOFKY E.

- ___ (1927). *La perspective comme forme symbolique et autres essais*. Paris : Minuit, éd.1976.
- ___ (1924). *Idea : Contribution à l'histoire du concept de l'ancienne théorie de l'art*. Trad. Joly H. [*Idea: Ein Beitrag zur Begriffsgeschichte der älteren Kunsttheorie*. Leipzig: Teubner]. Paris : Gallimard (coll. Tel), éd.1983.

PARNES S.J. & HARDING H.F.

- ___ (1962). *A Source Book for Creative Thinking*. New York: Charles Scribner's Sons.

PASCAL B.

- ___ [1669]. *Pensées*. Paris : Lefèvre, éd.1839.

PASSERON R.

- ___ (1980). *L'œuvre picturale et les fonctions de l'apparence*. Paris : Vrin.

PAWSON J.

- ___ (1998). *Minimum*. Trad. Calini A. [*Minimum*. Boston: Phaidon]. Boston: Phaidon (coll. Architecture), éd.2006.

PEIRCE Ch.S.

- ___ [1898]. *Le raisonnement et la logique des choses : Les conférences de Cambridge (1898)*. Trad. Chauviré Ch. & Thibaud P. & Tiercelin C. [*Reasoning and the Logic of Things: the Cambridge Conferences Lectures of 1898*. Cambridge: Harvard University Press, éd.1992] Paris : Cerf (coll. Passages), éd.1995.

PELLEGRINO P.

- ___ (2007). *Le sens de l'espace 4 : Le projet architectural*. Paris : Economica (coll. La bibliothèque des formes).

PERRET A.

- ___ (1944). *Pour l'architecture : Manifeste du Groupe Perret : Union d'Architectes*. Texte dactylographié, 1^{er} septembre 1944, 10 pages.

PIAGET J.

___ (1970). *L'épistémologie génétique*. Paris : PUF (coll. Quadrige), éd.2011.

___ (1968). *Le structuralisme*. Paris : PUF (coll. Quadrige), éd.2007.

___ (1936). *La construction du réel chez l'enfant*. Paris : Delachaux & Niestlé.

PIAGET J. (dir.)

___ (1967). *Logique et connaissance scientifique*. Paris : Gallimard (coll. Pléiade).

PIAGET J. & INHELDER B.

___ (1966). *La psychologie de l'enfant*. Paris : PUF (coll. Quadrige), éd.2011.

PICON A.

___ (2010). *Culture numérique et architecture : Une introduction*. Bâle : Birkhäuser.

PIECQ A.

___ (2011). *De la pensée systémique à la pratique de l'organisation : Le 'giroscope'*. Paris : L'Harmattan.

___ (2005). "Un modèle d'analyse et d'intervention dans les organisations : 'les Principes Directeurs des Systèmes' ". 6^e Congrès Européen de Systémique. Paris, septembre.

PIOTON-CIMETTI G.

___ (1995). *Aspects psychosociaux de C. Gustav Jung*. Thèse de doctorat, Université René-Descartes, Paris V.

PIRSON J.-F.

___ (1995). *La structure et l'objet : Essais, expériences, rapprochements*. Liège/Bruxelles : Mardaga.

PLATON

___ . *Timée*. [Trad. Brisson L., Paris : Flammarion (coll. Garnier Flammarion), éd.2001].

___ . *La République*. [Trad. Leroux G., Paris : Flammarion (coll. Garnier Flammarion), éd.2004].

___ . *Ménon*. [Trad. Canto-Sperber M., Paris : Flammarion (coll. Garnier Flammarion), éd.1999].

POMERANTZ J.R. & KUBONY M. (dir.)

___ (1981). "Perceptual Organization: An Overview". *Perceptual Organization*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, pp.423-456.

POPPER K.R.

___ (1972). *La connaissance objective*. Trad. Rosat J.-J. [*Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*. Oxford: Oxford University Press]. Paris : Flammarion (coll. Champ), éd.1998.

___ (1963). *Conjectures et réfutations : La croissance du savoir scientifique*. Trad. Brudny M.-I. [*Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. New York: Harper Torchbooks]. Paris : Payot (coll. Bibliothèque scientifique), éd.1985.

___ (1934). *La logique de la découverte scientifique*. Trad. Nicole Thyssen-Rutten N. & Devaux Ph. [*The Logic of Scientific Discovery*]. Paris : Payot (coll. Bibliothèque scientifique), éd.2007.

PORTOGHESI P.

___ (1974). *Le inibizioni dell'architettura moderna*. Bari: Laterza.

PRIGOGINE I.

___ (1994). *Les lois du chaos*. Paris : Flammarion (coll. Champs), éd.2008.

___ (1968). *Introduction à la thermodynamique des processus irréversibles*. Paris : Dunod.

PRIGOGINE I. & STENGERS I.

___ (1979). *La nouvelle alliance : Métamorphose de la science*. Paris : Gallimard, éd.1986.

___ (1996). *La Fin des certitudes : Temps, chaos et les lois de la nature*. Paris : Odile Jacob.

PROST R.

___ (1993). "La conception architecturale confrontée à la turbulence de le pensée contemporaine". *Les Cahiers de la recherche architecturale et urbaine : Concevoir*. Marseille : Editions Parenthèses, vol.34, pp.11-27.

___ (1992). *Conception architecturale : Une investigation méthodologique*. Paris : L'Harmattan (coll. Villes et Entreprises).

- ___ (1991). "La référence au temps : L'architecture et la question du temps". Boudon Ph. (dir.). *De l'architecture à l'épistémologie : La question de l'échelle*. Paris : PUF, pp.323-347.
- ___ (1983). "Les discours théoriques et le rapport connaissance/action". Seyler O. & Cohen J.-L. (dir.) (1983). *La recherche en architecture : Un bilan international*. Paris : Parenthèses, pp.107-112.
- PROST R. (dir.)
- ___ (1995). *Concevoir, Inventer, Créer. Réflexions sur les pratiques*. Paris : L'Harmattan (coll. Villes & entreprises).
- QUASTLER H.
- ___ (1956). "A Primer on Information Theory". Platzman R.L., Yockey H.P. & Quastler H. (dir.). *Symposium on Information Theory on Biology*. New York: Pergamon Press, éd.1958, pp.3-49.
- QUATREMERIE de QUINCY
- ___ (1832). *Dictionnaire historique d'architecture*. Paris : Librairie d'Adrien Le Clere, vol.II.
- ___ (1801-20). *Encyclopédie méthodique : Architecture*. Liège : Planteux, tome III.
- RAYNAUD D.
- ___ (2004). "Le schème, opérateur de la conception architecturale, II : Le cas de la conservation du modèle morphologique". Boudon Ph. (dir.) (2004). *Vers un dictionnaire architecturologique*. Rapport d'activité 2003. Paris : LAREA.
- ___ (1999). "Le schème : Opérateur de la conception architecturale". *Intellectica*, vol.29, n°2, pp.35-69.
- ___ (1998). *Architectures comparées : Essais sur la dynamique des formes*. Paris : Parenthèses.
- REITMAN W.R.
- ___ (1964). "Heuristic Decision Procedures: Open Constraints and the Structure of Ill-defined Problems". Shelley M.W. & Bryan G.L. (dir.). *Human Judgments and Optimality*. New York: John Wiley & Sons, pp.282-315.
- RIOPEL M.
- ___ (2005). *Épistémologie et enseignement des sciences*. Site des Classiques des Sciences Sociales [en ligne], http://classiques.ugac.ca/contemporains/riopel_martin/riopel_martin.html.
- RITTEL H.W.J.
- ___ (1972). "Second-Generation Design Methods". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.317-327.
- RITTEL H.W.J. & WEBBER M.M.
- ___ (1973a). "Planning Problems are Wicked Problems". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.135-144.
- ___ (1973b). "Dilemmas in a General Theory of Planning". *Policy Sciences*, n°4, pp.155-169. Site de "The studio-site" [en ligne], <http://www.thestudiony.com/ed/bfa/Rittel+Webber+Dilemmas.pdf>.
- RODTCHENKO A.
- ___ (1922). "Programme du Groupe de travail des constructivistes de l'Inkhoul". *Ermitage*, n°13, août, pp.3-4.
- ROLAND L.Ch.
- ___ (2012). *Bruxelles comme palimpseste : Épistémologie d'une écologie*. Thèses de doctorat, Université catholique de Louvain (UCL), Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI).
- ROSNEY J. (de)
- ___ (1995). *L'homme symbiotique : Regards sur le troisième millénaire*. Paris : Seuil (coll. Points).
- ___ (1975). *Le Macroscopie : Vers une vision globale*. Paris : Seuil (coll. Points).
- ROSSI A.
- ___ (1966). *L'architecture de la ville*. Trad. Brun F. [*L'architettura della città*. Milano: Clup]. Paris : L'Équerre, éd.1981.

ROUQUETTE M.-L.

___ (1973). *La créativité*. Paris : PUF (coll. Que sais-je ?), éd.2007.

ROWE P.G.

___ (1987). *Design Thinking*. Cambridge: MIT Press.

RUBIN E.J.

___ (1915). *Synsoplovede Figurer*. Copenhagen: Gyldendal.

RUDOFISKY B.

___ (1964). *Architecture without Architects: An Introduction to Non-Pedigreed Architecture*. New York: The Museum of Modern Art.

RUSSELL B.A.W. & WHITEHEAD A.N.

___ (1910-13). *Principia Mathematica*. Cambridge: Cambridge University Press, éd.1925.

SARTRE J.-P.

___ (1940). *L'Imaginaire : Psychologie phénoménologique de l'imagination*. Paris : Gallimard (coll. Folio essais), éd.1986.

SAUSSURE F. (de)

___ (1916). *Cours de linguistique générale*. Paris : Payot, éd.1978.

SCALETISKY C.C.

___ (2003). *Rôle des références dans la conception initiale en architecture. Contribution au développement d'un système ouvert de références au projet d'architecture : le système 'kaléidoscope'*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine.

SCHÖFFER N.

___ (1970). *La Ville Cybernétique*. Paris : Denoël, éd.1972.

___ (1955). *Le Spatiodynamisme*. Boulogne-Sur-Seine : AA.

SCHÖN D.A.

___ (1992). "Design as a Reflective Conversation with the Materials of a Design Situation". *Knowledge-Based Systems*, vol.5, n°1, March, pp.3-14.

___ (1988). "Designing: Rules, Types and Worlds". *Design Studies*, vol.9, n°3, july, pp.181-190.

___ (1985). *The Design Studio. An Exploration of its Traditions and Potential*. London: RIBA.

___ (1983). *Le praticien réflexif : À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Trad. Heynemann J. & Gagnon D. [*The Reflective Practitioner: How Professionals think in Action*. New York: Harper Collins]. Montréal : Les Éditions Logiques (coll. Formation des maîtres), éd.1994.

SEMPER G.

___ (1855-59). "L'Art textile". Trad. Souillou J. & Neumann N. ["Die vier Elemente der Baukunst. Ein Beitrag zur vergleichenden Baukunde" Braunschweig]. Semper G. (2007). *Du style et de l'architecture : Écrits, 1834-1869*. Marseille : Parenthèses, pp.223-233.

___ (1851). "Les quatre éléments de l'architecture : Contribution à une architecture comparative". Trad. Souillou J. & Neumann N. ["Die vier Elemente der Baukunst. Ein Beitrag zur vergleichenden Baukunde" Braunschweig]. Semper G. (2007). *Du style et de l'architecture : Écrits, 1834-1869*. Marseille : Parenthèses, pp.95-154.

SERRES M.

___ (1983). *Rome : Le livre des fondations*. Paris : Grasset.

___ (1969). *Hermès I : La communication*. Paris : Minuit (coll. Critique), éd.2009.

SHANNON C.E.

___ (1948). "A Mathematical Theory of Communication". *Bell System Technical Journal*, vol.27, July and October, pp.379-423 and 623-656.

SHANNON C.E. & WEANER W.

___ (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: Illinois University Press, éd.1964.

SHOSHKES E.

- ___ (1989). *The Design Process: Case Studies of Project Development*. New York: Whitney Library of Design.

SIMON H.A.

- ___ (1983). *Reason in Human Affairs*. Oxford: Basil Blackwell.
- ___ (1982). *Models of Bounded Rationality*. Cambridge: The MIT Press, 2 Vol., éd.1983.
- ___ (1976a). "De la rationalité substantive à la rationalité procédurale". Trad. Ernst D. & Miermont D. ["From Substantive to Procedural Rationality". Latsis S.J. (dir.). *Method and Appraisal in Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 129-148. Repris dans Simon H.A. (1982). *Models of Bounded Rationality*. Cambridge: The MIT Press, éd.1983, Vol.2, pp.424-443]. *Pistes*, n°3, octobre, 1992, pp.25-45. Site du Réseau Intelligence de la Complexité [en ligne], <http://www.mcxapc.org/docs/lesintrouvables/simon5.htm>.
- ___ (1973). "The Structure of Ill-structured Problems". Cross N. (dir.) (1984). *Developments in Design Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, pp.145-166.
- ___ (1969). *Les sciences de l'artificiel*. Trad. Le Moigne J.-L. [*The Sciences of the Artificial*. Cambridge: MIT Press]. Paris : Gallimard (coll. : Folio/essais), éd.2004.
- ___ (1959). "Theorys of Decision-making in Economics and Behavioral Science". *The American Economic Review*, vol. 49, n°3, juin, pp.253-283.
- ___ (1957). *Models of Man Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*. New York: Wiley.
- ___ (1947). *Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization*. New York: Macmillan.

SIMON H.A., NEWELL A.

- ___ (1976). "Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search". *Communications of the ACM*, vol.19, n°3, March, pp.113-126.
- ___ (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

SIMON H.A., NEWELL A. & SHAW J.C.

- ___ (1959). "Report on a General Problem-Solving Program". *Proceedings of the International Conference on Information Processing*. Paris : Unesco, pp.256-264.
- ___ (1957). "Elements of a theory of human problem solving". *Psychological Review*, Vol 65(151), May 1958, pp.151-166.

SIRET D.

- ___ (1997). *Propositions pour une approche déclarative des ambiances dans le projet architectural*. Thèse de doctorat, Université de Nantes.

SMITHSON A. & SMITHSON P.

- ___ (1957). "Cluster City: A New Shape for the Community". *The Architectural Review*, Vol.122, n°730, pp.333-336.

SOURIAU E.

- ___ (1956). "Du mode d'existence de l'œuvre à faire". *Bulletin de la société française de philosophie*, n°25, février. Latour B. & Stengers I. (dir.). *Les différents modes d'existence* [1943], suivi de : *Du mode d'existence de l'œuvre à faire* [1956]. Paris : PUF, éd.2009.

STEIWER J.

- ___ (2010). *Vers une théorie de la connaissance systémique*. Paris : L'Harmattan.

STENGERS I.

- ___ (1997). *Cosmopolitiques*. Paris : La Découverte, vol.1-7.
- ___ (1993). *L'invention des sciences modernes*. Paris : Flammarion (coll. Champs), éd.1995.

STILLEMANS J.

- ___ (2009). "Le pan et la niche : Une fable pour l'architecture (2^e partie)". *Les cahiers de l'architecture*, n°14, Institut Supérieur d'Architecture Saint-Luc de Tournai.

STONIER T.

— (1990). *Information and the Internal Structure of the Universe: An exploration into Information Physics*. New York: Spinger-Verlag.

STURT G.

— (1923). *The Wheelwright's Shop*. London: Cambridge University Press.

SULLIVAN L. H.

— (1896). "The Tall Office Building Artistically Considered". *Lippincott's Monthly Magazine*, March, Vol.57, pp.340-346.

SUTHERLAND I.

— (1968). "A Head-mounted Three-dimensional Display". *Fall Joint Computer Conference*. New York: ACM Press, vol.1866, n°16, pp.757-764.

TEILHARD DE CHARDIN P.

— (1956). *Le phénomène humain*. Paris : Seuil, éd.2007.

THOM R.

— (1983). *Paraboles et catastrophes : Entretiens sur les mathématiques, la science et la philosophie*. Paris : Flammarion (coll. Champs sciences), éd.2010.

THOMPSON D'ARCY. W.

— (1917). *Forme et croissance*. Trad. Teyssié D. [*On Growth and Form*. Cambridge: Cambridge University Press, éd.1961]. Paris : Seuil (coll. Science ouverte), éd.2009.

TRIC O.

— (1999). *Conception et projet en architecture*. Paris : L'Harmattan (coll. Villes et Entreprises).

UEXKÜLL J. (von)

— (1934). *Mondes animaux et monde humain*. Trad. Muller Ph. [*Streifzüge durch die umwelten von thieren und menschen – bedeutungslehre*. Hamburg: Verlag]. Paris : Pocket, éd.2004.

ULLMANN F.

— (2011). *Basics, Architecture and Dynamics*. Vienne/New York: Springer.

VALÉRY P.

— (1973). *Les cahiers I (1894-1945)*. Paris : Gallimard (coll. Pléiade), éd.2010.

— (1960). *Œuvres II*. Paris : Gallimard (coll. Pléiade), éd.2008.

— (1894). *Introduction à la méthode de Léonard de Vinci*. Paris : Gallimard (coll. Pléiade), éd.1964.

VAN DER LAAN H.

— (1977). *L'espace architectonique : Quinze leçons sur la disposition de la demeure humaine*. Leyden : E.J. Brill, éd.1989.

VARELA F.J. et al. [THOMPSON E., ROSH E.]

— (1971). *L'Inscription corporelle de l'esprit : sciences cognitives et expérience humaine*. Trad. Havelange V. [*The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. New York: The MIT Press]. Paris : Seuil, éd.1996.

VENTURI R.

— (1966). *De l'ambiguïté en architecture*. Trad. Schlumberger M. & Vénard J.-L. [*Complexity and contradiction in Architecture*. New York: The Museum of Modern Art]. Paris : Dunod, éd.1999.

VENTURI R., SCOTT BROWN D., IZENOUR S.

— (1972). *L'enseignement de Las Vegas : Le symbolisme oublié de la forme architecturale*. Trad. Fr. [*Learning from Las Vegas: The Forgotten Symbolism of Architectural Form*. Cambridge: MIT Press, éd.1977]. Bruxelles-Liège : Mardaga, éd.2008.

VICO G.

- ___ (1708). *La méthode des études de notre temps*. Trad. Pons A. [*De nostri temporis studiorum ratione*]. Paris : Grasset, éd.1981. Site du Réseau Intelligence de la Complexité [en ligne], http://www.mcxapc.org/docs/conseilscient/0511vico_pons.pdf.

VINCI L. (de)

- ___ (1490-19). *Traité de la peinture*. Trad. Chastel A. [*Trattato della pittura*]. Paris : Berger-Levrault, éd.1987.

VIOLLET-LE-DUC E.

- ___ (1854-68). *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle*. Paris : Morel.

VIRILIO P.

