

DE LA CRISE DE L'ÉCHELLE EN CONCEPTION ARCHITECTURALE À L'OPÉRATION FONDAMENTALE DE MISE À L'ÉCHELLE DU RÉEL

Auteur :

Prof. Damien CLAEYS

Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI)

Laboratoire Théorie des systèmes en architecture (tsa-lab)

Université catholique de Louvain (UCLouvain)

damien.claeys@uclouvain.be

Résumé :

Quand l'être humain pose des actes de la vie quotidienne, il construit une conduite pour agir. Et quand l'architecte conçoit un projet d'architecture, il établit des stratégies de modélisation. Dans les deux cas, le processus passe inévitablement par la réduction de la complexité du réel pris en compte et par l'usage d'outils de représentation.

Confronté aux limites perceptives de la conscience, l'être humain développe pour agir une configuration augmentée, évolutive et opérationnelle du réel. De là, pour le rendre intelligible, l'architecte structure l'espace de conception à l'aide d'outils conceptuels tels que des échelles.

L'expression du réel mis à l'échelle à l'aide des outils de dessin traditionnels semble parfaitement objective, mais n'est-ce pas un mythe ? Surtout si le concept d'échelle est étendu à d'autres dimensions que la seule taille de représentation de l'édifice. Inversement, les outils numériques ne sont-ils pas accusés (trop) facilement de provoquer une crise de l'échelle ?

Mots-clés :

architecture, conception, échelle, crise, représentation, modèle, réel, réalité, réalité virtuelle, réalité augmentée

Depuis plus d'une décennie, au minimum, une sentence semble faire l'unanimité dans les ateliers d'architecture : le dessin numérique est régulièrement accusé de provoquer une *crise de l'échelle*. Bien qu'assénée avec conviction, cette condamnation unilatérale fait écho – caricaturalement – aux études de théoriciens préoccupés par les enjeux de l'irruption du numérique en conception architecturale. Ainsi, assis toute la journée face à un moniteur sur lequel "les formes semblent flotter sans dimensions prédéfinies" (Picon, 2010), le concepteur de projets d'architecture attribuerait difficilement des mesures réelles aux formes pixellisées qui défilent devant lui. Si bien que, lorsqu'il dessine des formes sur l'écran, le concepteur deviendrait incapable de les mettre en rapport avec les implications matérielles et structurelles que celles-ci auront sur la construction réelle de l'édifice projeté. De plus, la "géométrie non conventionnelle", l'"échelle incertaine" et les "lignes dynamiques" des "projets numériques" brouillerait "la distinction traditionnelle entre infrastructures et bâtiments", ce qui s'accompagnerait d'une "perte d'influence de la structure comme fil conducteur de la conception". La "crise de l'échelle" serait donc concomitante à une "crise de la tectonique" (Picon, 2007, 2010).

Bien que l'échelle graphique apparaisse sur les plans des praticiens, que le mot soit couramment utilisé dans le discours disciplinaire et que le concept ait été fondamental dans la tentative de

fondation d'une "architecturologie" (Boudon, 1971), la définition du concept d'*échelle* en architecture est finalement peu développée¹.

Plutôt que de tenir pour acquis que le dessin numérique provoquerait une *crise de l'échelle*, le présent essai spéculatif tente de définir le concept général d'*échelle*, de la singulariser pour l'architecture, de déterminer s'il est en crise (ou non).

Origine étymologique et symbolique du concept d'*échelle*

En architecture, le sens usuel du mot *échelle* est terriblement réduit. Une courte étude historique de son étymologie et de symboliques qui lui ont été associées dévoile pourtant la richesse sémantique du concept.

Étymologiquement, le mot *échelle* vient du mot latin *scala* (gradation, échelle, escalier), du grec *climax* et de l'hébreu *sullâm*. En prolongement des idées de l'Antiquité, le monde moyenâgeux est organisé à l'aide d'une *scala naturæ* [échelle des êtres], présentant une évolution linéaire et hiérarchique – depuis le minéral, en passant par l'humain, jusqu'à Dieu – et formant une théologie naturelle en accord avec les traités théologiques tels que l'*Échelle sainte* (VI^e-VII^e s.) de saint Jean Climaque². Cette conception du monde aura un grand succès à la Renaissance et ce n'est qu'au XIX^e siècle que Charles Darwin la remettra en cause. Le mot *eschiele* apparaît chez Chrétien De Troyes au XII^e siècle et le mot *eschelle* est attesté au XIV^e siècle. Le mot *échelonner* est synonyme de *ranger* au XV^e siècle. Des échelles graphiques apparaissent sur les cartes maritimes dès le XIII^e siècle, bien avant les grandes découvertes du XV^e siècle. Tiré du provençal *escala*, le mot *escale* est littéralement le lieu où l'on mettait une échelle pour débarquer, tandis que les "échelles du Levant" (Guillet, 1678) désignent les ports commerciaux de l'Empire ottoman³. Plusieurs sens du mot *échelle* sont définis dans l'*Encyclopédie* (Diderot & d'Alembert, 1755) du point de vue des mathématiques et l'une de ses acceptions concerne la géographie et l'architecture⁴. Dans son *Dictionnaire historique d'architecture* (1832), Quatremère de Quincy définit également le mot, à la fois, en mathématiques, en architecture et en tant que symbole⁵. Tandis que dans son *Dictionnaire de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle* (1861), Viollet-le-Duc définit une échelle *relative* qui dépasse la simple correspondance mathématique entre un édifice et sa représentation⁶. Les expressions *échelle sociale* et *échelle*

¹ Et ce n'est pas nouveau : "Ce principe, qui paraît si naturel et si simple au premier abord, est cependant un de ceux sur lesquels les diverses écoles d'architecture (de notre temps) s'entendent le moins." (Viollet-Le-Duc, 1861, article *échelle*, pp.143-153)

² Ce moine syrien est appelé saint Jean Climaque, littéralement saint Jean *de l'échelle*, du mot grec *climax* (échelle) parce qu'il serait l'auteur d'un traité théologique appelé l'*Échelle sainte* (ou l'*Échelle du Paradis*) et écrit vers 600 qui, méthodiquement et en trente degrés, expose l'itinéraire spirituel nécessaire pour mener une vie monastique.

³ "Échelle ou étape est un port ou lieu de trafic. Le mot d'échelle ne se dit que sur la Méditerranée. Smyrne et Alexandrie sont les deux plus fameuses échelles du Levant, et il y a peu de nations maritimes de la chrétienté qui n'y établissent un consul, des facteurs, un magasin, et un bureau." (Guillet, 1678, p.136)

⁴ En mathématiques, l'échelle est "une ou plusieurs lignes tirées sur du papier, du carton, du bois, du métal, ou toute autre matière, divisées en parties égales ou inégales". Ces échelles sont "fort utiles" quand "on veut représenter en petit & dans leur juste proportion, les distances que l'on a prises sur le terrain". Mais il en existe de "différentes espèces", "appropriées à différents usages". En géographie et en architecture, une échelle est "une ligne divisée en parties égales, et placée au-bas d'une carte, d'un dessin, ou d'un plan, pour servir de commune mesure à toutes les parties d'un bâtiment, ou bien, à toutes les distances et à tous les lieux d'une carte". (Diderot & d'Alembert, 1755, v, pp.248-254)

⁵ Entre autres, il définit d'abord l'échelle comme une "machine portative servant à monter et à descendre, à défaut d'escalier". Puis l' "échelle de dessin (de plan ou de carte...)" comme "une ligne divisée et subdivisée en parties égales, pour servir à mesurer et à juger la grandeur des objets que ces dessins représentent. Les parties de l'*échelle* sont des toises, des pieds, des modules..." Et l' "Échelle sainte" – de l'expression italienne *scala santa* qui devrait, selon lui, être traduite plutôt par *escalier saint* – qui désigne un escalier en vingt-huit degrés que les pèlerins doivent monter à genoux à Rome (Quatremère de Quincy, 1832, pp.551-552).

