



Conformément aux prescriptions légales, l'éditeur s'est efforcé de régler les droits de reproduction visuels et littéraires. Les détenteur-trices de droits qu'il n'aurait pu retrouver malgré ses recherches sont prié-es de se faire connaître afin de satisfaire au plus tôt à la législation en la matière.

© Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI)
Louvain research institute for Landscape, Architecture, Built environment (LAB)
Université catholique de Louvain (UCLouvain)
Place du Levant, 1 – 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

Comité éditorial :

Damien Claeys, Gauthier Coton, Brigitte de Terwangne, Corentin Haubruge,
Nicolas Lorent, Catherine Massart, Giulia Scialpi, Dorothée Stiernon

Vous souhaitez continuer à recevoir la revue papier, réagir à un article
ou proposer un article ? Écrivez-nous à lieuxdits@uclouvain.be

Retrouvez ce numéro de *lieuxdits* et les précédents sur :
<https://ojs.uclouvain.be/index.php/Lieuxdits/>

Au menu ou à la carte ?

Malgré une actualité marquée par la mise sous pression des peuples, des politiques et des économies internationales, ou par l'évidence de la vulnérabilité de nos sociétés face à la crise climatique (IPCC, 2022), le relâchement actuel des mesures sanitaires *devrait* nous permettre de prendre de recul.

Identifiées à la fin de l'année 2019, les différentes formes de la maladie infectieuse provoquée par les variations du Covid-19 ont bouleversé nos réalités multiples : les échanges sociaux ont été affectés par des règles de distanciation et des gestes barrières, tandis que leur virtualisation a été encouragée pour celles et ceux qui en avaient les moyens. Les contacts ont été limités par le périmètre théorique de bulles sanitaires, et l'expression de libertés individuelles que nous tenions pour acquises a été partiellement remise en cause. Le confinement aurait cristallisé un malaise généralisé face à un monde déclinant, dont la chute avait déjà commencé bien avant la pandémie.

Nous sommes contraint-es à faire comme si *tout était redevenu comme avant*, voire même comme si *c'était mieux avant*, parce que nous n'avons pas le temps nécessaire pour évaluer en profondeur les impacts positifs et négatifs de la crise sanitaire.

Or, les bulles sanitaires ont éclaté !

Pour étudier spécifiquement les effets du distanciel sur l'enseignement, l'université a déjà mis en place un groupe de travail interne ayant investigué : "Ce que la crise sanitaire nous a appris" (De Munck, 2022). À la lecture du rapport de ce groupe, quelques hypothèses peuvent être formulées (De Munck et al., 2022, p. 14). D'un côté, "le 'décret paysage' a fortement individualisé les trajectoires des étudiant-es, en privilégiant l'accumulation des crédits sur l'adhésion à un programme pré-établi". De l'autre, l'organisation de cours en distanciel pendant une durée relativement longue a provoqué la numérisation accélérée de l'enseignement supérieur et, parallèlement à la réduction des possibilités d'interaction entre étudiant-es et enseignant-es, elle a révélé une tension préexistante entre enseignement et apprentissage : "Nous enseignons... Apprennent-ils ?" (Braibant & de Bueger-Vander Borgh, 2007). À défaut d'équilibrer *individualisation* et *sociabilisation*, le confinement aurait donc amplifié le recentrement sur l'individu au détriment des échanges écosociaux. Avec pour conséquence d'affecter les étudiant-es et les enseignant-es d'une perte partielle de "motivation", d' "efficacité" et de rapport à la "réalité".

Pour les auteur-es du rapport, cette "logique d'individualisation" favorise un "narcissisme débridé" correspondant à une "logique structurelle profonde de notre société hypermoderne", présente dans tous les secteurs de la société, indépendante de la crise du Covid-19 et qui "a présidé aux mutations de l'université bien avant l'épidémie, et continuera de la traverser après la crise".

Dans ces conditions, la liberté, la responsabilité et, plus encore, l'originalité de chacun-e sont encouragées, ce qui valoriserait de manière démesurée le *choix*, induisant une forme d'appréhension du cursus de formation *à la carte*, les temps réservés aux activités d'apprentissage étant perçus de plus en plus comme adaptables à un planning personnel.

Bien que les bulles éclatent, il semble que les cours se prennent à la carte !

De Munck, J. (2022). Ce que la crise sanitaire nous a appris. *It's a new week*, 21 mars 2022.

De Munck, J., Aujoulat, I., Capelle, V., Demoulin, J.-B., Deville, Y., Geerts, M., Montedoro, C., Pigeon, E., Raucourt, B., Thirion, B., & Travers, E. (2022). *Rebondir : enjeux et défis de l'épidémie Covid-19 à l'UCLouvain* [Rapport interne]. Louvain-la-Neuve : Université catholique de Louvain.

IPCC (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Tignor, M., Poloczanska, E.S., Minterbeck, K., Alegria, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., & Rama, B. (eds.)]. Cambridge, MA : Cambridge University Press.

Braibant, J.-M., & De Bueger-Vander Borgh, C. (2007). *Nous enseignons... Apprennent-ils ?* [Guide de l'enseignant]. Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.

Damien Claeys, Gauthier Coton, Pierre Vanderstraeten

Moins Trois

La création d'une installation artistique

Auteur-es

Nele De Raedt
Ingénieure architecte,
professeure,
Super-Positions, LOCI+LAB,
UCLouvain
© 0000-0001-6793-3583

Yoel Pytowski
Artiste, née en 1986 en Israël,
a grandi en Argentine,
vit et travaille en Belgique

Résumé. Ce partage d'expérience à propos d'une installation artistique, réalisée de septembre à décembre 2021 dans le cadre de MAGMA la 10^e Triennale d'art contemporain d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, met en évidence plusieurs questions : Comment concilier dans un même projet artistique les finalités d'une chercheuse en architecture et d'un artiste visuel ? L'installation traduit-elle seulement des résultats de la recherche, ou possède-t-elle un rôle plus actif dans un projet, qui se définit comme recherche-crédation ? L'association de la recherche en architecture et de l'installation artistique génère-t-elle plutôt de nouvelles connaissances ou plutôt de nouvelles questions ?

Mots-clés. recherche-crédation · installation artistique · parking · Louvain-la-Neuve · triennale · art contemporain

Abstract. This shared experience in the creation of an art installation for MAGMA, the 10th Triennial of contemporary art of Ottignies-Louvain-la-Neuve, from September to December 2021, highlights several questions: How can the aims of a researcher in architecture and a visual artist be combined in one artistic project? Does the installation merely translate research results, or does it have a more active role in projects combining research with creation? Does the combination of architectural research and artistic installation generate new knowledge, or rather new questions?

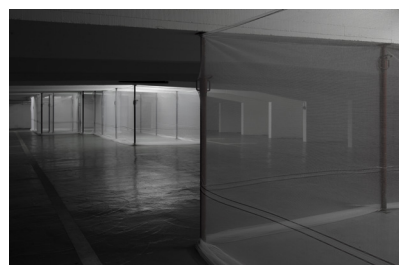
Keywords. research and creation · art installation · car park · Louvain-la-Neuve · triennial · contemporary art

Dans le cadre de MAGMA, la 10^e Triennale d'art contemporain d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, Nele De Raedt et Yoel Pytowski ont travaillé ensemble pour créer une installation (figures 1). En tant qu'artiste visuel créant à la frontière entre la sculpture, l'installation et l'architecture, Pytowski fonde son travail à partir d'un questionnaire sur l'espace et ses caractéristiques. Dans ses installations *in situ*, il place l'espace et son questionnement comme élément narratif central, convoquant dans ce lieu les constructions, destructions ou reconstructions passées ou à venir. Au cours des huit dernières années, sa pratique s'est principalement concentrée sur des installations architecturales à grande échelle. En introduisant de nouveaux éléments physiques, il brouille la lecture de l'espace préexistant. Se crée dès lors une situation ambiguë où il devient parfois difficile de discerner son travail. Que regarder, où se trouve-t-on, qu'y avait-il ici avant et depuis combien de temps ? Les matériaux que Pytowski utilise proviennent, pour la plupart, de ses installations précédentes, qu'il a déconstruites, pour les réutiliser dans une installation future. Ce processus est lié, d'une part, à l'importance de la réutilisation et du recyclage des matériaux, d'autre part à l'idée d'une installation qui devient organique et change de forme d'exposition en exposition. Après son démontage, l'installation ne disparaît pas, pour reprendre Andrew Benjamin (2007) : le fait de la défaire n'est pas la détruire, c'est plutôt la repositionner.

Pour la Triennale, Pytowski a voulu collaborer avec une chercheuse en architecture. C'est ainsi qu'il a contacté Nele De Raedt, professeure en théorie, histoire et critique de l'architecture à LOCI+LAB. Ensemble, ils ont décidé de monter un projet pour le Fonds Recherche-Création de l'UCLouvain ; un fonds qui finance spécifiquement des collaborations entre chercheurs et artistes dans le but de stimuler l'expérimentation de nouvelles formes de production de connaissances¹. Cet article est une réflexion sur cette collaboration unique, dans le but de contribuer au débat croissant sur l'importance et l'utilité des projets qui allient recherche et création, et sur les défis et opportunités qu'ils présentent².

Le projet Moins Trois

Le projet que nous avons préparé pour le Fonds Recherche-Création (FRC) de l'UCLouvain visait spécifiquement à créer une installation pour la 10^e Triennale d'art contemporain d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, MAGMA, qui a eu lieu en septembre-novembre 2021.



①

1 - Le Fonds Recherche-Création a été créé en 2020 et a, depuis lors, financé 18 projets. <https://uclouvain.be/fr/etudier/culture/fonds-recherche-creation.html>, dernière consultation 03.03.2022.

2 - Les auteurs-es tiennent à remercier le Fonds Recherche-Création pour son soutien financier, et plus particulièrement Frédéric Blondeau. Merci également à Vincent Geens, Adrien Grimmeau, David Vanderburgh, Christine Fontaine, Olivier Masson et Sébastien Loreau pour leurs retours sur le projet, ainsi qu'à Bésix, Batiterre et Retriaval et aux différents acteurs dans la construction du parking RER et du quartier Courbevoie pour leur disponibilité à nous parler du projet. Merci aussi à Xavier Delory pour son travail sur l'installation.



Nous avons voulu utiliser la conception et la construction de l'installation pour explorer un certain nombre de thèmes de recherche et d'enseignement au sein de LOCI+LAB. Le projet se concentrait sur (i) les éléments avec lesquels l'architecture est construite ; (ii) le parcours comme objet d'analyse et de conception ; (iii) la circularité et la réutilisation des matériaux de construction ; et (iv) le projet architectural-urbaniste du parking RER et du quartier Courbevoie dans le contexte urbain de Louvain-la-Neuve. Le projet avait comme but de créer des dialogues productifs entre l'enseignement, la recherche et la création artistique.

Dans une large mesure, nous avons atteint nos objectifs. Une analyse architecturale et urbaine du parking RER et du quartier Courbevoie a alimenté la conception de l'installation. Ce nouveau quartier urbain est en cours de construction entre la E411 et la dalle historique du centre-ville, sur le parking RER qui doit desservir les navetteurs et navetteuses en direction de la capitale (figures 2-4). Le quartier se compose de six blocs de bâtiments, organisés le long d'une rue centrale : deux bâtiments oblongs qui suivent la courbe nord du site ; quatre blocs de bâtiments de l'autre côté de la rue, dont trois sont disposés autour

- ① L'installation "Moins Trois" de Yoel Pytowski dans le parking des Sciences pour MAGMA (Triennale Ottignies-Louvain-la-Neuve 2021).
© Silvia Cappellari



②



③



④

d'une cour intérieure. Il était initialement prévu que l'installation de Yoel soit réalisée au niveau -3 du parking RER, en dessous du lot 706, construit selon le projet du bureau d'architecture R²D². Notre analyse est donc partie d'une lecture spécifique de ce lieu au niveau -3.

Le parking souterrain se compose au total de cinq niveaux. Les trois niveaux inférieurs sont la propriété de la SNCB et sont destinés aux navetteurs et navetteuses qui veulent utiliser la future ligne de RER. Les deux niveaux supérieurs sont à la disposition des habitant·es du quartier Courbevoie. Pour que les propriétaires d'appartement puissent facilement rejoindre leurs logements depuis ces deux niveaux du parking, les cages d'ascenseur s'étendent jusqu'au niveau -2. Les locaux techniques, situés sous ces cages d'ascenseur, descendent du plafond du niveau -3. L'isolation thermique qui les recouvre doit garantir les valeurs PEB des blocs résidentiels (figures 5).

Comme le travail de Yoel part toujours d'un questionnement sur l'espace et ses caractéristiques, nous avons pris ces éléments étranges, qui descendent du plafond, comme point de départ. Une réflexion approfondie sur la relation entre les structures sur la dalle et les structures souterraines, le caractère pu-

blic/privé des halls d'entrée autour des cages d'escaliers, ainsi que les parcours horizontaux et verticaux qui s'entrecroisent dans le parking, a alimenté les discussions sur la conception de l'installation et sa mise en forme. Nous avons finalement décidé d'évoquer l'empreinte du lot 706, au moyen de lampes fluorescentes posées sur le sol du parking, et de recréer les halls d'entrée communs, au moyen d'étaçons et de filets d'échafaudage.

Étant donné que les colonnes du parking soutiennent nécessairement les murs porteurs du bloc de bâtiments, cette installation évoque non seulement la relation entre les structures souterraines et les structures sur la dalle (les lampes fluorescentes, par exemple, qui suivent l'empreinte du bâtiment, coïncident avec les colonnes) mais elle montre également comment les dimensions du quartier Courbevoie sont basées sur les mesures des voitures. Les locaux techniques des cages d'ascenseur ont été incorporés à l'installation, remettant en question leur statut d'éléments aliénants dans ce niveau du parking.

Avec Sébastien Loreau, doctorant de LAB qui étudie la réutilisation des installations techniques dans le secteur du bâtiment en partenariat avec Cenergie, nous avons également identifié les en-

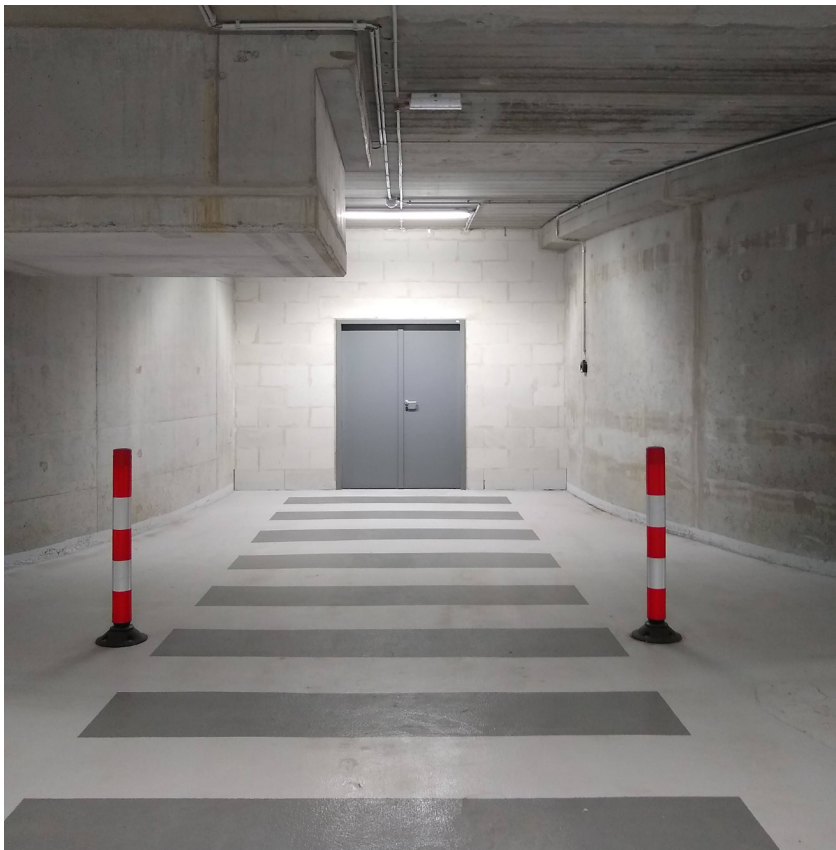
- ② Parking RER et quartier Courbevoie dans le tissu de Louvain-la-Neuve.
- ③ Site du Parking RER et quartier Courbevoie.
- ④ Plan du quartier Courbevoie avec projet pour Lot 706 de R²D². © R²D²

treprises actuelles, spécialisées dans le réemploi des matériaux de construction (pensez à des initiatives telles que Rétrival, Batitierre, Rotor DC). Après avoir discuté avec plusieurs partenaires et après avoir exploré les défis financiers et logistiques, nous avons finalement établi une coopération avec l'entrepreneur du quartier Courbevoie, Besix. Ce dernier nous fournissait les néons, les étaçons et les filets nécessaires pour la construction de l'installation. Après la Triennale, nous lui rendrions ses matériaux intacts. De cette manière, l'empreinte écologique de l'installation serait minimisée. Enfin, durant cette année académique 2021-2022, Yoel est resté actif à LOCI BXL, dans l'atelier de recherche Synthèse et articulation thématiques-Typologies (LBARC2239), encadré par Cécile Chanvillard, Christine Fontaine, Gérald Ledent et Deborah Levy. Parmi les travaux demandés dans cet atelier, les étudiant-es ont conçu une pièce avec un-e artiste invité-e afin d'ancrer le travail architectural dans une dimension culturelle.