- ___ (2001). *Cybermonde : La politique du pire*. Paris : Textuel.

VITRUVÉ

- ___ . *Les dix livres d'architecture (env. -25 av. J.-C.)*. [Trad. Perrault C., *De Architectura* (1673). Liège/Bruxelles : Mardaga, éd.1979].

WALLAS G.

- ___ (1926). *The Art of Thought*. New York: Harcourt Brace.

WALLISER B.

- ___ (1977). *Systèmes et modèles : Introduction critique à l'analyse de systèmes*. Paris : Seuil.

WARD A.

- ___ (1993). "Resistance or Reaction? The Cultural Politics of Design". *Architecture and Behavior*, vol.9, n°1, pp.39-68.
- ___ (1969). "Rightness and Wrongness in the Physical Environment". Broadbent G. & Ward A. (dir.) (1969). *Design Methods in Architecture*. London: AA papers, pp.166-178.

WATTS R.D.

- ___ (1966). "The Elements of Design". Gregory S. A. (dir.) (1966). *The Design Method*, London: Butterworth, pp.85-103.

WATZLAWICK P.

- ___ (1988). *L'Invention de la réalité : Comment savons-nous ce que nous croyons savoir ?* Paris : Seuil (coll. Points).
- ___ (1978). *La réalité de la réalité : Confusion, désinformation, communication*. Paris : Seuil (coll. Points).

WATZLAWICK P. et al. [Helmick Beavin J., Jackson D.D.]

- ___ (1967). *Une logique de la communication*. Paris : Seuil (coll. Points), éd.1972.

WATZLAWICK P. et al. [Jackson D.D., Weakland J.H.]

- ___ (1977). *Sur l'interaction*. Paris : Seuil, éd.1981.

WATZLAWICK P. et al. [Weakland J.H. & Fish R.]

- ___ (1975). *Changements. Paradoxes et psychothérapie*. Paris : Seuil, éd.1981.

WEAVER W.

- ___ (1949). "The Mathematics of Communication". *Scientific American*, vol.181, n°1, July, pp.11-15.

WEBER M.

- ___ (1904). "L'objectivité de la connaissance dans les sciences et la politique sociales". Weber M. (1965). *Essais sur la théorie de la science*. Paris : Plon, pp.140-142.

WERTHEIMER M.

- ___ (1945). *Productive Thinking*. New York: Harper & Row.
- ___ (1923). "Laws of Organization in Perceptual Forms". Trad. Ellis W.D. ["Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II". *Psychologische Forschung*, n°4, pp.301-350]. Ellis W.D. (dir.) (1938). *A source Book of Gestalt Psychology*. London: Routledge & Kegan, pp.71-88.

WHITEHEAD A.N.

___ (1929). *Procès et réalité : Essai de cosmologie*. Paris : Gallimard, éd.1995.

WIENER N.

___ (1948). *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge: MIT Press.

WIENER N. & ROSENBLUETH A.

___ (1950). "Purposeful and Non-Purposeful Behavior". *Philosophy of Science*, vol.17, n°4, October, pp.318-326.

WIENER N. *et al.* [Rosenblueth A. & Bigelow J.]

___ (1953). "Behavior, Purpose and Teleology". *Philosophy of Science*, vol.10, n°1, January, pp.18-24.

WILDEN A.

___ (1985). "Context Theory – Théorie des contextes: The New Science". *RSSI (Recherches sémiotiques. Semiotic inquiry)*, vol.5, n°1-4, pp.97-116.

___ (1984). "Context Theory – Théorie des contextes: The New Science". *The Rules are no Game: the Strategy of Communication*. New York: Routledge & Paul Kegan, éd.1987, p.303-321.

___ (1972). *Système et structure : Essais sur la communication et l'échange*. Trad. Khal G. [System and Structure: Essays in Communication and Exchange. London: Routledge, éd.2001]. Montréal : Boréal Express, éd.1983.

WINNICOTT D.W.

___ (1971). *Jeu et réalité : L'espace potentiel*. Trad. Monod C. & Pontalis J.-B. [Playing and Reality, London: Tavistock], éd.2009.

WITTEZAELE J.-J.

___ (2003). *L'homme relationnel*. Paris : Seuil (coll. Couleur psy).

WOLFF C.

___ (1729). "De differentia intellectus systematici et non systematici". *Horae subsecivae marburgenses I* (1929), pp.107-154

WOODS S.

___ (1960). "Stem". *Architectural Design*, May, n°5.

___ (1962). "Web". *Le Carré bleu*, n°3.

YATCHINOVSKY A.

___ (1999). *L'approche systémique : Pour gérer l'incertitude et la complexité*. Paris : ESF, éd.2005.

ZADEH L.

___ (1969). "The Concept of System, Aggregate, and State in System Theory". Zadeh L. A. & Polak E. (1969). *System theory*. New York: McGraw-Hill.

ZEISEL J.

___ (2006). *Inquiry by Design: Environmental/Behavior/Neuroscience in Architecture, Interiors, Landscape, and Planning*. New York: Norton.

___ (1981). *Inquiry by Design: Tools for Environmental Behavior Research*. Cambridge: Cambridge University Press, éd.1984.

TABLE DES FIGURES ET DES ILLUSTRATIONS

Fig. I – (auto)portrait en miroir. Marcel Duchamp (1917).	1
Fig. 1.1 – La distinction entre ce qui est simple, compliqué et complexe.	6
Fig. 1.2 – Viser l'architecture pour (co)concevoir des architectures.	9
Fig. 1.3 – Typologies des mondes selon Karl R. Popper (1972) et Edgar Morin (1990).	11
Fig. 1.4 – Trois partitions du réel augmenté : les trois réalités.	12
Fig. 1.5 – Viser l'architecture pour (co)concevoir des architectures à l'aide de modèles architecturaux.	16
Fig. 1.6 – La trialogique des trois mondes logiques et celle des trois architectures.	16
Fig. 1.7 – L'architecte vise le domaine de l'architecture pour (co)concevoir des édifices.	19
Fig. 1.8 – Trialogiques des trois mondes logiques et des trois espaces logiques.	19
Fig. 2.1 – Le processus de cognition de base d'après Jean Piaget (1967).	22
Fig. 2.2 – La connaissance de la connaissance.	22
Fig. 2.3 – Les quatre questions épistémologiques récurrentes.	23
Fig. 2.4 – Les triades de Vitruve et d'Alberti.	25
Fig. 2.5 – À chaque discours son paradigme, Jean-Louis Le Moigne (1977, p.51, p.59).	26
Fig. 2.6 – La nature et les trois niveaux d'organisation du réel augmenté.	28
Fig. 2.7 – Matière, énergie et information, Tom Stonier (1990, p.74).	34
Fig. 2.8 – 1. Système général de communication. Adaptation d'après Claude E. Shannon (1948, p.381). 2. Schéma de la communication. Adaptation d'après Warren Weaver (1949, pp.11-15). 3. Schéma de la communication. Adaptation d'après Norbert Wiener (1948).	36
Fig. 2.9 – Les ressources et les flux, primaires ou secondaires.	37
Fig. 2.10 – Trialogique des lieux topique-pantopique-atopique. Adaptation d'après Christian Godin et Laure Mühlethaler (2005).	42
Fig. 2.11 – 1. La médiation et l'hybridation entre la culture et la nature. Adaptation d'après Bruno Latour (1991, p.74 et p.78). 2. Trialectique de la connaissance d'Edgar Morin d'après Gérard Donnadiou (2011), reprise par Andrée Piecq (2011, p.20). 3. Trialogique culture-pensée-nature.	48
Fig. 2.12 – Fresque de l'École d'Athènes. Adaptation d'après Raphaël (1509-12).	52
Fig. 2.13 – La synthèse systémique. Adaptation d'après Daniel Durand (1979, p.57).	61
Fig. 2.14 – Les raisonnements hypothético-déductif, empirico-inductif, abductif et la boucle complète.	66

Fig. 2.15 – La boucle réursive d' "auto-éco-organisation" chez Edgar Morin (1986).	70
Fig. 2.16 – Comparaison de la trialectique "alter ego / ego / alteritas rerum" chez Jacques Steiwer (2010) et de celle constituée par les réalités intersubjective, subjective et objective.	70
Fig. 2.17 – Les quatre questions épistémologiques récurrentes.	73
Fig. 3.1 – Plus ou moins d'informations en fonction de la capacité du canal. Adaptation d'après Henry Quastler (1956).	78
Fig. 3.2 – Les correspondances homo-morphique, poly-morphique et iso-morphique.	80
Fig. 3.3 – Quelle correspondance entre le modèle et le phénomène observé ?	81
Fig. 3.4 – Modélisation projective (téléologique) d'un système complexe. Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1990, p.65).	82
Fig. 3.5 – La systémographie. Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1990, p.28).	82
Fig. 3.6 – La méthode de recherche transposée au schéma d'élaboration des connaissances.	83
Fig. 3.7 – Processus de conception architecturale. Adaptation d'après Gordon Best (1969, p.157).	83
Fig. 3.8 – Un "appareil à systémographier" adapté à la (co)conception architecturale.	85
Fig. II – Giuseppe Momo, Escalier à double hélice au Vatican, Italie : Rome (1932), Photo sous licence <i>Creative Commons</i> , retravaillée.	87
Fig. 4.1 – Les trois situations de conception. Adaptation d'après Christopher Alexander (1964, p.64).	90
Fig. 4.2 – Les (proto/méta-)modèles de la (co)conception architecturale.	94
Fig. 4.3 – Trialogique des périodes historiques et des types de modèles de la conception.	94
Fig. 4.4 – Extraits du <i>Livre d'ornements et de motifs</i> . Villard de Honnecourt (vers 1230, planches 19, 29 et 64).	95
Fig. 4.5 – Labyrinthe de la cathédrale de Reims. Adaptation d'après Jacques Cellier (1583-87, p.82).	96
Fig. 4.6 – Allégories de l'architecte, du mauvais et du bon architecte. Philibert de l'Orme (1561, p.112, p.281, p.283).	97
Fig. 4.7 – 1. Modulation des édifices. Jean-Nicolas-Louis Durand (1813, planche 18). 2. Marche à suivre dans la composition d'un projet quelconque. Jean-Nicolas-Louis Durand (1802, planche 21, ajoutée à l'édition de 1813).	102
Fig. 4.8 – Processus de résolution de problèmes. Adaptation d'après Graham Wallas (1926).	106
Fig. 4.9 – Processus de base en trois étapes. Adaptation d'après Mihajlo D. Mesarovic (1964). Repris par Ronald D. Watts (1966, p.85), Geoffrey Broadbent (1973a, p.258), Peter G. Rowe (1987, p.48) et Jean-Pierre Chupin (2010, p.248).	111
Fig. 4.10 – Modèle opérationnel de la conception architecturale. Adaptation d'après L. Bruce Archer (1965, p.64).	112
Fig. 4.11 – 1. Modèle opérationnel de la conception architecturale. 2. Modèle opérationnel de la conception architecturale. Adaptation d'après L. Bruce Archer (1969, p.94, p.96, p.99 et p.100).	114
Fig. 4.12 – Classement des méthodes de conception architecturale. Adaptation d'après J. Christopher Jones (1970, p.82).	117
Fig. 4.13 – Décomposition d'un village indien. Adaptation d'après Christopher Alexander (1963, pp.33-56).	118

Fig. 4.14 – 1. Processus de conception. Adaptation d'après Gordon Best (1969, pp.147-165). 2. Processus de conception. Adaptation d'après Gordon Best (1969, p.162).	120
Fig. 4.15 – " <i>Designer as a magician</i> ", " <i>Designer as a computer</i> " et " <i>Designer as a self-organizing system</i> ". Adaptation d'après les caricatures de J. Christopher Jones (1969, pp.193-197).	126
Fig. 4.16 – Trialogique des boîtes et place de l'architecture dans les sciences.	127
Fig. 4.17 – 1. La Tour d'Hanoï (problème de transformation). 2. Le jeu de Scrabble (problème de configuration). 3. Le jeu de Master Mind (problème d'induction de structure).	132
Fig. 4.18 – L'organisation d'exécution avec le "General Problem Solver" (GPS). Adaptation d'après Herbert A. Simon, Allen Newell & John C. Shaw (1959, p.7).	136
Fig. 4.19 – 1 Définition de la "matrice environnementale" de base de l'édifice à concevoir. 2. Quelques dimensions qui peuvent être ajoutées à cette matrice. Adaptation d'après Geoffrey Broadbent (1973a, pp.402-410 et pp.412-430).	141
Fig. 4.20 – Les générateurs primaires dans le processus de conception.	144
Fig. 4.21 – Processus du projet. Adaptation d'après Jean-Charles Lebahar (1983, p.72).	147
Fig. 4.22 – Modèle du processus de conception. Adaptation d'après Michel Conan (1990, p.161).	150
Fig. 4.23 – Modèle du processus de conception. Adaptation d'après Alain Farel (1991, p.229).	151
Fig. 4.24 – Modèle du processus de conception. Adaptation d'après Robert Prost (1992, p.157).	152
Fig. 4.25 – Le processus de conception est globalement convergent, mais il comprend des périodes de convergence et de divergence. Adaptation d'après Nigel Cross (2000, p. 187).	153
Fig. 4.26 – 1. Modèle systémique de la démarche de projet et de la réalisation de l'objet. 2. Procédures de récursions et des périodes d'attentes au cours du processus de conception. Adaptation d'après Olivier Tric (1999, p.285, p.294 et p.289).	156
Fig. 4.27 – 1. Développement hélicoïdal de la conception. Adaptation d'après John Zeisel (1981, p.14). 2. Développement hélicoïdal de la conception. Adaptation d'après John Zeisel (2006, p.152).	158
Fig. 5.1 – Le signe. Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1990, p.103).	161
Fig. 5.2 – Modèle des fonctions du langage. Adaptation d'après Roman O. Jakobson (1963, pp.209-248).	164
Fig. 5.3 – Les trois modalités des (re)présentations externes : le discours, le dessin et la maquette.	168
Fig. 5.4 – Quelques éléments de base pour créer un organigramme.	170
Fig. 5.5 – Techniques visuelles de (re)présentation de réseaux. Adaptation d'après Manuel Lima (2011, p.158).	171
Fig. 5.6 – Les états cognitifs, les (re)présentations, les modèles théoriques (en)général et (en) particulier.	172
Fig. 5.7 – La trialogique des trois voies d'utilisation du modèle architectural. L'emphase des trois voies d'utilisation au cours du processus de (co)conception.	174
Fig. 5.8 – Typologie des modèles de la conception. Adaptation d'après Lucienne T. M. Blessing (1995) reprise dans Françoise Darses (2004, p.14).	178
Fig. 5.9 – Métaphore de l'hélicoïde pour assumer une complémentarité entre analytique et systémique.	181

Fig. 5.10 – Relations entre l'hélicoïde des modèles architecturaux M_i , le domaine de données Dom_d et le domaine de solutions Dom_s .	183
Fig. 5.11 – Typologie des altérations (in)volontaires : domaines de données/solutions ; convergence/constance/divergence/latence ; progression/régression/décalage.	185
Fig. 5.12 – Modélisation heuristique (en) général du processus de (co)conception architectural.	186
Fig. 5.13 – 1. Concepteur et réseaux de (co)concepteurs. 2. Système d'acteurs primaire pendant la conception et système d'acteurs pendant la réalisation. Adaptation d'après Olivier Tric (1999, p.142, p.278). 3. Superposition des modèles hélicoïdaux en cas de (co)conception. 4. L'écart entre les envies des utilisateurs. Adaptation d'après John Zeisel (1981, p.50).	189
Fig. 6.1 – Modèle spéculatif conciliant neurologie et psychanalyse. Adaptation d'après Bernard Falissard (2008, p.84).	193
Fig. 6.2 – Les différents parcours potentiels de l'information dans la conscience du (co)concepteur.	194
Fig. 6.3 – Modélisation générale du (co)concepteur, limitée à la (co)conception architecturale. Adaptation d'après Bruno Falissard (2008).	197
Fig. 6.4 – L'axe diachronique dans la modélisation générale du (co)concepteur.	198
Fig. 6.5 – 1. Un objet construit à partir du phénomène en visant la chose. 2. La perception du réel à partir des sensations de stimulation et d'action (percepts). 3. Les opérations cognitives d'interprétation, de projétation et de (co)construction des concepts.	199
Fig. 6.6 – L'émergence du réel vécu à partir des réels perçus et conçus.	200
Fig. 6.7 – L'axe synchronique dans la modélisation générale du (co)concepteur.	202
Fig. 6.8 – 1. Du mythe aux règles phénoménologiques. Adaptation d'après Andrée Piecq (2011, p.135). 2. La structure de la psyché chez Carl G. Jung. Adaptation d'après Graciela Píton-Cimetti de Maleville (1995, p.255).	203
Fig. 6.9 – Structure du réel augmenté du (co)concepteur.	205
Fig. 6.10 – La (co)construction de l'(auto)référentiel du (co)concepteur.	205
Fig. 6.11 – Structure de l'intentionnalité du (co)concepteur.	206
Fig. 6.12 – Le relativisme observateur/système observé.	208
Fig. 6.13 – Le relativisme observateur/système observé.	209
Fig. 6.14 – La boucle (auto)réflexive du processus de (co)conception.	212
Fig. III – Zootrope comprenant dix images successives du vol d'un goéland. Etienne-Jules Marey (1887).	215
Fig. 7.1 – Le processus de modélisation systémique en quatre modules. Adaptation d'après Daniel Durand (1979, p.63).	218
Fig. 7.2 – Les étapes de la démarche systémique. Adaptation d'après Gérard Donnadiou & Michel Karsky (2002, p.84).	219
Fig. 7.3 – Combinaison des processus analytique et systémique.	221
Fig. 7.4 – Les poupées russes peuvent symboliser les différences entre des niveaux logiques.	225
Fig. 7.5 – Le (co)positionnement du (co)concepteur à partir des niveaux d'étendue, de durée et des combinaisons dimensionnelles.	227

