



HAL
open science

Les instruments de la conception : vers un cadre théorique de la co-créativité computationnelle

Philippe Marin

► **To cite this version:**

Philippe Marin. Les instruments de la conception : vers un cadre théorique de la co-créativité computationnelle. Culture et Recherche, 2024, Recherche et intelligence artificielle, 147, pp.65-67. hal-04798586

HAL Id: hal-04798586

<https://hal.science/hal-04798586v1>

Submitted on 22 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Les instruments de la conception : vers un cadre théorique de la co-créativité computationnelle

Les Systèmes d'intelligence artificielle (SIA) et les Intelligences artificielles génératives (IAG) prennent une place croissante dans les activités de conception architecturale et urbaine, en accélérant la production automatique de contenus synthétiques (images, modèles 3D, textes, sons ou vidéo). Il s'agit pour nous de regarder l'impact de ces techniques sur les processus et les activités de conception afin de définir un cadre théorique de la co-créativité computationnelle.

Phylogénèse des machines à dessiner et ancrage historique de l'IA

Il s'agit de positionner les SIA dans l'histoire longue de l'évolution des techniques et des systèmes de connaissance, en considérant leurs articulations avec les évolutions culturelles, sociétales et scientifiques, ainsi qu'avec les formes et les techniques de la connaissance. La liste des outils, des instruments et des « machines à dessiner » qui accompagnent ou rendent possible les activités de dessins et de représentations est longue. Du pantographe à la grille de repérage de Robert Fludd, en passant par les conicographes¹ ou encore les intégraphes², une longue et progressive mise au point de dispositifs d'assistance à la mesure et aux tracés se constitue.

Si ces instruments trouvent des applications pratiques, ils témoignent également des connaissances scientifiques, mathématiques et techniques de l'époque qui les a vues naître³. Parallèlement et progressivement, des « machines à raisonnement » sont mises au point.

Le philosophe, poète et théologien espagnol Ramon Llull (1232-1315) envisage de formaliser des raisonnements à l'aide d'un appareil mécanique permettant la combinaison de lettres et de mots pour générer de nouvelles idées⁴. Les premières « machines calculantes » se réalisent avec les bâtons de John Napier (1550-1617) ou la Pascaline de Blaise Pascal (1623-1662). Quelques années plus tard, les premiers automates sont fabriqués, ils constituent des objets de curiosité, faisant le tour des foires et des cours européennes. À titre d'exemple, Jacques Vaucanson (1709-1782), inventeur et mécanicien français, met au point le Canard digérateur, le Flûteur et le Tambourinaire⁵.

Vaucanson se consacrera par la suite à l'invention de métiers à tisser automatiques, et nous mesurons ici la manière avec laquelle les évolutions techniques induisent des transformations sociales et productives. Les relations entre le monde de l'abstraction et le monde matériel se renforcent au XIX^e siècle avec la fabrication de la « machine à différences » de Charles Babbage (1791-1871).