En raison des inondations de juillet 2021, le lieu de la Triennale a été modifié à la dernière minute. Le parking des Sciences, de taille beaucoup plus modeste, deviendrait le nouveau site de l'installation. Compte tenu de ce changement de lieu, seule une partie de l'installation a pu être réalisée. Par contre, ce déménagement

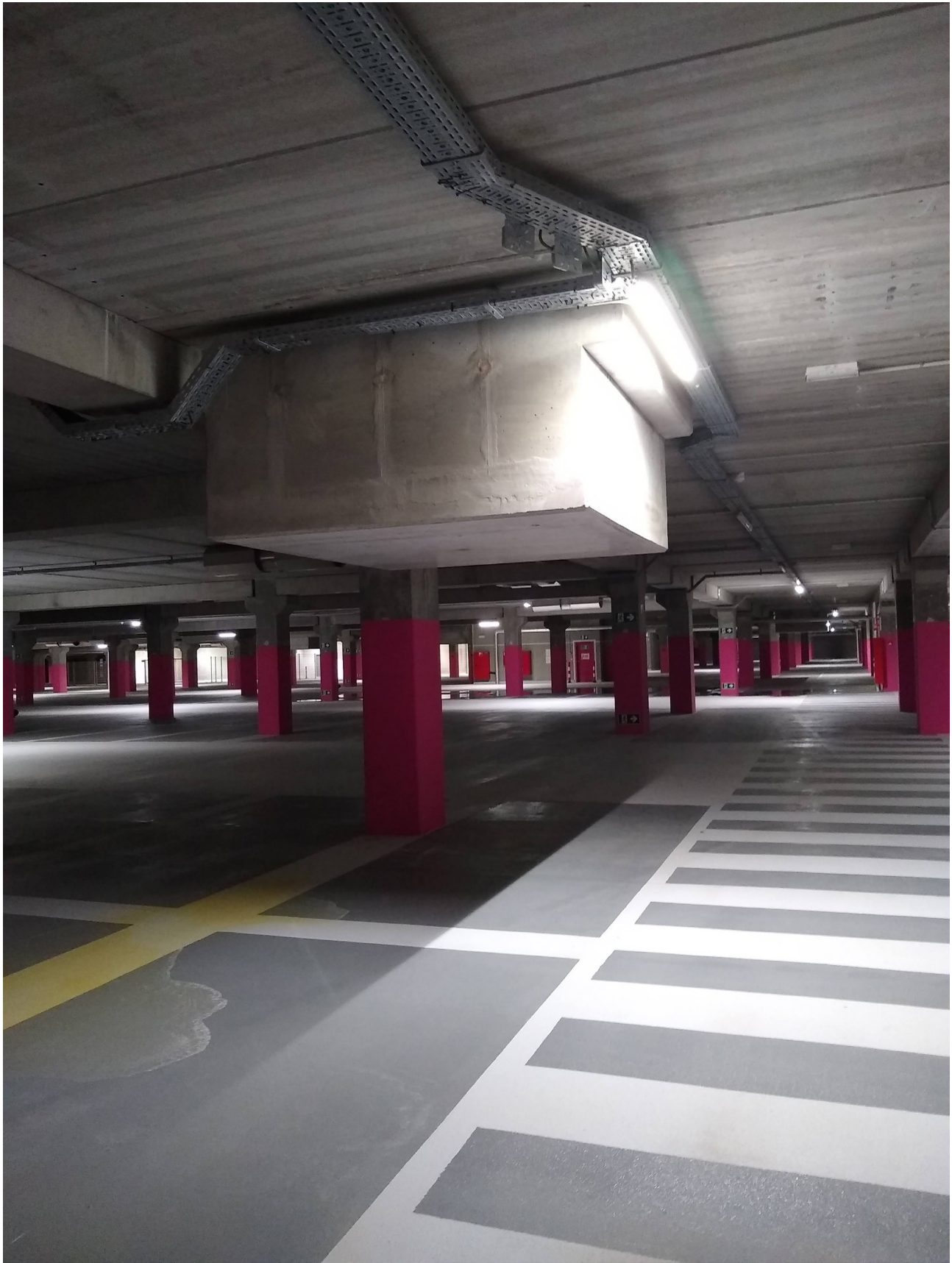
imprévu a permis de mettre en évidence la mégalomanie du parking RER. Grâce à la logique constante de la construction de parkings, presque aucune modification n'a dû être apportée aux dimensions mêmes de la partie de l'installation réalisée. Les deux parkings ont des espaces entre les colonnes identiques car réglés sur les mesures d'un emplacement voiture. Cela a permis de placer une partie de l'installation dans le nouveau parking sans la modifier. Une reconstruction de l'installation d'origine dans le parking RER a été projetée sur un écran. Du coup, la différence de taille entre le parking dans lequel on se trouvait et celui que l'on regardait sur l'écran devenait très claire.

Notre collaboration a présenté aussi des défis et avantages, spécifiques aux projets qui se présentent à la limite de la recherche et de la création, ou comme une combinaison de celles-ci. Dans ce qui suit, nous partageons nos réflexions sur cette collaboration afin de contribuer aux discussions sur le futur de ce type de projets. Ces réflexions ont été alimentées par les présentations, données lors de la journée d'étude consacrée au Fonds Recherche-Création à l'UCLouvain le vendredi 25 février 2022. La contribution d'Yves Citton est brièvement décrite *infra*, car elle fournit quelques clés pour notre propos.



⑤ Niveau -3 dans le Parking RER.
© Nele De Raedt

3 - Ce résumé est basé sur les notes de Nele De Raedt lors de la présentation donnée par Yves Citton le 25 février 2022 à l'Aula Magna de Louvain-la-Neuve.





7

6

Les projets de recherche- création : un joyeux malaise, accélérateur de réflexion

Dans sa présentation, Yves Citton, directeur de l'École universitaire de Recherche ArTeC à Paris, a défini les projets de recherche-création comme un joyeux malaise, accélérateur de réflexion⁶. Selon lui, les projets de recherche-création comportent toujours une combinaison de joie et de malaise. La joie, car il s'agit souvent de projets ou de collaborations qui ont un caractère inspirant et expérimental. Il s'agit d'une collaboration fascinante et/ou d'une nouvelle façon de faire de la recherche (qui inclut la création dans son processus et attribue ou remet en question sa valeur en tant que production de connaissances).

Le malaise parce que les mots *recherche* et *création* sont ambigus. Qu'entend-on par la recherche, et quel est son rapport avec la science, les études et la production de connaissances en général ? Comment définissons-nous la création ? Et est-elle nécessairement *artistique* ?

Le trait d'union entre les mots *recherche* et *création* soulève également de nombreuses questions. S'agit-il de recherche et création ou de recherche par la création ? Les deux mots représentent-ils des activités réalisées par deux personnes différentes (recherche-chercheur-cheuse + création-artiste), ou font-ils référence à une combinaison d'activités réalisées par la même personne ? Toutes ces ambiguïtés sont propres aux projets qui se définissent comme situés dans la "recherche-création" et entraînent un certain malaise qui reste irrésolu.

⁶ "Façade d'intérieur".
Jan Naaijens Price, Tilberg,
2018. © Yoel Pytowski

⁷ "Passages". Biennale Passage,
Bergerac, France, 2018.
© Yoel Pytowski

Pour Citton, la valeur indéniable des projets de recherche-création réside dans le fait qu'ils fonctionnent comme une sorte d'accélérateur, et ceci à trois niveaux.

1. Ils accélèrent et intensifient le démarrage de la recherche, et notamment la production d'hypothèses. Selon Citton, la collaboration avec les artistes peut apporter une certaine forme d'émancipation et de liberté ; une dynamique positive qui inspire et permet d'arriver plus rapidement à des hypothèses.
2. Ils apportent également une accélération à la fin de la recherche, par une mise en forme spécifique des résultats. Les films, les pièces de théâtre, la danse, les récits... permettent de diffuser plus rapidement les résultats de la recherche, accélérant ainsi son impact social.
3. Et enfin, il y a une accélération entre les deux phases ; une intensification d'un moment de réflexion, où nous, en tant que chercheur-cheuses et artistes, sommes confrontés à la question de ce que nous faisons. Il s'agit donc d'une intensification et d'une accélération d'un processus d'autoréflexion. Dans les projets en recherche-création, nous sommes confrontés à un miroir qui nous oblige à regarder et à penser.

La création d'une installation pour la Triennale d'Ottignies-Louvain-la-Neuve : un joyeux malaise, accélérateur de réflexion ?

Dans ce qui suit, nous aimerions partager nos réflexions personnelles sur notre collaboration, alimentées par les présentations de la journée d'étude. L'objectif est de mettre sur la table certains thèmes et questions qui, à notre avis, peuvent aider à mettre l'accent sur certaines questions, et inspirer les futures participant-es    de tels projets.

La collaboration entre chercheur-cheuse et artiste : rapprochement de types d'activités ou finalités différentes ?

Les projets de recherche-création se définissent d'une part comme des collaborations entre chercheur-cheuses et artistes. Une telle configuration semble suggérer que les rôles sont clairs : le-la chercheur-cheuse enquête et l'artiste crée. Les deux activités sont mises en contact l'une avec l'autre, amenant ainsi une nouvelle dynamique. Cependant, interpréter la répartition des rôles comme telle semble improductif, car la réalité est nécessairement plus com-

plexe. Il n'est pas correct de dire qu'un-e chercheur-cheuse ne fait qu'enquêter, et ne crée pas. Et ce n'est certainement pas comme si l'artiste ne faisait que créer et ne faisait pas de recherche. Les deux activités sont présentes chez les mêmes personnes, qui s'inspirent mutuellement.

Mais les deux personnes ont des préoccupations et des finalités qui leur sont propres, et il nous semble important d'en prendre conscience au cours du travail. Le-la chercheur-cheuse cherche essentiellement à produire des connaissances et poursuit dans ce cadre une certaine objectivité. L'artiste, par contre, a ses propres finalités, qui ne se trouvent pas nécessairement dans la poursuite d'un degré d'objectivité. Cela nous est apparu clairement lors de notre collaboration. Alors que Nele a mis en avant des thèmes tels que la véracité et la justesse comme critères de décision dans la conception de l'installation, Yoel avançait des thématiques comme la clarté, la communicabilité et l'esthétique. Ces préoccupations et finalités différentes ont alimenté les discussions, et, selon nous, ont ajouté à la richesse de l'installation finale.

L'œuvre artistique comme traduction de résultats de recherche ou générateur de connaissance ?

Yves Citton a parlé des projets de recherche-création comme d'accélérateurs en fin de processus de recherche ; ils permettent d'atteindre un large public de manière rapide et directe. Toutefois, il a mis en garde contre le fait de considérer le produit artistique comme une simple "traduction" des résultats de la recherche. Dans la traduction artistique elle-même, il se passe quelque chose avec les connaissances produites qui vont au-delà d'une simple mise à disposition à un public plus large. Permettez-nous de rendre cela concret en examinant notre projet. L'installation évoque les halls d'entrée communs d'un des immeubles du quartier Courbevoie dans le parking de Sciences. Un des objectifs était de rendre visibles au public les relations verticales entre les structures sur la dalle et les structures souterraines, et donc de montrer comment la taille de la voiture a une influence directe sur la taille et la conception d'un quartier entier de la ville.    l'origine, nous avions envisagé que les visiteur-teuses puissent se promener dans ces espaces. Mais pendant la mise en place, Yoel a décidé de les fermer pour des raisons de circulation et parcours dans l'espace, autant que pour des raisons esthétiques (il faut entendre, par le mot *esthétique*, le rapport du spectateur ou de la spectatrice à l'espace dans lequel il ou elle circule et les sensations sensorielles et émotionnelles qui en résultent).

Ce choix a apporté à l'ensemble un caractère encore plus ambigu. En raison de la semi-transparence des filets, les visiteurs et visiteuses ne savaient pas immédiatement s'ils-elles pouvaient entrer dans l'installation ou pas. Ils-elles cherchaient la porte, mais ne la trouvaient pas, se sentaient frustré-es par l'inaccessibilité de l'installation. Le caractère ambigu des halls d'entrée communaux s'en trouvait souligné et remis en question. S'agit-il d'espaces publics ? Ou privés ? Dans quelle mesure sont-ils accessibles ? Et dans quelle mesure sont-ils communs ou partagés ? L'installation en elle-même a donc créé de nouvelles réflexions sur la façon dont nous percevons notre environnement bâti. L'installation n'a pas seulement "traduit" des résultats de recherche, mais a apporté à la formulation de nouvelles questions sur le statut et le caractère des halls communs.

L'œuvre artistique/la recherche comme générateur de connaissance ou des questions ?

Mais le but principal de l'œuvre de Yoel est surtout de pousser le visiteur à questionner le lieu dans lequel il se trouve. Il cherche à créer de l'ambiguïté en réalisant des installations qui perturbent la lecture de l'espace et qui invitent à une découverte progressive de l'ensemble. Dans ses travaux antérieurs, Yoel a principalement réalisé des structures légères, en utilisant le bois et les plaques de plâtre, qu'il a ensuite recouvertes d'une fine couche de béton (figures 6-7). Dans un premier temps, on semble donc entrer dans un espace avec des structures massives, dont on ne sait pas très bien lesquelles font partie du bâtiment et lesquelles ont été ajoutées. Ce n'est qu'en découvrant les faces arrière des installations que l'on se rend compte de la véritable nature des constructions. Les visiteurs et visiteuses sont ainsi invité-es à découvrir l'installation, étape par étape, en parcourant l'espace.

Pour l'installation de la Triennale, nous avons décidé de travailler avec du matériel de chantier, de sorte qu'à nouveau, il n'était pas immédiatement clair de savoir si les étonçons et les filets faisaient partie d'une installation artistique ou s'ils étaient là pour effectuer des travaux de rénovation du parking. De plus, la translucidité changeante de l'installation, à cause de la superposition de couches de filets, stimulait les personnes à parcourir le parking, en découvrant le tout. Bien qu'il ne s'agisse pas ici d'un jeu sur le recto/verso comme dans ses installations antérieures, mais sur la cohérence de l'ensemble, l'installation de Yoel soulève également de nombreuses questions : Que vois-je ? L'installation fait-elle

partie du bâtiment ou non ? L'espace que l'on voit est-il accessible ? Où est l'entrée ? Pourquoi ne pouvons-nous pas entrer ?

Comme indiqué précédemment, cette ambiguïté vise à susciter le questionnement du spectateur ou de la spectatrice afin qu'il-elle puisse reconsidérer son rapport à l'espace. L'installation ne veut pas transmettre de connaissances, mais créer une situation ambiguë, d'instabilité et de questionnement. Dans son invitation à la déambulation qui soulève des questions, le travail de Yoel est donc très proche de l'origine étymologique du mot *recherche*, dérivé de la combinaison de *re* (encore) et de *chercher*, venant du mot latin *circare* (faire le tour de, parcourir). Dans l'œuvre de Yoel, le visiteur ou la visiteuse est donc invité-e à *faire de la recherche*, c'est-à-dire à parcourir, à chercher de nouveau et, à partir de ses propres questions, à suivre un chemin vers la connaissance. ■

Médiagraphie

Benjamin, A. (2007). Porosity at the Edge: Working through Walter Benjamin's "Naples". Dans C. Magerki, R. Savage, & C. Weller (Eds.), *Moderne begreifen : Zur Paradoxie eines sozio-ästhetischen Deutungsmusters* (pp. 107-119). Wiesbaden: DUV. doi:10.1007/978-3-8350-9676-9_7

Trois systèmes de raisonnement en conception architecturale : heuristique, algorithmique, métacognition

Auteurs

Damien Claeys
Architecte, systémicien,
professeur
tsa-lab, LOCI+LAB,
UCLouvain
© 0000-0002-1324-4392

Louis Roobaert
Architecte, assistant, doctorant
tsa-lab, LOCI+LAB,
UCLouvain
© 0000-0002-4270-9566

Résumé. La conception architecturale est modélisée de manière heuristique comme un processus de recherche au cours duquel le concepteur doit résoudre un problème mal défini de manière réflexive. Le concepteur oriente un processus de conception architecturale en réponse à un contexte donné, pour faire émerger une solution sous la forme d'un projet d'architecture. En psychologie cognitive, à la croisée des écrits de Jean Piaget et Bärbel Inhelder, de Daniel Kahneman et Amos Tversky, et d'Olivier Houdé, au moins trois systèmes de raisonnement ont été successivement définis : la pensée intuitive, la pensée réfléchie et la métacognition. Ceux-ci peuvent être transposés au champ de la conception architecturale en établissant une analogie avec les trois figures du concepteur caricaturées par J. Christopher Jones : les concepteurs magicien, ordinateur et auto-organisé.

Mots-clés. architecture · conception · algorithmique · heuristique · métacognition

Abstract. Architectural design is heuristically modeled as a research process in which designers must solve an ill-defined problem in a reflexive manner. The designer guides an architectural design process in response to a given context, in order to shape a solution, brought forth in the form of an architectural project. In cognitive psychology, at the juncture between the works of Jean Piaget and Bärbel Inhelder, Daniel Kahneman and Amos Tversky, as well as Olivier Houdé, at least three reasoning systems have been successively defined: intuition, reasoning, and metacognition. These can be transposed to the field of architectural design, by drawing an analogy with the three figures portrayed by J. Christopher Jones: the magician, the computer and the self-organized designer.

Keywords. architecture · design · algorithmic · heuristic · metacognition

Modélisation systémique de la conception architecturale

Lorsque le mot *architecture* est utilisé, il peut recouvrir différentes acceptions. Conventionnellement, il désigne d'abord le corpus disciplinaire associé au métier de l'architecte. Mais lorsque nous parlons de l'architecture ou des architectures, en faisant précéder le mot par un article défini ou en le mettant au pluriel, le sens du mot est bien plus large. Au moins trois types d'architectures sont distinguables (Claeys, 2013) :

1. des *édifices* : des artefacts construits intentionnellement et matérialisés dans l'environnement physique, pour permettre à l'être humain d'*habiter* le monde ;
2. des *modèles* : des pensées projetées dans l'espace de conception, pour permettre au concepteur¹ de concevoir mentalement des *projets* ;
3. un *domaine* : un champ partagé de

connaissances mobilisable mentalement par l'architecte.

Dans le présent essai spéculatif, ce n'est pas l'architecture dans l'une ou plusieurs de ses trois acceptions qui est directement visée, mais le champ de la conception en architecture permettant de les mettre en relation. De là, la posture de recherche choisie est :

1. *processuelle* : en liant les trois acceptions du mot *architecture* sous la forme d'un processus, nous faisons l'hypothèse qu'un concepteur élabore dynamiquement des *modèles*, pour concevoir des *édifices* permettant à l'être humain d'habiter le monde, en mobilisant les connaissances disciplinaires du *domaine* ;
2. *cognitiviste* : en étudiant l'activité cognitive de la projection architecturale, nous partons du principe que les processus cognitifs des concepteurs déterminent fortement les processus de conception de projets d'architectures

1 - Le mot *concepteur* est utilisé ici dans un sens large, il peut désigner une femme ou un homme, mais également une machine dotée d'intelligence artificielle ou toute hybridation entre ces différents êtres.

et que l'architecture – dans ses trois acceptions – n'a d'existence que dans les processus mentaux des concepteurs qui les projettent et dans ceux des êtres humains qui les habitent ;

3. *méta* : certains opérateurs, opérations et opérandes sont présents dans tous les processus de conception architecturale, ils sont donc généralisables, synthétisables et susceptibles de produire des savoirs transmissibles.

Du point de vue *processuel*, pour étudier spécifiquement le champ de la conception en architecture et démystifier les processus qui l'animent, il a été établi qu'elle peut être modélisée de manière heuristique² à l'aide d'un modèle théorique – général et spéculatif – de tout processus de conception *visant* l'architecture, en tirant parti de la complémentarité entre la méthode analytique et la pensée holistique (Claeys, 2013), de manière à la fois solide pour répondre aux exigences scientifiques et souple pour être adaptable à n'importe quel processus de conception architectural. La méthode de modélisation graphique utilisée étant la "systémographie" (Le Moigne, 1977, 1990), une visée descriptive menée à partir des outils issus de la théorie des systèmes.