Fig. 7.6 – Les "12 principes directeurs" des systèmes. Adaptation d'après Andrée Piecq (2011, p.116).	230
Fig. 7.7 – Les méta-questionnements, les questionnements formels, structurels et fonctionnels du modèle architectural.	234
Fig. 7.8 – La modélisation heuristique du processus de (co)conception à l'instant t_n .	236
Fig. 8.1 – Les méta-questionnements contextuels du contexte local Cxt_i (Mod_0).	237
Fig. 8.2 – L'auto-, l'hétéro- et l'inter-référentialité du modèle architectural M_i au contexte.	242
Fig. 8.3 – 1. Le flocon de Helge von Koch (1904). 2. La fractale de Benoît Mandelbrot (1967) 3. La représentation d'un mur de brique avec coulisse à différentes échelles.	244
Fig. 8.4 – Evolution de la morphologie urbaine de Bruxelles et Bruxelles palimpseste. Adaptation d'après le Groupe Architecture Urbaine (1987).	246
Fig. 8.5 – Métaphore visuelle de la feuille et l'arbre. Adaptation d'après Aldo Van Eyck (1962).	247
Fig. 8.6 – Le réel augmenté est "découpé" en une série de dimensions contextuelles.	250
Fig. 8.7 – Exemple d'emphase dimensionnelle à partir d'un réel augmenté limité à trois dimensions.	250
Fig. 9.1 – Le modèle agrégatif (Mod_1).	252
Fig. 9.2 – Les questionnements formels du modèle agrégatif $M_{i,1}$ (Mod_1).	253
Fig. 9.3 – 1. Le squelette structurel du carré. Adaptation d'après Rudolf Arnheim (1954, p.13). 2. Matrice de Composition de la maison Papanice à Rome. Adaptation d'après Paolo Portoghesi (1969, p.38). 3. Le pan et la niche. Adaptation d'après Jean Stillemans (2009, p.12).	255
Fig. 9.4 – Les principes de base de la <i>Gestalt</i> .	259
Fig. 9.5 – Les lois de la <i>Gestalt</i> .	262
Fig. 9.6 – Schéma des relations au cours des processus perceptifs impliquées dans l'organisation perceptive. Adaptation d'après Stephen Palmer & Irvin Rock (1994, p.42).	264
Fig. 9.7 – 1. Le Corbusier, projet du Musée à croissance illimitée (1939). Adaptation d'après les croquis initiaux (Boesiger 1950, pp.11-16). 2. Oscar Niemeyer, esquisse pour la cathédrale métropolitaine Notre-Dame-de-l'Apparition, Brésil : Brasilia (1958). Adaptation d'après les croquis initiaux (Fernández-Galiano 2007). 3. Renzo Piano, Fondation Beyeler, Suisse : Riehen (1997-00). Adaptation d'après les croquis initiaux (Blaser, Bruederlin & Hollenstein 2001, p.20 et p.24).	268
Fig. 10.1 – Le modèle statique (Mod_2).	269
Fig. 10.2 – Les questionnements structurels du modèle statique $M_{i,2}$ (Mod_2).	270
Fig. 10.3 – Les limites du (sur/sous)-système.	274
Fig. 10.4 – 1. Naissance du carré par déplacement de la ligne. Adaptation d'après Paul Klee (1920). 2. Les éléments primaires. Adaptation d'après Francis D.K. Ching (1975, p.2, p.3). 3. Rapport entre le nombre potentiel d'éléments et de relations au sein d'un système.	276
Fig. 10.5 – Projection d'une identité et d'un potentiel (MEI) sur les supra/quasi/infra-objets/sujets.	278
Fig. 10.6 – La (co)construction du réel augmenté.	278

Fig. 10.7 – La (re)présentation graphique d'un mur ou d'un arbre change d'une échelle à l'autre. Des informations différentes apparaissent à différentes échelles. La (re)présentation d'un mur ou d'un arbre est donc un supra/quasi/infra-objet.	280
Fig. 10.8 – Les supra/quasi/infra-sujets/objets. Les supra/quasi/infra-objets dans un mur.	281
Fig. 10.9 – Les multi-sujets/objets.	283
Fig. 10.10 – 01. My Wife and my Mother-in-Law. Ely William Hill (1915, p.11). 02. Le vase-profil d'Edgar J. Rubin (dit vase de Rubin) (1915). 03. Le multi-objet "canard-lapin" (1892).	283
Fig. 10.11 – Typologie des sujets/objets.	286
Fig. 10.12 – Typologie des relations.	289
Fig. 11.1 – Le modèle dynamique (Mod_3).	292
Fig. 11.2 – Les questionnements fonctionnels du modèle dynamique $M_{i,3}$ (Mod_3).	293
Fig. 11.3 – 1. La Bibliothèque universitaire de Leiden. Gravure de Jan Cornelis Woudanus (1610). 2. Réseaux de communication centralisé, décentralisé et distribué. Adaptation d'après Paul Baran (1964). 3. La ville en forme d'arbre ou en réseau. Adaptation d'après Christopher Alexander (1965).	295
Fig. 11.4 – 1. Définition du concept de système. 2. La construction d'un système. 3. La forme canonique du système général. Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1990, p.40). 4. Les systèmes ouverts/fermés.	297
Fig. 11.5 – La pyramide des niveaux d'organisation en direction de l'émergence. Adaptation d'après Mario Bunge (1983) et Daniel Durand (1979, p.30).	300
Fig. 11.6 – Les neuf niveaux de complexité des systèmes. Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1977, pp.128-147 ; 1990, pp.58-64) et Daniel Durand (1979, pp.27).	302
Fig. 11.7 – 1. La rétro-action négative (BAREC) (GIROS 2010-12). 2. Les rétro-actions négative et positive. 3. Les systèmes oscillants et les croissances en "S".	307
Fig. 11.8 – Les causalités linéaire et circulaire.	311
Fig. 11.9 – 1. Les architectures fonctionnalistes et organiques. Adaptation d'après Philippe Boudon (1975d, p.93). 2. Les proportions du corps humain. D'après Vitruve [1673, p.59]. 3. Humaniser le corps architectural. D'après Francesco di Giorgio Martini (1492).	315
Fig. 11.10 – La synthèse de la pensée complexe.	324
Fig. 11.11 – 1. L'équi/multi-finalité dans les systèmes. 2. L'équi/multi-finalité dans les modèles architecturaux.	325
Fig. 11.12 – 1. Métaphore du tabouret avec 2, 3 et 4 pieds. 2. Une poutre en déséquilibre hypostatique et en équilibre iso- ou hyperstatique.	330
Fig. 12.1 – La boucle (auto)réflexive du processus de (co)conception.	332
Fig. 12.2 – Les stratégies d'actualisation du modèle architectural.	337
Fig. 12.3 – 1. Triangulation "génétique-ontologique-fonctionnel". Adaptation d'après Jean-Louis Le Moigne (1977, p.64) 2. Adaptation en "triangulation systémique". Adaptation d'après Gérard Donnadiou & Michel Karsky (2002, p.87).	340
Fig. 12.4 – La boucle d' "évaluation circulaire". Adaptation d'après Andrée Piecq (2011, p.217).	342
Fig. 12.5 – Les systèmes opérants, non opérants et oscillants.	343
Fig. 12.6 – La (co)évaluation triangulaire et circulaire du modèle architectural.	344

TABLE DES FIGURES ET DES ILLUSTRATIONS	397
Fig. C-1 – Légende des abréviations et des trialogiques (utilisées dans les parties I et II).	355
Fig. C-2 – Légende des modélisations (développées dans la partie III).	356
Fig. C-3 – Le modèle théorique général M_{TH} .	357
Fig. C-4 – Modélisation heuristique (1/3) : modèle systémique (en) général du processus de (co)conception qui vise l'architecture.	358
Fig. C-5 – Modélisation heuristique (2/3) : modèle systémique du (co)concepteur (auto)réflexif.	359
Fig. C-6 – Modélisation heuristique (3/3) : modèle systémique (en) particulier du processus de (co)conception qui vise l'architecture.	360
Fig. C-7 – Table d'orientation pédagogique à l'aide des questionnements des modèles architecturaux.	361

TABLE DES TABLES

Table 1 – Les trois architectures.	16
Table 2 – Permanence du schème trinitaire depuis Vitruve. Adaptation à partir de Philippe Boudon (1971, p.43)	25
Table 3 – Tableau des courants épistémologiques. Adaptation d'après Martin Riopel (2005, p.23)	54
Table 4 – Comparaison entre les approches analytiques et systémiques. Adaptation d'après Joël de Rosnay (1975, p.18) et Françoise Kourilsky-Belliard (1996, p.19)	64
Table 5 – Trois types de raisonnement. Adaptation d'après Aristote [1992b] et Charles S. Peirce [1898]	64
Table 6 – La nature du processus de conception. Adaptation d'après L. Bruce Archer (1969, p.93)	113
Table 7 – Les principales étapes d'un processus de conception d'après Morris Asimow (1962) et le Royal Institute of British Architects (1965). Adaptation d'après J. Christopher Jones (1970, p.24)	116
Table 8 – Architecture entre art et science.	180
Table 9 – Typologie minimale des agents du projet d'architecture.	188
Table 10 – Processus de modélisation systémique en 4 étapes. Adaptation d'après Daniel Durand & Emmanuel Nunez (2002, p.8).	218
Table 11 – Questionnements des modèles architecturaux.	233
Table 12 – Niveaux d'étendue des modèles architecturaux.	245
Table 13 – Typologie des réservoirs.	278
Table 14 – Les échanges <i>MEI</i> en architecture.	305
Table 15 – Les opérations d'actualisation du modèle architectural.	339
Table 16 – Les systèmes "opérants" et "non opérants". Adaptation d'après Andrée Piecq (2005).	343

GLOSSAIRE

agrégat ($Agri$), un groupement arbitraire d'éléments (e_i) divers, mais non encore relationnés (Morin 1977). Aucune relation perceptive, hiérarchique ou fonctionnelle n'a encore été projetée par le (co)concepteur entre les éléments qui le composent. **28**

agrégation (opération d'), une opération par laquelle le (co)concepteur crée des agrégats pour (co)construire par la suite des entités structurelles de base des trois niveaux d'organisation du réel augmenté : des ensembles, des structures et des systèmes. Le (co)concepteur assume la partialité du choix des éléments pris en compte en fonction des besoins du projet d'architecture en cours de (co)conception. **28**

algorithme, un type de méthode de résolution des problèmes *bien définis* qui consiste en une "séquence d'actions qui, si elle est appliquée correctement, aboutit à une réponse correcte" (Lemaire 2006). La recherche d'une solution à un problème à l'aide d'un algorithme peut être systématique ou aléatoire. L'algorithme est à distinguer d'une heuristique. **335**

allo-poïétique, un système vivant est *allo-poïétique* lorsqu'il produit quelque chose de différent de lui-même. Ainsi, une usine de voitures (un système allo-poïétique) utilise des composants bruts (des inputs) pour fabriquer des voitures (des outputs) qui sont autre chose qu'elle-même (une usine). Les systèmes allo-poïétiques sont à distinguer des systèmes auto-poïétiques (Maturana & Varela 1987). **298**

analogue, un modèle qui se comporte d'une manière analogue à la façon dont un objet du monde réel se comporte (Archer 1969). Il s'agit donc d'une (re)présentation externe du projet d'architecture. Issu de la cybernétique, ce concept est à distinguer de l'*analogon*. **113**

analogon, une image mentale qui permet de viser un objet (le projet) à partir d'un autre objet (l'image du projet), une (re)présentation analogique ou une chose analogue qui propose un rapport d'analogie avec le projet d'architecture. Un modèle architectural M_i peut être rapproché de l'analogon en tant qu'image mentale du projet d'architecture en cours de (co)conception. Utilisé en philosophie, pour désigner un "équivalent de la perception" (Sartre 1940) au travers duquel un objet posé en image peut être visé, ce concept est à distinguer de l'*analogie*. **18**

anti-symétrique (relation), une confrontation ou un rapport d'inégalité établi entre notions à partir d'une relation d'*inclusion/appartenance statique* (A est inclus à B) ou d'*implication dynamique* (A est causé par B) qui permet la taxonomie des connaissances lorsqu'elles sont classées en classes du monde (catégories) par découpage (en fonction de caractères abstraits) et puis que les classes sont emboîtées (Jorion 2009). Elle organise les notions en leur ajoutant trois propriétés : (1) l'*irréflexivité* : $A \subset B$ et $B \not\subset A$; (2) l'*anti-symétrie* : $A \subset B \neq B \subset A$; (3) la *transitivité* : $A \subset B$ & $B \subset C \Rightarrow A \subset C$. Elle est une particularité de la structure du grec ancien perpétuée dans les langues occidentales actuelles et elle est à distinguer de la relation symétrique. **50**

archè (ou principe premier), une cause première naturelle et rationnelle utilisée par les présocratiques au sein des philosophies de la nature pour expliquer l'origine du monde et des hommes. L'eau pour Thalès de Milet, l'*apeiron* pour Anaximandre, l'air pour Anaximène, les nombres pour Pythagore, les quatre éléments pour Empédocle... **32**

archétype, un complexe inné, une forme à priori, des structures préformées du psychisme qui influencent les matériaux de l'expérience individuelle (Jung 1934). Le mot vient de *arkhe* (ancien, primitif) et de *tupon*

(empreinte). En architecture, l'archétype est un modèle d'organisation spatiale à partir duquel peuvent se décliner de multiples variations. **11**

architecte, un agent qui *vis*e l'architecture pour (co)concevoir des architectures. Le mot *architecte* vient du grec *arkhitektōn*, contraction d'*arkhein* ("celui qui commande") et de *tektōn* ("ouvrier qui travaille le bois"). Le mot architecte signifie littéralement : *celui qui commande les charpentiers*. Terme de la première distinction heuristique. **14**

architecture (*Arch*₃), le domaine de connaissances mobilisable qu'un architecte *vis*e pour (co)concevoir des architectures. L'architecture ne peut être définie puisqu'il est impossible à un architecte de la mobiliser globalement lorsqu'il la *vis*e. Terme de la première distinction heuristique. **15**

architectures (*Arch*₁), des artefacts, réels ou non, conçus par un architecte lorsqu'il *vis*e le domaine de l'architecture. Terme de la première distinction heuristique. **15**

aristotélécienne (logique), une logique à partir de trois axiomes : (1) l'"axiome d'identité" : "tout ce qui est vrai doit être, d'une façon complète, en accord avec soi-même" [Aristote 1992b]; (2) l'"axiome de non-contradiction" : "il est impossible qu'une seule et même chose soit, et tout à la fois ne soit pas, à une même autre chose"; (3) l'"axiome du tiers exclu" : "il n'est pas possible davantage qu'entre deux propositions contradictoires, il y ait jamais un terme moyen ; mais il y a nécessité absolue, ou d'affirmer, ou de nier une <seule> chose, <quelle qu'elle soit>, d'une <seule> chose." [Aristote 1991]. Cette logique est à la base de la logique analytique.

artefact, un objet construit par la main de l'homme. Les architectures sont des artefacts.

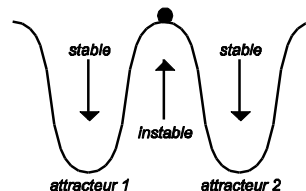
articulation, "l'articulation consiste en une division et une unification simultanée des parties. La totalité articulée doit relever de parties ayant des fonctions différentes à l'intérieur de l'ensemble, mais plutôt interdépendantes qu'indépendantes" (Norberg-Schulz 1974). **288**

associationnisme (anglais ou élémentarisme), une doctrine psychologique de la perception, influencée par l'empirisme, selon laquelle les

bases de la vie mentale et de la connaissance sont les associations d'éléments et les représentations. La notion d'élément est centrale au détriment de l'idée de totalité. Cette théorie est devenue problématique lorsque ses défenseurs ont proposé une théorie psychologique globale. Les représentants principaux de cette théorie sont Hermann L.F. von Helmholtz, Georges Berkeley, John Stuart Mill, David Hume... **257**

atomisme (pythagoricien), une doctrine philosophique qui soutient que la matière est formée d'atomes – points inétendus considérés comme des centres de forces en mouvement mécaniques et perpétuels à partir de pressions et de chocs mutuels – dont les combinaisons et les propriétés engendrent et provoquent le mouvement de toutes les choses. Ce mouvement suppose l'existence du vide ou plutôt d'une infinité de vides indivisibles qui assurent la cohésion des parties de matières indivisibles. Le concept d'atome vient du grec *atomos*, combinaison du préfixe *a-* avec *temnein* ("couper"), ce qui signifie littéralement *ce qui ne peut pas être coupé*. L'atomisme grec est à distinguer de la théorie atomique moderne développée par John Dalton. **32**

attracteur (neurologique), un espace vers lequel un système évolue de manière irréversible en l'absence de perturbations, une configuration neuronale favorable à la création et au maintien de schémas stables dans un système auto-organisé. Les attracteurs sont (re)présentés sous la forme de bassins et ils forment un paysage : par analogie une balle posée sur une crête se trouve en situation instable alors que le fond des bassins est un endroit très stable si elle y tombe et pour déplacer la balle d'un bassin à un autre, il faut beaucoup plus d'énergie lorsque la balle est au fond d'un bassin que si elle est en position d'instabilité. **192.**



automate, un artefact qui se comporte de manière automatique à l'aide d'un mécanisme et sans intervention humaine pour

- s'adapter aux effets de l'environnement. Du grec *automatos* ("qui se meut par lui-même"). **59**
- auto-nomie**, "l'état de subordonner toutes les modifications apportées à la maintenance de l'organisme d'auto-affirmation de la capacité des systèmes vivants à maintenir leur identité à travers la compensation active des déformations" (Varela & Maturana 1972). **194**
- auto-poïésis** (auto-production), une capacité propre à tous les êtres vivants de s'auto-produire, de produire sans-cesse leur existence. Le mot *auto-production* vient du grec *autos* ("soi", "de lui-même") et *poiesis* ("action de faire", "créer", "produire"). **194**
- auto-poïétique**, "une machine organisée (définie comme une unité) comme un réseau de processus de production, transformation et destruction de composants qui produisent les composants qui : (1) par le biais de leurs interactions et transformations régénèrent et réalisent le réseau de processus (relations) qui les a produits, et (2) le constituent comme une unité concrète dans l'espace dans lequel ils existent en spécifiant le domaine topologique de sa réalisation en tant que réseau" (Varela & Maturana 1972). Le mot *auto-poïèse* vient du grec *auto* ("de lui-même") et de *poïésis* ("action de faire", "production", "création"). Les systèmes auto-poïétiques doivent être distingués des systèmes allo-poïétiques. **299**
- auto-référence**, une propriété d'un système de faire référence à lui-même, d'affirmer son identité et de faire des choix personnels. La référence est possible lorsqu'on est en présence de deux niveaux logiques, un niveau et un méta-niveau. Ce concept a été (pré)étudié en philosophie dans la "logique polycontextuelle" (Gotthard 1957), en science par l'observation de "l'auto-référence en émergence" (Foerster 1959) et dans l'arithmétique (Brown 1969). **194**
- auto-régulation**, une capacité d'un systèmes a assurer lui-même une régulation, de régler son propre fonctionnement pour répondre aux modifications des stimuli de l'environnement. **195**
- behaviorisme** (ou comportementalisme), une théorie psychologique, basée sur la théorie des instincts, selon laquelle la psyché est entièrement étudiée à partir de l'observation

du comportement, à l'exception des données de l'introspection. L'être humain est alors considéré comme une *black box* (boîte noire) entre des *inputs* (entrées) et des *outputs* (sorties). Les principaux représentants du behaviorisme sont John B. Watson Burrhus F. Skinner, Ivan P. Pavlov... **110**

black box (boîte noire), une représentation abstraite d'un système sans considérer le fonctionnement interne de celui-ci qui est inaccessible ou omis volontairement. Tous les types de systèmes peuvent être représentés à l'aide d'une *black box* et étudiés à partir de leurs échanges extérieurs et de leurs interactions avec l'environnement. Les *inputs* (entrées) et les *outputs* (sorties) sont représentés, mais ce qui fait le lien entre les deux est masqué par la *black box* (Wiener 1948). Elle doit être distinguée de la *glass box*. **59**