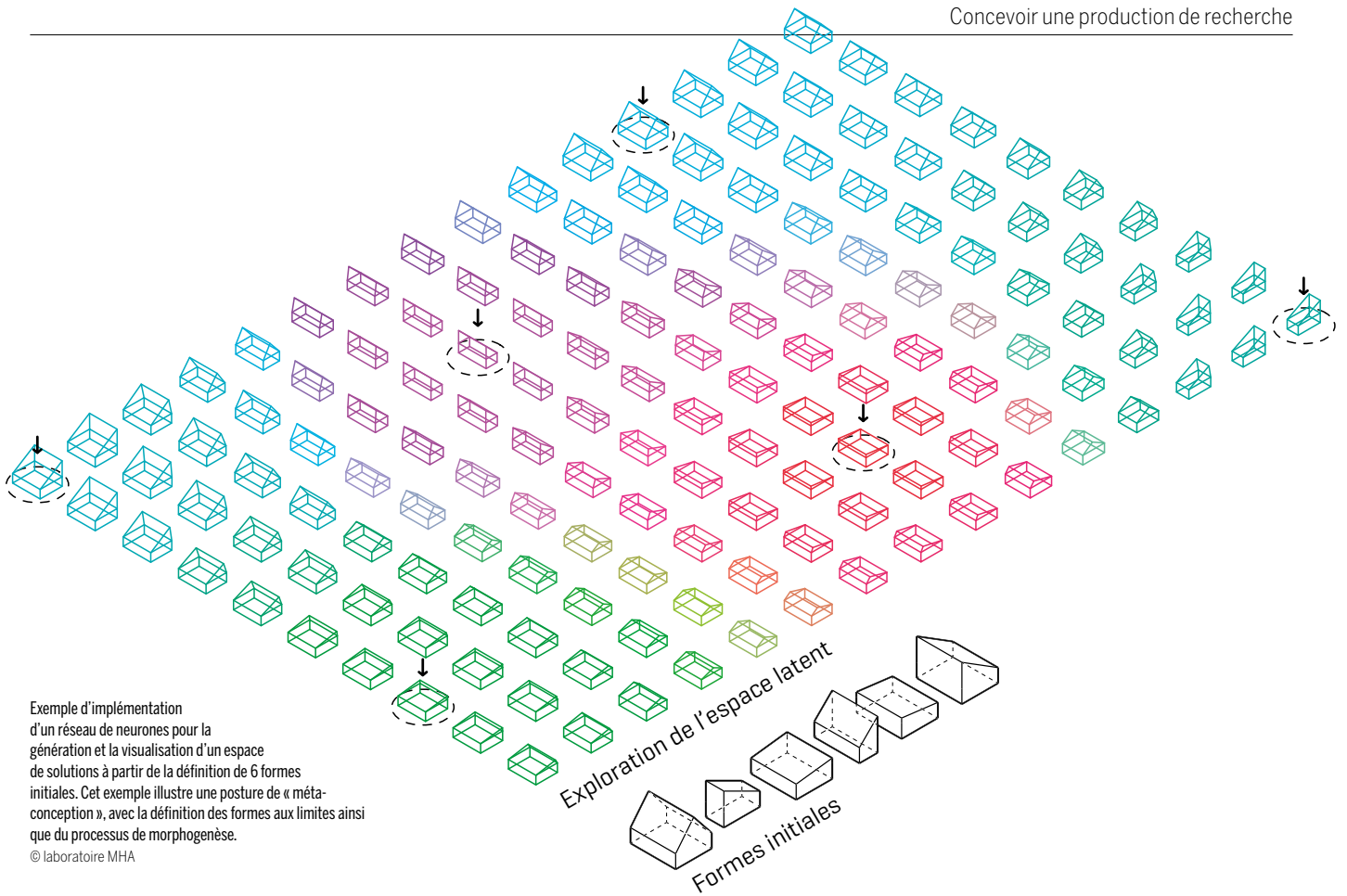
En allant du calcul à l'encodage du langage, le réseau de télégraphes aériens de Claude Chappe (1763-1805) constitue un moyen de communication visuelle qui permet la transmission d'un message par signaux télégraphiques de sémaphores en sémaphores à travers l'Hexagone. Il faudra encore quelques années pour voir la naissance de l'« informatique », contraction des termes « information » et « automatisme ». Avec la cybernétique, le signal électrique devient le support du message, les principes d'émergence et d'auto-organisation sont expérimentés et des systèmes artificiels dynamiques sont réalisés avec la mise en œuvre de boucles rétroactives. L'ordinateur ainsi que le concept d'« intelligence artificielle » apparaissent, ils s'appuient à la fois sur l'ingénierie de l'électromécanique, qui rend possible la fabrication des machines, et sur les mathématiques et la statistique qui envisagent de nouvelles formes de description de la réalité. Les capacités de calcul permettront par la suite d'accentuer la place de la pensée algorithmique en ouvrant la voie à la pensée computationnelle.

Les outils, les instruments et les machines constituent des formes de matérialisation et d'encodage de la connaissance et l'IA peut alors être considérée comme une nouvelle forme d'externalisation de la pensée humaine⁶.

PHILIPPE MARIN

Professeur, directeur du laboratoire Méthodes et histoire de l'architecture (MHA) / École nationale supérieure d'architecture (ENSA) de Grenoble, Université Grenoble Alpes

1. Dominique Raynaud, « Le tracé continu des sections coniques à la Renaissance : applications optico-perspectives, héritage de la tradition mathématique arabe », *Arabic Sciences and Philosophy*, vol. 17, n° 2, 2007, p. 299-345. <https://doi.org/10.1017/S0957423907000422>
2. Marie-José Durand-Richard, « Planimeters and intergraphs in the 19th century. Before the differential analyser », *Nuncius*, vol. 25, n° 1, 2010, p. 101-124. [10.1163/221058710X00068](https://doi.org/10.1163/221058710X00068)
3. Andrew Witt, *Formulations: Architecture, Mathematics, Culture*, MIT Press, 2022.
4. Peter Weibel, « Ramon Llull: Poet and pioneer of digital philosophy », dans Amador Vega, Peter Weibel et Siegfried Zielinski (eds), *Diá-logos. Ramon Llull's Method of Thought and Artistic Practice*, University of Minnesota Press, 2019.
5. Jacques Vaucanson, *Le mécanisme du flûteur automate. Académie royale des sciences [1738]*, Hachette BNF, 2019; Chantal Spillemaecker (dir.), *Vaucanson & l'homme artificiel. Des automates aux robots*, PUG, 2010.
6. Jürgen Renn, *L'évolution de la connaissance. Repenser la science pour l'Anthropocène*, trad. Raymond Clarinard, Les Belles Lettres, 2022.