⁶ "Nous ne parlons pas ici de l'échelle dont se servent les ouvriers pour monter sur les échafauds, non plus des échelles qui étaient en permanence sur les places réservées aux exécutions [...]. Nous ne nous occupons que de l'*échelle relative*. En architecture, on dit 'l'échelle d'un monument... Cet édifice n'est pas à l'échelle'." (Viollet-Le-Duc, 1861)

barométrique apparaissent respectivement aux XVIII^e et XIX^e siècles. Le mot *climax* est encore utilisé aujourd'hui pour désigner le point d'arrivée orgastique d'une succession d'états dans le temps.

Symboliquement, l'échelle est "l'instrument imaginaire de l'élévation spirituelle, intellectuelle et morale" (Battistini, 2002). Elle enrichit la symbolique de la verticalité et des rapports complexes entre le ciel et la terre. Ce concept est utilisé dans de nombreux mythes à toutes les époques et dans toutes les cultures⁷.

À l'horizontalité perçue comme la surface de la répartition *quantitative*, la verticalité symbolisée par l'échelle est perçue comme la ligne de l'élévation *qualitative*. Si la profondeur symbolise l'échelle de valeur de la dimension d'un être vu de l'intérieur, la hauteur symbolise celle de la dimension d'un être vu de l'extérieur. L'échelle apparaît donc dans l'art comme "le support imaginatif de l'ascension spirituelle" (Chevalier & Gheerbrant, 1969, pp.383-387).

L'échelle symbolise, à la fois, l'*ascensus* (ascension) et le *descendus* (descente) puisqu'elle fournit "une voie de communication à double sens, entre différents niveaux" (Chevalier & Gheerbrant, 1969). Elle symbolise également les échanges et les allées et venues entre le ciel et la terre. L'idée d'un contact primordial entre le ciel et la terre anciennement rompu, dont le contact est maintenu grâce à une échelle, est quasiment universelle. Présentes dans de nombreux mythes et légendes, elle prend des formes très diverses. Elle est matérielle (par exemple, une montagne), immatérielle (par exemple, un arc-en-ciel) ou encore spirituelle (par exemple, les degrés de la perfection intérieure). Elle joue un rôle semblable à d'autres symboles tels que l'*arbre du monde*, l'arbre du bien et du mal, l'*axis mundi* ou l'arbre de la connaissance. Elle est donc explicitement considérée comme un moyen de communication entre l'homme et le/les dieu(x).

Le symbole de l'échelle indique une hiérarchie, un mouvement entre deux étages principaux, de la condition terrestre à l'état angélique. L'ascension est graduelle et le passage de la terre au ciel se fait par une succession d'échelons hiérarchisés (états spirituels, initiatiques, de sagesse ou de connaissance). L'échelle symbolise également la valorisation, tout progrès est perçu comme une montée et celui qui gravit les échelons passe par des étapes, des états provisoires qui ne sont pas des états de repos, mais des moments où la *beauté* du but poursuivi rassure le voyageur et l'encourage à continuer son chemin et à faire face aux obstacles qu'il doit accepter. À chaque étape le voyageur doit perdre quelque chose, se dépouiller un peu plus, mener une ascèse, et sa marche en sera facilitée. Dans de nombreux exemples, le choix du nombre d'échelons constituant l'échelle n'est pas aléatoire et le nombre sept est souvent présent.

⁷ Ainsi, dans la tradition égyptienne, le *Livre des morts* égyptien fait allusion à l'échelle de Rê qui relie la terre au ciel et qui permet de voir les dieux. Dans des textes perses, grecs et hindous, une échelle de métaux à sept échelons est utilisée au cours de l'initiation mithriaque pour symboliser des degrés de l'ascension mystique. Dans la tradition platonicienne, la symbolique de l'échelle est déjà présente dans la description philosophique de l'ascension de l'âme, partant du monde sensible, vers le monde intelligible des Idées, en s'élevant de degré en degré. Au Japon, la déesse du Soleil Amaterasu se sert de l'*échelle du ciel* pour communiquer avec notre monde alors que son frère Susanoo n'a plus accès aux cieux lorsque cette dernière est brisée. Dans les traditions tibétaines et indiennes, Bouddha descend également le mont Meru considéré comme une immense échelle permettant d'accéder au ciel. Chez les amérindiens l'arc-en-ciel représente le chemin des morts et il est souvent représenté par une échelle, une voie ascendante/descendante qui permet la communication entre les habitants du ciel et de la terre. Durant des transes au cours desquelles leurs âmes voyageraient vers les esprits, les chamans sibériens usent d'une échelle représentée symboliquement par un bouleau aux sept encoches. Dans la Bible, elle est représentée de différentes manières (Christ, croix, homme, arbre, montagne, monastère...), l'échelle symbolise les ascensions de toute âme pure depuis la terre vers le ciel, de l'enfer au paradis (l'âme du baptisé, le Christ, le prophète Isaïe...) au point que certains monastères cisterciens portent le nom de Scala Dei (échelle vers Dieu) soulignant l'ascension spirituelle des moines qui y habitent par la pratique répétée de la prière. Dans le Coran, après avoir accompli l'*isrâ* (voyage nocturne) entre les mosquées de la Mecque et de Jérusalem, le prophète Mahomet entame le *miraj* (échelle, ascension) lorsqu'il monte aux cieux puis descend aux enfers en compagnie de l'ange Gabriel sur une monture appelée Bouraq...

Gravir une échelle méthodiquement pour acquérir des connaissances

L'observation des origines étymologiques et symboliques du concept d'*échelle* démontre la richesse sémantique du mot qui ne dénote pas uniquement la présence d'un dispositif en bois permettant de se déplacer en hauteur à l'aide d'échelons. Il symbolise pour le voyageur qui l'emprunte une montée et/ou une descente verticale qualitative entre différents niveaux logiques pour maintenir un contact primordial – anciennement rompu – entre la terre et le ciel, entre perception des sens et pleine conscience. L'échelle est le franchissement d'une succession de niveaux distincts dans le temps, de degré en degré, chaque échelon figurant une progression, un effort pour élargir le champ de la conscience, une volonté d'acquérir des connaissances à des niveaux de réalité toujours plus précis.

La symbolique du voyageur parcourant les échelons d'une échelle éclaire la situation du concepteur orientant un processus de conception architecturale. Trois jalons européo-centrés de l'histoire peuvent être évoqués pour consolider cet éclairage : l'idéalisme platonicien de l'Antiquité, la théologie chrétienne du Moyen Âge et l'hermétisme philosophique de la Renaissance.

Dans la tradition platonicienne, la symbolique de l'échelle est sous-jacente à la description philosophique de l'ascension de l'âme, qui s'élève de degré en degré, en partant du monde sensible, vers le monde intelligible des Idées. Dans *La République* (livre VII), Platon expose sa célèbre allégorie de la caverne (cf. figure 1). Il affirme 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, alors qu'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. Il doit accéder par l'esprit et non avec les yeux aux réalités intelligibles (les Idées). Pour cela, il doit accoutumer ses yeux à la lumière et sortir de ses habitudes ce qui demande des efforts parce que l'expérience et le partage de la connaissance s'exercent difficilement) : le corps affecté des limites de ses organes perceptifs est alors la *caverne* de l'âme.



Fig. 1 – Pieter Jansz Saenredam, *Allégorie de la caverne*, 1604.

Dans la tradition chrétienne, la symbolique de l'échelle apparaît à plusieurs reprises dans la Bible. Ainsi dans le songe de Jacob, les anges montent et descendent le long d'une échelle, la terre et le ciel semblent pouvoir communiquer aisément, mais seuls les anges peuvent la parcourir. Si l'homme de la terre – représenté par Jacob – veut atteindre le ciel, il doit acquérir les qualités de l'ange (cf. figure 2.1)⁸. Au-delà de ces récits imagés, les Pères de l'Église considèrent l'échelle comme une

⁸ "Jacob partit de Beer Schéba, et s'en alla à Charan. Il arriva dans un lieu où il passa la nuit; car le soleil était couché. Il y prit une pierre, dont il fit son chevet, et il se coucha dans ce lieu-là. Il eut un songe. Et voici, une échelle était appuyée sur la terre, et son sommet touchait au ciel. Et voici, les anges de Dieu montaient et descendaient par cette échelle. Et voici,

méthode selon laquelle le croyant franchit les différents niveaux d'une hiérarchie à l'aide d'exercices spirituels pour rejoindre le ciel⁹.