"bounded rationality" (*rationalité limitée*), "tous les organismes humains vivent dans un environnement qui génère des millions de bits d'informations nouvelles chaque seconde, mais le goulot d'étranglement de l'appareil perceptif n'admet pas plus de 1.000 bits par seconde, et probablement beaucoup moins" (Simon 1959). **3**

bruit, une perturbation indésirable qui affecte le signal transmis par un émetteur vers un récepteur dans un canal de transmission ou un système d'information. Ce concept est utilisé en cybernétique et en théorie de l'information. **35**

calque logique, un média Md_i ou une partie de celui-ci qui (re)présente un état du modèle architectural M_i en valorisant un ou plusieurs niveau(x) logique(s) ciblés (un niveau d'espace, un niveau de durée, une dimension...). **225**

causalisme, une doctrine qui part du principe que l'objet de la science est l'étude des causes, que tout fait a une cause et que les mêmes causes produisent toujours les mêmes effets. Le causalisme est à distinguer du matérialisme qui explique les phénomènes par leurs moyens et du finalisme qui les explique par leur fin.

causalité circulaire (principe de), un processus récursif est "un processus où les produits et les effets sont en même temps causes et producteurs de ce qui les produit" (Morin

1990). Ce principe de aussi appelé le "principe de récursion organisationnelle". **66**

causes (théorie des quatre), une théorie qui explique l'être de chaque chose à partir de quatre cause : (1) la "cause matérielle" : la matière dont la chose est faite, la matière qui constitue la chose ; (2) la "cause formelle" : le genre, le type, l'espèce, le modèle, la forme de la chose, ce n'est pas la forme géométrique de la chose, mais l'essence, la définition de la chose ; (3) la "cause efficiente" : le moteur qui met la chose en marche, ce qui produit la chose ; (4) la "cause finale" : le pourquoi de la chose, ce en vue de quoi la chose est faite [Aristote 2002, Livre II]. **320**

caverne (allégorie platonicienne de), une allégorie qui montre que les êtres humains sont enfermés depuis la naissance dans une caverne (le monde sensible) d'où ils ne voient que des ombres et ils les prennent pour des réalités véritables (ils pensent accéder à la vérité par leurs sens). L'être humain doit alors sortir progressivement de la caverne pour découvrir la vérité et se détourner des apparences pour accéder par l'esprit (et non les yeux) aux réalités intelligibles (les Idées), bien qu'il doive accoutumer ses yeux à la lumière et sortir de ses habitudes (l'expérience de la connaissance est difficile et dure à partager) [Platon 2004,]. **II**

chora (réceptacle d'un lieu), un espace vide préalable entre les choses et qui les sépare, une ouverture primordiale où un monde peut advenir à partir du chaos. C'est le lieu, l'intervalle entre le *topos noëtos* (lieu intelligible des Idées) et le *topos aisthētos* (lieu sensible) [Platon 2001]. Le *chora* est donc un être qui ne peut être ni pensé (ce n'est pas une Idée), ni observé (ce n'est pas un objet sensible). **44**

circularité ($Q_{3.3}$), un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur observe qu'au sein du modèle, tous les éléments sont en interaction dynamique et toute modification de l'un de ceux-ci par le (co)concepteur entraîne une modification de tous les autres, mais aussi du système tout entier. **310**

co-conception, une série d'actions menées conjointement par différents (co)concepteurs pour (co)concevoir un projet d'architecture unique. Des opérations architecturales O_i sont

alors menées en groupe sur le modèle architectural M_i . **187**

cognitive (approche), une théorie psychologique de la perception qui étudie les processus internes plutôt que les stimulations/réactions. Les *stimuli* sont les *inputs* d'un système, les récepteurs sont des *capteurs*, la sensation effectue un traitement de l'information, la perception est associée à une série d'unités de mémoire et la réponse est un *output*. Elle élabore par des modèles théoriques et des représentations cybernétiques, simulée métaphoriquement à l'aide de l'outil informatique et testée réellement à l'aide de machines qui permettent de stimuler le fonctionnement neuronal à l'aide de machines. La *révolution cognitive* est née lors d'un symposium sur la théorie de l'information au MIT en 1956 et est parfois appelée l'approche computationnelle. **viii, 148**

complexe, un phénomène du réel augmenté composé d'éléments de types différents, en très grand nombre et qui possède un grand nombre d'interactions. Il est impossible avec le temps de prendre en compte tous les éléments du problème à résoudre et leurs relations. Les phénomènes complexes nécessitent donc d'avoir recours à des outils tels que ceux de l'approche systémique. **6**

complexe, caractère de ce qui est tissé ensemble dans un enchevêtrement d'entrelacements. "Complexus, c'est ce qui est tissé ensemble ; c'est le tissu venu de fils différents et qui sont devenus un. Autrement dit, tout cela s'entrecroise et s'entre-tisse pour former l'unité de la complexité ; mais l'unité du complexus ne détruit pas la variété et la diversité des complexités qui l'ont tissée" (Le Moigne & Morin 2007). Le mot *complexe* vient du latin *cum* ("la simultanéité", l'idée de (co)exister ou de (co)opérer) et de *plexus* ("entrelacement") ou *plecterer* ("tisser"). Les mots *complexio* ("assemblage") et *complexus* ("embrassant", "contenant") sont proches. **6**

complexe (pensée), une méthode d'élaboration des connaissances qui repose sur trois principes fondamentaux : (1) le "principe dialogique" de maintenir la dualité au sein de l'unité en associant deux termes à la fois complémentaires et antagonistes, (2) le "principe circulaire" de prendre en compte que les produits et les effets sont en même temps causes et producteurs de ce qui les

produit et (3) le "principe hologrammatique" qui affirme que la partie est dans le tout et le tout est dans la partie en dépassant le réductionnisme qui ne voit que les parties et le holisme qui ne voit que le tout (Morin 1990). 66

complexe (problème), un problème du réel augmenté R^+ comprenant un (très) grand nombre d'éléments et de relations, impossible à résoudre linéairement et qui nécessite donc de la part du (co)concepteur l'utilisation d'autres méthodes telles que, par exemple, les outils de la pensée complexe ou de la pensée systémique. Les problèmes *complexes* sont à distinguer des problèmes *simples* ou *compliqués*. 6

compliqué, un phénomène du réel augmenté R^+ composé d'éléments et de relations de quelques types connus, mais en très grands nombres. C'est ce qui est difficile à comprendre et à appréhender ; ce qui est compliqué implique le concours d'éléments et de circonstances qui entravent le fonctionnement de quelque chose ; compliqué est différent de complexe dans le sens où avec le temps, le chercheur finira par prendre en compte tous les éléments du problème à résoudre et leurs relations. 3

(co)**composition** (opération de) (O_1), une opération architecturale initiée par des questionnements formels et par laquelle le (co)concepteur actualise le modèle architectural M_i en adaptant des ensembles Ens_i au niveau de la configuration formelle Niv_1 du réel augmenté. Le changement résultant de l'opération est une re-composition Ch_1 du modèle. 337

conception, action d'élaborer quelque chose dans son esprit. Le mot *conception* vient du latin, du verbe *capere* ("saisir") et du mot *conceptio* ("mettre ensemble plusieurs éléments", "former une idée").

(co)**conception**, action du (co)concepteur qui élabore un modèle architectural M_i dans l'espace de l'architecture Esp_2 , ou produit d'une telle action. Le processus actif ferait appel à la conjonction de la rationalité, de la créativité et de l'intuition pour changer l'état du modèle architectural M_i d'un état k (situation présente) à un état $k+1$ (une situation désirée). 89

(co)**conception** (méthode de la), voir *design method*.

(co)**conception** (opération de) (O_1), voir (co)opération.

(co)**conception** (processus de), voir *processus*.

(co)**conception** (science de la), voir *design science*.

configuration dimensionnelle ($Q_{0.3}$), un méta-questionnement du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur structure le contexte du modèle à l'aide de dimensions combinées et pondérées. 247

confirmabilité (critère de), un critère de démarcation entre science et non science proposé par les positivistes logiques qui permet de dire qu'un énoncé est *vrai* lorsque des énoncés d'observation peuvent éventuellement contribuer à augmenter/diminuer le degré de confirmation de celui-ci. 71

conjecture et réfutation, une méthode de validation scientifique poppérienne (1963) qui consiste à passer par des cycles de conjecture → analyse → réfutation : (1) opérer des hypothèses ou de faire des *conjectures* ; (2) *analyser* les conjectures en fonction des données du problème ; (3) la mise à l'épreuve de la théorie par les applications empiriques déduites des conclusions de celle-ci. 142

conjonctive (logique), une logique non-aristotélicienne qui sert de fond logique à la modélisation systémique à partir de trois axiomes : (1) l'axiome d'opérationnalité téléologique (ou de synchronicité) : un phénomène modélisable est perçu comme téléologique ; (2) l'axiome d'irréversibilité téléologique (ou de diachronicité) : un phénomène modélisable est perçu parce qu'il est en transformation au cours du temps ; (3) l'axiome du tiers inclus (ou de récursivité) : un phénomène modélisable est perçu comme joignant l'opération à son produit et parfois même comme producteur de lui-même. Elle s'appelle également la logique du "et" et elle est à distinguer de la logique disjonctive.

constituant universel, un type d'élément constitutif du réel augmenté. Trois constituants universels ont été définis ici : la matière M , l'énergie E et l'information I . 30

(co)**construction** (opération de) (O_2), une opération architecturale initiée par des ques-

tionnements structurels et par laquelle le (co)concepteur actualise le modèle architectural M_i en adaptant des structures $Struct_i$ au niveau de la hiérarchie structurelle Niv_2 du réel augmenté. Le changement résultant de l'opération est une re-construction Ch_2 du modèle. **337**

constructivisme, une méthode de pensée initiée au xx^e siècle qui considère que toute connaissance *vraie* du réel R est impossible. La connaissance est produite par le sujet connaissant à partir de ses propres interactions avec le réel et celle-ci n'est donc pas le reflet exact du réel lui-même. Cette méthode renonce à l'existence de l'objectivité scientifique et montre que les entités mathématiques n'ont d'existence que si elles peuvent être (co)construites mentalement. L'ouvrage emblématique de ce paradigme est *Le nouvel esprit scientifique* (1934) de Gaston Bachelard. **55**

contexte (Q_0), un méta questionnement du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur prend en compte l'ensemble des circonstances (re)connues dans lesquelles s'insère le projet d'architecture à (co)concevoir et avec lesquelles il interagit. Il suppose trois autres questionnements qui portent sur les niveaux d'espace $Q_{0,1}$, les niveaux de temps $Q_{1,2}$ et les configurations dimensionnelles $Q_{1,3}$. **238**

contexte local ($Ctxt_i$), un expression du contexte avec lequel le modèle architectural M_i interagit. Il est in-formé principalement par les données du projet d'architecture et il est questionné à partir des méta-questionnements : le contexte Q_0 , les niveaux d'espace $Q_{0,1}$, les niveaux de temps $Q_{0,2}$ et les configurations dimensionnelles $Q_{0,3}$. **237**

(co)**contextualisation** (opération de) (O_0), une opération architecturale initiée par des méta-questionnements et par laquelle le (co)concepteur actualise le contexte pris en compte autour du modèle architectural M_i en adaptant des ensembles Ens_i , des structures $Struct_i$ et des systèmes $Syst_i$ appartenant respectivement aux trois niveaux d'organisation du réel augmenté (Niv_1 , Niv_2 , Niv_3). Le changement résultant de l'opération est une re-conception du contexte qui permet une re-contextualisation Ch_0 du modèle architectural M_i . **337**

créativité (méthodes de), un ensemble de méthodes et d'outils pratiques développés pour augmenter la créativité des (co)concepteurs et contourner la rigidité mentale qui les affecte inévitablement et favoriser l'originalité des solutions. Les penseurs les plus influents de ce courant sont Alex F. Osborn (1942) pour la technique du brainstorming, William J.J. Gordon (1961) pour la synectique et Edward de Bono (1973) pour la "pensée latérale". **92**

cybernétique, une théorie scientifique initiée au début du xx^e siècle à partir notamment de la thermodynamique et du structuralisme qui étudie l'art de diriger des *organisations* (humains, animaux et machines) pour assurer l'efficacité dans l'action. Cette théorie est à la source de nombreux concepts utiles à la systémique (organisation, boîte noire, input/output, affecteur/effecteur, finalité, rétroaction ou *feedback*...). L'ouvrage emblématique de ce paradigme est *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine* (1948) de Norbert Wiener. **58**

déduction (opération de), une opération par laquelle "on conclut rigoureusement, d'une ou de plusieurs propositions prises pour prémisses, à une proposition qui en est la conséquence nécessaire, en vertu des règles logiques" (Lalande 1926). Ce type d'inférence *analytique* conclut nécessairement du vrai au vrai, du général au particulier. Un raisonnement déductif est un principe de raison suffisante et une succession d'inférences telles que celles-ci soient un axiome, un théorème déjà prouvé, une hypothèse logique ou une formule inférée des formules qui la précèdent dans la séquence. **53**

design method (méthode de conception), une méthode théorique utilisée par un (co)concepteur pour (co)concevoir un modèle architectural M_i dans l'espace de l'architecture Esp_2 . De nombreuses recherches sur ce thème ont été développées par les méthodologues dans les années 1960 et ces méthodes ont été réunies sous le nom de *Design Methods*. **107**

design science (science de la conception), une science qui "concerne l'étude, la recherche et l'accumulation de connaissances sur le processus de conception et de ses opérations constitutives. Elle a pour but de collecter, d'organiser et d'améliorer ces aspects de la

pensée et de l'information qui sont disponibles en ce qui concerne la conception, et de préciser et d'effectuer des recherches dans les domaines de la conception qui sont susceptibles d'être utiles aux praticiens concepteurs et aux équipes de concepteurs." (Gregory, 1996) **110**

dia-chronique (structure), un modèle architectural M_i est observé dia-chroniquement lorsque le (co)concepteur (re)cherche des comportements "évolutifs" entre différents "paliers structuraux" de celui-ci au cours du temps. L'observation dia-chronique permet de comprendre l'historicité du système. Le plan diachronique (histoire) est à distinguer du plan synchronique (structure). **197**

dia-lectique, une des méthodes dynamiques de (co)construction du réel augmenté – en constante actualisation – par le jeu d'oppositions surmontées (principe du tiers-exclus). Popularisé depuis Friedrich Hegel (1806-07), ce concept exprime la structure contradictoire de la réalité qui peut être résolue par le dia-logue : la progression de la pensée reconnaît l'imbrication des contradictions (thèse et antithèse), puis révèle un principe d'union (synthèse) à un niveau supérieur. La dialectique est à distinguer de la dialogique. **8**

dia-logique (principe), "unité complexe entre deux logiques, entités ou instances complémentaires, concurrentes et antagonistes qui se nourrissent l'une de l'autre, se complètent, mais aussi s'opposent et se combattent. À distinguer de la dialectique hégélienne. Chez Hegel, les contradictions trouvent leur solution, se dépassent et se suppriment dans une unité supérieure. Dans la dialogique, les antagonismes demeurent et sont constitutifs des entités ou phénomènes complexes" (Morin 2004). La dialogique permet le tiers-inclus. **8, 66**

dimension (du réel augmenté), une partition (inter)subjective du réel augmenté dont les informations relationnées sont mobilisables par le (co)concepteur pour définir des configurations contextuelles et pour opérer sur le modèle architectural M_i . Les données appartenant à une dimension sont choisies pour les relations spatiales (réelles), temporelles (historiques) ou culturelles qu'elles partagent. Certaines dimensions du réel augmenté sont récurrentes : les dimensions contextuelle, spatiale, temporelle, formelle, structurelle,

fonctionnelle, symbolique, historique, politique, économique, sociale, éthique, esthétique, métaphysique, poétique, architectonique, soutenable, durable, paysagère, urbaine, humaine, spirituelle, écologique, technique, tectonique, topologique, métrique... **247**

disegno, une méthode de (co)conception d'artefacts par laquelle le (co)concepteur met en relation le dessein qu'il poursuit et la sensibilité expressive du dessin qu'il produit. Le mot italien *disegno* vient du latin *designare* qui signifie à la fois "dessiner" et "projeter un plan", il aurait également donné le mot *design* en anglais. Le disegno est un "dessin à dessein" (Valéry 1894). "Le disegno est d'une excellence telle qu'il ne fait pas que montrer les œuvres de la nature, mais qu'il en produit un nombre infiniment plus varié.... Il surpasse la nature parce que les formes élémentaires de la nature sont limitées, alors que les œuvres que l'œil exige des mains de l'homme sont illimitées" [Vinci 1987]. **99**

disjonctive (logique), une logique d'origine aristotélicienne qui sert de fond logique à l'approche analytique à partir de trois axiomes : (1) l'"axiome d'identité" : ce qui est, est : $A \text{ est } A$; (2) l'"axiome de non-contradiction" : rien ne peut à la fois être et ne pas être : si $\bar{A} = \text{non } A$, alors B ne peut à la fois être A et $\bar{A}$; (3) l'"axiome du tiers exclu" : toute chose doit ou être ou ne pas être : si $\bar{A} = \text{non } A$, alors B est ou A ou $\bar{A}$. Elle s'appelle également la logique formelle ou la logique du "ou" et elle est à distinguer de la logique conjonctive.

domaine de données (connues) (Dom_d), un champ dynamique qui regroupe toutes les données (re)connues utiles au (co)concepteur du projet d'architecture. La taille de ce champ représente la quantité des données prises en compte par le (co)concepteur et elle est variable au cours du temps puisque celui-ci peut à tout moment décider d'élargir/rétrécir le champ des données prises en compte. **181**

domaine de solutions (satisfaisantes) (Dom_s), un champ dynamique qui regroupe toutes les solutions satisfaisantes et pas forcément optimales du projet d'architecture en cours de (co)conception. La taille de ce champ représente la quantité de solutions potentielles du projet d'architecture et elle est

variable au cours du temps puisque les choix opérés par le (co)concepteur peuvent à tout moment élargir/rétrécir le champ des solutions possibles. **181**

échanges MEI ($Q_{3.1}$), un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse les échanges de matière M , d'énergie E et d'information I entre les différentes entités structurales du modèle, ou entre celles-ci et le contexte. Ainsi, les éléments et les structures stockent, les limites filtrent et les relations sont parcourues par des flux MEI. **303**

écologique (approche), une théorie psychologique de la perception selon laquelle la perception est comprise à partir de l'étude des rapports entre l'être vivant et son environnement. Lorsque le sujet explore l'environnement, la perception est alors une "cueillette" active et directe d'informations dans l'environnement en fonction des *stimuli* de ce dernier (Gibson 1950). **255**

eidos, un concept qui recouvre deux postures différentes traduites de la même manière : d'un côté, dans sa théorie des Idées, Platon propose les *eidos pour les Idées-essences*, alors que dans sa théorie de l'hylémorphisme, Aristote propose les *eidos/pour les formes-substances*.