Exemple d'implémentation d'un réseau de neurones pour la génération et la visualisation d'un espace de solutions à partir de la définition de 6 formes initiales. Cet exemple illustre une posture de « méta-conception », avec la définition des formes aux limites ainsi que du processus de morphogenèse.
© laboratoire MHA

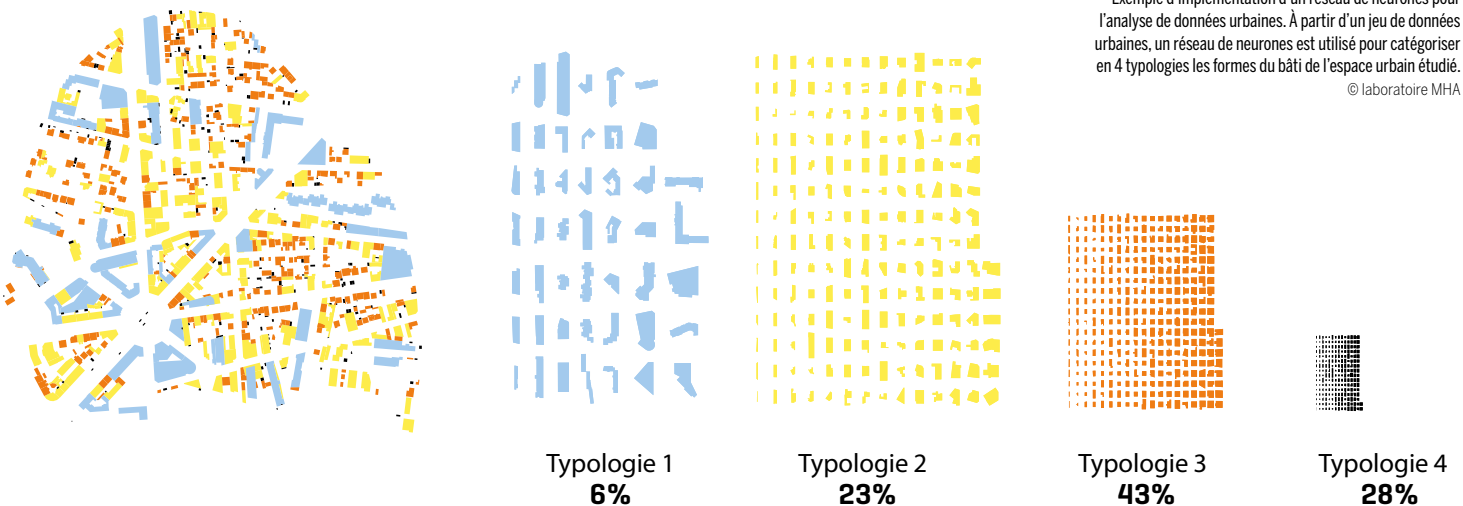
Épistémologie de l'IA

Les formes de la connaissance accompagnent les activités cognitives et celles-ci sont rendues possibles par la succession de cycles d'internalisation, associés à l'usage des outils, et d'externalisation des modèles mentaux dans de nouveaux instruments⁷. L'usage de l'instrument ouvre de nouveaux horizons et induit un accroissement du degré d'abstraction. Cependant, chaque instrument s'accompagne de déformations et peut induire des aberrations. Pasquinelli⁸ prend l'exemple des lentilles des microscopes, qui ne sont pas parfaitement curvilignes et lisses et qui génèrent des distorsions à leurs limites. La « lentille logique » de l'IA est associée à des erreurs et à des biais. Elle s'accompagne d'une diffraction de la rationalité, le schéma conventionnel de la pratique scientifique (observation, hypothèse et évaluation) est

bouleversé. Le principe de la causalité est complété par la construction automatique de corrélations. Si l'IA est un nouveau régime de vérité et de preuve scientifique, elle impose également de nouvelles normativités sociales et culturelles, qui se construisent à travers des « hallucinations statistiques ». Pour envisager l'appropriation inventive des SIA, il apparaît nécessaire de comprendre l'échafaudage des modèles scientifiques et techniques, des facteurs sociaux et idéologiques, ainsi que les imbrications historiques de ce système de connaissance. Si la voie de l'IA symbolique, associée aux systèmes experts, a été d'abord explorée, c'est une IA connexionniste⁹ qui retient depuis quelques années l'attention des scientifiques et des acteurs économiques. Cette dernière est adossée à une stratégie de pondération des relations entre des composantes discriminantes d'un système.