Des édifices architecturaux, des modèles mentaux d'architecture ou des connaissances partagées au sujet de l'architecture ne peuvent y être réduits, seul le processus mental mettant en relation des données associées à ces trois modes d'existence du mot *architecture* – la conception architecturale – peut être considéré comme un processus de résolution de problème tel que défini en psychologie cognitive. Plus précisément, la projection architecturale est une gamme particulière de problèmes – définis comme des "*ill-structured problems*" [problèmes mal structurés] (Simon & Newell, 1958; Simon, 1973), des "*ill-defined problems*" [problèmes mal définis] (Reitman, 1964), voire des "*wicked problems*" [problèmes malicieux] (Rittel & Webber, 1973) – nécessitant des méthodes de résolution spécifiques. En effet, pour produire un projet d'architecture, un concepteur initie et oriente un processus de conception au cours duquel il opère mentalement sur un modèle, à plusieurs reprises, jusqu'à proposer une solution sous la forme d'un projet d'architecture. Parmi d'autres possibles, cette solution n'est pas "*optimal*" [optimale], mais elle est à la fois "*satisfying*" [satisfaisante] et "*sufficing*" [suffisante], si bien qu'elle peut être qualifiée de "*satisficing*" [suffisamment bonne] (Simon, 1947, 1956, 1957, 1959). Elle est établie en fonction de la manière avec laquelle le concepteur évalue subjectivement son seuil de satisfaction, le temps disponible et la complexité du projet³. À défaut d'être linéaire, ce pro-

cessus est plutôt "circulaire", "itératif" et "réflexif", passant alternativement par des phases de "convergence" et de "divergence" avant d'aboutir à une "solution sous-optimale" (Claeys, 2013).

D'un point de vue *cognitivist*, une activité cérébrale émerge du substrat corporel du concepteur. Autrement dit, le concepteur possède, une "pensée énée" (Varela, 1988) étendue dans tout le corps, la cognition est "située" et "incarnée", elle est une "émergence" de processus auto-organisés en interactions entre le cerveau, le corps et l'environnement et, enfin, elle est le résultat d'une "co-détermination" obtenue par les interactions répétées entre l'individualité et la collectivité, entre la conscience et le contexte interpersonnel. Le concepteur ne possède pas une pensée rationnelle et infallible, il souffre de "*bounded rationality*" [rationalité bornée] (Simon, 1957) parce qu'il est immergé dans un environnement générant une grande quantité de *stimuli*, mais son cerveau ne peut pas traiter la totalité de ceux-ci. À défaut de pouvoir être "substantive" dans le cas de la résolution de problèmes complexes, le concepteur possède donc une rationalité "procédurale" – et donc "*bounded*" – émergeant de ses interactions avec l'environnement et adaptative en fonction de l'évolution de l'état du processus (Simon, 1976). Il utilise donc des routines 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 des questions autrement et il utilise des principes simplificateurs (sans dénaturer la complexité du réel) pour traiter rapidement les données avant d'agir (en tenant compte des états passés, de l'état présent et en anticipant l'avenir). Ensuite, le concepteur raisonne comme un statisticien (Dehaene, 2012; Claeys, 2017). À partir de l'acquis de ses expériences passées (mouvement de données *descendant* de la mémoire) et des inputs ambigus qu'il interprète (mouvement de données *ascendant* de la 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 données captées depuis le corps et l'environnement. Enfin, le filtre de la perception et la coupure du langage mènent l'être humain à donner naissance à un monde imaginaire, "un double du réel co-construit par l'humain – qualifié d'*augmenté* – contre lequel, impertinent, le réel résiste dès qu'il est provoqué" (Claeys, 2013). Affecté de ce "réel augmenté", le concepteur souffre, au minimum, de trois autres limites cognitives interagissantes, correspondant à autant de sources d'incertitude (Claeys, 2015) : l'"incomplétude", du théorème d'incom-

2 - Le modèle est un *raisonnement heuristique* dans le sens où il est construit pour favoriser la découverte d'une théorie à partir de connaissances incomplètes du phénomène étudié – la conception architecturale – de manière à aboutir, dans un temps raisonnable, à des conclusions vraisemblables, bien que sous-optimales (Le Moigne, 1990). Une mise en abîme conceptuelle apparaîtra dans la suite du texte puisque ce modèle théorique général construit avec une heuristique modélisera en son sein un processus au cours duquel le concepteur utilisera, à un autre niveau, des raisonnements heuristiques pour la projection.

3 - En économie, Herbert A. Simon (1947) a montré que face à des choix ou à des buts multiples, l'être humain ne cherche pas toujours à poursuivre un chemin rationnel menant à un "*optimal*" [optimal], mais un chemin "*satisficing*" [suffisamment bon] par rapport à un certain niveau spécifié de tous ses besoins. Autrement dit, la simplification du processus de choix est "le remplacement de l'objectif de *maximisation* par l'objectif de *satisfaction*, c'est-à-dire la recherche d'un plan d'action *suffisant*" (Simon, 1957). Le niveau de satisfaction est évolutif : "Considérons, au lieu d'une seule situation de choix statique, une séquence de telles situations. Le *niveau d'aspiration*, qui définit une alternative satisfaisante, peut changer d'un point à l'autre de cette séquence d'essais. Un principe vague serait que, lorsque l'individu, dans son exploration des alternatives, trouve *facile* de découvrir des alternatives satisfaisantes, son niveau d'aspiration augmente ; lorsqu'il trouve *difficile* de découvrir des alternatives satisfaisantes, son niveau d'aspiration diminue." (Simon, 1957)

4 - Apparus en français au XIX^e siècle, les mots *heuristique* et *eureka* possèdent une même racine. Le verbe grec *heuriskein* (trouver) a donné l'expression *heuristiké tekhné* (art de découvrir) et le mot *euriskó* (je trouve) a également donné le mot *hèureka* (j'ai trouvé), associé au cri d'Archimède qui "bondit plein de joie hors de la baignoire" (Vitruve, livre IX, introd.10). Par ailleurs, l'effet eureka est l'instant euphorique de soudaine compréhension après une phase de tension. Le mot *heuristique* possède plusieurs significations, parmi lesquelles : (1) en histoire, l'heuristique décrit les parties de la méthode (historique) ayant pour objet la recherche exhaustive de documents pour l'établissement de faits historiques ; (2) en pédagogie, l'heuristique est une méthode consistant pour l'enseignant à faire découvrir par l'étudiant ce qu'il tente de lui enseigner ; (3) en informatique, l'heuristique est une méthode de résolution de problème non fondée sur un modèle formel et qui n'aboutit pas nécessairement à une solution optimale.

5 - Au IX^e siècle, le mathématicien arabe Muhammad Ibn Mūsā al-Khwarizmi dit Al-Khwārizmī introduit la numération décimale en mathématiques. Son nom aurait été assimilé au mot grec *arithmos* (nombre) – donnant le mot grec *arithmētiké*, puis le mot latin *arithmetica* et, au XIX^e siècle, le mot français *arithmétique* –, en passant par le mot latin *algorismus*, pour donner les mots français *algorithme* et *algorithme* au XIII^e siècle. Au XIX^e siècle, le mot *algorithmique* apparaît à partir de l'expression italienne *logica algoritmica* (logique algorithmique).

6 - Apparu au XIX^e siècle en français, le mot *métacognition* vient du grec *méta* (sur, à propos) et du latin *cognitio* (action de connaître), dérivé de *cognescere* (prendre connaissance par les yeux ou par ouï-dire).

plétude de Kurt Gödel (1930), l' "autorité", de la théorie des systèmes auto-poïétiques de Humberto R. Maturana et Francisco J. Varela (1972) et l' "indétermination" du théorème d'indétermination de Werner Heisenberg (1927), trois concepts notamment mis en relation par l'outil trialectique (Gigand, 2010).

Du point de vue *méta*, le développement du modèle théorique améliore la compréhension des types et des relations entretenues entre différentes méthodes de raisonnement utilisées par les concepteurs de projets d'architecture, le flux cognitif étant modélisé comme des processus de résolution de problèmes complexes. Le modèle apporte un éclairage utile aux architectes confrontés aux défis contemporains de la "*knowledge society*" (Drucker, 1969), de l'explosion de la datamasse et de la "silicolonisation" (Sadin, 2016) du monde et voulant éviter l' "obsolescence programmée" de leur profession (Claeys, 2021b, 2021c).

Heuristique, algorithmique, métacognition

Avant d'étudier, trois méthodes de raisonnement susceptibles d'intervenir dans les processus de conception architecturale, trois concepts sont définis : *heuristique*, *algorithmique*, *métacognition*.

En fonction du caractère compliqué ou complexe du problème à résoudre, le concepteur utilisera des algorithmes ou des heuristiques : "Si un problème à résoudre est de taille limitée, avec peu d'axiomes et de règles, le système peut en déduire toutes les conclusions possibles de manière mécanique [à l'aide d'un algorithme], mais si la combinatoire s'avère trop complexe, il devient alors impossible d'explorer toutes les possibilités dans un temps raisonnable. Dans ce cas, il faut introduire des heuristiques qui vont écarter des pans entiers de cas possibles, permettant ainsi de se focaliser sur les hypothèses les plus prometteuses." (Sadin, 2018).

D'abord, l'*heuristique* est un mot polysémique signifiant littéralement "ce qui sert à la découverte" (Lalande, 1926; Nadeau, 1999)⁴. Bien que l'usage des heuristiques soit un produit de l'évolution, elles sont utilisées dans la vie quotidienne, en cas de danger imminent, et elles augmentent les chances de survie de l'être humain face aux dangers de l'environnement. Un raisonnement heuristique est une suite d'opérations mentales dont l'enchaînement est devenu simple, parce que ces séquences ont été apprises et répétées. Elles forment un ensemble de règles mentales intuitives qui permettent de prendre des décisions rapides ou d'évaluer un risque.

Les décisions prises sont alors acceptables, mais elles peuvent mener à des erreurs logiques. Les heuristiques permettent l'identification des émotions sur un visage, l'association inédite d'idées ou l'émergence d'élans créatifs. En psychologie cognitive, l'heuristique est une méthode de recherche intuitive et stratégique des faits, fondée sur l'expérience, à partir d'une *working hypothesis* sans chercher à savoir si elle est absolument vraie ou fausse. Elle est adoptée provisoirement, comme idée directrice pour orienter le processus de recherche. Une méthode heuristique tente de résoudre un problème à partir d'une connaissance incomplète de celui-ci, en procédant par approches successives, en éliminant progressivement les alternatives et en ne conservant qu'une gamme restreinte de solutions, tout en visant une hypothétique solution optimale. Les concepts d'*heuristique* (la méthode de recherche) et de *biais cognitif* (la distorsion de sens) doivent être distingués : une *heuristique* est une stratégie cognitive économique et souvent efficace pour la résolution de problèmes complexes, mais dans le cas où elle ne l'est pas, elle engendre une forme de *biais cognitif*.

Ensuite, l'*algorithme* est "une classe finie de règles opératoires propres à un calcul, ce calcul menant de certains types de données à certains types de résultats" (Nadeau, 1999)⁵. Il forme un "mécanisme réglant le fonctionnement de la pensée organisée et s'explicitant par des représentations analogues à celles des mathématiciens". Il propose une solution à un problème sous la forme d'une succession d'opérations logiques à effectuer. Ainsi, l'un des plus connus est l'algorithme d'Euclide permettant la détermination du plus grand commun diviseur entre deux entiers (le plus grand entier divisant les deux entiers en laissant un reste nul). Contrairement à l'heuristique, l'algorithmique est une méthode de recherche logicomathématique efficace pour résoudre des problèmes compliqués reposant sur l'usage d'un ensemble de règles opératoires à la fois logiques et mathématiques, permettant d'aboutir inévitablement à des solutions dans un cadre préétabli. Le processus est même mécanisable à partir du moment où les hypothèses de recherche, le nombre, le type et le format des données sont connus. Contrairement à la pensée heuristique, à partir du moment où une méthode de résolution de problèmes est établie, la pensée algorithmique est totalement mécanisable et computable, elle est directement modélisable par une intelligence naturelle et/ou artificielle.

Enfin, en relation avec les deux méthodes de recherche heuristique et algorithmique, la *métacognition*⁶ est l'activité cognitive non innée du sujet ayant pour objet ses propres processus cognitifs et

les produits de celle-ci. Le concept de *métacognition* est attribué au psychologue américain John H. Flavell (1976), lui-même inspiré du concept d' "abstraction réfléchissante" du psychopédagogue suisse Jean Piaget : "Dans tout type de relation cognitive avec l'environnement humain ou non humain, diverses activités de traitement de l'information peuvent se dérouler. La métacognition se réfère, entre autres, à l'évaluation active et à la régulation et à l'organisation conséquentes de ces processus en relation avec les objets ou données cognitifs sur lesquels ils portent, généralement au service d'un but ou d'un objectif concret." (Flavell, 1976) La métacognition est la cognition qui permet d'évaluer, de contrôler et de réguler le fonctionnement des autres cognitions (processus cérébraux et mentaux tels que la perception, la mémoire, la connaissance, le raisonnement, l'apprentissage). Selon Flavell, la métacognition comprend deux parties :

1. le savoir *métacognitif* (ou déclaratif) est la connaissance que nous avons sur nos propres processus cognitifs (limites connues de nos connaissances, les stratégies de raisonnement connues, les savoirs et les croyances stockées dans nos mémoires) ;
2. l'expérience *métacognitive* (ou procédurale) est l'expérience que nous acquérons lors des processus cognitifs (les sensations ressenties en cours de conception, le contrôle des émotions, l'anticipation ou la planification de l'action).

Outre sa manifestation dans l'évaluation de la cognition dans les tâches quotidiennes (apprentissage, jugement...) et sa capacité – dans une certaine mesure – à permettre au concepteur de contrôler ses émotions pour favoriser la tenue de raisonnements rationnels, la métacognition a deux fonctions principales :

1. le *suivi prospectif* ou l'évaluation de sa propre capacité à accomplir une activité mentale avant de la tenter ;
2. le *suivi rétrospectif*, ou l'évaluation de la réussite ou non d'une activité mentale après l'avoir tentée.

Lors de la résolution de problèmes, la métacognition – la cognition de la cognition – est la capacité du concepteur à se représenter le problème et ses propriétés et à décider si une heuristique ou un algorithme est plus pertinent, en tentant d'anticiper les conséquences de ce choix dans la suite du processus.

Trois méthodes de résolution de problèmes

Les trois méthodes de raisonnement déployées peuvent être liées aux résultats des recherches concernant la résolution de problèmes en psychologie cognitive. À partir d'une approche des stratégies mentales par le traitement de l'information (Bruner, Goodnow, & Austin, 1956; Levine, 1975), le psychologue Jo Godefroid (2001) définit trois grandes méthodes de recherche de solution pouvant être utilisées pour chercher à résoudre un problème et correspondant "à trois options de valeur et de niveau de complexité" :

1. la *méthode de recherche aléatoire* (ou *méthode par essais et erreurs*) consistant à rechercher une solution par essais et erreurs, "en émettant une hypothèse ou une solution au hasard", à vérifier sa validité et, si ce n'est pas le cas, à passer à une autre proposition, et répéter l'opération jusqu'à aboutir à une solution. L'exploration du domaine des solutions est inévitablement incomplète dans le cas d'un problème complexe et aucune optimisation du choix n'est particulièrement recherchée. Si aucune autre méthode ne fonctionne, cette méthode peut être utilisée, mais elle est répétitive, aléatoire et lente ;
2. la *méthode de la recherche systématique* (ou *méthode des algorithmes*) consistant à passer en revue de manière exhaustive et systématique toutes les possibilités existantes de solutions en tenant compte de tous les aspects du problème. À l'image du fonctionnement d'un ordinateur, elle consiste à effectuer toujours la même opération ou appliquer la même règle jusqu'à arriver à une solution. Si le problème est bien défini, la méthode est efficace et infaillible, mais si ce n'est pas le cas, elle consomme beaucoup d'énergie cognitive et de temps ;
3. la *méthode de recherche stratégique* (ou *méthode des heuristiques*) s'appuyant sur la sélection d'heuristiques pour entreprendre une recherche de solution à partir des données les plus susceptibles d'arriver à cette solution. Elle se fonde sur la probabilité de réussite d'une solution donnée. À la croisée de la méthode par essais et erreurs et de celle des algorithmes, cette méthode est moins sûre que la méthode des algorithmes, mais elle est plus intelligente, elle est plus économique en termes d'énergie cognitive et de durée du processus de recherche.

À priori, la méthode de recherche aléatoire n'est pas envisagée par un concepteur orientant de manière structurée un processus de conception architectural⁷. Les méthodes stratégiques et systématiques de résolution de problèmes sollicitent les raisonnements heuristique et algorithmique. La métacognition semble

7 - La méthode de recherche *aléatoire* est largement utilisée par les enfants ayant encore peu d'expérience, mais elle concourt également à l'établissement chez le futur adulte de la capacité à mener des recherches systématiques et stratégiques.

8 - La croyance en l'existence d'une dichotomie entre les cerveaux gauche (langage et raisonnement) et droit (émotion et intuition) caricature les recherches sur l'asymétrie cérébrale qui ont uniquement montré une différence entre les degrés d'implications de chaque hémisphère. L'analyse scientifique rigoureuse de l'activation neuronale par IRM montre qu'une latéralisation des fonctions cognitives est possible, mais qu'il n'existe pas d'individus à cerveau gauche ou à cerveau droit dominant : "un schéma plus cohérent pourrait inclure des connexions dominantes à gauche associées au langage et à la perception des stimuli internes, et des connexions dominantes à droite associées à l'attention pour les stimuli externes" (Nielsen, Zielinski, Ferguson, Lainhart, & Anderson, 2013).

9 - "Dans l'ensemble, la pensée créative ne semble pas dépendre de façon critique d'un seul processus mental ou d'une seule région du cerveau, et elle n'est pas particulièrement associée au cerveau droit, à l'attention défocalisée, à une faible excitation ou à la synchronisation alpha, comme on le suppose parfois. Pour que la créativité puisse être tracée dans le cerveau, elle doit être subdivisée en différents types qui peuvent être associés de manière significative à des processus neurocognitifs spécifiques." (Dietrich & Kanso, 2010)

10 - En épistémologie, le constructivisme, une méthode de pensée, initiée au XX^e siècle, qui considère que toute connaissance vraie du réel 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 construites mentalement.

fournir la réflexivité capable d'arbitrer les effets des différentes méthodes de recherche de solutions.

Trois systèmes de pensée

En psychologie cognitive, parmi d'autres, trois processus impliqués dans la capacité à raisonner de l'être humain ont été progressivement établis et mis en relation : le raisonnement logico-mathématique, la stratégie heuristique et la résistance cognitive. En général, les deux premiers sont abusivement distingués en conjecturant sur l'existence hypothétique d'une dichotomie entre un cerveau gauche et un cerveau droit, tandis que le troisième est assimilé à l'effet présumé d'un centre décisionnel situé dans le cortex préfrontal.