élément (e_i), une entité structurale du modèle architectural M_i définie arbitrairement comme un composant minimal indivisible à un niveau de réalité déterminé et qui peut concourir avec d'autres à la formation d'un tout. L'agrégation et la mise en relation d'éléments permet de (co)construire d'autres types d'entités structurantes (*Ens.*, *Struct.* et *Syst.*) à des niveaux d'organisation différents (Niv_1 , Niv_2 et Niv_3). **28**

élément ($Q_{2.2}$), un questionnement structurel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse les éléments, leurs types et leurs influences sur le modèle et son actualisation. **274**

émergence ($Q_{3.5}$), un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse que le tout est *différent* des parties. Certaines propriétés du tout apparaissent spontanément et ne peuvent être déduites directement à partir des parties et de leurs relations de base, mais résultent néanmoins de leurs interactions : ce qui

contraste avec une approche uniquement hiérarchique des parties. **315**

émergentisme (britannique), un courant de pensée de la fin du XIX^e siècle, qui a développé le concept d'émergence autour de trois idées : (1) la "non-additivité" : l'émergence apparaît sous l'effet d'une cause complexe différente de la somme des effets provoqués par des causes partielles isolées (Mill & Lewes 1874) ; (2) la "nouveauauté" : l'émergence est une croissance continue de complexité parallèle à un processus créatif (Alexander & Morgan 1923) ; (3) la "non-déductibilité" : une propriété émergente est impossible à déduire de façon logique, même avec une connaissance la plus complète possible des propriétés du phénomène observé, bien que ce soit parfois seulement révélateur des limites de l'état des connaissances au moment de l'observation (Broad 1925). L'émurgentisme est né de la querelle entre les mécanistes et les vitalistes. **316**

empirisme, une méthode de pensée initiée au XVIII^e siècle qui considère que toute connaissance *vraie* du réel R provient exclusivement de l'*expérience*. Cette méthode repose sur l'usage du raisonnement inductif ou synthétique (observations concrètes du particulier vers la synthèse abstraite des observations concrètes du général). L'idéalisme est exclu du mécanisme de production de nouvelles connaissances. L'ouvrage emblématique de ce paradigme est le *Novum Organum* (1620) de Francis Bacon. **55**

énaction (théorie fonctionnelle de I'), une théorie de la pensée énoncée. L'énaction de la pensée est possible en lui associant trois principes : (1) l'"incarnation" suppose que l'esprit est étendu dans tout le corps et même au-delà pour appréhender le réel ; (2) l'"émergence" est le fait que la pensée émerge de l'interaction de processus auto-organisés du cerveau, du corps et de l'environnement et (3) la "codétermination" montre que la pensée individuelle émerge à partir du contexte inter-personnel (Varela et al. 1971). **195**

énergétique, un courant scientifique de la seconde moitié du XIX^e siècle qui a remplacé la notion de force (monde mécaniste) par le principe de l'énergie. Elle étudie les différentes techniques de production, formes de conservation et de transformation (thermo-

- dynamique), ainsi que les emplois de l'énergie. **33**
- énergétisme**, une doctrine philosophique qui considère que l'énergie est la substance du monde physique et non plus la matière. **33**
- énergie** (E), une grandeur exprimant la capacité ou le potentiel d'une entité structurelle d'un système à modifier l'état d'autres entités structurelles lui appartenant ou appartenant à d'autres systèmes. L'énergie est un des trois constituants universels du réel augmenté R^* définis ici et le mot vient d'*energia* (force en action). **30**
- ensemble** (Ens_i), toute collection d'éléments e_i , réels ou non, (re)groupés en fonction d'un caractère commun. C'est une construction élémentaire du niveau de configuration formelle Niv_1 du réel augmenté. La (co)construction mentale d'un ensemble précède toute (co)construction éventuelle d'une structure ou d'un système. **29, 251**
- ensemble** (Q_1), un méta-questionnement formel du modèle architectural M_i qui concerne la modélisation agrégative du modèle Mod_1 et qui suppose trois autres questionnements : les limites $Q_{1.1}$, les éléments $Q_{1.2}$ et les relations $Q_{1.3}$. **274**
- ensemble** (théorie des), une théorie mathématique développée à partir des notions d'ensemble et d'appartenance (Cantor (1874). Plusieurs systèmes axiomatiques précisent cette théorie, parmi lesquels les plus célèbres sont : la théorie des classes (von Neumann 1925), la théorie des types (Whitehead (1910-13) et la théorie ZF (Zermelo-Fraenkel 1922).
- entité structurelle**, une entité de base entrant dans la composition du squelette du modèle architectural M_i . Les entités structurelles sont observables dans le modèle statique $M_{i.2}$: les (sur/sous-)structures $Struct_i$, les limites, les éléments e_i et les relations r_i . **29**
- épistémologie**, une partie de la philosophie des sciences qui vise l'"étude critique des principes, des hypothèses et des résultats des diverses sciences, destinée à déterminer leur origine logique (non psychologique), leur valeur et leur portée objective" (Lalande 1926). En tant que "connaissance de la connaissance" (Morin 1986), l'épistémologie est donc l'étude des discours (*logos*) émis sur la science (*epistêmê*), elle est donc "en première

- approximation comme l'étude de la constitution des connaissances valables." (Piaget 1967). L'épistémologie (théorie de la connaissance scientifique) est à distinguer de la gnoséologie (théorie de la faculté de connaître). **22**
- (dés)**équilibre** ($Q_{3.9}$), un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur interroge les équilibres et les déséquilibres potentiels entre les différentes entités structurelles du modèle. Ce questionnement peut concerner toutes les dimensions convoquées par le modèle et n'est donc pas limité à l'étude de l'équilibre mécanique du modèle. **327**
- équi/multi-finalité** ($Q_{3.8}$), un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur observe qu'à partir d'états multiples et synchroniques du modèle (ou d'une partie de celui-ci) en $k-1$, peut apparaître un état unique en k , à partir duquel peuvent apparaître également plusieurs états synchroniques en $k+1$. **324**
- espace de l'architecture** (Esp_3), une partition du réel augmenté R^* qui concerne les processus de l'acquisition des connaissances au sens large, mais connotées architecturalement. Aussi appelé espace architectural, c'est l'espace des pensées inhérentes à la noosphère. Cet espace est en grande partie inaccessible aux (re)présentations. Son existence repose sur le fait que tout le monde est concepteur : c'est la capacité humaine de produire des artefacts et de construire des modèles abstraits (Simon 1968). **17**
- espace de l'architecture** (Esp_1), une partition du réel R occupée par les architectures. Aussi appelé espace des architectures ou des édifices, cet espace est directement accessible, c'est l'espace du *faire* et du *fait* réel, des habitants et des édifices. **18**
- espace de l'architecture** (Esp_2), une partition du réel augmenté R^* qui est le lieu dans lequel se (co)construit le modèle architectural (M_i) du projet d'architecture, et dans lequel celui-ci subit des processus et des opérations de (co)conception qui permettent de produire des architectures, réelles ou non. Aussi appelé espace des modèles architecturaux ou espace de (co)conception, c'est l'espace de projection dans le sens où il s'agit d'un espace de conception propre au domaine de

l'architecture, qui émerge de l'espace de conception (en) général, lorsque le (co)concepteur *vis* l'architecture. **18**

espace de références, un des réservoirs de connaissances à mobiliser par le (co)concepteur. Il est une partition du réel augmenté qui contient des informations relationnées. Il s'agit d'un espace dans le sens où le (co)concepteur spatialise ces informations pour se les (re)présenter. Selon Philippe Boudon (1994), un "espace de référence" est "une classe de représentation de la réalité" à laquelle appartiennent des références. Il rassemble "des réalités possiblement opératoires pour la conception". **213**

espace logique, une partition (inter)subjective du réel augmenté organisée spatialement dont les éléments et les relations qui les (re)lient appartiennent tous à un même niveau logique. Trois espaces logiques particuliers à l'architecture ont été définis ici : les espaces de l'architecture Esp_1 , de l'architecture Esp_2 et de l'architecture Esp_3 . **16**

"espace-problème", un espace de recherche (co)construit par l'interprétation que le (co)concepteur se fait de la tâche à accomplir (Newell & Simon 1972). **130**

état (du modèle architectural), une *étiquette* attachée à l'occurrence d'une agrégation de données organisée intentionnellement à partir d'ensembles Ens_i , de structures $Struct_i$ et/ou de systèmes $Syst_i$, à un moment donné du processus observé. Différents états particuliers peuvent être distingués pour i allant de 0 à n : l'état initial 0 et l'état final n , l'état en cours d'observation k , l'état $k-1$ précédent l'état en cours d'observation et l'état $k+1$ lui succédant. L'état du système est parfois appelé un "palier structurel" (en l'absence momentanée d'évolution de la structure) (Zadeh 1969). L'état est à distinguer du processus.

(co)**évaluation** (opération de) (O_d), une opération cognitive menée par le (co)concepteur (auto)réflexif pour opérer des choix par l'évaluation et la valorisation (ou non) des contenus relationnés provenant de l'une ou l'autre des strates de son (auto)référentiel. **211, 339**

(co)**évolution** (opération de) (O_e), une opération cognitive menée par le (co)concepteur (auto)réflexif qui, en fonction des choix qu'il

fait, fait évoluer le modèle architectural M_i , c'est-à-dire la (re)présentation qu'il se fait du projet d'architecture en cours de (co)conception. **211, 345**

existentialisme, un courant philosophique selon lequel l'être pensant, libre et vivant se construit lui-même à partir de ses propres actions, pour autant que le permettent certaines déterminations déjà prises : "l'existence précède l'essence" (Sartre 1943). L'existentialisme s'oppose donc au behaviorisme dans le sens où les actions de l'être humain ne sont pas dictées par des comportements prédéterminés. **123**

explication satisfaisante, une explication qui remplit la liste des conditions nécessaires (et non pas suffisantes) pour satisfaire au critère de scientificité : (1) une explication satisfaisante n'est pas circulaire ; (2) elle ne comporte pas d'hypothèses *ad hoc* ; (3) l'énoncé à expliquer est déduit ou rendu probable à partir de l'énoncé explicatif ; (4) l'énoncé explicatif n'est pas tenu pour faux et il est d'autant plus satisfaisant qu'il a résisté à des tentatives rigoureuses de réfutation (Nadeau 1999).

feedback (boucle de rétroaction), un effet de rétro-action lorsque l'*output* d'une *black box* agit sur l'*input* de celle-ci selon un processus de bouclage. La simple relation de cause à effet est remplacée par une relation plus complexe dans laquelle l'effet obtenu rétro-agit sur la cause. **59**

figure/fond ($Q_{1,2}$), un questionnaire formel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur observe les effets des lois perceptives qui interviennent dans la (co)composition du modèle. Le jeu perceptif de la figure et du fond est un prérequis à toutes les lois de la perception énoncées ici. **256**

finalisme, une doctrine selon laquelle tous les phénomènes de l'univers sont expliqués à partir d'une "cause finale" [Aristote [2002]. Le finalisme à l'extrême prend parfois la forme d'un vitalisme qui tend vers le providentialisme, l'*Intelligent Design* ou le créationnisme. Le finalisme est à distinguer du causalisme, mais également de la finalisation des systèmes. **9**

(méta/sous-)**finalité** ($Q_{3,7}$), un questionnaire fonctionnel du modèle architectural M_i par

lequel le (co)concepteur analyse la méta-finalité du modèle et les sous-finalités de ses éléments. La méta-finalité du processus de (co)conception qui vise l'architecture définie ici est l'émergence de lieux par l'équilibrage des rapports dialogiques entre le système socioculturel, l'être (auto)organisé et l'écosystème. **320**

flux MEI, une typologie des flux initiée en biologie et en cybernétique qui repose sur l'existence de trois types de flux universels projetés sur le réel en procès : les flux de matière (*M*), d'énergie (*E*) et d'information (*I*) (Miller 1978). **31**

gestalttheorie (ou théorie de la *Gestalt* ou *psychologie de la forme*), une théorie psychologique selon laquelle la perception est toujours la perception d'une *Gestalt* (d'une forme globale) et non de parties puisque "le tout est plus que la somme des parties". Les limites cognitives de l'être humain font qu'il perçoit plus clairement à partir d'un fond les *Gestalt* régulières, ordonnées, symétriques et simples parce qu'elles ont une bonne *prégnance* et qu'elles sont de *bonnes formes*. Cette loi de prégnance est première, les Gestaltistes ont alors défini une série de lois de structuration perceptives (de prégnance, figure/fond, de proximité, de similitude, de clôture, de destin commun, de bonne conduite, d'expérience. Cette théorie a été développée par Ernst Mach, Christian von Ehrenfels, Max Wertheimer, Wolfgang Köhler, Kurt Koffka, Kurt Lewin, Paul Guillaume... **27, 105, 258**

glass box (boîte de verre), une représentation abstraite d'un système en considérant exhaustivement le fonctionnement interne de celui-ci. La *glass box* doit être distinguée de la *black box*. **93**

gnoséologie, une partie de la philosophie des sciences qui analyse systématiquement les concepts employés par la pensée pour interpréter le monde. Elle est donc l'étude discursive (*logos*) de la connaissance (*gnōsis*). La gnoséologie (théorie de la faculté de connaître) est à distinguer de l'épistémologie (théorie de la connaissance scientifique).

groupes (théorie mathématique des), une théorie mathématique élaborée à partir du travail d'Evariste Galois (1831) qui étudie les groupes. Un groupe *G* est un ensemble muni

d'une loi de composition interne qui possède les propriétés suivantes : (1) elle est associative : si $a, b, c \in G$, $a * (b * c) = (a * b) * c$; (2) elle admet un élément neutre unique : $\exists e \in G$, tq $\forall a \in G : a * e = e * a = a$; (3) Tout élément a de *G* admet un *symétrique* (en notation multiplicative on dira un *inverse*) : $\exists a^{-1} \in G$, tq $a^{-1} * a = a * a^{-1} = e$. **258**

groupes (théorie systémique des), une transposition par Paul Watzlawick *et al.* (1975) de la théorie mathématique des groupes à l'étude des changements dans les organisations humaines, généralisée ensuite à l'étude des systèmes. Constitué d'éléments, un groupe *G* est un ensemble aux propriétés suivantes : (1) tous les éléments de *G* ont une propriété commune et toute composition d'éléments quelconques de *G* fournit un élément qui appartient également à *G* ; (2) la composition des éléments de *G* selon des séquences différentes donne toujours le même composé : le processus varie, mais pas le résultat ; (3) *G* contient un élément neutre qui agit sans affecter les autres, tel que la composition de celui-ci avec tout autre élément ne peut produire que cet autre élément ; (4) pour tout élément de *G*, un autre élément symétrique existe, tel que la composition d'un élément et de son symétrique donne l'élément neutre. **221**

heuristique, un type de méthode de résolution des problèmes *mal définis* qui sert à la découverte et qui consiste en une "règle d'actions non systématiques ou en une stratégie générale qui peut conduire à une réponse (correcte ou non) assez rapidement" (Lemaire 2006). L'heuristique est à distinguer de l'algorithme. **336**

hologrammatique (principe), un principe de la pensée complexe selon lequel la partie est dans le tout et que le tout est dans la partie. L'idée de l'hologramme dépasse le réductionnisme qui ne voit que les parties et l'holisme qui ne voit que le tout (Morin 1990). **66**

holon, un concept qui désigne un phénomène pour mettre en évidence que ce dernier est à la fois la partie et le tout d'autres phénomènes (Koestler 1978). Par transposition, les architectes l'utilisent pour désigner l'édifice en tant que partie/totalité. Le mot *holon* est la conjonction des mots *holos* (le tout) et *on* (la particule). **315**

homo-morphisme, une "correspondance surjective telle qu'à tout élément de l'ensemble d'arrivée corresponde un élément au moins de l'ensemble de départ, sans que la réciproque soit vraie : correspondance transitive et réflexive, mais non symétrique." (Le Moigne 1977). **79**

hylé-morphisme (théorie de), une doctrine aristotélicienne et scolastique qui explique les êtres par le jeu de la *forma* (la forme) et de l'*ousia* (la matière). Projetée sur un *substrat*, la forme donne vie à la matière. La *substance* d'une chose est donc l'union inséparable de la forme et de la matière. L'intelligible se trouve donc dans le matériel (contrairement à la théorie des Idées platonicienne) et le devenir est réalité intelligible. Le mot vient d'*hylê* ("matière", "bois") et de *morphê* ("forme", "figure", "disposition"). La *forme* aristotélicienne vient du grec *eidōs* qui a été traduit par *Idee* dans les dialogues platoniciens. L'*eidōs*/forme est donc à distinguer de l'*eidōs*/Idée. **32**

idealtypus (idéaltipe), une synthèse théorique, abstraite et utopique des phénomènes et des événements qui ont lieu dans un domaine observé, sous la forme d'un "tableau idéal" (Weber 1904). **13**

idée(s) (théorie des), une doctrine philosophique platonicienne dans laquelle le monde intelligible des Idées (*eidōs*) est distingué du monde sensible (*kosmos*). Les Idées sont des entités réelles, objectives et parfaites, des *êtres absolus* ou des *formes platoniciennes*, des modèles éternels, immuables et suffisants dont l'étude permet d'atteindre la vérité, l'essence ou le *réel véritable*. Les objets du monde sensible sont des copies temporelles et en devenir, des images imparfaites ou des *êtres relatifs* formés à partir des Idées. La philosophie est utilisée pour s'approcher et contempler les Idées. **11**

idée génératrice, voir "*primary generator*".

image mentale, voir modèle architectural.