À la Renaissance, l'allégorie de la montée dans les sphères du savoir est régulièrement représentée. Ainsi dans la gravure *Melancolia I* (1514) d'Albrecht Dürer (cf. figure 2.2), une échelle placée en arrière-plan évoque le lien avec d'autres niveaux de conscience, comme dans le songe de Jacob et l'échelle des savoirs du Moyen Âge. De même, dans l'illustration de la première encyclopédie imprimée, le *Margarita Philosophica nova* (1515) de Gregor Reisch (cf. figure 2.3), la Grammaire – personnifiée par une jeune femme – prend par la main un enfant pour le conduire à l'école. Elle ouvre la porte de l'édifice, comme elle ouvre la conscience de l'enfant à la connaissance. Les différents étages du bâtiment sont hiérarchisés de la terre au ciel. L'enfant devra passer par la petite école, puis par le collège et par l'université, avant d'atteindre au dernier étage, le point culminant de son apprentissage réservé à la théologie. D'où le lien étroit entre les mots latins *schola* (école) et *scala* (gradation). Enfin, dans *Utriusque Cosmi Historia* (1619), Robert Fludd (cf. figure 3.1) reprend le récit biblique du songe de Jacob et il représente une échelle comprenant sept échelons – autant de niveaux de conscience ou de voies de la connaissance – reliant la terre (le bas) à Dieu (le haut) : *sensus* (perception, monde des sens), *imaginatio* (imagination, monde intérieur de l'imagination), *ratio* (raison, pensée disciplinée), *intellectus* (intellect, organe interne de la connaissance), *intelligentia* (intelligence, objet de la connaissance intérieure directe), *verbum* (verbe, ouvre le royaume supracéleste) et le dernier échelon correspondant à Dieu n'est pas matérialisé, parce que "Dieu est inconcevable" (Roob, 1997). Dans cette philosophie de la nature liée à l'hermétisme de la Renaissance, l'être humain est un maillon essentiel entre Dieu et le bas monde.



Fig. 2 – 1. Le songe de Jacob, Bible du XII^e siècle. 2. Albrecht Dürer, *Melancolia I*, 1514.
3. Gregor Reisch, *Margarita Philosophica nova*, 1515.

l'Éternel se tenait au-dessus d'elle ; et il dit : Je suis l'Éternel, le Dieu d'Abraham, ton père, et le Dieu d'Isaac. La terre sur laquelle tu es couché, je la donnerai à toi et à ta postérité. [...] Jacob s'éveilla de son sommeil et il dit : Certainement, l'Éternel est en ce lieu, et moi, je ne le savais pas ! Il eut peur, et dit : Que ce lieu est redoutable ! C'est ici la maison de Dieu, c'est ici la porte des cieux !" Genèse 28, 10-17 (trad. Louis Segond, 1910).

⁹ Parmi d'autres possibles, Jean Chevalier et Alain Gheerbrant (1969) citent quelques extraits : l'échelle est "une gradation soigneuse des exercices spirituels, franchis échelons par échelons" (saint Jean Climaque, *L'Échelle sainte*, VI^e-VII^e s.). "L'échelle de ce royaume est cachée au-dedans de toi, de ton âme. Lave-toi donc du péché et tu découvriras les degrés par lesquels monter" (saint Isaac le Syrien, VII^e s.). "De la sorte [on] arrivera à s'élever de la terre pour monter jusqu'au ciel" (Saint Syméon le Nouveau Théologien, X^e-XI^e s.).

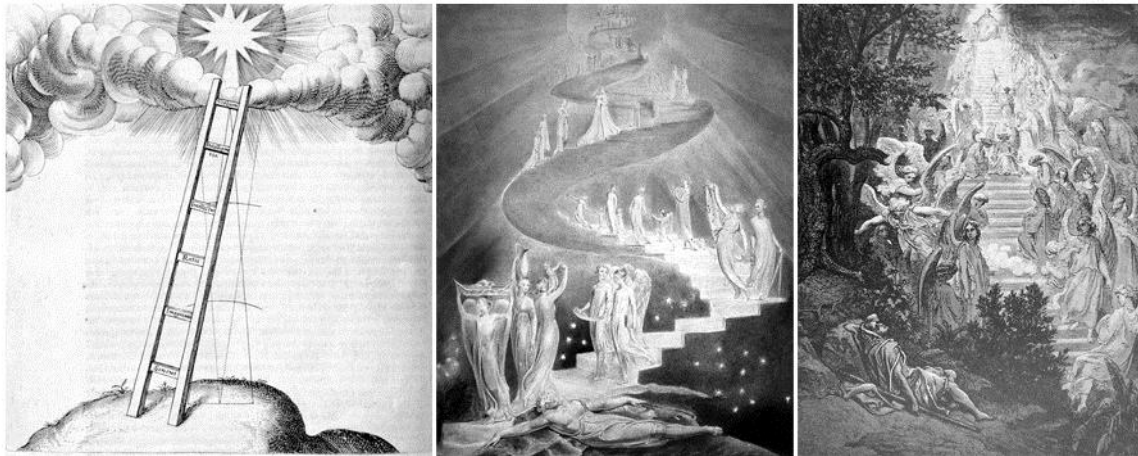


Fig. 3 – 1. Robert Fludd, *L'échelle de Jacob*, *Utriusque Cosmi Historia*, II, a, 1, 1619, p.272. 2. William Blake, *L'échelle de Jacob*, vers 1800-1805. 3. Gustave Doré, *Le songe de Jacob*, Gravure de la bible de Tours, 1866.

Au début de la Renaissance, le lien prétendument rompu entre la terre et le ciel sert de prétexte à la mise en scène avantageuse de l'architecte, à une époque où il tente de conquérir un nouveau statut professionnel et de faire de la discipline architecturale un *ars liberalis* [art libéral] à part entière.

Ainsi, dans la première édition en latin du *De architectura libri decem* [Les dix livres d'architecture]¹⁰, Cesare Cesariano (1521) insère son autoportrait dans la gravure *Mundi Electiva Caesaris Caesarani Configurata* (cf. figure 4.1). Identifié par les attributs de la règle et du compas, un architecte porte sur son dos l'inscription *Exigitur tandem a Paupertate Doctus*. Devant lui se trouvent les allégories féminines de l'Audace et de la Prudence ; alors que, derrière lui, la Calomnie portant l'inscription *Dira paupertas* [extrême pauvreté] tente de l'atteindre. Le regard de l'architecte croise celui du personnage fictif d'Hermès Trismégiste. Ce dernier agit comme médiateur entre l'humain et Dieu et il personnifie ici une échelle entre la terre et le ciel. Il désigne également la sentence *sic fata volunt* [ainsi veulent les destins] (Baridon, 2008)¹¹. Avec cet autoportrait complexe, Cesare Cesariano montrerait que, face aux critiques de son entourage le jugeant plus célèbre pour sa traduction que pour son œuvre architecturale, il s'identifie à Vitruve, comme "un architecte vertueux qui construisait peu, mais travaillait à sa postérité par la pratique de la théorie" (Baridon, 2008)¹².

De même, dans l'*Allégorie du trait* (cf. figure 4.2) du *Premier tome de l'Architecture* (1567-1568), Philibert de L'Orme glorifie l'architecte qui s'extrait – non sans difficultés – de la grotte obscure du Moyen Âge vers la palme de la Renaissance, grâce à sa science et à ses outils (le grand compas de

¹⁰ Dans la tradition du traité d'architecture de la Renaissance lancée par Leon Battista Alberti avec son *De Re aedificatoria* [L'art d'édifier] (1442-1452), Cesare Cesariano propose en 1521 sa version des fameux *De architectura libri decem* [Les dix livres d'architecture] que Marcus Vitruvius Pollio dit Vitruve aurait rédigé au I^{er} siècle avant J.-C. "Dans les premiers ouvrages imprimés comme dans les traités manuscrits, le texte de Vitruve est la matrice des représentations de l'architecte. Les éditeurs, traducteurs ou commentateurs ont eux aussi voulu placer leur image en relation avec ce texte canonique." (Baridon, 2008, p.162)

¹¹ À partir du III^e ou du II^e siècle avant J.-C., des textes grecs attribués au personnage mythique d'Hermès Trismégiste apparaissent dans l'Égypte hellénistique. Il s'agit d'un ensemble hétéroclite de textes (les Hermetica) à caractère parfois alchimique, mais aussi magique, astrologique ou médical, qui culmine avec les traités mystico-philosophiques du *Corpus Hermeticum* (II^e ou III^e siècle). Hermès Trismégiste est un faux personnage historique identifié rétrospectivement par les grecs au dieu égyptien Thot, détenteur de toutes les connaissances et fondateur des sciences, puis assimilé à leur dieu Hermès, avant que les romains identifient Hermès à leur dieu Mercure. Dans la mythologie gréco-romaine, Hermès est le messager rusé de Zeus.