La pensée analytique encourage l'établissement de correspondances spatialisées entre des structures neuronales et des fonctions cognitives ce qui mène à la définition d'aires cérébrales, mais aucune réponse définitive n'a été donnée quant à la localisation anatomique et/ou fonctionnelle de la pensée créative en neurosciences. Bien que leurs degrés d'implications dans les fonctions mentales diffèrent, les structures physiologiques des deux hémisphères du cerveau humain sont semblables, ce qui invalide le modèle controversé de l'asymétrie cérébrale⁸. Pourtant le modèle de latéralisation des fonctions cognitives est ancré dans l'*imaginaire collectif* de nombreux concepteurs de projets d'architecture : ils s'imaginent que certains architectes seraient plus *rationnels*, parce qu'ils auraient le *cerveau gauche* plus développé, alors que d'autres seraient plus *créatifs*, parce qu'ils auraient le *cerveau droit* plus développé. Ainsi, en partant de l'hypothèse que la conscience aurait deux façons de percevoir le réel – l'une étant verbale, analytique et séquentielle, et l'autre étant visuelle, perceptive et globale – il serait même possible de *dessiner* pour entraîner activement la partie gauche ou la partie droite d'un cerveau (Edwards, 1979). L'intérêt pédagogique de ce type d'exercices n'est pas remis en cause ici, puisqu'il pousse les dessinateurs à abandonner leurs préconceptions pour porter un regard différent sur les objets qu'ils doivent représenter. Néanmoins, des recherches en neurosciences plus récentes ont clairement infirmé l'hypothèse de la latéralisation de la pensée créative dans un hémisphère plutôt que dans un autre (Dietrich & Kanso, 2010)⁹.

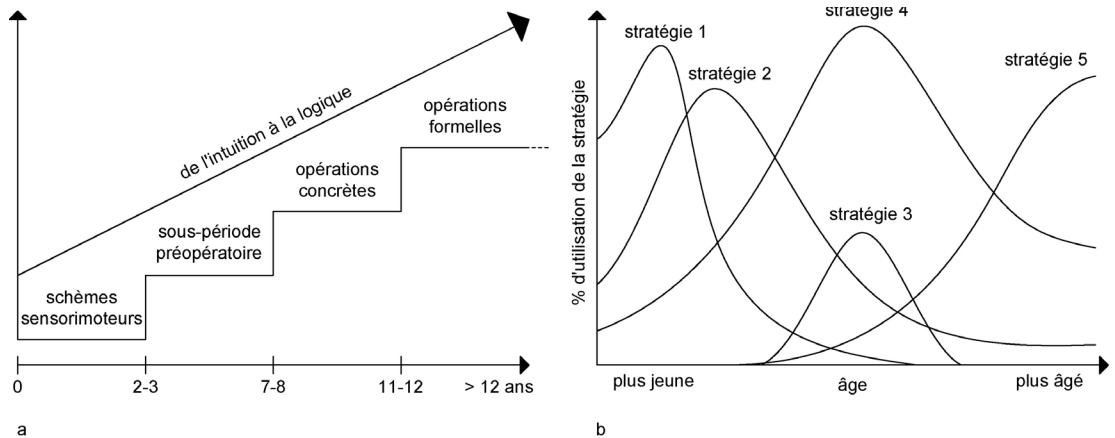
Par contre, l'intensité avec laquelle le cerveau fonctionne semble variable en fonction de la tâche à effectuer. Ainsi, le degré de dilatation des pupilles des yeux prouve que la perception visuelle fonctionne à des vitesses différentes (Hess,

1975). Le cerveau fait varier la taille des pupilles des yeux en fonction de stimulations physiques (par exemple, l'intensité de la lumière), mais également en fonction de stimulations physiologiques (par exemple, le désir sexuel, la peur ou l'attention). L'intensité de la dilatation observée révèle donc les réactions émotionnelles de la personne par un langage non verbal. Par ailleurs, la dilatation augmente lorsque la personne effectue un calcul mental et elle s'intensifie encore lorsqu'elle se concentre sur la résolution d'un problème complexe. Autrement dit, "les pupilles sont des indicateurs sensibles de l'effort mental" (Kahneman, 2011). Bien que d'autres manifestations physiologiques puissent apparaître lors d'efforts mentaux – par exemple, une légère accélération cardiaque ou une sudation plus abondante –, l'effet sur les pupilles est emblématique. En phase avec la surévaluation culturelle de la vue par rapport aux autres sens, une expression populaire construite à partir de la pensée de Cicéron dans *De oratore* (livre III) exprime parfaitement cette idée : "Car si le visage est le miroir de l'âme, les yeux en sont l'interprète".

Liés à la coexistence de modalités physiologiques complémentaires, sans avoir recours à une latéralisation des fonctions ou à l'existence de trois personnalités fictifs dans la boîte crânienne, les trois processus forment trois systèmes en interaction dynamique, progressivement définis à partir de travaux tels que ceux de Jean Piaget et Bärbel Inhelder (1947), Daniel Kahneman (2011) et Olivier Houdé (2014a). Nous les décrivons ci-après dans l'ordre chronologique de leur théorisation.

Le raisonnement logico-mathématique

La longue et lente évolution phylogénétique de l'espèce humaine est ponctuée par les différentes évolutions ontogénétiques affectant chaque être humain du début à la fin de la vie. L'ontogenèse de l'individu est un processus animé par une perpétuelle recherche d'équilibre. L'être humain s'adapte continuellement parce qu'il est en relation dynamique avec son environnement physique et social. Après la Seconde Guerre mondiale, le psychopédagogue suisse Jean Piaget et la psychologue suisse Bärbel Inhelder définissent une épistémologie génétique menant à l'émergence du *constructivisme*¹⁰. Il considère l'intelligence comme une structure en adaptation continue parallèlement au processus d'ontogenèse. Selon leur modèle de développement de l'intelligence chez l'enfant, l'être humain est préprogrammé pour intégrer des connaissances dans un ordre donné, à condition que le milieu dans lequel il évolue lui procure les *stimuli* nécessaires



à chaque étape de son développement. L'intelligence n'est donc pas totalement *innée*, elle s'acquiert par l'expérience. Théoriquement, elle se *construit* en passant par plusieurs stades (Inhelder & Piaget, 1955; Piaget & Inhelder, 1966) : "Le développement mental de l'enfant apparaît au total comme une succession de trois grandes constructions dont chacune prolonge la précédente, en la reconstruisant d'abord sur un nouveau plan pour la dépasser ensuite de plus en plus largement. [...] Cette intégration de structures successives dont chacune conduit à la construction de la suivante permet de découper le développement en grandes périodes ou stades et en sous-périodes ou sous-stades" (Piaget & Inhelder, 1966). Ils définissent trois stades principaux, dont le second est lui-même subdivisé en deux sous-stades :

1. stade 1 (de 0 à 2-3 ans) : avec les structures organiques issues de l'embryogenèse et avant d'acquérir la fonction symbolique, l'enfant est au niveau sensorimoteur d'action directe sur le réel, il développe une *intelligence pratique* en construisant expérimentalement des "schèmes sensorimoteurs" et en découvrant le réel par l'action répétée de son corps sur l'environnement. Autrement dit, une succession de *stimulus-réponse* mène à l'assimilation ;
2. stade 2a (de 2-3 à 7-8 ans) : dans cette "sous-période préopératoire", l'enfant développe la capacité à représenter un "signifié quelconque" par un "signifiant différencié et ne servant qu'à cette représentation", il intériorise les schèmes sensorimoteurs en développant la fonction symbolique (langage, imitation différenciée, représentation, jeux symboliques, actes fictifs...);
3. stade 2b (de 7-8 à 11-12 ans) : dans cette "sous-période d'achèvement", l'enfant opère "un passage de la centration subjective en tous les domaines à une décentration à la fois cognitive, sociale et morale", il mène des "opérations concrètes", portant directement sur des objets et non sur des propositions formelles, prenant en compte autrui et en intégrant progressivement la causalité ;
4. stade 3 (de 11-12 ans et plus) : l'enfant restructure les "opérations concrètes"

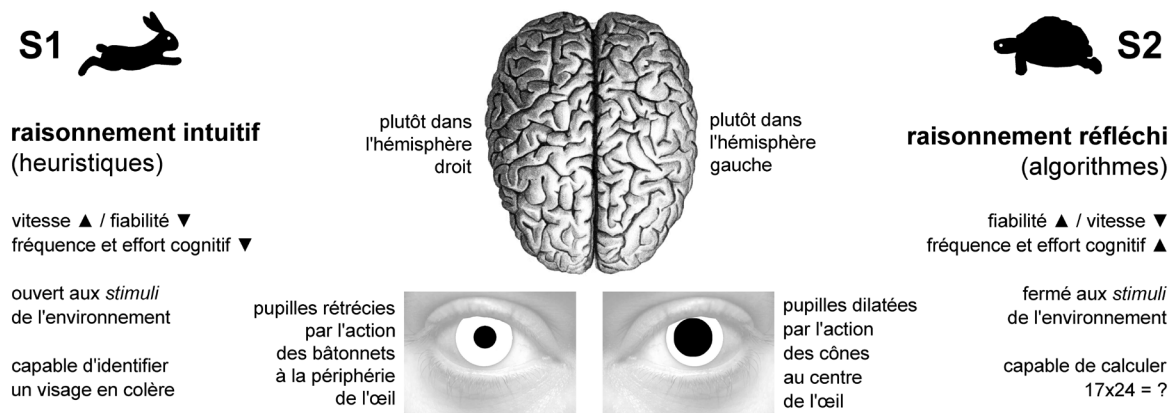
en les subordonnant à de nouvelles structures, les "opérations formelles" dont "le déploiement se prolongera durant l'adolescence et toute la vie ultérieure", si bien que "le sujet parvient à se dégager du concret et à situer le réel dans un ensemble de transformations possibles", il devient capable de mener des opérations abstraites ainsi que de mener des raisonnements logiques par hypothèses et déductions (hypothético-déductif).

Le processus évolutif décrit par Piaget et Inhelder est régulièrement réduit à une succession linéaire d'étapes figurée par un modèle en escalier, une progression allant des automatismes irrationnels de l'enfance à la réflexivité rationnelle de l'adulte dont l'aboutissement est l'acquisition du raisonnement logicomathématique (figure 1a). Néanmoins, même s'ils insistent sur le fait que – à défaut de fortes variations de l'environnement d'apprentissage – l'ordre de succession des phases est constant, Piaget et Inhelder (1966) insistent également sur le fait que la définition théorique de phases distinctes n'explique pas tout et que chaque phase *intègre* les précédentes sans s'y substituer. Plus encore, ils définissent quatre facteurs généraux influençant de manière non linéaire l'évolution mentale :

1. la croissance organique (maturation des systèmes nerveux et endocriniens) ;
2. l'expérience acquise dans l'action effectuée sur les objets ;
3. l'expérience sociale (interactions et transmissions) ;
4. la finalité interne et subjective de l'apprenant.

Depuis lors, de nombreuses autres modélisations envisagent le développement de l'intelligence à l'aide de modèles dynamiques et non linéaires, à l'image de l' "*overlapping waves theory*" [théorie des vagues superposées] proposée par le psychologue américain Robert S. Siegler (1996, 1999), selon laquelle des stratégies différentes sont utilisées avec des fréquences variées et parfois de manière concomitante, tandis que de nouvelles stratégies apparaissent au cours du temps (figure 1b).

① Deux modèles théoriques de développement cognitif :
a. Le modèle en escalier organisé par une progression opérée à partir de transitions brutales entre des niveaux des périodes prolongées de réflexion (modèle canonique auquel les recherches de Jean Piaget et Bärbel Inhelder sont abusivement assimilées) ;
b. L' "*overlapping waves theory*" [théorie des vagues superposées], dynamique et non-linéaire, selon laquelle les stratégies sont variées, parfois concomitantes et certaines peuvent apparaître à tout moment. Adaptation du schéma de Robert S. Siegler (1996, 1999), repris par Olivier Houdé (2018, 2019).



② Représentation schématique du modèle de Kahneman (2011). Latéralisation variable des fonctions cognitives d'un individu à l'autre, mais interaction des processus perceptifs à basse (S1 heuristique) et à haute fréquence (S2 algorithmique), respectivement prédominants dans les hémisphères cérébraux droit et gauche.

La stratégie heuristique

Dans les années 1970, les psychologues israéliens Daniel Kahneman et Amos Tversky montrent que : "Le travail mental qui produit les impressions, les intuitions et bien des décisions se déroule en silence dans notre esprit." (Kahneman, 2011). Ils travaillent sur les "raccourcis simplificateurs de la pensée intuitive" en apportant des preuves "du rôle de la méthode heuristique dans la capacité de jugement". À partir d'un article portant sur les concepts d' "heuristique" et de "biais cognitif" (Tversky & Kahneman, 1974), ils ont travaillé sur le thème de la prise de décision dans le monde de la finance, dominée à l'époque par la théorie de l'utilité¹¹, menant à leur "théorie des perspectives" ayant changé la conception de la prise de la décision en économie (Kahneman & Tversky, 1979). Selon la théorie des perspectives, trois caractéristiques de la pensée intuitive jouent un rôle essentiel dans l'évaluation des résultats financiers : le point de référence avant l'évaluation, la modification de la sensibilité aux pertes et aux gains en fonction de la quantité de richesse possédée avant l'évaluation, le taux d'aversion à la perte (Kahneman, 2011). Après la disparition de Tversky, Kahneman a prolongé leurs recherches. À la différence de Piaget, Kahneman (2011) soutient que deux formes de pensées se côtoient pendant toute la vie de l'être humain : il définit un "système 1" (S1) qui "fonctionne automatiquement et rapidement, avec un peu ou pas d'effort et aucune sensation de contrôle délibéré", en l'ajoutant au raisonnement logicomathématique de Piaget qu'il identifie à un "système 2" (S2) et qui "accorde de l'attention aux activités mentales contraignantes qui le nécessitent"¹². Comme l'écrit Kahneman, ces deux systèmes ne correspondent pas à des aires cérébrales distinctes, ils représentent deux "personnages fictifs" construits pour faire comprendre le fonctionnement et les biais cognitifs qui affectent nos prises de décisions. Ce ne sont donc pas de dérisoires homoncles

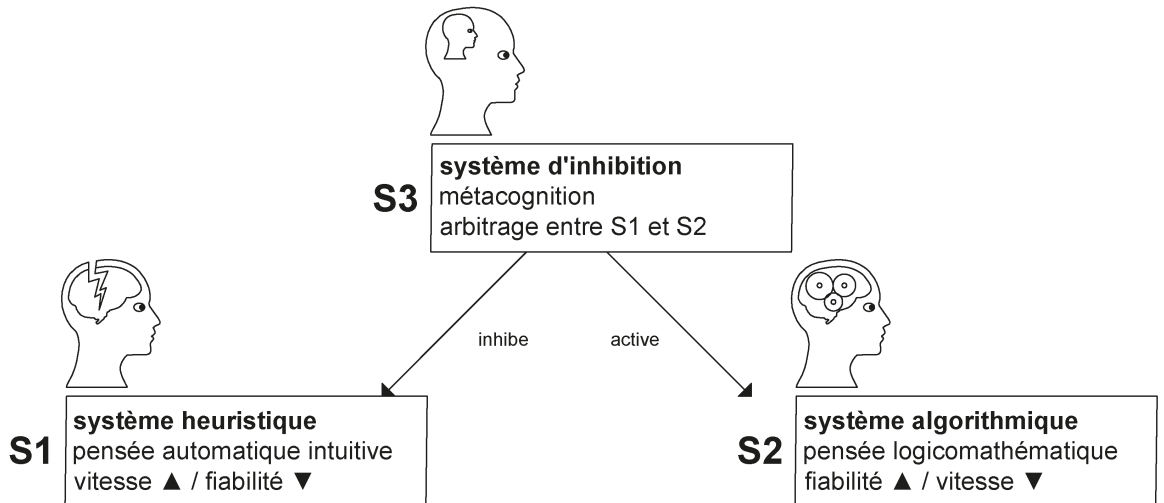
expliquant "les pensées et les actes d'une personne comme s'ils étaient les pensées et les actes de petits personnages dans sa tête". Sous la forme d' "un psychodrame à deux personnages", Kahneman met en scène deux "agents de l'esprit, avec leurs propres personnalités, capacités et limites", pour illustrer deux méthodes de pensée, productrices d'informations que la conscience doit synthétiser (figure 2) :

1. un "système 1" de raisonnement intuitif (S1) utilisant des heuristiques. Il est développé quasi automatiquement par l'apprentissage à partir de l'expérience (lorsqu'un raisonnement est répété, l'effort cognitif diminue et le S1 s'enrichit de nouveaux apprentissages), il est involontaire et émotionnel (les prises de décision intègrent les émotions, mais souffrent de biais cognitifs), il est très rapide, mais peu fiable, puisque le raisonnement est guidé par des jugements et de ses sensations généralement justifiées, mais pas toujours¹³. Ce processus fonctionne plus rapidement à basse fréquence neuronale, il nécessite peu d'effort de concentration (faible mobilisation des ressources neurologiques), il est plutôt actif dans l'hémisphère droit du cerveau et il est très sollicité par la conscience. Il est lié à l'activité des bâtonnets à la périphérie de l'œil (perception globale et nocturne) et, lorsqu'il est activé, il est caractérisé par un rétrécissement des pupilles ;

2. un "système 2" de raisonnement réfléchi (S2) utilisant des algorithmes. Il est développé lentement par l'analyse volontaire et répétée de situations complexes. Il n'est pas intuitif, il est lent, mais très fiable, puisque le raisonnement est guidé par des inférences menées dans le cadre d'un système logique (ce qui ne veut pas dire pour autant qu'il a toujours raison), intervenant dans la résolution de problèmes complexes. Ce processus fonctionne plus lentement à haute fréquence neuronale, il nécessite beaucoup d'efforts de concentration (forte mobilisation des ressources neurologiques), ce qui fait qu'il est peu mobilisé par la conscience. Il est plutôt actif

11 - Au XVIII^e siècle, le mathématicien suisse Daniel Bernoulli a publié le Paradoxe de Saint-Petersbourg (1738) et il a introduit le concept d'*utilité* espérée décrivant le rapport entre le gain et la fortune d'un individu, sans prendre en compte que le raisonnement d'un individu n'est jamais totalement rationnel.

12 - D'autres chercheurs ont forgé l'hypothèse de l'existence d'un double processus. Ainsi, le psychologue américain William James (1890) aurait été le premier à émettre l'hypothèse que nous aurions deux types de pensées. Plus tard, l'économiste américain Herbert A. Simon (1976) distingue rationalité "procédurale" et "substantive". Tandis que dans ses travaux, le psychologue anglais Jonathan St. B. T. Evans (2008) recense les concepts attachés à ce double processus dans la littérature scientifique depuis les années 1980 (automatique/contrôle, intuitif/analytique, holistique/analytique, empirique/rationnel...). Par ailleurs, Daniel Kahneman (2011) précise qu'il adopte des termes suggérés à l'origine par les psychologues Keith E. Stanovich et Richard F. West (2000) : le Système 1 et le Système 2.



dans l'hémisphère gauche du cerveau et il est lié à l'activité des cônes au centre de l'œil (distinction des couleurs et des détails) et, lorsqu'il est activé, caractérisé par une dilatation des pupilles.