incomplétude (théorème d'), un théorème qui, (re)formulé, dit que "dans tout système *S* de l'arithmétique, il existe une phrase *P* de la langue de *S* telle que si *S* est consistant, ni *P* ni sa négation ne peuvent être prouvée dans *S*." (Nadeau 1999). Dans tout système fini, des propositions indécidables existent. C'est le

premier théorème de Kurt Gödel (1930), d'où est tiré son théorème de l'inconsistance. **222**

inconsistance (théorème d'), un théorème qui, (re)formulé, dit que "dans tout système *S* vérifiant certaines conditions minimales, la consistance de *S* ne peut être formellement établie." (Nadeau 1999). La consistance d'un système ne peut être établie uniquement par les moyens du système lui-même, il est nécessaire de passer par un niveau logique supérieur. C'est le second théorème de Kurt Gödel (1930) proposé corolairement à son théorème de l'incomplétude. **222**

induction (opération d'), une opération qui consiste "à remonter d'un certain nombre de propositions données, généralement singulières ou spéciales, que nous appellerons *inductrices*, à une proposition ou à un petit nombre de propositions plus générales, appelées *induites*, telles qu'elles impliquent toutes les propositions induites." (Lalande 1926). Ce type d'inférence *synthétique* conclut nécessairement du vrai au vraisemblable (probable), du particulier au général. Un raisonnement inductif est un principe d'action intelligente et une succession d'inférences logiques à partir d'un principe d'induction établi sur base de l'expérience. **55**

information (*I*), une "configuration stable de symboles" (Le Moigne 1990) échangeable sous la forme d'un signal supporté par un canal entre un émetteur et un récepteur. Elle est susceptible d'être codée, conservée, traitée et transformée. Elle est l'un des trois constituants universels du réel augmenté définis ici. Le verbe *informer* vient du verbe *enformer* ("donner une forme") et du latin *informare* ("instruire"). **34**

information (théorie quantitative de l'), une théorie qui étudie le processus de communication à partir des travaux de Claude E. Shannon (1948) et Warren Weaver (1949). Elle se base sur la mesure quantitative de l'information et l'étude mathématique des facteurs qui influencent l'émission/réception des signaux. La quantité d'information est une mesure quantitative de l'incertitude d'un message en fonction du degré de probabilité de chaque signal composant ce message. **59**

informations relationnées, les différentes partitions du réel augmenté contiennent des informations dites relationnées, c'est-à-dire

qu'elles sont organisées à partir des trois constructions élémentaires du réel augmenté (*Ensi*, *Struct*, *Syst*). **212**

ingenio, une faculté mentale qui décrit la capacité *innée* du (co)concepteur à inventer avec intelligence et habileté, à transformer le donné par la spéculation intellectuelle, la création artistique, technique, sociale et politique. Il a été (re)popularisé à partir des écrits de Giambattista Vico (1708) qui parle d'une "faculté mentale qui permet de relier de manière rapide, appropriée et heureuse des choses séparées" et qui est donc à la source de l'*inventio*. En pensée complexe, le (co)concepteur a pour état d'esprit l'*ingenio* et il utilise le *disegno* comme méthode pour comprendre et modéliser des phénomènes complexes. Ce concept vient du latin *ingenium* ("esprit"). **99**

input (entrée), entrée d'informations dans un système.

iso-morphisme, une "correspondance bijective, telle qu'à tout élément de l'ensemble d'arrivée (le modèle) correspond un élément et un seul de l'ensemble de départ (l'objet); et réciproquement: la correspondance est transitive, réflexive et symétrique." (Le Moigne 1977). **79**

lieu (architectural), une propriété émergente – réelle ou non – au sein du réel augmenté, de l'organisation – fortuite ou intentionnelle – d'un ensemble éléments variés en interaction constante et orienté vers un équilibre triologique entre culture, être (auto)organisé et éco-système. Les éléments utilisés peuvent être variés (objets, sujets, portions d'espaces, portions de temps...), et appartenir à des dimensions, des niveaux d'environnement ou des types logiques différents. **40**

limite ($Q_{2,1}$), un questionnement structurel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse toutes les limites, leurs types et leurs influences sur le modèle et son actualisation. **271**

matière (M), une substance constitutive du réel qui possède une série de propriétés: en physique, tout ce qui a une masse est de la matière. Elle est l'un des trois constituants universels du réel augmenté définis ici. Le mot *matière* vient du latin *materia* ("bois de construction"). **31**

mécanisme, une doctrine qui suggère que tout phénomène peut être ramené à un système de déterminations mécaniques.

média (Md_i), un moyen pour médiatiser une pensée. Pour Marshall Mac Luhan (1964), le média (1) appartient au domaine de la communication, (2) est une technologie qui prolonge le corps humain et (3) doit être considéré en termes d'impact sur la société humaine. Lorsqu'il dit que "*the media is the message*", il montre que le message du média n'est pas le contenu, mais le média lui-même, c'est lui qui a un impact sur la société humaine. Le contenu du message est préexistant au média qui le perverti en le supportant. Au pluriel: les médias. **166**

métacognition, une activité cognitive du sujet ayant pour objet ses propres processus cognitifs, ainsi que sur les produits de la cognition: une "cognition sur la cognition" (Flavell 1976).

métaphore, "la métaphore établit une correspondance souvent toute extérieure entre deux séries de phénomènes différents ou deux systèmes de nature différente. Parce qu'elle se fonde sur l'apparence, la métaphore est dangereuse. Bien utilisée, elle est précieuse car stimulant l'imagination et facilitant la création de nouveaux modèles" (Donnadieu 1985). **78**

modèle, une structure formalisée pour rendre compte d'un phénomène, des parties qui le constituent et des relations entretenues par celles-ci. Quatre types de modèles sont souvent distingués: les modèles (1) "représentationnel", (2) "analogique", (3) "théorique" et (4) "imaginaire" (Achinstein 1968). **75**

modèle agrégatif ($M_{i,1}$), une première expression du modèle architectural M_i organisé mentalement par le (co)concepteur à partir d'ensembles $Ensi$. Il est in-formé principalement par les données du projet d'architecture et il permet d'en déterminer le programme à partir des questionnements formels: les ensembles Q_1 , les zones d'influence $Q_{1,1}$, la figure/fond $Q_{1,2}$, la rétroduction $Q_{1,3}$. Il est parfois également appelé modèle phénoménologique. **251**

modèle architectural (M_i), un *analogon* (image mentale) en actualisation constante au cours du processus de (co)conception dans l'espace de l'architecture Esp_2 sur lequel le

(co)concepteur enchaîne une série d'opérations de (co)conception (il est alors un opérande), et à partir duquel il élabore des (re)présentations. Il doit être distingué de projet d'architecture en cours de (co)conception dont il est une image mentale. Observé en relation avec le modèle du contexte Cxt_i , il peut être décomposé à partir des modèles agrégatif $M_{i,1}$, statique $M_{i,2}$ et dynamique $M_{i,3}$. Les modèles architecturaux constituent également le deuxième pôle de la trialogie des architectures $Arch_2$. **14, 164**

modèle dynamique ($M_{i,3}$), une troisième expression du modèle architectural organisé mentalement par le (co)concepteur à partir de systèmes $Syst_i$. Il est in-formé principalement par le modèle statique du projet d'architecture et il permet d'en déterminer le fonctionnement, à partir des questionnements fonctionnels : les (sur/sous-)systèmes Q_3 , les échanges MEI $Q_{3,1}$, la pro/inter/rétroaction $Q_{3,2}$, la circularité $Q_{3,3}$, la totalité $Q_{3,4}$, l'émergence $Q_{3,5}$, les règles $Q_{3,6}$, la (méta/sous-)finalité $Q_{3,7}$, l'équi/multi-finalité $Q_{3,8}$, le (dés)équilibre $Q_{3,9}$. Il est parfois appelé modèle systémique ou modèle organique. **291**

modèle hélicoïdal (convergent/divergent), une modélisation imagée d'un processus de (co)conception à l'aide d'un hélicoïde constitué d'une infinité de points (les actes cognitifs) et passant par des phases de convergence/divergence vers une solution sous-optimale et dans laquelle chaque boucle (re)présente une itération cognitive. **179**

modèle statique ($M_{i,2}$), une seconde expression du modèle architectural M_i organisé mentalement par le (co)concepteur à partir de structures $Struct_i$. Il est in-formé principalement par le modèle agrégatif du projet d'architecture et il permet d'en déterminer la structure, à partir des questionnements structurels : les (sur/sous-)structures Q_2 , les limites $Q_{2,1}$, les éléments $Q_{2,2}$, les relations $Q_{2,3}$. Il est parfois appelé modèle hiérarchique. **269**

modèle théorique général (M_{Tn}), un modèle théorique qui permet au (co)concepteur de modéliser un modèle architectural (en) particulier M_i par iso-morphisme avec celui-ci au sein d'un processus de modélisation par systémographie. Le modèle théorique est constitué ici de trois modélisations heuristiques : (1/3) le modèle systémique (en)

général du processus de (co)conception qui vise l'architecture ; (2/3) le modèle systémique du (co)concepteur ; (3/3) le modèle systémique (en) particulier du processus de (co)conception qui vise l'architecture. **84**

modélisation (heuristique), une modélisation graphique d'un phénomène déployant des contenus et des mises en relation capable de produire des effets de connaissance permettant au modélisateur ou à d'autres d'enrichir la connaissance du phénomène visé. Trois modélisations théoriques à visée heuristique sont poursuivies ici : les modèles (1/3) du processus de (co)conception (en) général (cf. chapitre 5), (2/3) du (co)concepteur (cf. chapitre 6) et (3/3) du processus de (co)conception (en) particulier (cf. chapitres 7 à 12). **159, 191, 217**

module, un phasage arbitraire du processus de (co)conception. Chaque module correspond à un (sous-)problème à résoudre par le (co)concepteur : contextualiser (Mod_0), programmer (Mod_1), modéliser (Mod_2) et évaluer (Mod_3). **217**

morphisme, une relation ou une application entre deux ensembles ayant en tout ou en partie une même espèce de structure. Issu du champ des mathématiques, le concept de morphisme peut être assorti des préfixes *iso-*, *poly-* ou *homo-* pour qualifier la correspondance entre les éléments des deux ensembles observés. **78**

mysticisme, une doctrine selon laquelle l'esprit humain transcende l'existence et la connaissance normale. **125**

niveau de configuration formelle (Niv_1), un niveau d'organisation du réel augmenté à partir des ensembles, niveau de la configuration formelle. **27**

niveau d'émergentisme systémique (Niv_3), un niveau d'organisation du réel augmenté à partir des systèmes, niveau de l'émergentisme systémique. **27**

niveau de réalité, "un ensemble de systèmes invariants à l'action d'un nombre de lois générales : par exemple, les entités quantiques soumises aux lois quantiques, lesquelles sont en rupture radicale avec les lois du monde macrop physique. C'est-à-dire que deux niveaux de réalité sont différents si, en passant de l'un à l'autre, il y a rupture des

lois et rupture des concepts fondamentaux (comme, par exemple, la causalité)" (Nicolescu 2009). Un niveaux de réalité est à distinguer d'un niveau d'organisation. Dans l'étude des systèmes naturels, trois niveaux de réalité différents ont par exemple émergé : le niveau macrophysique, le niveau microphysique et le cyber-espace-temps.

niveaux d'espace ($Q_{0,1}$), un méta-questionnement du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur structure spatialement le contexte du modèle. Plusieurs niveaux d'espace existent dont les lois sont différentes et qui contextualisent différemment le modèle. Le passage *direct* d'un niveau à l'autre est donc impossible. Synonyme : niveaux d'étendue. **242**

niveaux de temps ($Q_{0,2}$), un méta-questionnement du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur structure temporellement le contexte du modèle. Plusieurs niveaux de temps existent dont les lois sont différentes et qui contextualisent différemment le modèle. Le passage *direct* d'un niveau à l'autre est donc impossible. Synonyme : niveaux de durée. **245**

niveau d'organisation (du réel augmenté), une partition (inter)subjective du réel augmenté en fonction du type de construction élémentaire utilisée par le (co)concepteur pour opérer sur les données mobilisables de celui-ci. Un niveau d'organisation est à distinguer d'un niveau de réalité dans le sens où le premier ne présuppose pas une rupture des concepts fondamentaux : plusieurs niveaux d'organisation peuvent appartenir à un même niveau de réalité. Les niveaux d'organisation correspondent à des agrégations différentes des mêmes lois fondamentales. Trois niveaux d'organisation du réel augmenté sont abordés ici : les niveaux de la configuration formelle Niv_1 , du structuralisme hiérarchique Niv_2 et de l'émergentisme systémique Niv_3 . **25**

niveau du structuralisme hiérarchique (Niv_2), un niveau d'organisation du réel augmenté à partir des structures, niveau du structuralisme hiérarchique. **27**

niveau logique (architectural), un espace logique (inter)subjectif de l'espace de l'architecture Esp_2 contenant des éléments de même *type* dans lequel le (co)concepteur peut se (co)positionner (O_b). Ces éléments

peuvent alors être : (1) observés et (re)groupés avec des ensembles Ens_i ; (2) mis en relation et hiérarchisés avec des structures $Struct_i$; (3) organisés et régulés dynamiquement avec des systèmes $Syst_i$. **224**

niveau logique (du réel augmenté), un espace logique (inter)subjectif du réel augmenté R^+ contenant des éléments de même *type*. **221**

nominalisme (médiéval), une doctrine qui rejette l'idée que les concepts, possèdent une existence propre : les concepts aident l'esprit à se repérer dans le monde et permettent la communication entre les hommes, mais fondamentalement ils sont illusoirs. Les nominalistes pensent que seules les choses particulières, prises comme appartenant au monde unique de l'expérience aristotélien ont une existence concrète. Les universaux ne sont que des simples mots inventés par l'homme. Les principaux représentants du nominalisme sont Boèce, Pierre Abélard, Guillaume d'Ockham...

opérande, une entité sur laquelle le (co)concepteur mène des opérations de (co)conception à l'aide d'opérateurs. Les principaux opérandes du réel augmenté R^+ sont les ensemble Ens_i , les structures $Struct_i$ et les systèmes $Syst_i$. Ceux de l'espace de l'architecture Esp_2 sont le contexte local $Ctxt_i$, le modèle architectural M_i , ses parties et les différentes expressions de ce dernier (les modèles agrégatif $M_{1,1}$, statique $M_{1,2}$ et dynamique $M_{1,3}$).

opérateur, une action opérée mentalement sur un opérande (le modèle architectural M_i , une de ses parties ou une de ses expressions) au cours d'une opération architecturale de (co)conception O_i (co)opérée par le (co)concepteur. Les opérateurs sont multiples et (re)présentés la plupart du temps par un verbe. Les principaux opérateurs distingués ici sont : (dé)contextualiser, (dé)composer, (dé)construire et (dé)réguler. Une infinité d'autres opérateurs secondaires existent : relier, unir, assembler, répéter, couper, coller, déplacer, tourner, mettre à l'échelle...

(co)opération architecturale (O_x), un processus cognitif (co)opéré par le (co)concepteur pour actualiser un modèle architectural M_i (l'opérande) à l'aide d'actions cognitives (les opérateurs) pour mener à un changement Ch_i . Cette définition ne s'occupe pas des causes

ou des finalités éventuelles qui ont mené à l'opération. Différentes opérations de (co)conception architecturales ont pu être dégagées ici : les opérations de sur- et de sous-détermination du lieu, les (co)opération (en) général de (co)conception architecturale O_i , les opérations de (co)contextualisation O_o , de (co)composition O_1 , de (co)construction O_2 et de (co)régulation O_3 .

(co)opération architecturale générale (O_i), une opération de (co)conception architecturale *globale* par laquelle le (co)concepteur actualise le modèle architectural M_i du projet d'architecture à (co)concevoir, en combinant de manière pondérée des opérations *locales* de (co)contextualisation O_o , de (co)composition O_1 , de (co)construction O_2 et de (co)régulation O_3 . Le changement résultant de cette opération est une re-conception Ch_i . $O_i(M_i) = (axO_o(Ctxt_i) + bxO_1(M_{i,1}) + cxO_2(M_{i,2}) + dxO_3(M_{i,3}))$. **331**

(co)opération cognitive (O_c), un processus cognitif (co)opéré par le (co)concepteur pour orienter le processus de (co)conception d'un projet d'architecture et choisir les opérations de (co)conception architecturales à mener sur le modèle architectural M_i . Outre l'opération de (re)présentation O_R , différentes opérations cognitives ont pu être dégagées ici au sein d'une boucle (auto)réflexive : les opérations de (co)questionnement O_a , de (co)positionnement O_b , d'(auto)référence O_c , de (co)évaluation O_d et de (co)évolution O_e . **211**

ousia, une essence, un être véritable d'une chose. Interprété différemment par les traducteurs : il est traduit par le mot latin *essentia* ("essence", "être") chez Platon et par *substance* du latin *substare* ("demeurer en dessous") chez Aristote. **32**

output (sortie), sortie d'informations dans un système.

paradoxe (de Russel), un paradoxe logique qui part de l'idée que l'ensemble de tous les ensembles ne se contient pas lui-même, alors qu'il est pourtant un ensemble lui-même. La formule $y = \{x \mid x \notin x\}$ donne donc à la fois $y \in y$ et $y \notin y$. Le paradoxe peut être dépassé en passant à un niveau logique supérieur. **25**

paradoxe (de Ménon), un paradoxe selon lequel, on ne peut pas chercher ce qu'on connaît, parce qu'on le connaît déjà, et on ne

peut pas chercher ce qu'on ne connaît pas, parce qu'on ne saura pas si on l'a trouvé [Platon 1999]. Pour Platon, ce paradoxe peut être dépassé par la théorie de la réminiscence : apprendre, c'est se souvenir, tout apprentissage est fait de souvenirs. Platon ne pouvait pas expliquer autrement comment nous découvrons ou reconnaissons la solution d'un problème, à moins que nous ne la connaissions déjà. **144**

parallaxe, un glissement perceptif sous l'effet d'un changement de position de l'observateur, alors que ce dernier continue à observer un même objet. La parallaxe est une différence subjective dans la perception d'une même réalité. Un (co)concepteur fait une parallaxe lorsqu'il arrive à se décentrer de sa propre perception pour (co)construire une autre perception d'une même réalité. **227**

parti (architectural), une prise de position synthétique du (co)concepteur par rapport aux données du projet d'architecture qui oriente le processus de (co)conception du modèle architectural M_i . L'esquisse du parti proposé est alors lisible dans le projet d'architecture. Apparu à travers l'enseignement type école des Beaux-Arts, le *parti* est à distinguer du "*primary generator*" (Darke 1969). **149**

poïesis (création, production), un savoir-faire technique ou une action de produire un objet hors de soi (une œuvre) en fonction d'un savoir. Une fois l'objet produit l'action cesse, celle-ci étant moins importante que le but poursuivi. La *poïesis* est *art* ou *techné*, elle est souvent opposée à la *praxis*. **194**

point critique de pertinence (M_{crit}), un état k particulier du modèle architectural M_i atteint au cours du processus de (co)conception à partir duquel le (co)concepteur considère que le processus a atteint une solution sous-optimale et qu'il peut être arrêté. Il peut décider, par exemple, de démarrer l'édification réelle du bâtiment à l'état $k+1$. **351**

poly-morphisme, une "correspondance injective telle qu'à tout élément de l'ensemble de départ corresponde un élément au moins de l'ensemble d'arrivée (pas réciproquement). Ce dernier cas [...] concernera évidemment moins le modélisateur soucieux de caractériser la qualité de la correspondance pour lui unique, qu'il établit entre l'objet et le modèle." (Le Moigne 1977). **79**