¹² Selon le récit douteux de Giorgio Vasari (1550; 1568, tome III, pp.91-92) : "Désireux de voir quelque monument remarquable, il courut visiter la cathédrale de Milan où se trouvait Cesare Cesariano, bon géomètre et architecte distingué, qui commenta Vitruve. Ce Cesare, désespéré de ne pas recevoir le salaire de ses travaux, refusa de les continuer, devint furieux, et mourut dans un état déplorable, ressemblant plus à une bête sauvage qu'à un homme."

l'appareilleur étant déjà un symbole moyenâgeux)¹³. La gravure est entourée par la sentence *Artificem doctum discrimina mille morantur, dum celer ad palmam quærit ab arte viam*, que Philibert de L'Orme traduit lui-même dans son texte par "De mille peines et mille empêchements est retardé l'Artisan docte et sage, quand par son Art, savoir et instruments, il cherche vers la Palme le passage". La caverne évoque le lieu d'étude, de contemplation et de solitude ; les cailloux pointus éparpillés sur le sol symbolisent les difficultés et les obstacles ; la palme indique le but que l'architecte doit poursuivre pour obtenir la gloire, l'honneur et la victoire. Pour Philibert de L'Orme, l'architecte doit acquérir le savoir secret de l'art du trait pratiqué par les maîtres maçons du Moyen Âge depuis la fin du XII^e siècle – et considéré comme un art mécanique – pour que l'architecture acquière son nouveau statut d'art libéral, pour qu'il puisse maîtriser ses chantiers et connaître renommée et honneurs (Potié, 1996). L'art du trait devient alors une science de l'architecte inscrite sous le patronage d'Hermès Trismégiste dont le buste trône au-dessus de la gravure, entre le caducée désignant le caractère mercurien des sciences et des arts et la trompette de la renommée qu'un artisan peut espérer avec son talent. Le parallèle est évident entre cette scène et la montée progressive dans les sphères du savoir symbolisée par le mythe de la caverne platonicienne.

Derrière les récits mythiques et les allégories classiques des traités d'architecture, s'extraire étape par étape de la caverne en montant vers la lumière, voyager à travers les échelons d'une échelle, ce serait développer une méthode structurée pour acquérir des connaissances et tenter de se rapprocher de la pleine conscience du réel. Ces représentations positives de l'architecte – agissant par la force de son intellect avec son corpus théorique (traités) et ses outils de représentation (compas, équerre, gabarits) – démontrent publiquement que l'architecture est un art libéral dont la respectabilité est garantie par la capacité de l'architecte à penser, à représenter et à projeter des édifices *avant* leur construction.

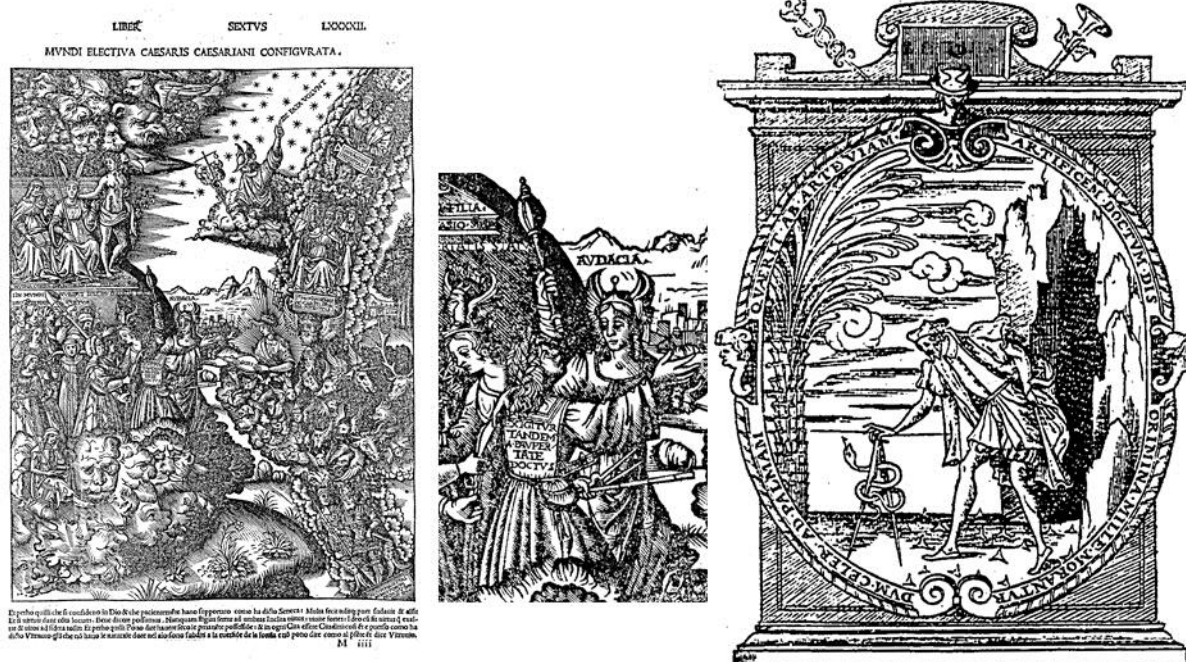


Fig. 4 – 1. Cesare Cesariano, *Mundi Electiva Caesaris Caesarani Configurata*, *De architectura libri decem* [Les dix livres d'architecture], Côme, 1521, Livre VI, LXXXII. 2. Philibert de L'Orme, *Allégorie du trait*, *Premier tome de l'Architecture*, Livre III, Paris : F. Morel, 1567-1568, p.112.

¹³ L'outil entravé par le serpent symboliserait, à la fois, la Prudence avec laquelle le grand compas de l'appareilleur doit tracer l'épure en vraie grandeur (rapport cercle/circonspexion, prise de mesure et de report exacts, en latin, la *prudencia* (expérience) est le symbole de la raison) et la finesse du jugement pratique, à l'image du caducée d'Hermès Trismégiste dans le traité de Cesariano.

Un outil de structuration du réel augmenté *R'*

En partant de l'hypothèse que la réalité est une construction mentale, il n'existe pas une réalité mais de multiples réalités. Une réalité différente se trouve dans chaque conscience individuelle et chacune d'elles évolue dynamiquement en fonction de la personnalité et des expériences de celui qui la pense. Comme déjà démontré à plusieurs reprises, la distinction entre le réel et les réalités est inhérente à la condition humaine et l'"*homo* doublement *sapiens*" (Claeys, 2017) (re)configure constamment un "réel augmenté" (Claeys, 2013, 2015, 2016, 2017)¹⁴.

Pour synthétiser, une modélisation heuristique représente une boucle dynamique génératrice du réel augmenté *R'* émergeant à partir de l'activité d'une autre boucle dynamique dans le réel *R* (cf. figure 5) :

- une première boucle stimulation/action est à l'œuvre entre l'environnement et le corps biologique de l'être humain. Les stimuli physiques – les *inputs* – viennent, à la fois, de l'extérieur (du contexte) et de l'intérieur (du corps). Les stimuli excitent les récepteurs des organes sensoriels, les capteurs extérieurs (yeux, oreilles, peau, langue, nez) et internes (sensibilité viscérale des organes, surface cutanée, proprioception des articulations et des muscles) en variant l'état des nerfs sensoriels. À partir d'un traitement de l'information brute, le corps produit une *synesthésie* des sens pour construire une *sensation* psychologique¹⁵ ;
- une seconde boucle interprétation/projection est active entre l'image mentale que possède l'être humain de son environnement et celle qu'il a de son propre corps en relation avec cet environnement. Le cerveau décode la sensation par un processus de perception externe et interne (la perception rend intelligible la sensation en identifiant une signification à la source de celle-ci) et il opère une *synthèse* des informations parfois contradictoires, archivées dans ses mémoires et décodées par la perception, avant de concevoir ses actions futures.