Dans toute prise de décision, la conscience implique complémentaiement les deux systèmes de raisonnement, mais avec une pondération variable. La conscience répartit les tâches cognitives entre S1 et S2 pour optimiser sa performance globale dans la résolution des problèmes. À priori, lorsque la conscience peut utiliser une heuristique approximative ou un algorithme exact pour résoudre un problème, elle n'est jamais favorable à l'algorithme. Elle préfère consommer moins de ressources neuronales, en utilisant par défaut les intuitions automatiques du S1 tout en restant attentive aux conditions de l'environnement. Mais si elle n'obtient pas de réponse du S1 ou si une nouvelle information contredit la conception du monde qu'elle entretient, la conscience peut mobiliser le S2 pour analyser plus finement le problème. Le S2 approuve régulièrement le raisonnement vraisemblable du S1 puisque ce dernier "produit sans effort les impressions et les sentiments qui sont les sources principales des convictions explicites et des choix délibérés du système 2" (Kahneman, 2011). Mais si les intuitions de S1 paraissent invraisemblables, le S2 monopolise l'attention en court-circuitant le fonctionnement de S1, si bien que la conscience est moins attentive aux *stimuli* de l'environnement. Le S2 est capable de contrôler la cohérence logique du raisonnement de S1, mais il n'a pas pour autant raison puisque son cadre logique de fonctionnement repose sur un ensemble de règles et d'opérations prédéfinies, progressivement apprises par la conscience.

Avec le temps et la répétition, de nouveaux types de raisonnement peuvent devenir intuitifs. Autrement dit, des algorithmes fréquemment utilisés par le S2 peuvent devenir des heuristiques du S1. De son côté, le S1 crée des associations

intuitives qui génèrent des élans créatifs dont S2 est incapable.

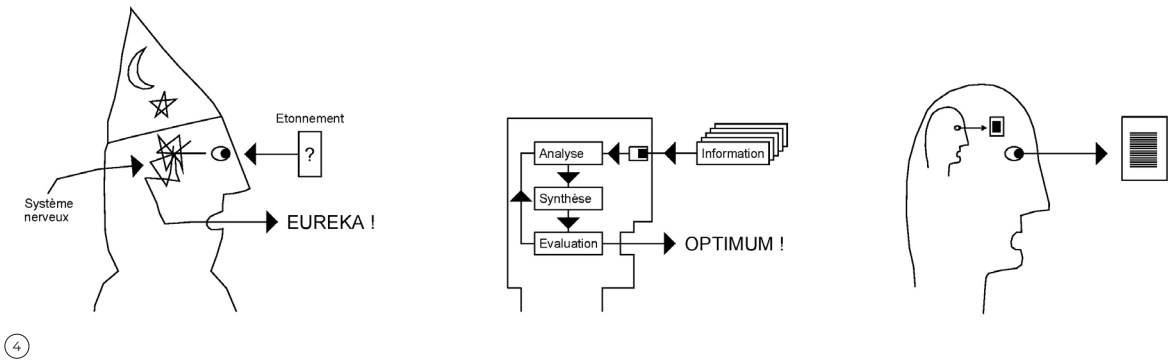
Mais toutes les tâches mobilisant le S2 ne sont pas forcément perçues comme difficiles par la conscience et "le travail cognitif ne suscite pas toujours l'aversion" (Kahneman, 2011). Il faut distinguer la pénible "concentration sur une tâche" du "contrôle délibéré de l'attention". Ainsi, le psychologue hongrois Mihály Csikszentmihályi (1975) décrit l'état de "flow" (flux), une absorption totale dans une tâche procurant un plaisir physique et/ou psychologique connue par certains artistes dans leurs moments créatifs ou lors d'un apprentissage volontaire. Un état de bien-être psychologique profond, de concentration et de motivation, ressenti lorsque la conscience est pleinement engagée dans une activité. D'autres types d'activités automatiques associent également une grande concentration avec un effort mental réduit menant à une perte de conscience du temps qui passe (par exemple, conduire une voiture à très grande vitesse).

La résistance cognitive

Les deux systèmes de Piaget et Kahneman ont été intégrés par le chercheur en psychologie cognitive français Olivier Houdé (2014a, 2014b, 2018, 2019) dans un modèle plus global, reposant sur l'existence d'un troisième système en interaction dynamique avec les deux précédents. Houdé réexamine la théorie de Piaget à la lumière des méthodes et des outils des neurosciences qui n'étaient pas encore disponibles dans les années 1950 et il reprend les travaux de Kahneman sur le S1 et le S2, là où ce dernier laissait plusieurs questions en suspens : "Que peut-on faire pour éviter les biais ? Comment améliorer les jugements et les décisions, tant les nôtres que ceux des institutions que nous servons et qui nous servent ?" (Kahneman, 2011).

③ Théorie des trois systèmes d'Olivier Houdé : système heuristique dominant (S1) de Kahneman, système algorithmique fiable (S2) de Piaget, système d'inhibition (S3) de Houdé capable d'arbitrer S1 et S2 lorsqu'ils entrent en conflit. Adaptation d'après Olivier Houdé (2014a, 2019).

13 - Amos Tversky et Daniel Kahneman (1974) ont mis en évidence plusieurs "biais cognitifs", présents chez la plupart des êtres humains lorsqu'ils utilisent des heuristiques : les biais de *représentativité* (juger de la probabilité qu'un élément appartienne à une catégorie déterminée), de *disponibilité* (attribuer une plus grande probabilité d'occurrence d'un événement dont nous possédons un souvenir marquant d'avoir vécu une situation similaire) et d'*ancrage/ajustement* (juger certains événements à partir d'une valeur initiale servant subjectivement de point de référence).



4

Tout en respectant les qualités des recherches de Piaget, Houdé critique la linéarité de son modèle d'apprentissage. Selon lui, le développement de l'intelligence n'est pas seulement une *assimilation* linéaire des connaissances par *accommodation* successives aux effets de l'environnement, il est également le résultat de la capacité du cortex préfrontal à arbitrer les effets du S1 et du S2 en *activant* ou en *inhibant* les informations qu'ils produisent. Autrement dit, la conscience *inhibe* la pensée heuristique lorsque l'intuition est biaisée et elle *active* la pensée logicomathématique lorsque la conscience est paresseuse. L'être humain possède donc un "système de résistance cognitive" interne, au développement plus lent, capable de penser contre soi-même, de débrancher le pilotage automatique, d'opérer une "métacognition" – de réfléchir sur son propre processus de pensée –, de lutter contre les biais cognitifs et la paresse de sa propre conscience : "Dans certains cas, l'heuristique est tellement rapide qu'elle nous empêche d'être logiques, rationnels. Il faut qu'un troisième système intervienne pour résister aux heuristiques et activer nos algorithmes. C'est l'inhibition. Elle intervient dans toutes les formes de connaissance : de la permanence des objets chez les bébés au raisonnement de l'adulte, en passant par le dénombrement ou encore la classification" (Houdé & Navarre, 2014). L'entraînement de la conscience pour inhiber les automatismes et activer les réflexions est possible dans des situations très concrètes (douter, analyser, trier et ordonner l'information disponible). Dans son modèle comprenant trois systèmes, Houdé définit un "système 3" d'inhibition (S3) ayant pour fonction d' "apprendre à résister à l'intuition" et d'arbitrer les échanges entre la pensée intuitive du S1 (rapide, mais peu fiable) et la pensée réfléchie du S2 (fiable, mais lente)¹⁴. L'intelligence vient d'une capacité cognitive du S3 à inhiber des heuristiques du S1 pour activer des algorithmes du S2. Autrement dit, une capacité à opérer une "résistance cognitive" face aux automatismes (figure 3). Dans un monde contemporain saturé de *data*, le développement d'une résistance cognitive est nécessaire pour acquérir une réflexivité cognitive.

Trois types de raisonnements en conception architecturale

À partir de la définition successive de trois systèmes de raisonnement par Piaget, Kahneman et Houdé, des correspondances peuvent être établies, par analogie, avec trois postures endossables alternativement par des concepteurs des projets d'architecture.

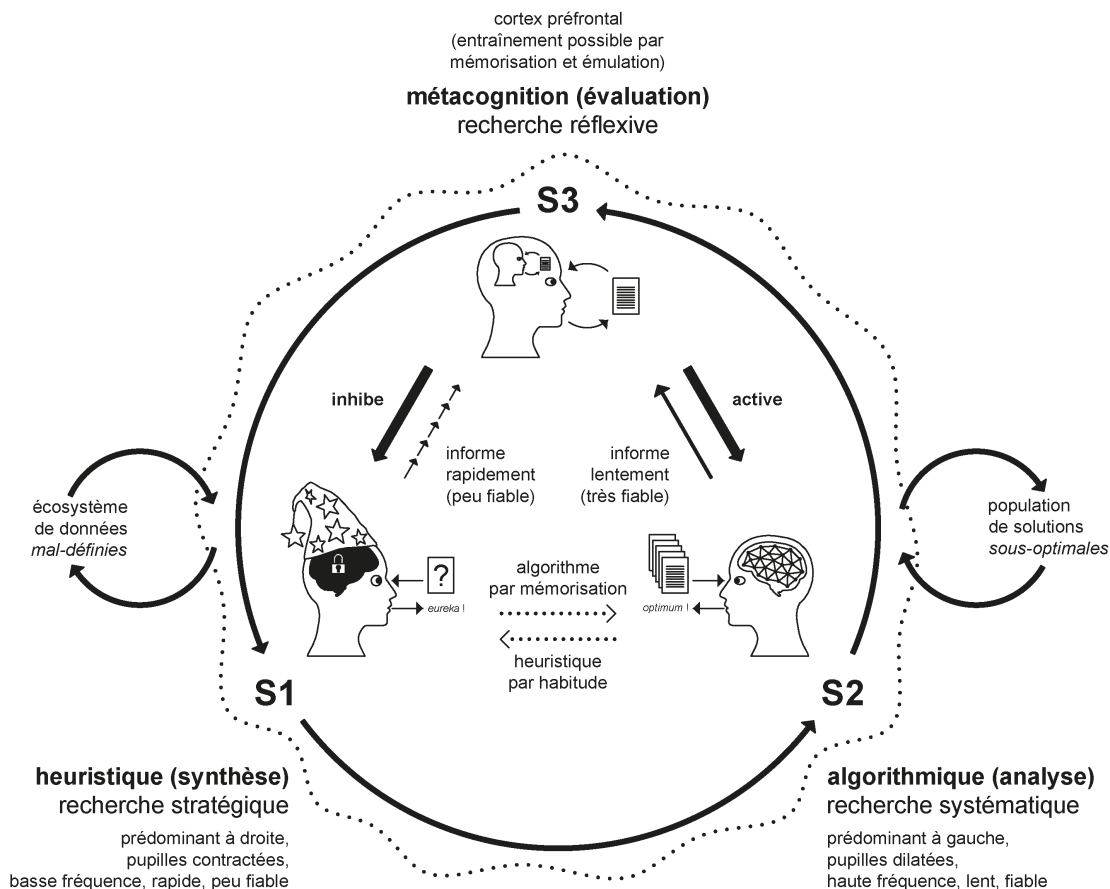
Dans ce cadre, les trois "portraits cybernétiques" créés par le designer britannique J. Christopher Jones (1969) pour conclure le symposium de Portsmouth possèdent une forte puissance évocatrice participant à la construction historique de la figure de l'architecte (Claeys, 2019, 2021a). Ils caricaturent trois postures : l'existentialiste du "designer as a magician" [concepteur magicien], la rationaliste du "designer as a computer" [le concepteur-ordinateur] et la réflexive du "designer as a self-organizing system" [concepteur auto-organisé]. Elles présentent respectivement des similitudes avec les trois systèmes de raisonnement : les stratégies heuristiques, les raisonnements algorithmiques et les retours métacognitifs (figure 4).

Bien qu'un processus mental de conception soit un phénomène conçu de manière unitaire par la conscience, les deux tripartitions – celle des "portraits cybernétiques" et celle des systèmes de raisonnement – sont des découpages théoriques nécessaires pour l'appréhender de manière opératoire. Lorsqu'un processus de conception architecturale est observé, il s'avère qu'un concepteur change cycliquement de posture, jouant alternativement le rôle du magicien inspiré, de l'ordinateur performant ou du penseur réflexif. De la même manière, dans un processus de résolution de problème, le concepteur change de méthode de recherche de solutions au gré des difficultés et des opportunités rencontrées, ou en fonction des changements d'orientation affectant ce processus. Si bien que pour restituer la dimension unitaire du phénomène, les éléments de cette double partition doivent être modélisés en interaction constante et de manière *circulaire* (figure 5).

Bien que tout processus de conception soit différent, une boucle *privilegiée* par les concepteurs apparaît : de la stratégie heuristique au début du processus

4 "Designer as a magician", "Designer as a computer" et "Designer as a self-organizing system". Redessinés d'après les trois caricatures originales de J. Christopher Jones (1969, p. 193-197). Des correspondances existent entre ces trois portraits et trois systèmes de raisonnements (heuristique, algorithmique, métacognition).

14- Le "système 3" viendrait de l'activation du cortex préfrontal – siège du contrôle cognitif – qui gère les inhibitions et qui aurait le rôle de régulateur de l'intelligence. Contrairement aux deux premiers systèmes qui se développeraient en parallèle dès la naissance, le système inhibiteur serait la région du cerveau qui se développerait la plus tardivement et la plus lentement : l'être humain doit *apprendre* à activer son S3.



de conception lors de la prise de parti synthétique (esquisses rapides, grandes idées génératrices du projet, intentions globales), au raisonnement algorithmique lors de la formalisation analytique du projet (lentes décompositions en projection orthogonale, dessins à l'échelle et détails techniques), jusqu'à l'évaluation critique du projet conçu menant à un retour sur les hypothèses prises au départ. La succession habituelle des phases d'analyse, de synthèse et d'évaluation – présente dans la boucle traditionnelle des modèles de *design thinking*, initiée en ingénierie (Asimow, 1962) – semble différente en conception architecturale, puisque la phase de synthèse passe avant celle d'analyse, dans la mesure où une préanalyse des données a été effectuée au départ, avant d'amorcer un raisonnement abductif.

Dans le cas *particulier* de la conception architecturale, la pro jet tation est menée entre un écosystème de données "mal définies" (Reitman, 1964) et une population de solutions "sous-optimales" (Simon, 1947), ce qui ne permet pas l'usage unique d'algorithmes. En ne prenant pas en compte la *méthode par essais et erreurs* caractérisée par l'absence de méthode structurée de pro jet tation, le concepteur utilise alternativement les trois systèmes de raisonnement dans une boucle cognitive :

1. le concepteur magicien mobilise le S1 en engageant une méthode de recherche *stratégique* (des *heuristiques*), pour aider efficacement à la découverte de solutions à un problème déterminé ou pour prendre des décisions quand un problème est *mal défini* et que le temps disponible est trop réduit. En adoptant une hypothèse provisoire comme idée directrice parce qu'elle est vraisemblable, indépendamment de sa vérité absolue, en hiérarchisant et en sélectionnant les informations disponibles, le concepteur cherche une solution à partir des aspects les plus susceptibles de l'atteindre, à partir de la probabilité estimée que la solution choisie puisse résoudre de manière sous-optimale le problème complexe. Cette méthode est efficace pour donner une cohérence d'ensemble au projet considéré comme un tout. La méthode stratégique est une démarche plus existentialiste tendant à considérer la conception comme un acte uniquement créatif, partiellement impénétrable et biaisé cognitivement ;
2. le concepteur ordinateur utilise le S2 en adoptant une méthode de recherche *systématique* avec une procédure *algorithmique*. À priori cette méthode est difficile à utiliser seule dans le cas de la conception d'un projet d'architecture étant *mal défini*, le concepteur se trouve devant l'impossibilité de circonscrire le nombre d'itérations à opérer. Par contre, il bénéficie pleinement de l'efficacité de cette méthode lors de tentatives de

⑤ Mise en relation circulaire de trois systèmes de raisonnement en conception architecturale (stratégies heuristiques, raisonnements algorithmiques, retours métacognitifs) associés respectivement à trois portraits de concepteurs (concepteur-magicien, concepteur-ordinateur, concepteur auto-organisé).

résolutions de sous-problèmes, pour développer des parties du projet d'architecture. La méthode systématique est une analyse dite *rationnelle* tendant à rendre le processus de conception totalement intelligible au prix d'une réduction *algorithmique* des projets à concevoir ; 3. le concepteur auto-organisé recourt au S3 lorsqu'il opère un retour métacognitif, une évaluation du projet en cours et de la cohérence des méthodes de recherche lancées. Il arbitre des solutions parfois contradictoires résultantes des tentatives de recherche menées à l'aide d'heuristiques et d'algorithmes, pour les recontextualiser à différents niveaux de lecture (personnel, éthique, politique, symbolique...). La métacognition peut être entraînée de différentes manières : par la référence régulière à des projets de références ou conçus précédemment (mémorisation) et par l'émulation cognitive (co-conception ou mentorat).

Pour conclure, la mise en relation circulaire de trois systèmes de raisonnement est prometteuse du point de vue de la définition des trois polarités de la boucle, mais un travail de recherche conséquent devra encore être mené pour décrire ce que recouvrent les relations dynamiques (inhibition, activation, mémorisation...) entre les opérations cognitives menées en conception architecturale (heuristique, algorithmique, métacognition). ■

Médiagraphie

Asimow, M. (1962). *An Introduction to Design*. Hoboken, NJ: Prentice-Hall.

Bernoulli, D. (1738). Specimen theoriae novae de mensura sortis. In *Commentarii*. Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg.

Berthoz, A. (2009). *La simplicité*. Paris : Odile Jacob.

Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1956). *A Study of Thinking*. New York, NY: John Wiley & Sons. doi:10.4324/9781315083223

Cicéron, (1930). *De l'Orateur : livre III* (E. Courbaud & H. Bornecque, Trad.). Paris : les Belles Lettres. [*De oratore*, 1^{er} siècle avant J.-C.]

Claeys, D. (2013). *Architecture et complexité : un modèle systémique du processus de (co)conception qui vise l'architecture*. Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.

Claeys, D. (2015). Concevoir un projet d'architecture : calmer les certitudes, gérer l'incertitude. *Lieuxdits*, 9, 20–23. doi:10.14428/ldvi9.22933

Claeys, D. (2017). De l'interprétation créative du réel au processus bayésien de conception architecturale. *Acta Europæana Systemica*, 7, 65–80. doi:10.14428/aesv7i1.56643

Claeys, D. (2019). Trois figures architecturales post 1969 : les concepteurs immergé, externalisé et en réseau. *Lieuxdits*, 17, 25–35. doi:10.14428/ldvi17.52423

Claeys, D. (2021a). Construction historique de la figure de l'architecte : mythe analogique et fiction numérique. Dans D. Claeys (dir.), *Anticrise architecturale : analyse d'une discipline immergée dans un monde numérique* (pp. 249–272). Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.