(co)positionnement (opération de) (O_0), une opération cognitive constamment menée par le (co)concepteur au cours du processus de (co)conception du projet d'architecture pour lui permettre de se situer dans le réel augmenté. Le (co)positionnement est possible lorsqu'il précise à partir de quels niveaux d'étendue et de durée et à partir de quelle configuration des dimensions contextuelles il questionne le modèle architectural. **211, 224**

positivisme (ou empirisme logique), une méthode de pensée initiée au XIX^e siècle qui considère que toute connaissance vraie du réel R provient de l'observation des faits lors de l'expérience et que pour connaître avec un esprit positif, il faut s'en tenir uniquement aux faits sans chercher de raison théologique ou métaphysique. Les *choses en soi* étant inaccessibles, les sciences qui s'efforcent de (re)lier simplement les données expérimentales ne peuvent le faire qu'à l'aide de relations et de lois en utilisant les mathématiques. Le progrès est possible par la combinaison de l'expérience et du raisonnement, tandis que la succession des théories développées est considérée comme une manière de tendre à la connaissance ultime du réel. L'idéalisme pur et l'empirisme naïf sont exclus du mécanisme de production de nouvelles connaissances. L'ouvrage emblématique de ce paradigme est le *Cours de philosophie positive* (1830-42) d'Auguste Comte. **55**

praxis, une action qui n'a d'autre fin qu'elle-même par l'accomplissement d'un bien quelconque. Aucun objet ne doit être fabriqué, mais un acte doit être accompli dans sa continuité. Pour les marxistes, la praxis est l'ensemble des actions concrètes, pratiques, par lesquelles les hommes transforment la nature et la société. La *praxis* est souvent opposée à la *poïesis*. **69**

pré-conception, elle est un des réservoirs de connaissances à mobiliser par le (co)concepteur. Elles sont autant de "générateurs primaires" (Darke 1979) – à partir desquelles il peut développer des "idées génératrices". **264**

"primary generator" (générateur primaire), un "déclencheur", un objectif, un concept ou un groupe de concepts connexes qui constituent un "point de départ" ou une "entrée en matière du problème" pouvant servir de "base

rationnelle" ou de "justification" sans que le (co)concepteur doive énumérer toutes les contraintes du projet d'architecture à (co)concevoir. Mais une fois le générateur primaire inséré dans le processus de (co)conception, il est plutôt un acte de foi de la part du (co)concepteur pas nécessairement de manière explicite (Darke 1979). Il ne porte pas toujours en lui la solution, ce qui le distingue du *parti* apparu à travers l'enseignement type école des Beaux-Arts. **141**

processus (de (co)conception), une suite continue d'états d'un modèle architectural M_i sur lequel un (co)concepteur mène des opérations architecturales O_i et à partir duquel il élabore des médias M_d dans le but d'élaborer un projet d'architecture. Le processus doit être distingué des états du modèle architectural.

pro/inter/rétro-action ($Q_{3.2}$), un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse les régulations dynamiques à l'œuvre entre les éléments du modèle. Celles-ci viennent de l'action pro-active d'un élément sur un autre, de leurs interactions ponctuelles, ou de l'action rétro-active du second sur le premier. **305**

projet d'architecture, un problème à résoudre par un (co)concepteur au cours d'un processus de (co)conception qui vise l'architecture. Le projet d'architecture est à distinguer du modèle architectural M_i et de l'édifice réel : le premier est un analogon sur lequel un (co)concepteur (co)opère pour tenter une réponse à l'énoncé du projet d'architecture proposé, tandis que le second est un artéfact réel produit à partir de cette solution.

prolèpsis, une saisie, une représentation ou une énonciation anticipative qui résulte des expériences qui la précèdent (grâce à la mémoire) et dont la fonction consiste à anticiper des expériences à venir. Dans la philosophie épicurienne, le mot grec *prolēpsis* ("anticipation", "préconception") vient du verbe *prolambanein* ("devancer"). En rhétorique, le mot *prolepsis* désigne une figure de style par laquelle on prévient une objection que l'on réfute d'avance.

prospective, une théorie qui étudie les méthodes et les outils qui permettent de définir des futurs possibles pour préparer l'action. La

prospective est l' "imagination créative d'un avenir souhaitable" (Berger 1964) et elle doit être distinguée de la "rétrospective" qui est une méthode d'imagination créative d'un passé souhaité. **245**

psychophysiologique (approche), une théorie psychologique de la perception selon laquelle la perception est comprise à partir des processus cérébraux et de leurs localisations. Cette approche a montré que les sens ne sont pas des récepteurs passifs, les neurones sont multimodaux (elles peuvent recevoir des informations provenant de plusieurs sens) et l'existence de la plasticité neuronale (Hebb 1949). **245**

Querelle des Anciens et des Modernes, une querelle (récurrente) depuis la fin du ^{xvii}^e siècle entre les Anciens et les Modernes du point de vue de la conception des édifices. Ils sont tous d'accord pour dire que la structure doit être efficace et que les espaces doivent être fonctionnels, mais ils se déchirent à propos de la forme. Les Anciens prolonge l'Idée intelligible (néo)platonicienne du Beau absolu que seul l'esprit peut discerner, tandis que les Modernes pensent que le Beau est une perfection sensible esthétique (du grec *aisthêsis* : la "sensation") et relative (un consensus culturel). Ils se querellent notamment à propos de la symétrie, des ordres des colonnes et des corrections optiques. La figure principale des Anciens est Nicolas-François Blondel qui dispense ses *Cours d'architecture* (1675-83) à l'Académie royale d'architecture, tandis que celle des Modernes est Claude Perrault qui expose son point de vue moderne en 1673 dans les notes de sa traduction des *Dix livres d'architecture* de Vitruve. **99**

Querelle des Universaux, une querelle qui oppose d'une part, les tenants du réalisme médiéval platonicien qui croient que les universaux (les concepts universels) ont un être et que les choses singulières ne sont que des dérivations qui dépendent des premiers et d'autre part, les tenants du nominalisme médiéval aristotélécien qui pensent que seules les choses singulières (ou particulières) ont un être. **53**

questionnements (du modèle architectural), une typologie minimale de questionnements que le (co)concepteur peut utiliser pour appréhender un modèle architectural M_i . Les méta-questionnements sont le contexte Q_0 ,

les niveaux d'espace $Q_{0,1}$, les niveaux de temps $Q_{0,2}$, les configurations dimensionnelles $Q_{0,3}$. Les questionnements formels sont les ensembles Q_1 , les zones d'influence $Q_{1,1}$, la figure/fond $Q_{1,2}$, la rétroduction $Q_{1,3}$. Les questionnements structurels sont les (sur/sous-)structures Q_2 , les limites $Q_{2,1}$, les éléments $Q_{2,2}$, les relations $Q_{2,3}$. Les questionnements fonctionnels sont les (sur/sous-)systèmes Q_3 , les échanges MEI $Q_{3,1}$, la pro/inter/rétro-action $Q_{3,2}$, la circularité $Q_{3,3}$, la totalité $Q_{3,4}$, l'émergence $Q_{3,5}$, les règles $Q_{3,6}$, la (méta/sous-)finalité $Q_{3,7}$, l'équi/multi-finalité $Q_{3,8}$, le (dés)équilibre $Q_{3,9}$. **230**

(co)**questionnement** (opération de) (O_a), une opération cognitive par laquelle le (co)concepteur problématise le modèle architectural M_i en suscitant des questionnements. **230**

rationalisme (idéalisme), une méthode de pensée dominante au ^{xvii}^e siècle qui considère que toute connaissance *vraie* du réel R provient exclusivement de l'usage de la *raison*. Cette méthode repose sur les hypothèses de l'indépendance du *cogito* ("*cogito, ergo sum*"), de la mono-causalité déterministe (une même cause a toujours le même effet), du raisonnement déductif (idéalisations abstraites du général à l'observation concrète à posteriori des résultats au particulier) et de la logique analytique disjonctive (axiomes d'identité, de non-contradiction et du tiers-exclu). L'expérimentation est exclue du mécanisme de production de nouvelles connaissances et sert uniquement à vérifier ce qui a été déduit. L'ouvrage emblématique de ce paradigme est le *Discours de la Méthode* (1937) de René Descartes. **61**

rationalité limitée, voir "*bounded rationality*".

rationalité procédurale, un comportement cognitif, adaptatif et rétro-actif de résolution de problème par lequel le (co)concepteur réajuste progressivement l'état du problème face aux actualisations de la situation pendant la résolution de celui-ci. Cette rationalité est "*bounded*" (limitée) puisqu'elle dépend des limites cognitives du (co)concepteur, mais ce comportement est (très) utile dans le cas de problèmes complexes et il est très rationnel s'il est le résultat d'une réflexion appropriée (Simon 1976). À l'époque, Herbert A. Simon la décèle chez les psychologues et il la distingue de la rationalité substantive. **134**

rationalité substantive, un comportement de résolution de problème orienté en fonction d'un modèle préalable et qui relève à priori d'une connaissance de base où les informations sont complètes et des objectifs initiaux définis. Cette rationalité est efficace pour opérer des choix dans le cas de problèmes simples. "Le comportement est substantivement rationnel quand il est en mesure d'atteindre les buts donnés à l'intérieur des limites imposées par les conditions et les contraintes données" (Simon 1976). À l'époque, Herbert A. Simon la décèle chez les économistes et il la distingue de la rationalité procédurale. **134**

réalisme (médiéval), une doctrine venant de néoplatonisme selon laquelle les universaux (les concepts) existent indépendamment de l'esprit qui peut les découvrir mais non les créer et les mots ne servent qu'à les désigner, comme d'autres mots désignent des objets matériels. Cette doctrine permet d'atteindre au moins par image la réalité divine. Parfois appelé *essentialisme*, le réalisme médiéval émerge avec Albert le Grand, saint Augustin et chez les franciscains (Bonaventure, Jean Duns Scot...) et il est à la source du logicisme dans les mathématiques modernes. **53**

réalisme (scientifique), un mouvement de pensée initié au xx^e siècle qui considère que toute connaissance *vraie* du réel R porte sur des objets extérieurs au sujet qui existent indépendamment de la perception de ce dernier. Le sujet connaissant ne crée pas les objets, les formes et les vérités mathématiques, mais il les découvre en les révélant. Si les théories sont exactes, les entités, les états et les processus qu'elles décrivent existent vraiment. Le but de la science est alors de découvrir la vérité au sujet du monde et le progrès scientifique consiste en une avancée vers ce but. Ce courant suppose trois hypothèses : la nature de réel présente une indépendance ontologique et causale par rapport aux théories scientifiques, la structure du réel détermine si une théorie est vraie ou fausse (la vérité est la correspondance entre une proposition au sujet du réel et la façon dont le réel est) et les sciences sont capables de nous donner accès à la structure du réel. L'ouvrage emblématique de ce paradigme est *La Théorie physique, son objet, sa structure* (1906) de Pierre Duhem. **53**

réalité augmentée, un dispositif technique inventé dans le domaine de l'informatique par Ivan Sutherland (1968) qui complète la perception du réel par l'adjonction de *stimuli* perceptifs (images, sons, odeurs...). La réalité augmentée superpose des informations à une scène réelle, elle est donc dite semi-immersive. La réalité augmentée est à distinguer du réel augmenté. **3**

réalité conçue ($R_{conçue}$), un niveau de réalité augmentée qui émerge à partir d'une boucle pro/inter/rétro-active activée par les opérations cognitives de projection et d'interprétation entre le contexte et l'esprit (culture) qui met en jeu des concepts. À partir de l'(in)conscient, cette boucle est productrice de sens : c'est le niveau conception du réel augmenté de l'individu. **200**

réalité intersubjective ($R_{intersubj}$), l'émergence d'un schème subjectif partagé, qui alimente une série de consensus perceptifs socioculturels en rapport avec la réalité objective. **11**

réalité mythique (R_{myth}) – Elle est l'une des deux polarités dynamiques du réel augmenté, la seconde étant le réel. Elle est un *en-deçà* du réel augmenté inaccessible, inconscient et partagé (inter)subjectivement qui fournit au (co)concepteur des règles d'évaluation inconscientes des données de son (auto)référentiel dont les expressions conscientes sont les règles mythiques, et qui influence ses choix au cours du processus de (co)conception. **203**

réalité objective (R_{obj}), elle comprend la réalité *extra-objective* (extra-corporelle) et la réalité *intra-objective* (intra-corporelle). La limite entre réalités extra- et intra-objective est l'enveloppe corporelle de l'individu. **12**

réalité perçue ($R_{perçue}$), un niveau de réalité augmentée qui émerge à partir d'une boucle pro/inter/rétro-active activée par les sensations d'action et de stimulation entre l'environnement et le corps (nature) qui met en jeu des percepts. À partir de la synesthésie, cette boucle est motrice des cinq sens : c'est le niveau perception du réel augmenté de l'individu. **200**

réalité physique (critère de), un critère de démarcation entre science et non science qui consiste à dire qu'un énoncé est vrai s'il est possible de trouver un élément physique de la nature qui correspond à l'énoncé. **71**

réalité subjective (R_{subj}), l'émergence d'un schème subjectif individuel de la réalité objective à travers la réalité intersubjective. Elle nécessite le support physique de la réalité intra-objective et elle est le résultat du fonctionnement du système psychosomatique (système psychique supporté par le système neurologique). **12**

réalité vécue ($R_{\text{vécue}}$), la réalité est à distinguer du réel, dans le sens où elle est la (re)présentation de celui-ci à travers le filtre somato-cognitif. Si le réel est indifférent, la réalité est vécue ($R_{\text{vécue}}$), elle est l'émergence d'une boucle pro/inter/rétro-active entre les réalités perçue ($R_{\text{perçue}}$) et conçue ($R_{\text{conçue}}$). **201**

réel (R), une des deux polarités dynamiques du réel augmenté, la seconde étant la réalité mythique. Il est un *au-delà* du réel augmenté. Son existence est consciemment partagée, mais il ne peut être appréhendé qu'indirectement à partir des règles phénoménologiques. Le réel est à distinguer des réalités, dans le sens où il est indifférent à toutes les (re)présentations élaborées par le (co)concepteur qui gère celles-ci à travers les filtres cognitifs et autres réductions qui les affectent inévitablement. **3**

réel augmenté (R^+), un double du réel co-construit par l'homme – qualifié d'augmenté – contre lequel, impertinent, le réel résiste dès qu'il est provoqué. Il possède plusieurs partitions tels que les réalités perçue, conçue, vécue, mythique, objective, subjective, intersubjective... Il se confronte constamment au réel (R) qui reste un *au-delà* qui lui échappe. Le réel augmenté est à distinguer de la réalité augmentée. **3**

(auto)réfrence (opération d') (O_c), une opération cognitive menée par le (co)concepteur (auto)réflexif pour opérer des choix par l'évaluation et la valorisation (ou non) des contenus relationnés provenant de l'une ou l'autre des strates de son (auto)référentiel. **333**

(auto)référentiel (architectural), un des réservoirs de connaissances à mobiliser par le (co)concepteur pour (co)construire, de manière générale, la réalité augmentée et, de manière particulière, le contexte du projet d'architecture en cours de (co)conception. **202**

réfutabilité (critère de), un critère de démarcation entre science et non science qui permet de dire qu'un énoncé est *vrai* (qu'une science est *valide*) s'il est réfutable. Les effets de la théorie peuvent alors être évalués en fonction de leur adéquation avec les *vérités* du domaine de réfutabilité à l'aide d'un protocole de vérification. Selon ce critère, l'induction ne peut donner qu' "illusion de vérité", et la psychanalyse ou le marxisme ne répondent pas à cette exigence de réfutabilité, puisque ces théories reposent sur des hypothèses qui les immuniseraient contre toute critique (Popper 1934). Une théorie n'est jamais qu'une "conjecture" ou une hypothèse que l'on développe dans l'espoir d'en produire des effets utiles et la *vérité* ou *vérisimilarité*, objective et absolue, doit être distinguée de la *corroboration*, (inter)subjective et relative (Popper 1963 ; 1972). Il est parfois appelé critère de falsifiabilité. **71**

règles ($Q_{3.6}$), un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse les mesures qui lui imposent un comportement ou une conduite dans le choix des opérations qu'il mène sur le modèle, ou qui déterminent les configurations légitimes des éléments (contenus) et des relations du modèle. **318**

(co)régulation (opération de) (O_3), une opération architecturale initiée par des questionnements fonctionnels et par laquelle le (co)concepteur actualise le modèle architectural M_i en adaptant des systèmes $Syst_i$ au niveau de l'émergentisme systémique Niv_3 du réel augmenté. Le changement résultant de l'opération est une re-distribution Ch_3 du modèle. **337**

relation (r_i), tout lien existant entre deux entités structurelles du modèle statique $M_{i,2}$ (des (sur/sous-)structures, des limites et/ou des éléments. Les relations peuvent être qualifiées par le (co)concepteur (relations endogènes ou exo-gènes, méta/inter/proto-relations, articulations...) **286**

relation ($Q_{2.3}$), un questionnement structurel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur analyse toutes les relations, leurs types et leurs influences sur le modèle et son actualisation. **286**

(re)présentation (opération de) (O_R), une opération architecturale qui instaure un

processus sémiotique entre deux des trois pôles du triangle sémiotique (Le Moigne 1990) : référent/signifiant/signifié. **160**

(re)présentation externe, une image externalisée utile dans un processus de (co)conception d'un projet d'architecture. Les principales (re)présentations externes utilisées dans le champ de la (co)conception architecturale sont les médias *M_d*. **166**

(re)présentation interne, une image mentale utile dans un processus de (co)conception d'un projet d'architecture. Les principales (re)présentations internes utilisées dans le champ de la (co)conception architecturale sont les modèles architecturaux *M_i*. **164**

réservoir (d'informations relationnées), un dispositif qui contient des données en interactions dynamiques qui peuvent être mobilisées par le (co)concepteur pour (co)construire le réel augmenté particulier directement nécessaire au processus de (co)conception architecturale en cours. Trois réservoirs mobilisables ont été définis ici : l'(auto)référentiel, l'espace de références et la pré-conception. **201**

rétroduction (*Q_{1.3}*), un questionnement formel du modèle architectural *M_i* par lequel le (co)concepteur (re)présente à plusieurs reprises l'état probable du modèle auquel il pense arriver à la fin du processus de (co)conception. Il (co)construit alors différentes hypothèses à propos du modèle projeté et incertain à partir d'éléments (re)connus pour faire apparaître des idées neuves. **264**

rhétorique (antique), un art, une science de l'éloquence utilisée par les anciens. Elle comprend traditionnellement cinq parties : (1) l'*inventio* (invention), l'art de trouver des arguments et des procédés pour convaincre ; (2) la *dispositio* (disposition), l'art d'exposer des arguments de manière ordonnée et efficace, (3) l'*elocutio* (élocution), l'art de trouver des mots qui mettent en valeur les arguments avec style ; (4) l'*actio* (diction, gestes) ; (5) la *memoria* (procédés pour mémoriser le discours). La rhétorique moderne a été étendue à la communication écrite.