La première boucle est l'expression d'un substrat biologique – par analogie, un *hardware* – qui fonctionne par "computation", alors que la seconde boucle est la représentation d'une émergence cognitive – par analogie, un *software* – qui fonctionne par "cogitation" (Morin, 1986)¹⁶.

À première vue, dans ce schéma spéculatif, les processus biologiques (computation) et cognitifs (cogitation) sont continus dans le temps. Mais le sont-ils réellement ?

Le processus de *computation* chez l'être humain est apparemment continu, mais la transmission des influx nerveux au sein du processus est discontinue.

¹⁴ Le réel augmenté est "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 – qui ne font pas partie du réel – telles que les réalités perçue, conçue, vécue, mythique, objective, subjective, intersubjective..." (Claeys, 2013). Contrairement à la *réalité augmentée* qui nécessite des moyens techniques pour surimposer des informations au réel perçu, le réel augmenté est produit directement par notre conscience.

¹⁵ Le mot *synesthésie* venant du latin *syn-* (avec, union) et *aesthesis* (sensation) est utilisé ici par analogie pour exprimer en un mot le croisement des cinq sens. Mais la vraie synesthésie est neurologique et involontaire. Elle vient des récepteurs sensoriels qui réagissent à une excitation venue de l'extérieur du corps biologique.

¹⁶ Pour Edgar Morin (1986, pp.122-123), le *cogito ergo sum* cartésien doit être complété en un *cogito ergo computo ergo sum*, pour montrer l'existence de deux niveaux logiques dialogiques (qui ne peuvent exister l'un sans l'autre) le *computo* – cerveau (présent chez tous les êtres vivants) et le *cogito* – esprit (présent chez les humains).

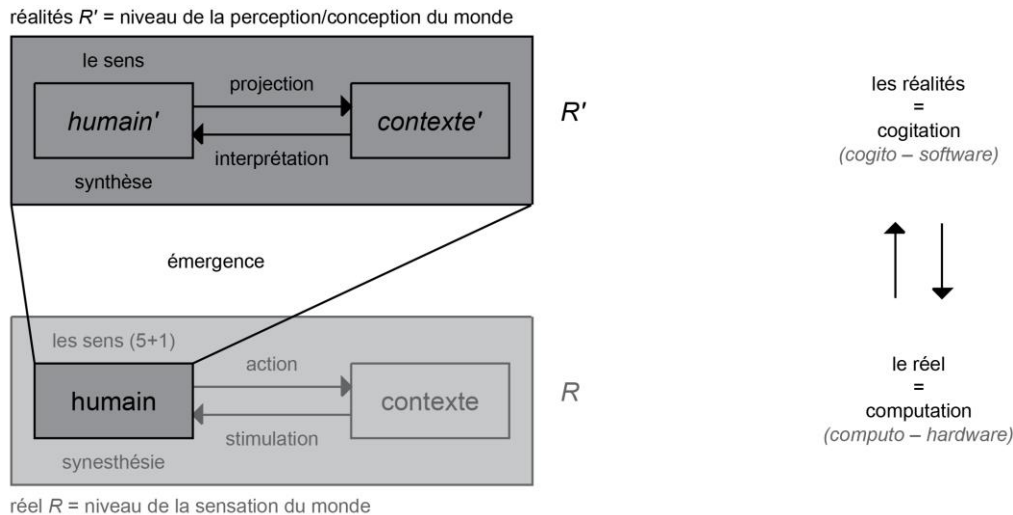


Fig. 5 – Damien Claeys, L'émergence dynamique de R' à partir de l'interaction du corps avec le contexte dans R , 2018.

Les stimuli du corps et de l'environnement créent une sensation dont l'information est transmise à un nombre plus restreint de voies nerveuses, puis transmis au cerveau qui ne fournit qu'un nombre limité de bits dotés de conscience. De nombreuses sources de "bruit" brouillent la transmission des informations dans le système nerveux du corps humain¹⁷. Ce système est constitué d'un réseau dynamique de neurones, animé par des influx nerveux qui, grâce aux décharges de potentiels d'action des neurones, circulent le long de chaînes neuronales par l'intermédiaire de substances chimiques appelées les neurotransmetteurs¹⁸. Mais, selon Thomas Boraud (2015), à l'échelle *moléculaire* des variations infimes de potentiel apparaissent ; à l'échelle *synaptique*, "la libération des neurotransmetteurs par exocytose suit des processus aléatoires : un potentiel d'action ne provoquera pas systématiquement la libération du même nombre de neurotransmetteurs" ; et à l'échelle du *réseau*, "ces phénomènes peuvent être amplifiés par des processus de bifurcation surtout dans des réseaux qui reposent sur des populations de neurones excitateurs et inhibiteurs interconnectés de façon aléatoire", si bien qu'au départ le cerveau possède une capacité à bifurquer¹⁹ basée sur des processus stochastiques et dynamiques, sachant qu'au fur et à mesure de l'apprentissage "la bifurcation va emprunter la voie la plus probable" puisqu'elle nécessite moins d'énergie, "mais de par la nature stochastique du réseau, il pourra lui arriver de temps à autre de prendre une autre voie". La transmission des stimuli au cerveau est donc discontinue.

Le processus de *cogitation* d'un concepteur de projets d'architecture – un être humain parmi d'autres – semble continu, mais la transmission des informations au sein du processus est discontinue.

Le concepteur souffre de "*bounded rationality*" (Simon, 1959) parce qu'il est immergé dans un environnement générant une grande quantité d'informations, mais son cerveau ne peut pas traiter la totalité de ces stimuli. Le concepteur possède donc une rationalité très *procédurale*²⁰ et il utilise des

¹⁷ En théorie de l'information, le *bruit* est l'ensemble des perturbations aléatoires qui agissent sur le canal de transmission de l'information et qui dégradent l'information en brouillant le message.

¹⁸ Pour donner une idée de la complexité du système nerveux humain permettant l'émergence de la pensée et la construction mentale du réel augmenté R' : un cerveau contient environ 10^{11} neurones (100 milliards) et un neurone possède environ 10^4 connexions (10 000), donc au total, il existerait environ 10^{15} connexions (1 million de milliards !).

¹⁹ Selon Thomas Boraud (2015), une bifurcation décrit "un processus dans lequel un petit changement d'un paramètre physique produit un changement majeur dans l'organisation du système".

²⁰ Contrairement à la mémoire déclarative qui conserve une expérience passée par la construction d'une représentation mentale, la mémoire procédurale conserve l'ensemble des décisions successives utiles à la reproduction d'un

roulins pour prendre la majorité de ses décisions. De plus, le concepteur s'adapte à cette "complexité naturelle" qui excède ses capacités cognitives par "simplexification" (Berthoz, 2009). Il propose des solutions efficaces qui lui permettent de poser les questions autrement et il utilise des principes simplificateurs (sans dénaturer la complexité du réel) pour traiter rapidement les informations avant d'agir (en tenant compte du passé et en anticipant l'avenir). Ensuite, le concepteur raisonne *comme* un statisticien (Dehaene, 2012). À partir de l'acquis de ses expériences passées (mémoire) et des *inputs* ambigus qu'il interprète (perception), il reconstruit une réalité probable. Il déduit de manière *dynamique* et *optimale* la probabilité d'un événement à partir de celles d'autres événements déjà évalués et des *inputs* issus de l'environnement.

Enfin, le concepteur souffre, au minimum, de trois autres limites cognitives interagissantes, autant de sources d'incertitude (Claeys, 2015 ; cf. figure 6)²¹ :

- l'*incomplétude* : tout concepteur conçoit son projet d'architecture en étant conscient de le concevoir sans pour autant être capable de comprendre comment il possède cette habilité cognitive. L'incomplétude est l'incertitude due à l'impossibilité qu'a le concepteur de connaître sa propre structure ontologique ;
- l'*autoréférence* : dans une situation identique, des concepteurs différents projettent des représentations différentes en fonction des significations qu'ils ont expérimentées au cours de leur vie. L'autoréférence est l'incertitude associée à la structure unique de l'autoréférentiel du concepteur ;
- l'*indétermination* : le concepteur est dans l'incapacité de connaître en une fois toutes les données d'un projet, il doit en choisir certaines au détriment d'autres. Il les sélectionne et il leur donne un ordre. Corollairement, les données non prises en compte forment alors un désordre, un incubateur potentiel d'incertitude. L'indétermination est l'incertitude liée aux limites subjectives du domaine des données prises en compte par le concepteur.