Claeys, D. (2021b). D'une crise de légitimité à la potentialité d'une anticrise. Dans D. Claeys (dir.), *Anticrise architecturale : analyse d'une discipline immergée dans un monde numérique* (pp. 11–20). Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.

Claeys, D. (2021c). Entre cogitation et computation : comment déjouer l'obsolescence programmée de l'architecte ? Dans D. Claeys (dir.), *Anticrise architecturale : analyse d'une discipline immergée dans un monde numérique* (pp. 157–176). Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.

Csikszentmihályi, M. (1975). *Beyond Boredom and Anxiety. The Experience of Play in Work and Games*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Dehaene, S. (2012). Le cerveau statisticien : la révolution bayésienne en sciences cognitives. *Chaire de Psychologie cognitive et expérimentale*. Présenté à Cycle de cours 2011-2012 au Collège de France.

Dietrich, A., & Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136(5), 822–848. doi:10.1037/a0019749

Drucker, P. (1969). *The Age of Discontinuity. Guidelines to Our Changing Society*. New York, NY: Harper and Row.

Edwards, B. (1979). *Drawing on the Right Side of the Brain. A Course in Enhancing Creativity and Artistic Confidence*. Los Angeles, CA: Tarcher.

Evans, J. St. B. T. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 255–278. doi:10.1146/annurevpsych.59.103006.093629

Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The Nature of Intelligence* (pp. 231–235). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Gigand, G. (2010). *Se cultiver en complexité : la dialectique, un outil transdisciplinaire*. Lyon : Chronique sociale.

Godefroid, J. (2001). *Psychologie : science humaine et science cognitive*. Bruxelles : De Boeck université.

Gödel, K. (1930). Einige metamathematische Resultate über Entscheidungsdefinitheit und Widerspruchsfreiheit. In *Anzeiger der Akademie der Wissenschaften* (pp. 214–215). Vienna.

- Heisenberg, W. (1927). Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik. *Zeitschrift für Physik*, 43(3), 172–198. doi:10.1007/BF01397280
- Hess, E. H. (1975). The role of pupil size in communication. *Scientific American*, 233(5), 110–119. doi:10.1038/scientificamerican1175-110
- Houdé, O. (2014a). *Apprendre à résister : pour l'école, contre la terreur*. Paris : Le Pommier.
- Houdé, O. (2014b). *Le raisonnement*. Paris : Presses universitaires de France.
- Houdé, O. (2018). *L'école du cerveau : de Montessori, Freinet et Piaget aux sciences cognitives*. Bruxelles : Mardaga.
- Houdé, O. (2019). *3-System Theory of the Cognitive Brain. A Post-Piagetian Approach to Cognitive Development*. London ; New York : Routledge, Taylor & Francis Group.
- Houdé, O., & Navarre, M. (2014). Réfléchir, c'est résister à soi-même : interview d'Olivier Houdé. *Sciences Humaines*, 265.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1955). *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent : essai sur la construction des structures opératoires formelles*. Presses universitaires de France.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology* (Vol. 1–2). New York, NY : Henry Holt and Company.
- Jones, J. C. (1969). The state-of-the-art in design methods. In G. H. Broadbent & A. Ward (Eds.), *Design Methods in Architecture* (pp. 193–197). London : AA papers.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. New York, NY : Farrar, Straus and Giroux.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291. doi:10.2307/1914185
- Lalande, A. (dir.). (1926). *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*. Paris : Presses universitaires de France.
- Le Moigne, J.-L. (1977). *La théorie du système général : théorie de la modélisation*. Paris : Presses universitaires de France.
- Le Moigne, J.-L. (1990). *La modélisation des systèmes complexes*. Paris : Dunod.
- Levine, M. J. (1975). *A Cognitive Theory of Learning: Research on Hypothesis Testing*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1972). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: La organización de lo vivo*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Nadeau, R. (1999). *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie*. Paris : Presses universitaires de France.
- Nielsen, J. A., Zielinski, B. A., Ferguson, M. A., Lainhart, J. E., & Anderson, J. S. (2013). An evaluation of the left-brain vs. Right-brain hypothesis with resting state functional connectivity magnetic resonance imaging. *PloS One*, 8(8), e71275. doi:10.1371/journal.pone.0071275
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1947). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1966). *La psychologie de l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.
- Reitman, W. R. (1964). Heuristic decision procedures. Open constraints and the structure of ill-defined problems. In M. W. Shelley & G. L. Bryan (Eds.), *Human Judgments and Optimality* (pp. 282–315). New York, NY : John Wiley & Sons.
- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Planning problems are wicked problems. In N. Cross (Ed.), *Developments in Design Methodology* (pp. 135–144). Chichester, UK : John Wiley & Sons.
- Sadin, É. (2016). *La silicolonisation du monde : l'irrésistible expansion du libéralisme numérique*. Montreuil : L'échappée.
- Sadin, É. (2018). *L'intelligence artificielle, ou, L'enjeu du siècle : anatomie d'un antihumanisme radical*. Montreuil : L'échappée.
- Siegler, R. S. (1996). *Emerging Minds. The Process of Change in Children's Thinking*. New York, NY : Oxford University Press.
- Siegler, R. S. (1999). Strategic development. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(11), 430–435. doi:10.1016/s1364-6613(99)01372-8
- Simon, H. A. (1947). *Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization*. New York, NY : Macmillan.
- Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 63(2), 129–138. doi:10.1037/h0042769
- Simon, H. A. (1957). *Models of Man, Social and Rational. Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*. New York : Wiley.
- Simon, H. A. (1959). Theories of decision-making in economics and behavioral science. *The American Economic Review*, 49(3), 253–283.
- Simon, H. A. (1973). The structure of ill-structured problems. In N. Cross (Ed.), *Developments in Design Methodology* (pp. 145–166). Chichester, UK : John Wiley & Sons.
- Simon, H. A. (1976). From substantive to procedural rationality. In S. J. Latsis (Ed.), *Method and Appraisal in Economics* (pp. 129–148). Cambridge : Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511572203
- Simon, H. A., & Newell, A. (1958). Heuristic problem solving. The next advance in operations research. *Operations Research*, 6(1), 1–10. doi:10.1287/opre.6.1.1
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning. Implications for the rationality debate? *Behavioral and Brain Sciences*, 23(5), 645–665. doi:10.1017/S0140525X00003435
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty. Heuristics and biases. *Science*, 185(4157), 1124–1131.
- Varela, F. J. (1988). *Invitation aux sciences cognitives* (P. Lavoie, Trad.). Paris : Seuil.
- Vitruve. (2015). *De l'architecture* (P. Gros, Trad.). Paris : Les Belles Lettres. [De architectura, 1^{er} siècle avant J.-C.]

L'enduit mural dans l'architecture otāmmari

Auteurs

Fabrice Noukpakou, sociologue,
doctorant
LAB, UCLouvain
© 0000-0001-5369-2328

Elie Pauporté, architecte,
assistant de recherche et
d'enseignement LOCI+LAB,
UCLouvain
© 0000-0003-1513-4004

Résumé. L'architecture otāmmari se distingue par les Tata Somba et de plus en plus par une pluralité d'habitats en terre crue. Ces bâtis se caractérisent par une vulnérabilité importante aux pluies qui, à défaut de travaux d'entretien réguliers, menacent leur durabilité. L'application d'un enduit de terre sur les parties extérieures de ces habitats joue un rôle fondamental, constituant la première protection contre les intempéries. Travail traditionnellement attribué aux femmes, cet enduisage témoigne d'un savoir-faire à la fois technique, par l'usage de divers adjuvants locaux (décoction de cosses de néré et résidu de karité) et esthétique par les décorations dont il fait l'objet (griffures).

Mots-clés. Tata Somba · otāmmari · construction en terre crue · enduits traditionnels · vulnérabilité aux intempéries

Abstract. Otāmmari architecture is characterized by the Tata Somba and more and more by a plurality of earthen habitats. These buildings are characterized by significant vulnerability to heavy seasonal rain which, without regular maintenance, threatens their durability. The application of an earthen coating on the external parts of these habitats plays a fundamental role, constituting the primary protection against extreme weather. This work, traditionally attributed to women, demonstrates both technical knowhow, through the use of various local additives (decoction of néré pods and shea butter residue), and aesthetic practice, through the decoration of the plaster (scratching).

Keywords. Tata Somba · otāmmari · earthen construction · traditional plastering · weather vulnerability

1 - Les lectrices et lecteurs intéressé·es peuvent également consulter ces contributions : Pleitinx, 2020 ; Noukpakou et Pleitinx, 2019 ; Pleitinx et Noukpakou, 2019 ; Noukpakou et Pleitinx, 2019 ; Noukpakou et al., 2020. Toutes sont disponibles sur Dial.

2 - Nous retiendrons ici le terme *Tata Somba*, pour les raisons exposées en introduction du *Manuel pour la rénovation des Tata Somba*, et que nous reprenons ici : « L'usage du terme *Tata Somba* est discuté. Formé à partir du mot *Tata* qui signifie enceinte et du mot *Somba*, appliqué par l'administration coloniale à la population vivant dans la région de l'Atacora, et qui signifie « homme nu », l'usage de l'expression *Tata Somba* s'est imposé principalement dans le champ de la promotion touristique. Toutefois, le terme permet, malgré ses défauts, de désigner de manière générale un type d'habitat attribuable à tous les groupes socioculturels réunis sous l'appellation Somba, tout en évitant de généraliser l'usage d'une appellation propre à un de ces groupes socioculturels, comme celle de *Takienta*, propre aux *Bètāmmaribè*, qui tend à s'imposer dans les milieux académiques. Pour ces raisons et pour nous permettre d'inclure dans notre corpus toute la variété des productions architecturales *Somba*, nous maintiendrons donc, dans la suite du texte, l'appellation *Tata Somba*. »

Se basant sur les résultats d'une enquête sur les techniques constructives en milieu otāmmari menée auprès d'une centaine d'individus provenant d'une dizaine de villages, cet article a une double visée. D'une part, il entend décrire les matériaux exploités et le processus de réalisation-application de l'enduit traditionnel sur les habitats en terre crue dans l'Atacora. D'autre part, il envisage les possibilités d'optimisation et de valorisation de cet enduit, en exposant les pistes envisagées et leur validation par des ateliers menés en Atacora.

Introduction

Cet article rend compte d'un aspect spécifique des activités menées dans le cadre du projet HTC-Atacora, en s'intéressant à la question des enduits traditionnels et à leur optimisation. Il participe ainsi d'une série de contributions abordant chacune un aspect spécifique lié à ce projet et à l'habitat otāmmari¹.

L'Afrique de l'Ouest est une région connue pour ses traditions constructives en terre crue anciennes, riches

et diversifiées, comme l'illustrent par exemple l'habitat dogon au Mali et l'habitat kassena au Burkina Faso. Parmi celles-ci, les *Tata Somba*² sont l'œuvre des Bètāmmaribè (sing. : Otāmmari), un peuple vivant sur un territoire situé à l'extrémité nord de la chaîne de l'Atacora, et recouvrant grosso modo les actuels département de l'Atacora (nord-ouest du Bénin) et région de Koutammakou (nord-est du Togo). Comme nombre d'architectures vernaculaires, les *Tata Somba* témoignent d'une grande intelligence avec le milieu dans lequel ils prennent place et articulent subtilement contextes physique et culturel. Cependant, malgré des qualités indéniables dont un impact environnemental extrêmement réduit, ces constructions et la culture constructive dont elles sont issues sont menacées, d'une part par la désaffectation des modes de vie traditionnels qui, en Atacora comme ailleurs, cèdent le pas à des modes de vie plus en phase avec les modèles portés par la globalisation, et d'autre part par les changements environnementaux tels que la déforestation qui frappe lourdement le Sahel et le Subsahel, ou les modifications du régime des précipitations qui,

tendant à privilégier des occurrences plus rares mais plus intenses des pluies, provoquent une accélération des phénomènes d'érosion sur les constructions en terre. Il y a donc lieu de tenter d'établir les conditions de la préservation de ce patrimoine.

Par ailleurs, dépassant l'approche patrimoniale, la culture constructive otāmmari semble être une ressource pertinente pour des pratiques actuelles répondant aux enjeux environnementaux, mais également économiques et sociaux, à condition que l'on "(...) évite les écueils de la tradition, d'une part, perçue comme un impératif de répétition à l'identique, et de la modernité, d'autre part, entendue comme un impératif de nouveauté radicale" (Pleitinx & Noukpakou, 2019).

S'appuyant sur ces doubles prémisses, le projet HTC-Atacora vise à contribuer à la préservation, la promotion et l'adaptation de ces pratiques constructives. Il s'agit d'un projet de développement financé par l'AwAC (Agence wallonne de l'Air et du Climat), mené en partenariat par Éco-Bénin, ONG béninoise, Yves Baudot, géographe, et LOCI, représentée par Renaud Pleitinx, Quentin Wilbaux, et les deux auteurs de cet article, Fabrice Noukpakou et Elie Pauporté.

Au cours du projet, il nous est apparu que les enduits jouent un rôle déterminant pour le maintien des constructions. Nous nous intéresserons dès lors à ceux-ci sous les aspects techniques de leur composition, leur préparation et leur mise en œuvre, que nous traiterons en trois temps. La première partie du texte,

introduite par quelques rappels contextuels, portera sur la description des pratiques constructives traditionnelles. La deuxième partie portera quant à elle sur les pistes envisagées pour leur actualisation et leur optimisation, et enfin, la troisième partie, conclusive, rendra compte du retour de terrain suite à l'application des recommandations issues de la deuxième partie.

Pratiques traditionnelles

Éléments de contexte

Le paysage bâti

Le paysage atacorien peut être décrit dans ses grandes lignes comme la superposition et l'hybridation de deux types d'implantations contrastées (Noukpakou et al., 2020). La première est constituée d'une occupation traditionnelle agraire relativement dispersée dont le principe d'implantation est guidé par le réseau hydrographique. La seconde présente des noyaux urbains plus récents implantés selon le réseau viaire automobile et dont les typologies bâties sont plus hétéroclites, hybridant modèles exogènes et modèles endogènes. Le premier type d'implantations (fig. 1) se constituait à l'origine uniquement de constructions vernaculaires essentiellement en terre crue et en bois, dont les *Tata Somba* étaient les pièces maîtresses. Aujourd'hui, tant les typologies que les modes constructifs se sont hybridés sous l'influence des pratiques observées dans les noyaux urbains.

Les pratiques constructives

De même que toutes les faces du mode



① Orthophoto du village de Koussantikou.
© HTC-Atacora, 2019



②

de vie traditionnel des Bètammari, la construction, tant dans son processus que dans son résultat, est fortement ritualisée, ainsi que décrit par Mercier (1954) puis Padenou et Pastor-Barrué (2006). Nous ne nous y attarderons pas ici, mais il est important de garder à l'esprit que les éléments qui seront exposés ci-dessous ne peuvent être réduits exclusivement à leur dimension technique comme nous pouvons y être accoutumés.

La culture constructive otāmmari repose sur l'usage des ressources locales, principalement la terre, le bois et le chaume. Les Tata (fig. 2) mobilisent l'ensemble de ces techniques. Ils se présentent comme un ensemble de *tourelles*, case circulaires hautes de 3 à 4 mètres, disposées en cercle et reliées entre elles par des murs courbes formant enceinte. Ces éléments sont réalisés en banco. L'intérieur de cette enceinte est couvert par une dalle en terre damée supportée par une structure en bois, organisant un espace sombre et bas de plafond au niveau inférieur et, au niveau supérieur, une vaste terrasse desservant les chambres et greniers situés dans les parties supérieures des *tourelles*. Les greniers se présentent comme de gigantesques poteries. Ils sont, tout comme les tourelles, couverts de toitures coniques en chaume.

Toutes les faces exposées aux intempéries sont enduites d'un *crépissage*³ en terre constituant une couche d'usure s'érodant durant la saison des pluies. En effet, le climat de l'Atacora, bien que connaissant des perturbations liées aux changements climatiques, est caractérisé par un fort contraste entre une longue saison sèche de 7 à 8 mois et une saison des pluies de 4 à 5 mois s'étalant de juin à septembre-octobre. Lors de la saison

sèche, le climat est favorable et les travaux des champs moins prenants. Les enduits et badigeons sont alors renouvelés.

Les enduits traditionnels

Observations

Les résultats que nous présentons ici font la synthèse d'observations menées lors de plusieurs missions sur le terrain. Celles-ci ont permis à la fois de documenter des constructions existantes et en cours, et de récolter les témoignages de *constructeurs* et *constructrices*, dont des *enduisseuses* et des *maîtres-bâisseurs*. Précisons à ce sujet d'une part que, dans la continuité de la répartition traditionnelle des rôles dans la construction, ces fonctions restent fortement genrées, les *maîtres-bâisseurs* étant des hommes et les *enduisseuses* des femmes, aucune exception n'ayant été observée, et d'autre part, que la construction traditionnelle reposant sur un principe d'entraide, il n'y a pas de professionnel·les de la construction. Tous les membres d'une famille, voire d'un village, participent aux travaux de construction et il est marquant de constater à quel point la connaissance des modes constructifs, jusqu'aux moindres détails, est partagée par toutes et tous. Ainsi, il est commun que les enfants puissent, sans hésitation, reconnaître et indiquer la provenance des différents types de terre utilisés. Cependant, des *maîtres-bâisseurs* (il s'agit en fait la signification même du terme *otāmmari*, ce qui à la fois indique l'importance donnée à cette fonction au sein du peuple otāmmari et la conscience que celui-ci a de sa propre maîtrise constructive) existent dans chaque village et sont reconnus pour leur expérience et leurs connaissances constructives. C'est à l'un d'eux

② Un Tata Somba à Kouaba.
© HTC-Atacora, 2019

3 - Terme local pour désigner les enduits.

que revient d'organiser et guider chaque chantier.

Composition

Le matériau principal et essentiel des enduits est commun à toutes les observations : une terre sablonneuse et peu argileuse. Les témoignages et les observations de terrain se recoupent sur la provenance de la terre. À de très rares exceptions près, celle-ci est prélevée aux abords des lits des ruisseaux et rivières, désignées localement comme *sable de bas-fonds*.

Des observations et échantillonnages réalisés mettent en évidence la cohérence des terres utilisées qui, malgré des provenances très différentes, présentent des aspects et des compositions similaires. Se démarquant des terres utilisées pour le banco, les dalles de terrasse ou les greniers par une couleur gris-beige, ces terres se caractérisent par une texture de grain fine et continue de type sablo-silteuse. Elles sont pauvres en argile (< 10 %) et exemptes de graviers.