satisficing, un seuil de satisfaction du (co)concepteur à partir duquel ce dernier est prêt à accepter une solution "suffisamment bonne" plutôt "qu'optimale", lorsqu'il se rend

compte que l'apprentissage de toutes les alternatives possibles au problème à résoudre est impossible avec le temps, l'effort ou le budget imparti (Simon 1957). Ce concept est la contraction de deux autres mots : *satisfying* (satisfaisant) et *sufficing* (suffisant). **134**

science normale (critère de), un critère de démarcation entre science et non science développé par Thomas S. Khun (1962) qui permet de dire qu'un énoncé est *vrai* lorsqu'il est produit et conforme au sein d'un "paradigme" scientifique stable et dominant. La "science normale" est une période de l'histoire d'une science pendant laquelle la résolution de problèmes est faite dans le cadre d'une "matrice disciplinaire" stable. **71**

scientisme, une doctrine selon laquelle tout phénomène est décrit, déterminé et contrôlé par la science. **125**

sémiotique, une théorie générale des signes et/ou de la signification en tant que (processus de la production du sens). Pour Charles W. Morris (1938), la sémiotique recouvre trois aspects : (1) la "syntaxe" qui étudie les relations entre les signes (les propriétés formelles des symboles et les relations qu'ils ont entre eux), (2) la "sémantique" qui étudie la relation entre les signes et ce qu'ils signifient (les relations entre les symboles et les objets auxquels ils s'appliquent) et (3) la "pragmatique" qui observe la relation entre les signes et leurs utilisateurs (la fonction des symboles et les relations qu'ils entretiennent avec ceux qui les utilisent). **161**

servomécanisme, "ensemble mécanique asservi à une information extérieure qui lui permet de corriger ses erreurs" (Diebolt 2012).

simple, un phénomène du réel augmenté *R⁺* composé d'éléments de même type, organisés statiquement et qui ont peu d'interactions entre eux ; les interactions sont linéaires : les variables sont augmentées ou diminuées d'une quantité constante. C'est ce qui est facile à comprendre et à appréhender lorsque le problème est simplifié en prenant en compte un élément à la fois. La simplicité ("ce qui ne fait qu'un pli") est donc l'absence de complexité ("plié avec, entrelacé"). **ii**

simplexité, une théorie de la connaissance selon laquelle une "complexité naturelle" existe et l'être humain incapable de traiter la totalité des *stimuli* de l'environnement s'y adapte par

"simplexification" à l'aide de certains principes simplificateurs. Ces principes réduisent le nombre ou la complexité des processus et permettent de traiter très rapidement des informations ou des situations, en tenant compte de l'expérience passée et en anticipant l'avenir sans dénaturer la complexité du réel (Berthoz 2009). Encore en construction, la posture simplexe est une théorie complémentaire à celle de la complexité. **4**

solipsisme, doctrine philosophique qui enferme la connaissance dans le sujet hors de toute réalité extérieure. Toute connaissance quelle qu'elle soit est d'abord inscrite dans une conscience solitaire du latin *solus* ("seul") et individuelle du latin *ipse* ("en personne").

sous-détermination (opération de), une opération de diminution des moyens menée par le (co)concepteur sur le modèle architectural, lorsqu'il enrichit le projet d'architecture en (co)concevant des artefacts (des édifices) volontairement réduits à l'essentiel, qui permettent à d'autres (les usagers) de révéler de nombreux possibles. **48**

structuralisme, une méthode de pensée initiée au début du xx^e siècle à partir de la linguistique saussurienne qui considère les organisations logiques implicites des phénomènes en fonction de la place que ces derniers occupent dans un système. Ils utilisent une construction abstraite appelée la structure qui comprend "les trois caractères de totalité, de transformation et d'autoréglage" (Piaget 1968). **57**

structure (*Struct.*), tout ensemble d'éléments e_i , réels ou non, en interaction statique et organisé hiérarchiquement. C'est l'entité structurelle de base du niveau du structuralisme hiérarchique Niv_2 du réel augmenté. La (co)construction mentale d'une structure présuppose l'existence d'un ensemble et précède toute (co)construction éventuelle d'un système. **29, 269**

(sur/sous-)structure (Q_2), un méta-questionnement structurel du modèle architectural M_1 qui concerne la modélisation statique du modèle Mod_2 et qui suppose trois autres questionnements : les limites $Q_{2.1}$, les éléments $Q_{2.2}$ et les relations $Q_{2.3}$. **274**

sur-détermination (opération de), une opération d'augmentation des moyens menée par le (co)concepteur sur le modèle architectural,

lorsqu'il enrichit le nombre de possibles que porte le projet d'architecture en exacerbant les quantités de ressources, les convergences de sens, les concentrations d'intérêts et de déplacements des artefacts qu'il (co)conçoit. **48**

syllogisme, un raisonnement logique à deux propositions (prémisses) conduisant à une conclusion [Aristote 1992b]. Exemple : prémisses 1 : tous les hommes sont mortels ; prémisses 2 : tous les grecs sont des hommes ; conclusion : tous les grecs sont mortels. **65**

symétrique (relation), une simple juxtaposition ou un rapport d'égalité établi entre notions qui permet l'inventaire des connaissances lorsqu'elles sont classées par groupes en fonction de la similarité visible entre elles et sans présupposé de subordination (A comme B , $A = B$, A avec B , A signale B et donc B signale A ...) (Jorion 1990). Cette relation organise les notions en leur ajoutant trois propriétés : (1) la *réflexivité* : une sorte s'inclut elle-même : $A \subset A$; (2) la *symétrie* : $A \subset B$ peut être égal à $B \subset A$; (3) la *transitivité éventuelle* : $A \subset B$ & $B \subset C \Rightarrow A \subset C$ ou $C \subset A$. Elle est une particularité de la structure des langues (dites) primitives et elle est à distinguer de la relation anti-symétrique. **50**

syndrome, un phénomène ou un caractère qui manifeste indirectement un état ou un changement cachés du modèle architectural M_i . La suppression directe du syndrome ne résout pas le dysfonctionnement structurel sous-jacent. **333**

syn-chronique (structure), un modèle architectural M_i est observé syn-chroniquement lorsque le (co)concepteur (re)cherche des comportements "synchrone" au sein d'un même "palier structural". L'observation syn-chronique permet la spatialisation du système observé. Le plan synchrone (structure) est à distinguer du plan diachronique (histoire). **201**

systématique, une méthode de résolution de problèmes dans laquelle tous les éléments d'un problème à résoudre sont dénombrés et classés exhaustivement dans un certain ordre. La systématisation est alors l'action de rendre systématique une procédure. Cette méthode peut être utilisée par un (co)concepteur qui utilise une approche systémique, mais est à distinguer d'elle. **60**

système (*Syst.*), "un ensemble d'éléments en interaction dynamique orientés en fonction d'un but" (Rosnay 1975). C'est l'entité structurelle de base du niveau de l'émergentisme systémique *Niv*₃ du réel augmenté. La construction mentale d'un système présuppose l'existence d'une structure et donc également d'un ensemble. **30, 293**

(sur/sous-)système (*Q*₃), un méta-questionnement fonctionnel du modèle architectural *M*_i qui concerne la modélisation dynamique du modèle *Mod*₃ et qui suppose neuf autres questionnements : les (sur/sous-)systèmes *Q*₃, les échanges *MEI* *Q*_{3,1}, la pro/inter/rétro-action *Q*_{3,2}, la circularité *Q*_{3,3}, la totalité *Q*_{3,4}, l'émergence *Q*_{3,5}, les règles *Q*_{3,6}, la (méta/sous-)finalité *Q*_{3,7}, l'équi/multi-finalité *Q*_{3,8}, le (dés)équilibre *Q*_{3,9}. **274**

système (théorie des), une théorie apparue dans les années 1950 à partir du structuralisme, de la cybernétique et de la théorie de l'information et de la communication qui modélise les structures logiques implicites de phénomènes, observés en interaction dynamique avec leur contexte. Elle utilise une construction abstraite appelée le système. La théorie des systèmes est parfois appelée la "*general system science*" (théorie générale des systèmes), la "*systems approach*" (approche système), ou la "*systems science*" (science des systèmes). **59**

systémique (approche), une méthode de pensée – complémentaire à l'analytique – qui utilise les outils issus de la théorie des systèmes. L'approche systémique est à distinguer de la méthode systématique. **59**

systémographie, un "instrument de conception-construction de modèles des phénomènes ou des projets rendus complexes" (Le Moigne 1977). En tant que visée *descriptive* menée à partir de l'approche systémique, la systémographie est à distinguer de la systémologie. **81**

systémographier (appareil à), un "instrument de conception-construction de modèles des phénomènes ou des projets perçus complexes" (Le Moigne 1977). Cet outil de modélisation théorique et heuristique comme/par un système (en) général fonctionne en trois étapes : le "cadre" iso-

morphe, le "développement" homomorphe et "l'interprétation". **81**

systémologie, une science qui étudie les systèmes. Elle est la visée scientifique et explicative des phénomènes à partir de l'approche systémique. Le mot *systémologie* est souvent remplacé par le mot *complexité* et elle est à distinguer de la systémographie.

téléologie, une science critique des fins humaines qui a pour objet de décrire un processus dont le déroulement et le résultat ont été dessinés par une intelligence qui poursuit un objectif (Wolff 1729). Elle étudie de manière critique "la transformation permanente des 'points de vue' du modélisateur" : les "processus cognitifs et computationnels de finalisation par rapport auxquels s'élaborent et s'interprètent les comportements des systèmes" (Le Moigne 1977). **320**

téléologique, qualité d'un système dont les finalités sont endo-gènes et reposent sur un comportement intentionnel de sa part. La finalité est alors *projective*. Sans qu'il soit question d'une finalité métaphysique ou théologique, un (co)concepteur peut être considéré téléologiquement dans le sens où il tente de réaliser des projets en (co)opérant notamment sur un modèle architectural *M*_i en *visant* l'architecture, ce dernier étant alors téléonomique. Le mot vient du grec *telos* ("but", "fin") et *logos* ("raison", "parole"). **321**

téléonomique, qualité d'un système dont les finalités sont exo-gènes et ne reposent pas sur un comportement intentionnel de sa part. La finalité est alors *programmative*. La matière vivante est téléonomique en tant qu'elle matérialise un projet pré-programmé sans pour autant suivre une cause finale (Monod 1970). Un modèle architectural *M*_i est téléonomique puisqu'il est programmé par un (co)concepteur téléologique. Le mot vient du grec *telos* ("but") et *nomos* ("loi"). **321**

tiers-exclus, un principe logique qui consiste à disjoindre et à réduire l'ambiguïté d'un problème compliqué en un nombre fini d'éléments simples. C'est le *tertium non datur* aristotélien à la base du paradigme analytique. **63**

tiers-inclus, un principe logique non aristotélien du contradictoire qui englobe le principe traditionnel du tiers-exclus et qui consiste à

conjoindre et relier des polarités pourtant antagonistes (Lupasco 1951). Par opposition à la pensée binaire du dualisme cartésien selon lequel A ne peut être $\bar{A}$, le tiers-inclus est à l'origine de la pensée ternaire tel que développée, par exemple avec le "principe dialogique" (Morin 1990) ou avec la trialectique (Gigand 2010). **63**

thermodynamique, une théorie scientifique qui étudie tous les phénomènes qui dépendent de la température et de ses changements. La reformulation moderne des principaux principes de cette théorie a été élaborée par Herbert B. Callen (1960) : (0) le principe de l'équilibre thermodynamique : deux systèmes thermodynamiques en équilibre avec un troisième sont en équilibre entre eux ; (1) le principe de conservation de l'énergie microscopique dans un système clos : la chaleur est équivalente et peut être intégralement transformée en travail ; (2) le principe d'évolution entropique des systèmes : il est impossible de transformer intégralement une quantité de chaleur en travail. **26**

topique, une théorie des lieux ou des lieux communs (classes générales dans lesquelles sont classées tous les arguments et les développements) (Lalande 1926).

topos (relatif à un lieu donné), une "limite immobile première de l'enveloppant" qui constitue un *lieu*. Métaphoriquement, si un vase contenant de vin illustre le lieu accueillant la chose, le contenant (le vase) et le contenu (le vin dans le vase) font partie d'un tout. Si le vase est différent, le vin qu'il contient n'est plus le même. Le lieu est donc un "vase inamovible". C'est donc un espace qui trouve son origine dans la chose même qui s'étend [Aristote 2002]. **41**

totalité ($Q_{3,4}$), un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur interroge la dialogique entre le tout (la structure) et les parties du modèle (les éléments). Lorsque le modèle est consistant, toutes les parties sont nécessaires à la (co)construction du tout, et inversement, ce dernier est nécessaire pour donner sens à chacune d'elles. **312**

triade (d'Alberti), Leon Battista Alberti a actualisé la célèbre triade de Vitruve dans ses dix livres de *L'art d'édifier* (1442-52), elle comprend alors les termes *voluptas* (volupté

ou plaisir des sens), *necessitas* (nécessité) et *commoditas* (commodité). **24**

triade (de Vitruve), Marcus Vitruvius Pollio a énoncé une triade célèbre au I^{er} siècle av. J.-C. qui comprend les termes *venustus* (belle), *firmitas* (forte/pérenne) et *utilitas* (utile). **23**

tria-lectique, un outil dynamique de (co)construction du réel augmenté par le jeu d'oppositions entre trois pôles constitués de propositions antagonistes en opposition. Une trialectique comprend donc trois dialectiques résolues par ce qui pourrait être qualifié de tria-logue ou plus simplement de dialogue à trois. Les antagonismes disparaissent lorsque la synthèse (ou le principe d'union) est révélée à un niveau logique supérieur. Ce concept étend la dialectique de Friedrich Hegel (1806-07) initialement prévue pour deux termes à trois termes. **8**

tria-logique, un outil dynamique de (co)construction du réel augmenté par le jeu d'oppositions entre trois pôles constitués de propositions antagonistes et (re)liés par des boucles d'information. Une trialectique comprend donc trois dialogiques. Les antagonismes demeurent, ils permettent l'émergence d'un principe directeur à un niveau logique différent. Ce concept étend la dialogique d'Edgar Morin (2004) initialement prévue pour deux termes à trois termes. Parmi d'autres possibles, sept trialogiques sont définies ici : les trialogiques des mondes logiques ($Trial_1$), des architectures ($Trial_2$), des espaces logiques ($Trial_3$), des niveaux d'organisation ($Trial_4$), des constructions élémentaires ($Trial_5$), des flux universels ($Trial_6$) et des lieux topique/pantopique/atopique ($Trial_7$) ; celles des mondes logiques ($Trial_1$) a permis de dégager indirectement deux autres trialogiques sous-jacentes : culture/pensée/nature ($Trial_{1,1}$) et système socioculturel / être (auto)organisé / éco-système ($Trial_{1,2}$). **8**

type logique (architectural), un type d'élément distingué des autres à l'aide d'un ou de plusieurs caractères abstraits par un (co)concepteur. Les types logiques permettent de (re)grouper des éléments de même nature en classe des objets pour les étudier. **221**

types logiques (théorie mathématique des), une théorie mathématique développée par Bertrand Russell & Alfred N. Whitehead (1910-

13) qui étudie les rapports entre les classes et les membres et dont les deux principaux théorèmes sont : (1) s'il existe entre des classes une relation d'*inclusion*, celle-ci ne peut s'étendre extensionnellement qu'entre classes de même type : Classe (A) $\subset$ Classe (B) et (2) s'il existe entre des classes une relation d'*appartenance*, elle concerne un rapport entre une entité et une autre de type supérieur au sien : Élément (a) $\in$ Classe (A). **221**

Umwelttheorie (théorie du rapport à l'environnement), une théorie biologique qui étudie l'*Umwelt* (un environnement subjectif, un univers ou un monde vécu) des êtres vivants (animaux et humains) en fonction de leur rapport avec l'environnement par l'action et la perception de caractères sur/depuis les phénomènes. Les animaux dits supérieurs ont la capacité d'intérioriser le *Gegenwelt* (mode opposé, monde réplique) qui les entoure au sein d'un *Umwelt* (monde intérieur). L'*Umwelt* possède une temporalité propre et il comprend un *Merkwelt* (monde de la perception, monde caractéristique) et un *Wirkwelt* (monde de l'action, monde agi). Des animaux d'espèces différentes peuvent partager un environnement réel similaire, mais intériorisé différemment (Uexküll 1934). **239**

vérifiabilité (critère de), un critère de démarcation classique entre science et non science proposé par les positivistes logiques qui permet de dire qu'un énoncé est *vrai* lorsque dans des conditions appropriées, il est possible d'en apporter la preuve, c'est-à-dire si l'observation ou l'expérimentation permet de montrer que l'énoncé correspond aux faits. **71**

vérité-cohérence, critère de validation des connaissances *rationnel* selon lequel si des axiomes arbitrairement posés ne se contredisent pas l'un l'autre, ils sont vrais et ils existent dans la pensée. **67**

vérité-correspondance, critère de validation des connaissances *naturel* selon lequel un jugement est *vrai*, parce que ce qu'il énonce *correspond* à la (co)conception du réel de celui qui l'énonce. **67**

viser (l'architecture), le (co)concepteur vise l'architecture en tant que domaine, parce qu'il le sollicite *intentionnellement* lorsqu'il poursuit sa (méta)finalité. Il la vise également parce qu'il a peu de prise réelle sur le do-

maine de connaissances qui lui préexiste nécessairement en tant que partition intersubjective du réel augmenté.

vitalisme, une doctrine qui admet que les phénomènes de la vie diffèrent des phénomènes physiques et chimiques, et qu'ils manifestent l'existence d'une *force vitale* qui ne peut être réduite à ces mêmes phénomènes. Le vitalisme est opposé au causalisme et cette opposition a pu être dépassée par l'émergentisme. **124**

voie d'utilisation (des médias), modalité d'utilisation des médias Md_i produites à partir du modèle architectural M_i à chaque étape conséquente du processus de (co)conception ou lorsque le (co)concepteur estime que le projet d'architecture est terminé. Trois voies d'utilisation ont été développées ici : les voies "spéculative", "descriptive" et "prescriptive" (Estevez 2001). **173**

zone d'influence ($Q_{1.1}$), un questionnement fonctionnel du modèle architectural M_i par lequel le (co)concepteur interroge les zones d'interaction potentielles entre des éléments, ou entre des champs de forces qui montrent les transcendances imaginaires superposées aux éléments rencontrés dans l'espace de l'architecturer (Esp_2). **253**