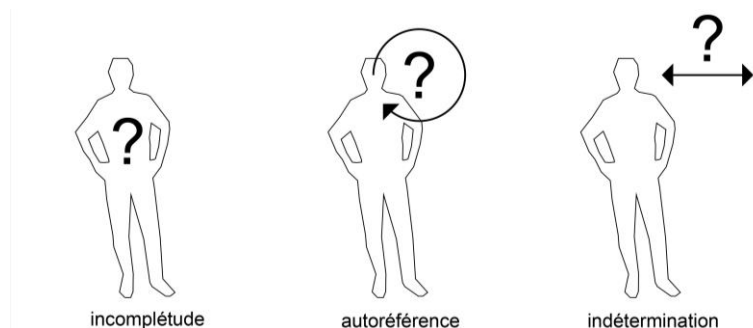


Fig. 6 – Damien Claeys, *Triple incertitude : incomplétude, autoréférence et indétermination*, 2015.

Affecté de nombreuses limites cognitives, le concepteur construit (inter)subjectivement sa réalité – son réel augmenté R' – et la structure en différents "niveaux de réalité" (Nicolescu, 2009). Et une discontinuité existe également entre ces différents niveaux puisqu'un niveau est "un ensemble de systèmes invariants à l'action d'un nombre de lois générales" et "en passant de l'un à l'autre, il y a rupture des lois et rupture des concepts fondamentaux". L'être humain échelonne donc nécessairement la structure de son réel augmenté R' et, en particulier, le concepteur représente le

comportement appris, ce qui ne nécessite pas forcément de représentation de l'environnement dans lequel la procédure a été apprise.

²¹ Cette triple incertitude vient respectivement : (1) du théorème d'incomplétude de Kurt Gödel (1930) ; (2) de la théorie des systèmes auto-poïétiques de Humberto Maturana et Francisco J. Varela (1972) ; (3) du théorème d'indétermination de Werner Heisenberg (1927). Ces trois incertitudes sont notamment liées par l'outil trialectique par Gérard Gigand (2010).

projet d'architecture en cours de conception à différents "niveaux logiques"²² (cf. figure 7). Ainsi, lors de la représentation d'un projet, le choix de l'échelle d'un dessin consiste à "sélectionner un niveau d'information qui soit pertinent avec le niveau d'organisation à étudier" (Lepetit, 1993). Par ailleurs, une échelle normalisée – celle qu'utilisent les praticiens – est pertinente lorsqu'elle permet une représentation de la cohérence des éléments d'un niveau logique déterminé.

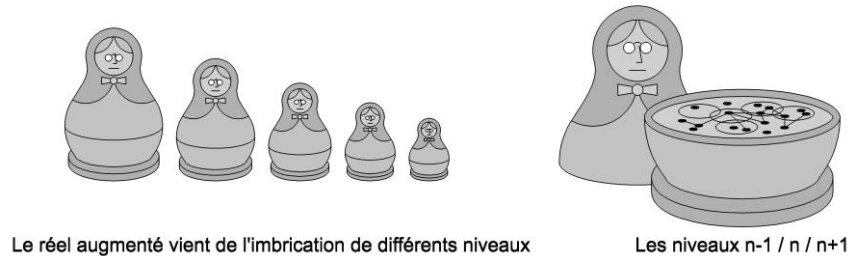


Fig. 7 – Damien Claey's, *Les poupées russes symbolisent les différences entre les niveaux logiques*, 2013.

Bien que les deux types de processus paraissent à priori fluides, l'être humain fonctionne *naturellement* à partir de processus cognitifs discontinus – eux-mêmes émergents à partir de processus biologiques tout aussi discontinus – dont il a l'illusion qu'ils sont continus parce que la conscience opère une reconstruction dynamique sous la forme d'un réel augmenté. Ce dernier est structuré en différents niveaux logiques tributaires des limites de la cogitation (elles-mêmes liées à celles de la computation). Pour compenser ses limites perceptives, la conscience voyage activement entre les différents niveaux d'informations du réel augmenté en tentant constamment de rendre intelligible le réel de manière à optimiser les décisions qu'elle prend pour agir avec le corps dans le réel.

Qu'est-ce que l'échelle en architecture ?

En architecture, la question de l'échelle est liée à celle de la représentation du projet au cours du processus de conception. En partant de l'hypothèse que $\forall i \in \{0, 1, 2, 3, \dots, k, \dots, n\}$, un modèle architectural M_k est "une image mentale à un instant donné du projet d'architecture en cours de conception" et qu'une opération architecturale O_k est "un acte cognitif capable d'actualiser ce modèle", alors un processus de conception est modélisable comme une succession d'occurrences d'opérandes M_i rythmées par des opérations O_i (Claey's, 2015). Au cours du processus, parallèlement à l'évolution des représentations internes du projet dans le réel augmenté R' , c'est-à-dire des modèles architecturaux M_i , le concepteur produit une série de représentations externes du projet dans le réel R , appelées des productions médiatiques (Claey's, 2012) ou, plus simplement, des médias Md_i (Claey's, 2013)²³.

De là, une boucle dynamique s'installe entre ces deux processus parallèles et discontinus que sont le processus cognitif de conception des M_i et celui de création des Md_i :

- d'un côté, à l'instant k , le concepteur élabore un M_k dans R' , partiellement informé par la perception de Md_i dans R , $\forall i < k$;
- de l'autre, à partir du M_k conçu dans R' , le concepteur informe la matière dans R en créant d'autres Md_i , $\forall i > k$.

²² Un niveau logique est un espace logique (inter)subjectif du réel augmenté R' contenant un ensemble d'éléments de même type et/ou mis en relation (Claey's, 2013).

²³ Pour clarifier les notations utilisées : M_i et Md_i représentent respectivement l'ensemble des occurrences de M et de Md au cours du processus ; M_k et Md_k , une occurrence particulière de M et de Md à l'instant k . Si le concepteur produit plusieurs productions médiatiques au temps t_k , alors il peut exister plusieurs Md_k différents et ils sont notés $Md_{k,j}$ pour $\forall j \in \{0, 1, 2, 3, \dots, l, \dots, m\}$, avec m étant le nombre total de Md_i produits à l'instant k .

Pour élaborer un projet d'architecture, le concepteur produit rarement des Md_i *directement* à partir de son corps, à moins d'utiliser, par exemple, des gestes ou le discours. Le concepteur est un "*homo* doublement *sapiens*" comme les autres : il est fondamentalement "incomplet" et "inachevé" (Claeys, 2017) ce qui le conduit à utiliser des extensions de son corps pour créer des Md_i (interfaces, prothèses, outils...) ²⁴. Le transfert de l'information du M_k jusqu'au Md_k n'est donc pas continu. Au minimum, trois ruptures nécessitant un décodage/encodage d'informations peuvent être relevées : en interne, du M_k au corps agissant ; à la limite de l'enveloppe corporelle, du corps à l'outil de représentation ; en externe, de l'outil au Md_k . Pour compenser ces ruptures informationnelles, le concepteur tente une correspondance entre :

- les niveaux logiques qui structurent le R' et affectent donc la représentation mentale du M_k ;
- les niveaux de représentation perceptibles dans le R sur les $Md_{k,j}$ produits pour le représenter.

L'usage d'échelles absolues représentées sur les différents Md_i est un outil pour tenter d'opérer cette correspondance.