Si le type de terre servant de base semble très homogène, il en va autrement des adjuvants ajoutés lors de la préparation des enduits. Les trois adjuvants les plus fréquents sont la bouse de vache, les cosses de néré et la sève de *Diyouani*, auxquelles il faut ajouter le karité entrant dans la composition du badigeon appliqué sur l'enduit sec. L'usage de ces adjuvants varie selon les habitudes des personnes préparant l'enduit, mais aussi selon le contexte, par ce que nous pourrions désigner comme un effet d'opportunité, une même personne pouvant adapter ses pratiques selon la disponibilité ou l'absence de l'un ou l'autre de ces adjuvants.

Si l'usage de ces divers adjuvants résulte de pratiques traditionnelles empiriques, il est intéressant de remarquer que, s'appuyant sur les avancées de la connaissance du matériau terre de ces 20 dernières années, des études récentes ont permis de confirmer que ces adjuvants disposent de propriétés spécifiques modifiant effectivement les caractéristiques des enduits auxquels ils sont intégrés⁴.

Mise en œuvre

Selon les coutumes otâmmari, la réalisation des enduits est exclusivement affaire de femmes. La façon de préparer et d'appliquer l'enduit se transmet de mère en fille. Si les principes généraux sont communs, chaque femme possède ses recettes, ses astuces et secrets, et ses préférences dans la façon de préparer et d'appliquer l'enduit. Cependant, ces pratiques ne sont pas rigides, mais évoluent et s'adaptent aux circonstances, telles que la disponibilité des composants, la destination de l'ouvrage

(enduire les murs d'un *Tata* n'est pas la même chose qu'enduire les murs d'une remise), ou les inspirations esthétiques (plus ou moins libre selon la destination de l'ouvrage, car les motifs rappelant les scarifications rituelles restent de rigueur pour les *Tata* tandis que les compositions sont beaucoup plus libres sur d'autres types d'édifices).

Pour les raisons exposées plus haut, l'enduisage s'effectue durant la saison sèche. Ces travaux sont réalisés manuellement, de la préparation des différents composants à l'application sur les murs. Les différents composants sont rassemblés et préparés comme décrits *supra*. Ensuite, le mélange de l'enduit est effectué de façon à obtenir une consistance visqueuse. Si l'eau contenue dans les différents adjuvants ne suffit pas, de l'eau claire est ajoutée pour le gâchage. Enfin, l'enduit est appliqué à la main en une passe de 5 à 10 mm d'épaisseur (fig. 3). Cela fait, et alors que l'enduit est encore frais, des décorations y sont appliquées, sous forme de griffures effectuées soit à la main, soit à l'aide d'une pierre pointue ou d'un peigne. Ces griffures reprennent les motifs des scarifications rituelles, faites de séries de traits parallèles.

Une fois l'enduit sec, celui-ci est badigeonné par projection d'une macération ou une décoction de cosse de néré. Pour ce faire, les résidus de cosses de néré, pilées pour les réduire en poudre, sont laissés à macérer dans de l'eau froide pendant 2 à 3 jours ou préparés en décoction en portant le mélange d'eau et de cosses pilées à ébullition pendant 1 à 2 heures. Le liquide obtenu, d'une couleur brun-rouge sombre, est aspergé sur l'enduit sec.

Si le badigeonnage est systématique après la pose d'un nouvel enduit, il est également répété de façon partielle à chaque fois que l'occasion se présente, c'est-à-dire lors de la production de moutarde de néré. Pour cet entretien régulier, les résidus de la production de beurre de karité sont également utilisés, le mélange de résidus solides et d'eau de préparation étant projeté sur les murs.

- ③ Application de l'enduit otâmmari.
Photo : Fabrice Noukpakou, 2021

4 - La bouse de vache apporte un fibrage complexe, du brin d'herbe à la macromolécule de cellulose, voire des biopolymères appelés exopolysaccharides lorsque la bouse est fermentée (Vissac et al., 2017). Les cosses de néré (*Parkia Biglobosa*) sont une source de tannins agissant comme dispersant des argiles (Anger, 2011) et pouvant produire des tannates de fer hydrofuges en réagissant avec des oxydes de fer (Vissac et al., 2017). Le *Diyouani* (*Cissus Populnea*) écrasé et macéré dans de l'eau, donne un liquide gluant et collant dont il semblerait que l'effet gelifiant soit le résultat de la formation d'un réseau tridimensionnel par des macromolécules de type polysaccharide libérées par la plante dans l'eau. Enfin, l'eau de karité, résultant de la production de beurre de karité (*Vitellaria Paradoxa*), offre une protection hydrofuge par les graisses qu'elle contient.



Propositions visant une optimisation

Au-delà des objectifs de préservation et de valorisation des techniques traditionnelles dont rend compte la première partie de cet article, le projet HTC-Atacora vise également à l'optimisation de ces techniques. Cette démarche ne doit pas être entendue comme un constat d'insuffisance des techniques traditionnelles, mais plutôt comme une utile adaptation à un contexte changeant. En effet, l'usage des matériaux industriels s'est généralisé et soulève plusieurs problèmes. Leur coût élevé limite l'accès à un habitat de qualité pour une population disposant de faibles revenus. Les constructions réalisées avec ces matériaux industriels se révèlent en outre mal adaptées au climat de l'Atacora et engendrent un inconfort. De surcroît, ces matériaux ont un bilan environnemental pour le moins médiocre. Enfin, l'hybridation entre les techniques traditionnelles et les pratiques contemporaines engendrent des pathologies constructives liées à une méconnaissance et des usages inappropriés. Un exemple récurrent est l'application d'un cimentage sur des murs en banco.

Au vu des qualités techniques des méthodes traditionnelles, il semble opportun de proposer une adaptation de celles-ci au contexte contemporain pour encourager la perpétuation des pratiques traditionnelles et le recours à des matériaux ayant le triple avantage d'être très bon marché, de contribuer à offrir un meilleur confort intérieur et de présenter un bon bilan environnemental. La compréhension du matériau terre ayant fortement progressé au cours des deux dernières décennies (Pauporté, 2019), un corpus conséquent est aujourd'hui disponible pour espérer mener à bien une telle démarche.

Nos recherches ont porté sur la définition des terres et adjuvants appropriés à différents usages : la réalisation de murs neufs, la réparation de murs existants et l'enduisage. Cette recherche s'est faite selon les conditions suivantes :

- rester au plus proche des pratiques traditionnelles locales, quitte à ne pas proposer d'innovation majeure ;
- privilégier les adjuvants naturels et surtout, ne pas recourir à la stabilisation minérale pour les raisons développées par Van Damme et Houben (2017) ;
- optimiser le temps de travail nécessaire à la mise en œuvre et les entretiens nécessaires, éléments perçus comme défavorables pour les techniques traditionnelles ;
- proposer un cadre garantissant une qualité constructive des ouvrages réalisés.

④ Préparation de l'eau de cosses de néré avec ajout de fer oxydé.
Photo : Fabrice Noukpakou, 2021

5 - La limonite n'est pas une pierre à proprement parler, mais un amas d'argiles et d'oxydes et hydroxydes de fer.

Le résultat de ces recherches, exposé en détail dans *le Manuel pour la rénovation des Tata Somba*, édité aux PUL, peut être résumé à la caractérisation et aux recommandations de mise en œuvre de trois types de terres différentes, la *Terre à construire de l'Atacora*, le *Béton de terre de l'Atacora* et l'*Enduit terre d'Atacora*. À cela s'ajoute un badigeon, l'*Eau de néré*. Cet article portant sur les enduits, nous ne nous étendrons pas sur la *Terre à construire d'Atacora* et le *Béton de terre de l'Atacora*, dont les détails peuvent être trouvés dans le *Manuel pour la rénovation des Tata Somba*.

En ce qui concerne l'*Enduit de terre d'Atacora*, la composition des terres utilisées couramment correspond aux recommandations existantes (Minke, 2013 ; Guillaud et Houben, 1989 ; Röhlen et Ziegert, 2013). Il n'y avait dès lors pas lieu de proposer d'adaptation majeure des pratiques existantes, celles-ci rencontrant déjà les objectifs poursuivis (disponibilité aisée des matières premières, sans manipulation lourde). Il s'est donc agi avant tout d'établir des recommandations de mise en œuvre, dont l'une constitue la seule modification notable par rapport aux pratiques existantes : l'utilisation de la décoction de néré comme eau de gâchage, et un équivalent de *fiche technique* pour un matériau qui, n'étant pas commercialisé, en est dépourvu. Cette démarche a une visée informative et formative, s'adressant avant tout à des candidat-es constructeur-trices ne disposant pas des connaissances techniques traditionnelles, mais également aux constructeur-trices expérimenté-es, entre autres pour prévenir un usage maladroit aux matériaux industriels.

Pour ce qui est de l'*Eau de néré*, dénomination proposée pour la décoction de cosse de néré, une amélioration est proposée. En effet, comme on l'a vu, la décoction de cosses de néré est riche en tannins qui, en présence d'oxyde de fer et avec un apport calorique important, produisent des tannâtes de fer. Or les pratiques traditionnelles n'exploitent pas cette caractéristique, la décoction étant laissée à refroidir avant d'être utilisée comme eau de gâchage de l'enduit à température ambiante. De plus, par facilité, les pratiques tendent aujourd'hui



Eau de néré	
Eau	80 %
Cosses de néré	20 %
Adjuvants	Oxyde de fer (Fe ₂ O ₃) : l'ajout de cet adjuvant durant la cuisson permet de produire des tan- nâtes de fer qui améliorent sensiblement les qualités protectrices de l'Eau de néré. Les sources d'oxyde de fer peuvent être les pierres de limonite, des morceaux de métal fortement rouillés, ou à défaut de la terre de sol rouge (sol ferrallitique ou ferrugineux).
Mise en œuvre	Le mélange d'eau et de cosses de néré est mis en macération pendant 24 heures avant d'être porté à ébullition durant environ deux heures avec des pièces de fer fortement rouillées dans une marmite d'une contenance de 45 litres couramment utilisée en Atacora. Le résultat est une substance liquide rouge vif à noir qui est laissée à refroidir durant quelques minutes avant son aspersion sur les enduits.

5

à privilégier la simple macération des cosses, moins riche en tannins que la décoction. Suivant des pratiques gha-
néennes décrites par Vissac et al. (2017),
il est dès lors proposé d'ajouter lors de la
préparation de la décoction des pierres
de limonite⁵ ou, à défaut, des morceaux
de fer fortement rouillé (fig. 4).

Mise en pratique des propositions

Les ateliers

Description

La mise au point de l'enduit optimisé a
nécessité une série de tests qui se sont
déroulés à travers des ateliers pratiques
sur le terrain. Ces ateliers ont été réali-
sés avec les différent-es actrices et ac-
teurs de la chaîne de construction des
Tata Somba et des autres habitats en
terre crue en Atacora. Ils ont consisté à
assembler les différents composants de
l'enduit, tel que préconisé, à préparer/
mettre en œuvre le matériau, à l'appli-
quer sur un Tata et une case rectangu-
laire et, enfin, à suivre durant quelques
mois son comportement. L'assemblage
des différents composants de l'enduit
a permis aux participant-es de valider

le type de terre adéquat à l'enduit et de
déterminer les lieux appropriés pour son
extraction. Aussi, la collecte de bouse
de vache, de cosses de néré, de feuilles
et d'écorces de neem, de pièces de fer
oxydées et de liane a donné lieu à des
marches vers les différences sources
d'approvisionnement. Une fois ces com-
posants réunis, il a été procédé à la mise
en œuvre du matériau enduit terre d'Ata-
cora selon une répartition idoine propo-
sée par le Manuel pour la rénovation des
Tata Somba. L'activité a consisté à faire
le mélange des différents composants, à
les malaxer et pétrir jusqu'à l'obtention
de l'enduit adéquat, un mélange pâteux
et visqueux prêt à appliquer. Se confor-
mant aux coutumes qui veulent que l'en-
duisage et la décoration reviennent aux
femmes, ce sont ces dernières qui ont
appliqué manuellement le mélange sur
un Tata Somba et sur une case rectan-
gulaire. Les surfaces à enduire ont été
préalablement humidifiées afin de faci-
liter l'adhésion de l'enduit. Enfin, après
quelques heures de séchage, voire
quelques jours dans certains cas, l'Eau
de néré, liquide rougeâtre, a été asper-
gée sur l'enduit (fig. 6). Les activités en
aval ont permis également de continuer
le badigeonnage avec l'eau récupérée
de la fabrication du beurre de karité.



6

5 Composition de l'Eau de néré

6 Préparation de l'eau de cosses de néré avec ajout de fer oxydé.
Photo : Fabrice Noukpakou, 2021



7

Retour

La mise en œuvre de cet enduit optimisé par la proportionnalisation de ces différents composants et l'amélioration du badigeon sont promues en Atacora depuis l'automne 2021 à travers une initiative participative appelée "Fête de l'enduit". À cette démarche succède une série de rénovation de *Tata Somba* dont la finition, dans tous les cas, concerne l'enduisage. Même s'il paraît encore tôt d'évaluer la durabilité de l'enduit optimisé appliqué sur ces *Tata Somba* rénovés, le constat après la première saison de pluies sont prometteurs. Les témoignages des enduiseuses et propriétaires de ces habitats rassurent aussi sur la résistance de cet enduit. Comparativement aux années précédentes et à l'enduisage traditionnel, l'enduit optimisé a le mérite et la reconnaissance locale d'offrir une meilleure étanchéité aux *Tata Somba* après ces premières pluies. Les retours sont donc de l'ordre du positif.

Découverte de l'usage du neem

Lors d'une mission de terrain et d'ateliers de formation sur les techniques de rénovation, l'usage de substances issues du neem s'est révélé bénéfique et contributif à la durabilité de l'enduit. En effet, ces habitats de même que l'enduit terre sont exposés aux affres des termites qui rongent et détériorent les ouvrages, ce qui constitue un des problèmes majeurs de l'architecture otāmmari. Le neem (*Azadirachta indica*) est riche en azadirachtine, un composé organique insecticide et acaricide assez connu (Bélangier & Musabyimana, 2005). Cette propriété explique l'utilisation courante des feuilles de neem dans les ménages pour se protéger des moustiques. Diverses utilisations ont aussi prouvé l'importance de cette substance contre les insectes dévastateurs des cultures champêtres. Suite à un essai concluant, la feuille de neem a été pilée et associée au mélange de l'enduit lors de sa mise en œuvre. Cet ajout a pour objectif d'introduire de l'azadirachtine

au matériau afin de le rendre protecteur contre les termites. Un autre procédé aux mêmes finalités consiste à utiliser l'eau issue de la macération des écorces de neem comme eau de base pour le mélange de l'enduit. Cette eau est également appropriée pour le mélange de la terre à construire et du béton de terre d'Atacora.

Adaptation de l'approche retenue

Manuel

L'enduit optimisé promu en Atacora est un enduit dont la composition prend en compte l'association des différents composants décrits. Il a été proposé dans le cadre du projet HTC-Atacora et constitue un volet du *Manuel pour la rénovation des Tata Somba* (Noukpakou, Pauporté, & Pleitinx, 2022), ouvrage paru aux PUL dans la collection Forma Loci. Ce manuel détaille les techniques de composition optimisées de la terre à construire, du béton de terre, de l'enduit terre et du badigeon destinées aux rénovations des différentes structures du *Tata Somba* et, plus largement, de tout habitat en terre crue. Ce manuel sera mis à la disposition des comités villageois et des constructeurs de l'Atacora afin de leur permettre d'actualiser leur connaissance et d'y puiser régulièrement des notions pour leurs travaux. Il servira également d'outil de transmission du savoir et du savoir-faire otāmmari aux générations futures, dans un contexte marqué par la disparition progressive des *Tata Somba* et des habitats en terre crue d'une part, mais aussi de la raréfaction des maîtres-constructeurs traditionnels.

Fête de l'enduit

La diffusion et la promotion de l'enduit optimisé ont eu pour cadre la "Fête de l'enduit". Inspirée du festival "Bogo-ja", un concours d'art et d'architecture des maisons décorées au Mali organisé par Fact Sahel+, la fête de l'enduit est une initiative visant à promouvoir l'art et le savoir-faire architectural de la femme

8

Composition	Matières solides							Matières liquides				Adjuvant
	Terre à enduire		Bouse de vache		Poudre de cosses de néré			Eau		Sève de liane (Diyouani)		Poudre de feuilles de neem pilées
	45 kg	90 %	3 kg	6 %	2 kg	4 %		6 l	60 %	4 l	40 %	3 kg
Préparation et mise en œuvre	La terre jaunâtre et sablonneuse, dépourvue de graviers, est nettoyée de ses fibres végétales. Les femmes l'aspergent d'eau au fur et à mesure du pétrissage, puis y incorporent de la bouse de vache fraîche et pétrissent durant 5 minutes. Ensuite, elles y ajoutent la poudre de cosses de néré et pétrissent encore durant 5 minutes, jusqu'à l'obtention d'un mélange pâteux. L'eau utilisée peut être préalablement infusée d'écorces de neem. La poudre de feuilles de neem pilées y est ajoutée durant les 2 dernières minutes de pétrissage. À ce mélange, s'ajoute l'eau gluante issue du Diyouani préalablement réduit en fibres et trempé dans l'eau, puis s'en suit l'application, à la main, sur le mur humidifié et la décoration après quelques minutes de séchage.											

7 Couverture du *Manuel pour la rénovation des Tata Somba*, de Fabrice Noukpakou, Elie Pauporté et Renaud Pleitinx, paru aux PUL dans la collection Forma Loci en juillet 2022.

8 Composition de l'enduit optimisé validé par les ateliers

otāmmari. La première édition de cette fête a eu lieu en février 2021 à Tagayè (commune de Natitingou) et a été le lieu d'une démonstration de la composition et de l'application de l'enduit optimisé sur un *Tata Somba* et une case rectangulaire, suivant les principes et techniques préconisés par le manuel et validés par les constructeurs et enduiseuses Bétammaribé (<https://www.youtube.com/watch?v=vljszjiYUdg>). Une deuxième édition est prévue en 2022 et fera, comme Bogo-ja, l'objet d'un concours pour récompenser non seulement l'enduit le plus esthétiquement présenté, mais aussi celui dont la mise en œuvre et l'application ont suivi les principes et techniques recommandés et culturellement respectueux du patrimoine otāmmari.

Conclusion

L'enduit otāmmari est le produit d'un savoir-faire traditionnel dont la nécessité de sauvegarde est de plus en plus urgente. Son opérationnalité et sa durabilité, indispensables pour l'entretien de l'architecture en terre en milieu otāmmari ont fait l'objet d'une étude approfondie dans le cadre du projet HTC-Atacora qui a permis de documenter la pratique et de mettre à la disposition de potentiels constructeurs un guide de références.