7. Peter Damerow, *Abstraction and Representation. Essays on the Cultural Evolution of Thinking*, Springer, 1996. 10.1007/978-94-015-8624-5; <http://link.springer.com/10.1007/978-94-015-8624-5> (sites consultés le 25 juin 2024).
8. Matteo Pasquinelli et Vladan Joler, « The Noosope manifested: AI as instrument of knowledge extractivism », *AI & SOCIETY*, n° 36, 2021, p. 1263-1280. 10.1007/s00146-020-01097-6
9. Dominique Cardon, Jean-Philippe Cointet et Antoine Mazières, « La revanche des neurones. L'invention des machines inductives et la controverse de l'intelligence artificielle », *Réseaux*, vol. 211, n° 5, 2018, p. 173-220. 10.3917/res.211.0173

Exemple d'implémentation d'un réseau de neurones pour l'analyse de données urbaines. À partir d'un jeu de données urbaines, un réseau de neurones est utilisé pour catégoriser en 4 typologies les formes du bâti de l'espace urbain étudié.
© laboratoire MHA



Typologie 1
6%

Typologie 2
23%

Typologie 3
43%

Typologie 4
28%

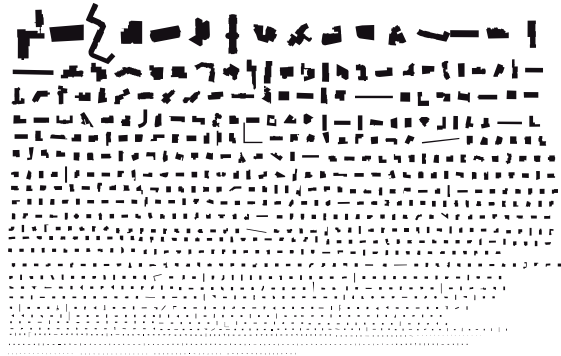
Collecter



Apprendre



Analyser



Catégoriser



Illustration du processus de prédiction du type de bâti d'un morceau de ville à partir de l'apprentissage d'un réseau de neurones.
© laboratoire MHA

Travaux et expérimentations scientifiques autour de l'IA

Il serait trop long de dresser une liste exhaustive des usages de l'IA dans le domaine de l'architecture, c'est pourquoi seuls trois exemples sont évoqués. Le premier envisage l'IA à des fins analytiques et permet une catégorisation des données urbaines. Les deux autres exemples prennent place dans le processus de conception architecturale par la mise en œuvre d'algorithmes d'Intelligence artificielle générative (IAG). La génération de modèles en 3D est réalisée à partir d'une requête sous forme de texte au sein de l'environnement CAO de l'architecte. Le dernier exemple met en œuvre un algorithme appelé « carte auto-adaptative », il correspond à une classe de réseaux de neurones artificiels, fondée sur un apprentissage non supervisé. Appliqué au domaine de l'architecte, cet algorithme permet de cartographier et d'explorer l'espace des solutions à partir d'une description paramétrique de quelques analogues architecturaux.

Vers un cadre théorique de la co-créativité computationnelle

Ces expérimentations constituent des supports pour appréhender le fonctionnement de ce système de connaissance et pour envisager comment préparer les futurs architectes à être acteurs de leurs milieux socio-techniques. Les activités de conception et de création sont médiatisées par les outils, les instruments, les machines, l'ensemble des techniques culturelles de matérialisation des connaissances, ainsi que par nos rapports sociaux et par les propriétés physiques de notre cerveau. Que peut être une posture de méta-conception, comment la créativité prend-elle place dans le contexte technique et culturel contemporain, comment s'articulent pensée visuelle et pensée verbale dans un processus algorithmique et computationnel ? Il s'agit donc de définir aussi le cadre théorique de la co-créativité computationnelle. ■

Illustration du processus de génération d'un maillage en 3D à partir de la rédaction d'un *prompt* au sein de l'environnement de modélisation paramétrique. Sur le haut de l'image, la représentation des composants et du modèle associatif en programmation visuelle. Sur le bas de l'image, les différentes vues du modèle 3D. Extensions Grasshopper® développées au sein du laboratoire MHA.
© laboratoire MHA