La distinction entre échelles absolue et relative apporte un éclairage sur les rapports entre les occurrences du M_i et les Md_i :

- l'*échelle absolue* affirme l'unicité de l'échelle graphique du cartographe. Elle est établie *quantitativement* par le rapport objectivé de *taille* entre les mesures de la représentation du projet et celles d'unités de mesures normalisées. L'échelle de la représentation du projet est fixée de manière *absolue* par l'usage d'un système de mesures normalisé. Dans ce cas, l'échelle est un coefficient par lequel toutes les mesures d'un objet (un projet d'édifice) sont multipliées pour obtenir les mesures d'un autre objet (une représentation de ce projet) ²⁵ ;
- l'*échelle relative* ²⁶ valorise la pluralité des échelles de référence de l'architecte. Elle est établie *qualitativement* par l'analogie ²⁷ (inter)subjective de *signification* entre les mesures

²⁴ L'être humain est *inachevé* : "l'humain possède des besoins physiologiques fondamentaux dont la satisfaction est nécessaire pour sa survie et dont la plupart nécessitent des actions dans le réel. [...] Ces besoins premiers et universaux sont pré-culturels : ils doivent être assouvis prioritairement avant toute sollicitation culturelle. L'humain a rapidement dû prolonger son corps par la création d'outils pour agir sur le réel et créer une seconde nature, une quasi-nature artificielle agissant en tant que contexte de substitution." Il est également *incomplet* : "l'humain possède des besoins psychologiques et sociaux fondamentaux parce qu'il s'est progressivement émancipé de l'environnement sauvage, tout en développant une aliénation névrotique structurante : de la nature à la culture par le langage. À l'origine, la vie psychique de l'humain encore proche du réel est rythmée plutôt par des peurs fondées sur des faits réels (dangers directs de l'environnement, prédateurs, absence de nourriture...). Au cours de l'évolution, la combinaison de l'inné (énorme potentiel cognitif) et de l'acquis (coupure du langage) donne forme à un monde intérieur (in)conscient. Aujourd'hui, l'humain partiellement coupé du réel possède également des états de conscience rythmés par des peurs non fondées sur des faits réels (angoisses issues des forces inconscientes de l'esprit)". (Claeys, 2018)

²⁵ Le mot *absolu* vient du latin *absolutus* composé du préfixe *ab-* (loin de) et du participe passé *solutus*, du verbe *solvere* (délié) signifie ce qui est toujours indépendant de toutes conditions extérieures, ce qui existe par/pour soi-même. L'échelle absolue est, par exemple, celle décrite dans l'*Encyclopédie* (Diderot & d'Alembert, 1755), cf. nbp 4.

²⁶ Le mot *relatif* vient du latin *relatio* (liaison, relation) signifie ce qui est toujours lié à certaines conditions, ce qui est dépendant, ce qui existe par/pour un autre. L'échelle relative est, par exemple, celle décrite dans le *Dictionnaire de l'architecture française du x^e au xvi^e siècle* (Viollet-Le-Duc, 1861), cf. nbp 6.

²⁷ L'*analogie* est un processus de pensée qui opère une comparaison entre deux rapports pour mettre en relation un rapport de dimensions du projet d'architecture et un rapport entre deux éléments d'un espace de références. Si le concepteur veut enrichir le sens de A, il définit une analogie par l'expression simple : A est à B ce que C est à D. Si D est une solution pour C et si B possède une relation à A similaire à la relation entre D et C, alors B pourrait être une solution pour A. Plusieurs types d'analogies existent tels que : la *proportion* (rapport explicite entre des rapports de termes de même types), la *métaphore* (comparaison implicite en désignant une chose par une autre qui lui ressemble ou possède une qualité commune avec celle-ci) et la *personnification* (figure de style qui consiste à attribuer des propriétés humaines à une chose).

de la représentation du projet (le signifiant) et les signifiés d'un "espace de références"²⁸. Par exemple, concevoir un édifice à l'échelle *humaine*, revient pour le concepteur à opérer un rapport qualitatif entre la conscience qu'il possède de la taille de son propre corps et la dimension de l'édifice. L'échelle de la représentation du projet est relative à la taille imaginée du concepteur. D'autres espaces de références peuvent être mobilisés (symbolique, historique, structurel, esthétique, fonctionnel, social, économique, politique...).

Considérer uniquement l'échelle *absolue* ne tient pas compte de la richesse du concept d'échelle lorsqu'il est associé à la ligne symbolique de l'élévation qualitative. Ce dernier est réduit à un simple rapport de mesures entre une chose et sa représentation. Alors que l'échelle doit être pensée dans "l'hétérogénéité des références qui caractérisent la conception architecturale et dont la polysémie du terme échelle est à la fois l'effet et le symptôme" (Boudon, 1971).

Pour donner forme à son projet d'architecture, le concepteur – souffrant d'incomplétude – opère avec une O_k sur un opérande M_k en fonction :

- d'un cadrage : affecté d'indétermination, il définit le champ d'application de l'opération menée en introduisant une discontinuité dans le continuum informationnel du processus de projetation ;
- de son autoréférentiel : affecté d'autoréférence, il évalue la pertinence de l'opération menée à partir d'un espace de références.

Lorsqu'il lie par une échelle *relative* un M_k et un M_{d_k} , le concepteur établit une relation qualitative entre :

- l'opération menée dans une dimension du projet après cadrage ;
- l'espace de références en fonction duquel elle a été menée.

De la nécessité d'une crise de la mise à l'échelle en architecture

De manière générale, il est établi que de nombreuses discontinuités naturelles apparaissent dans le processus de cogitation du concepteur qui reconstruit dans sa conscience une image (inter)subjective du réel R pour en faire un réel augmenté R' structuré en différents niveaux logiques. En particulier, l'usage unique d'échelles absolues ne tient pas compte des mises en relation qualitatives entre les mesures du projet et la signification projetée sur le modèle architectural en cours de conception. Alors pourquoi accuser spécifiquement le dessin numérique de provoquer une "crise de l'échelle" ?

L'affrontement pathologique entre tenants de l'analogique et tenants du numérique dans les ateliers d'architecture se fonde peut-être (in)consciemment sur deux mythes antagonistes concernant la représentation :

1. le mythe du dessin analogique, selon lequel le geste *naturel* garantit une représentation intuitive par un transfert immédiat, de l'esprit au corps médiateur et de ce dernier vers l'outil de représentation, ce qui permet un dialogue parfait du concepteur avec le réel. Ce mythe est personnifié, par exemple, dans les photos d'Hans Namuth (1950) montrant Jackson Pollock au travail dans son atelier et qui magnifient le geste créatif de l'artiste, allant directement de l'esprit au médium ;
2. le mythe du dessin numérique, selon lequel l'immédiateté des commandes garantit la continuité des représentations (travail en temps réel) et le transfert par immersion totale

²⁸ Un *espace de références* est "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." (Claeys, 2013) Un espace de référence peut être modélisé, par exemple, à partir d'une carte conceptuelle (un schéma qui montre les relations entre des concepts et des idées).

assure un dialogue avec un double *parfait* du réel (travail à l'échelle réelle). Ce mythe est renforcé, par exemple, par l'accessibilité et la démocratisation croissante d'outils de réalité virtuelle et d'applications *user friendly* (par exemple, le casque de réalité virtuelle HTC Vive, développé par HTC et Valve Corporation, combiné à l'application Tilt Brush développée par Google, sortis en 2015).

Mais ces deux mythes nient la capacité à tromper les sens inhérente à tout média de représentation. Qu'il s'agisse d'un dessin présenté sur papier ou affiché à l'écran, d'une maquette en carton ou en 3D, d'un espace réel, augmenté ou virtuel, les filtres perceptifs opèrent toujours. Le transfert immédiat d'une pensée entre l'esprit et un média – entre un modèle architectural M_i dans le réel augmenté R' et un média Md_i dans le réel R est définitivement impossible – quel que soit l'outil de représentation utilisé. Les transferts analogiques/numériques doivent donc être démythifiés. Si aucun outil de représentation n'opère un transfert parfait, le concepteur peut multiplier les complémentarités entre eux pour affiner ses tentatives de représentation du réel.

Les outils numériques sont accusés de provoquer une "crise de l'échelle" parce qu'ils changent la pratique habituelle de la perception et de la création des Md_i . Même s'ils suscitaient dans l'esprit des concepteurs des mises à l'échelle relatives, les Md_i ont été matérialisés uniquement sur des supports statiques associés à des échelles absolues normalisées jusqu'au XIX^e siècle. Mais depuis l'invention du cinéma jusqu'à l'apparition des outils de réalité virtuelle, les Md_i peuvent être matérialisés sur des supports dynamiques avec lesquels les échelles absolues sont perceptibles différemment. Après des millénaires de pratique du dessin analogique, ce qui est reproché au dessin numérique concerne sa pratique : l'absence d'échelle absolue stable dans ce qui apparaît à l'écran, le rapport masqué entre les procédures de tracé des logiciels et l'action de dessiner.