L'optimisation de cet enduit permet aux populations locales de réduire la récurrence des dégradations, tout en participant à la sauvegarde de leur patrimoine. L'utilisation de différents adjuvants, disponibles localement, permet de renforcer la résistance de l'enduit afin d'assurer une meilleure protection aux habitats, sans porter atteinte aux pratiques culturelles et aux principes de la société otāmmari. ■

Médiagraphie

- Anger, R. (2011). *Approche granulaire et colloïdale du matériau terre pour la construction*. INSA de Lyon, Lyon. Repéré à : <http://theses.insa-lyon.fr/publication/2011ISAL0154/these.pdf>
- Belanger, A., & Musabyimana, T. (2005). *Le Neem contre les insectes et les maladies*. Communication présentée aux Journées Horticoles, Québec.
- Fontaine, L., Anger, R., Doat, P., Houben, H., & Van Damme, H. (2009). *Bâtir en terre : du grain de sable à l'architecture*. Paris : Belin.
- Guillaud, H., & Houben, H. (1989). *Traité de construction en terre*. Marseille : Parenthèses.
- Mercier, P. (1954). *L'habitation (à étages) dans l'Atacora*. Repéré à : http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_16-17/22681.pdf
- Noukpakou, F., Pauporté, E., & Pleitinx, R. (2022). *Manuel pour la rénovation des Tata Somba*. Louvain-la-Neuve : PUL.
- Noukpakou, F., Barkouch, G., Khamallah, N., & Pleitinx, R. (2020). Red Chalk Palimpsest: The Logic of Somba Landscape. *Urban Planning*, 5(2). doi:10.17645/upv5i2.2796
- Noukpakou, F., & Pleitinx, R. (2019). Le paysage Otāmmari. *Lieuxdits*, 17, 21-24. doi:10.14428/ldvi17.52463
- Padenou, G.-H., & Pastor-Barrué, M. (2006). *Architecture, société et paysage Bétammaribé au Togo : contribution à l'anthropologie de l'habitat*. Toulouse : Presses universitaires du Mirail.
- Pauporté, E. (2019, 2019//24/27/07). *Vulnerability of earth material to water: A state of the art*. Communication présentée à l'International Conference on Structures and Architecture.
- Pleitinx, R. (2020, 2020/10/08). *Architecture et société otāmmari*. Communication présentée à l'Art d'habiter sur la Route des Tata.
- Pleitinx, R., & Noukpakou, F. (2019, 2019//18/20/09). *L'adaptabilité de l'architecture otāmmari*. Communication présentée à Vivre en Ville — Vivre la Ville.
- Röhlen, U., & Ziegert, C. (2013). *Construire en terre crue, Construction-Rénovation-Finitions*. Paris : Le Moniteur.
- Van Damme, H., & Houben, H. (2017). Earth concrete. Stabilization revisited. *Cement and Concrete Research*. doi:10.1016/j.cemconres.2017.02.035
- Vissac, A., Bourges, A., Gandreau, D., Anger, R., & Fontaine, L. (2017). *Argiles et biopolymères : les stabilisants naturels pour la construction en terre*. Grenoble : CRAterre.

Analyse de la dynamique des espaces industriels de Kinshasa (RD Congo)

Une trajectoire des territoires industriels vers une diversité des destins

Auteur

Gloire Kibala Ntondele, docteur
en art de bâtir et urbanisme

LAB, UCLouvain

Chef de travaux et chef de
section, ISAU, Kinshasa, RDC

Résumé. Cette thèse aborde un problème préoccupant, celui de l'avenir des espaces industriels de Kinshasa. Jadis ils constituaient des concentrations d'emplois pour cette grande métropole subsaharienne. La faillite des entreprises et le phénomène des friches, éléments consécutifs aux multiples conflits sociopolitiques et économiques postcoloniaux (zaïrianisation, crise économique, pillages, mondialisation...) ainsi que la mauvaise gouvernance urbaine et la mauvaise politique de gestion foncière à Kinshasa ont plongé l'économie de la métropole dans une régression profonde. Les espaces industriels ont été grignotés au profit de l'habitat et des activités informelles. Pour expliquer ce phénomène, nous défendons l'hypothèse selon laquelle les espaces industriels de Kinshasa ont connu dans leurs trajectoires des dynamiques à différents destins (des sites se sont maintenus, se sont reconvertis, en friche, en dynamique urbaine, d'autres sont exploités de manière opportuniste ou en arrêt d'activité industrielle.).

Mots-clés. Kinshasa-Est · espace industriel · Masina · Zaïrianisation · Kinkole

Abstract. This thesis addresses a worrying problem, that of the future of Kinshasa's industrial spaces. In the past, they were concentrations of employment for this large sub-Saharan metropolis. The bankruptcy of companies and the phenomenon of wastelands, elements following upon the multiple post-colonial socio-political and economic conflicts (Zairianization, economic crisis, looting, globalization...), as well as poor urban governance and the misguided policy of land management in Kinshasa, have plunged the economy of the metropolis into a deep regression. Industrial spaces have been nibbled away in favor of housing and informal activities. To explain this phenomenon, we defend the hypothesis according to which the industrial spaces of Kinshasa have experienced, along their trajectories, a variety of different dynamics (sites that are maintained, that have been reconverted, are disused, in the course of development, under informal or opportunistic occupation, in commercial collapse...).

Mots-clés. Kinshasa East · industrial space · Masina · Zairianization · Kinkole

Le mardi 15 mars 2022, Gloire Kibala Ntondele a été proclamé Docteur en art de bâtir et urbanisme à UCLouvain. Sa thèse fait l'objet d'une brève présentation sur ces pages. Yves Hanin (CREAT, LAB, UCLouvain) est le promoteur de sa thèse. Au long de sa recherche doctorale, Gloire a été également encadré d'un comité composé de de René Mpuru (ISAU, RDC), Jean-Marie Alleux (ULiège), Jean-Claude Mashini (UPN, RDC) et Justin OKANA (UNIKIN, RDC).

Cette thèse a pour objet l'analyse des espaces industriels de Kinshasa (figure 1), une métropole de 15 millions d'habitants en République Démocratique du Congo. Jadis ces espaces furent des fleurons prospères de l'économie urbaine de Kinshasa. Mais l'économie de la métropole a été plongée dans une régression profonde. Pratiquement, l'ensemble des établissements industriels tend à disparaître.

Kinshasa, appelée Léopoldville avant 1960, avec sa position stratégique comme ville de transit, de transbordement et comme capitale de la colonie, est devenue un pôle de développement. Trois dynamiques territoriales expliquent le développement de Léopoldville : la dynamique d'import-export, celle des filières de transformation et la dynamique des entreprises au service du marché urbain.

À Léopoldville, on constate une large dépendance de l'industrie à l'approvisionnement des filières traditionnelles de grandes firmes hors mines (huile de palme, coton, café...). Or, aujourd'hui, ces filières sont déstructurées. D'autres dépendances sur le plan technique et sur le plan des investissements sont à pointer également. En outre, l'insécurité urbaine – en particulier des pillages – a causé jusqu'à la disparition de certaines entreprises industrielles à Kinshasa. Les quelques industries qui se maintiennent encore sont des secteurs stratégiques de développement territorial (les entre-

pôts pétroliers de Sep Congo, les abattoirs publics, les ports, l'aéroport...).

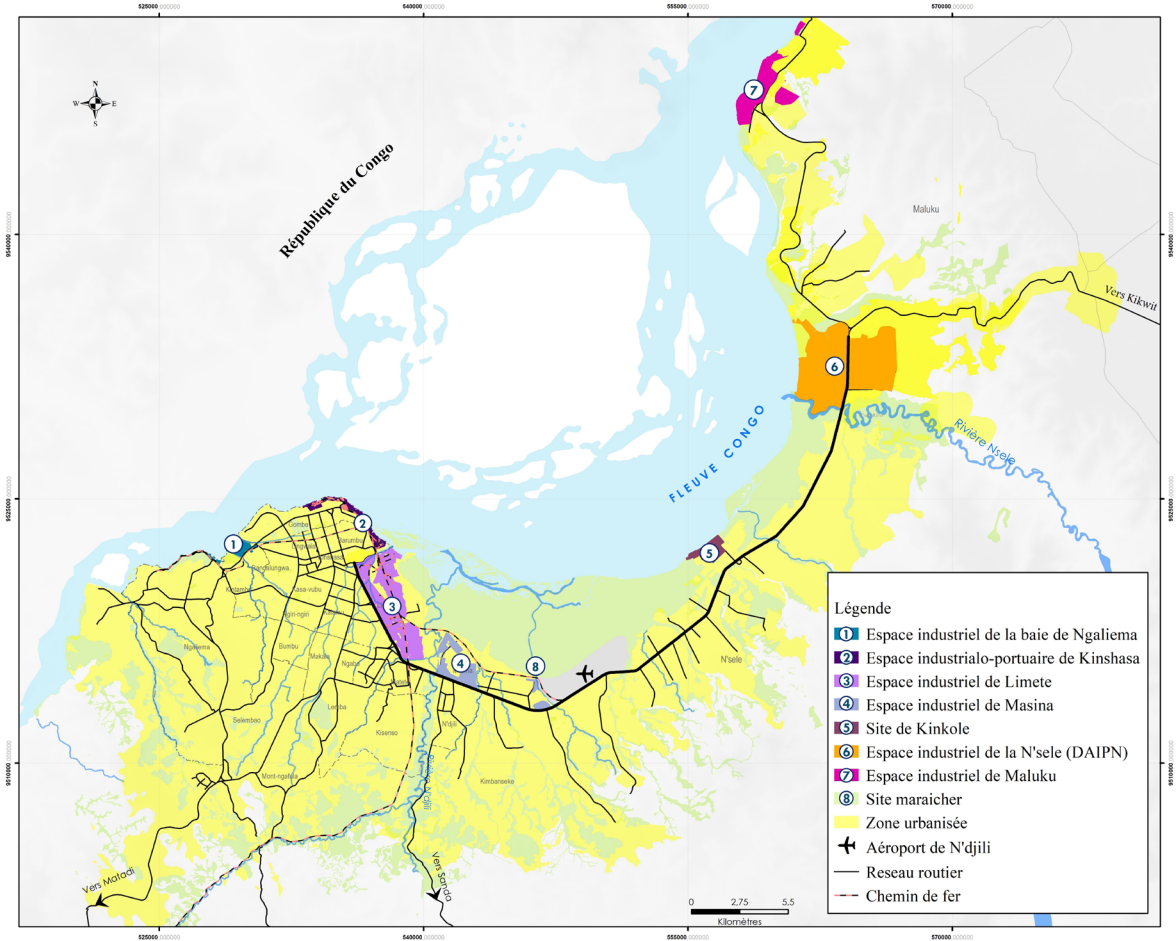
Les espaces industriels de Kinshasa correspondent aux territoires des entreprises. Ils changent et se transforment au cours du temps. Pour bien comprendre leurs évolutions, nous développons leurs trajectoires depuis leur création, avec les premières entreprises, jusqu'à nos jours. Cette analyse sur le long terme permet de mettre en évidence les logiques d'organisation des espaces industriels et l'appropriation de ces espaces par les entreprises au sein de la ville. Deux grandes périodes subdivisées en six sous-périodes résument les trajectoires des espaces industriels de Kinshasa :

- 1. la période de 1880-1980 caractérisée par l'industrialisation de Kinshasa :
 - la sous-période de l'État indépendant du Congo (1880-1908)
 - l'émergence de la colonie belge du Congo (1908-1940) ;
 - la colonie belge du Congo planifié (1940-1960) ;
 - la période du développement post-in-

- dépendance du Congo (1960-1970) ;
- la zaïrianisation et la transition démocratique du Congo (1970-1997).
- 2. la période de désindustrialisation de Kinshasa :
 - la RD Congo et le développement post-industriel ou de l'économie informelle (1997-...).

L'industrie à Léopoldville commence avec les ateliers d'assemblage des bateaux implantés par Stanley en 1881 à la baie de Ngaliema. Ces bateaux devaient lui servir à remonter le fleuve. Vers 1920, les industries textiles s'implantent sur le même site. Les années 1930 voient se développer des infrastructures de transport (gare, aéroport, port). Avec le plan local urbain de 1949-1950, des activités sont planifiées dans le tissu urbain (Limete) sur un espace desservi par les infrastructures de transport (poids lourds, RN1, chemin de fer). Avant 1950, la ville de Léopoldville s'arrête au niveau de la rivière N'Djili. Le plan local urbain de 1949-1950 positionne les industries insalubres en dehors de la ville, à Masina avec petro-Congo, les abattoirs et le

① Les espaces industriels de Kinshasa couvrent plusieurs sites. À l'ouest de la ville : la baie de Ngaliema (1), au centre : le port à la Gombe (2), puis les quartiers de Kingabwa et Limete industriel (3), à Kinshasa-Est : les installations de Masina (abattoirs, Sep Congo, terrains aéronautiques de la Régie des voies aériennes...) (4), à N'Sele : les ports de bois et de pêche à Kinkole (5), puis le Domaine agro-industriel présidentiel de la N'Sele-DAIPN (6) et, à Maluku, la société sidérurgique (SOSIDER) (7).



nouvel aéroport. Au même moment, on planifie la cité ouvrière de N'Djili. Après l'indépendance, la 2^e République, lance la politique de développement vers l'est de la ville avec la stratégie de la valorisation du Pool Malebo dans la riziculture, soutenue par la coopération chinoise, la mise en place des grandes stratégies de valorisation agro-alimentaire (à Kinkole et au DAIPN), l'implantation des activités automobiles (GM, SOZABAT), à Masina et, à l'extrême est, à Maluku, l'implantation sidérurgique sur un terrain éloigné, peu cher, avec de l'énergie électrique à bas prix (tirée du barrage d'Inga).

Sur le plan des investissements et de l'origine des capitaux, il faut noter six temporalités dans la trajectoire des espaces industriels de Kinshasa :

1. vers 1881, les capitaux des explorateurs servent à planter, à proximité du fleuve, une entreprise d'assemblage des bateaux importés ;
2. vers 1930, les capitaux des entreprises internationales servent à planter des industries de transformation de produits primaires issus de l'intérieur du pays au profit de marchés d'exportation et locaux, et ce à proximité du fleuve, du chemin de fer, de l'aéroport et de la main-d'œuvre installée dans les camps de travailleurs ;
3. vers 1950, les capitaux occidentaux servent à planifier des activités industrielles à Limete, en espaces industriels protégés (zonage) et à spécialiser de petites et moyennes entreprises (PME) pour répondre aux besoins de ville. Les entreprises dangereuses sont donc éloignées vers l'est et la RN1 devient l'axe de développement avec l'aéroport de N'Djili ;

4. dans les années 1968-1970, les capitaux de grandes entreprises, attirées par les bas prix de l'énergie (barrage d'Inga), des terrains et de la main-d'œuvre, sont investis dans des filières d'importation ou des filières locales (DAIPN) ;
5. la crise des années 1980 puis les pillages des années 1991-1993 ont conduit au retrait des capitaux internationaux et à la fermeture des entreprises ;
6. de 1997 à nos jours, les espaces industriels de Kinshasa présentent quatre destins principaux. Dans une logique de stratégie de site, certaines activités sont maintenues. Dans une logique de rente foncière, certains sites sont reconvertis. Les capitaux des familles et des diasporas exploitent de manière informelle certains sites industriels par la transformation des produits primaires. L'arrêt des activités occasionne également l'apparition de friches industrielles qui, sans surveillance policière, se retrouvent rapidement occupées par des habitations.

On retiendra que, jusqu'à ce jour, les espaces industriels de Kinshasa ont été transformés par des acteurs informels sans outil réglementaire. Face à cette situation, le pouvoir public reste muet.

Dans la prospective, il faut donc mettre en place dans les différents espaces industriels de Kinshasa des stratégies de formalisation des activités, des stratégies de consolidation des reconversions et des stratégies de préservation des espaces industriels stratégiques. ■

Médiagraphie sélective

Katalay, H. (2014). *Urbanisation et fabrique urbaine à Kinshasa : défis et opportunités d'aménagement* (Thèse de doctorat). Université de Bordeaux III, Pessac.

Kibala, G., & Kadima-Kadima, J.-P. (2019). Façonnement et usages des espaces industriels désaffectés. Analyse morphologique et nouveau profil des espaces industriels entre les eaux profondes et les rives de la rivière N'Djili, *CRIDUPN*, 78 a. Kinshasa : UPN.

Kibala, G. (2017). *Avenir des espaces industriels de Kinshasa (RD Congo). Les récentes mutations spatiales des zones industrielles dans une métropole tropicale déséquilibrée* (Mémoire de Master de Spécialisation en urbanisme et aménagement du territoire). UCLouvain, Louvain-la-Neuve.

La Croix, J.-L. (1964). La production et productivité du travail dans les industries manufacturières de Léopoldville et du Bas-Congo. *UCL, Louvain*.

Lederer, A. (1965). Histoire de la navigation au Congo, Tervueren, Musée royal de l'Afrique centrale. *Sciences historiques*, 2, 181–182, 194–195.

Maboloko, C.-E. (1988). *Espace industriel du sud-ouest du Zaïre, Essai d'analyse géographique* (Thèse de doctorat en sciences [géographie]), ULB, Bruxelles.

Fontaine, M., & Vigna, X. (2019). La désindustrialisation, une histoire en cours. 20 & 21. *Revue d'histoire*, 144(4), 2–17. doi:10.3917/vin.144.0002

Mérenne-Schoumaker, B. (2002). *La localisation des industries, enjeux et dynamiques*. Rennes : PUR.

photo de couverture

Maison de l'architecte Marie-José Van Hee, Gand, 2022. Photo Sophie Picard

Cette photo est la trace d'une rencontre fortuite entre l'architecte Marie-José Van Hee et les étudiant-es de l'atelier de projet d'architecture Bac 3 emmenés en visite à Gand par leurs enseignants Olivier Bourez et Dorothée Stiernon, en mars dernier.

lieuxdits #22

Septembre 2022

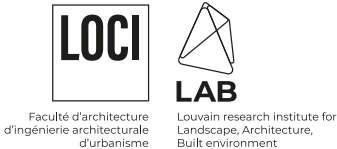
Au menu ou à la carte ?	1
<i>Damien Claeys, Gauthier Coton, Pierre Vanderstraeten</i>	
Moins trois	2
<i>Nele De Raedt, Yoel Pitowsky</i>	
Trois systèmes de raisonnement en conception architecturale : heuristique, algorithmique, métacognition	10
<i>Damien Claeys, Louis Roobaert</i>	
L'enduit mural dans l'architecture otāmmari	22
<i>Fabrice Noukpakou, Elie Pauporté</i>	
Analyse de la dynamique des espaces industriels de Kinshasa (RD Congo)	30
<i>Gloire Kibala Ntondele</i>	

SEMESTRIEL

ISSN 2294-9046
e-ISSN 2565-6996



Éditeur responsable : Le comité éditorial, place du Levant, 1 - 1348 Louvain-la-Neuve (lieuxdits@uclouvain.be)
Comité éditorial : Damien Claeys, Gauthier Coton, Brigitte de Terwangne, Corentin Haubruge, Nicolas Lorent, Catherine Massart, Giulia Scialpi, Dorothée Stiernon
Conception graphique : Nicolas Lorent
Impression : CPRINTi



www.uclouvain.be/loci
www.uclouvain.be/lab