D'un point de vue techniques, ces problèmes seront progressivement résolus par le recours à des écrans tactiles et sensibles au stylet et par l'usage d'environnements en réalité virtuelle (VR) plus *user friendly* du point de vue du dialogue entre l'humain et la machine ($H-M$) plus fluides du point de vue de la perception de l'utilisateur. Ce qui devrait permettre de renouer avec le mythe du transfert parfait : esprit (M_i) $\leftrightarrow$ corps $\leftrightarrow$ outil $\leftrightarrow$ medium (Md_i).

Mais, du point de vue de l'acquisition des comportements en dialogue avec les outils numériques, de nombreuses questions se posent déjà. Ainsi, comment l'utilisateur du dessin numérique peut-il réinventer les conventions normalisées de niveaux logiques cohérents ? Ou comment créer dans le continuum informationnel du processus de conception une discontinuité pertinente pour donner forme au projet d'architecture ?

La question est donc mal posée puisqu'une question plus générale se cache derrière l'apparente crise de l'échelle provoquée par l'usage d'outils numériques : celle de l'opération fondamentale de mise à l'échelle du réel et, par extension, de l'architecture. Pour dépasser cette prétendue crise, le concepteur doit renouer avec la richesse étymologique et symbolique du concept, assumer l'inévitable différence entre le réel et la réalité liée à notre condition humaine (limites du *computo* et du *cogito*) et accepter que si le réel est a priori un phénomène *continu*, la réalité est construite par le cerveau sur une *discontinuité* fondamentale.

Dans le sens courant, l'échelle est d'abord un rapport de dimensions normalisé entre un édifice (réel ou non) et sa représentation. Mais la *mise à l'échelle* est un acte de conception qualitatif qui opère une discontinuité nécessaire dans le processus de projection pour permettre au concepteur de mettre en relation une opération sur le projet et un espace de références.

L'échelle n'est pas en crise, c'est la *mise à l'échelle* qui doit l'être ! Le questionnement des modalités de la *mise à l'échelle* doit être un effort constant, indépendamment du type de média utilisé !

Bibliographie

- BARIDON, Laurent (2008). "Les portraits d'architectes aux frontispices des traités d'architecture de la Renaissance". GARRIC, Jean-Philippe, THIBAULT, Estelle, ORGEIX, Emilie d' (dir.) (2011). *Le livre et l'architecte*. Wavre : Mardaga, pp.159-166.
- BATTISTINI, Mathilde (2002). *Comment regarder les symboles et les allégories*. Paris : Hazan (coll. Guides).
- BERTHOZ, Alain (2009). *La simplicité*. Paris : Odile Jacob.
- BORAUD, Thomas (2015). *Matière à décision*. Paris : CNRS (coll. Biblis), éd.2017
- BOUDON, Philippe (1971). *Sur l'espace architectural : Essai d'épistémologie de l'architecture*. Marseille : Parenthèses (coll. Eupalinos), éd.2003.
- CESARIANO, Cesare (1521). *De architectura libri decem* [Les dix livres d'architecture], Côme.
- CHEVALIER, Jean & GHEERBRANT, Alain (1969). *Dictionnaire des symboles : Mythes, rêves, coutumes, gestes, formes, figures, couleurs, nombres*. Paris : Robert Laffont & Jupiter, éd.2008.
- CLAEYS, Damien (2017). "Pour une co-conception écosystémique de l'architecture à l'ère de l'anthropocène". *Séminaires Penser à partir de l'architecture : Poétique, technique, éthique*.
- CLAEYS, Damien (2016). "Le fantasme du démiurge : L'architecte soumis à la tentation du pouvoir". *Acta Europæana Systemica*, n°6, 14pp.
- CLAEYS, Damien (2015). "Concevoir un projet d'architecture : Calmer les certitudes, gérer l'incertitude". *Lieuxdits : Sérendipité*, UCL-LOCI, n°9, avril, pp.20-23.
- CLAEYS, Damien (2013). *Architecture & complexité : Un modèle systémique du processus de (co)conception qui vise l'architecture*. Thèse de doctorat de l'Université catholique de Louvain. Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain, 445pp.
- CLAEYS, Damien (2012). "Analyse systémique des productions médiatiques du processus de (co)conception architecturale". Intervention orale au Séminaire Architecture & Complexité II.
- CLIMAQUE, Jean. *L'Échelle Sainte ou les degrés pour monter au ciel*. [Trad. Arnauld d'Andilly, Paris : Pierre le Petit, éd.1661].
- DEHAENE, Stanislas (2012). *Le cerveau statisticien : La révolution Bayésienne en sciences cognitives*. Cycle de cours 2011-2012 au Collège de France, Chaire de Psychologie cognitive et expérimentale.
- DIDEROT, Denis & D'ALEMBERT, Jean le Rond (dir.) (1755). *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres : Tome v : Discussion-Esquinancie*. Paris : Briasson, David, Le Breton, Durand.
- FLUDD, Robert (1619). *Tomus secundus de supernaturali, naturali, praeternaturali et contranaturali, Microcosmi historia, Tractatus tres distributa*. Oppenheim: Johann Theodore de Bry.
- GIGAND, Gérard (2010). *Se cultiver en complexité : La trialectique, un outil transdisciplinaire*, Lyon : Chroniques sociales.
- GUILLET, Georges (1678). *Les arts de l'homme d'épée ou le dictionnaire du gentilhomme. Troisième partie contenant l'art de la navigation*. Paris : Gervais Clouzier.
- KAZENAVE, Michel (dir.) (1989). *Encyclopédie des symboles*. Trad. Françoise Périgaut, Gisèle Marie, Alexandra Tondat [Hans Biedermann. *Knaurs Lexikon der Symbole*. München: Knaur]. Paris : Poche, éd.1996.
- LEPETIT, Bernard (1993). "Architecture, géographie, histoire : usages de l'échelle". *Genèses*, n°13, pp.118-138.
- L'ORME, Philibert de (1567-1568). *Premier tome de l'Architecture*. Paris : F. Morel.
- MORIN, Edgar (1986). *La méthode 3 : La connaissance de la connaissance*. Paris : Seuil (coll. Points).
- NICOLESCU, Basarab (2009). *Qu'est-ce que la réalité ? Réflexions autour de l'œuvre de Stéphane Lupasco*. Montréal : Liber.
- PICON, Antoine (2010). *Culture numérique et architecture : Une introduction*. Bâle : Birkhäuser.
- PICON, Antoine (2007). "La crise de l'échelle et de la tectonique classique". Entretien d'A. Ravazi avec Antoine Picon. *D'Architectures*, novembre 2007, n°168, pp.43-47.
- PLATON. *La République*. [Trad. Leroux G., Paris : Flammarion (coll. Garnier Flammarion), éd.2004].
- POTIÉ, Philippe (1996). *Philibert de L'Orme : Figures de la pensée constructive*. Paris : Parenthèses.
- QUATREMÈRE DE QUINCY, Antoine Chrysostome (1832). *Dictionnaire historique d'architecture [comprenant dans son plan les notions historiques, descriptives, archéologiques, biographiques, théoriques, didactiques et pratiques de cet art] : Tome I*. Paris : Librairie d'Adrien le Clere.
- REISCH, Gregor (1515). *Margarita Philosophica nova*.
- ROOB, Alexander (1997). *Le musée hermétique : Alchimie et mystique*. Trad. Saint-Onge, F. [*Das hermetische Museum: Alchemie und Mystik*]. Cologne : Taschen, éd.2014.

- SIMON, Herbert A. (1959). "Theories of Decision-making in Economics and Behavioral Science". *The American Economic Review*, vol. 49, n°3, juin, pp.253-283.
- VASARI, Giorgio (1550; 1568). *La vie des meilleurs peintres, sculpteurs et architectes*. Trad. André Chastel (dir.). Paris : Berger-Levrault (coll. Arts), éd.1984.
- VIOULET-LE-DUC, Eugène-Emmanuel (1861). *Dictionnaire de l'architecture française du x^e au xvi^e siècle*, tome v, Paris.