



HAL
open science

L'IA, un enjeu pédagogique pour les écoles d'architecture

Pascal Terracol

► **To cite this version:**

Pascal Terracol. L'IA, un enjeu pédagogique pour les écoles d'architecture. Culture et recherche, 2024, 147, pp 79-81. hal-04796937

HAL Id: hal-04796937

<https://hal.science/hal-04796937v1>

Submitted on 21 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.



Open licence - etalab

L'IA, un enjeu pédagogique pour les écoles d'architecture

Les enjeux pédagogiques et institutionnels de l'intégration des outils de l'IA dans les Écoles nationales supérieures d'architecture (ENSA) sont nombreux. Les méthodes de la pédagogie en architecture sont en pleine évolution. Enseigner l'usage d'un logiciel ne requiert désormais plus uniquement la connaissance de boîtes de dialogues accessibles *via* un clic droit sur un ordinateur...

Une question de sémantique

Rappelons tout d'abord les grands principes de l'intelligence artificielle, tels qu'ils sont décrits par le professeur d'ingénierie informatique Ethem Alpaydin¹:

- classification, capacité de l'Intelligence artificielle (IA) à organiser et à indexer des masses de données importantes dépassant largement les capacités de l'analyse humaine;
- régression, capacité d'un algorithme à quantifier ou à qualifier une donnée selon une loi déterminée (linéaire, conique, cubique) relativement à un corpus connu;
- supervision humaine², processus de régulation de faux positifs ou faux négatifs par un humain.

Les capacités offertes par les outils d'IA aujourd'hui disponibles grâce à un simple *prompt* (« instruction ») convoquent une connaissance et une épistémologie très différentes de ce que nous avons à l'œuvre ces dernières années dans nos établissements d'enseignement et de recherche.

La sémantique et l'expertise humaine augmentées par l'IA vont dépasser la technique en superposant une connaissance approfondie du sens adossée à des références littéraires notamment.

Les processus de classification, de régression et de supervision humaine imposent la refonte des maquettes pédagogiques déployées aujourd'hui dans les ENSA (Paris Val-de-Seine, Nantes, Nancy, Lyon et Grenoble ont initié des formations de *prompt engineering*).

Ainsi, face à l'émergence du *prompt engineering*, l'enseignement de l'histoire de l'architecture peut prendre un appui tout à fait efficace et pertinent sur les connaissances décrites en particulier par des ouvrages tels qu'*Architecture, méthode et vocabulaire* de Jean-Marie Pérouse de Montclos (Éditions du patrimoine,

1972). Concernant la stéréophotogrammétrie, l'un des enjeux consiste en la qualification sémantique d'un nuage de points, par exemple « ceci est une lucarne »³.

De même, la connaissance des spécifications techniques inscrites dans les « Documents techniques unifiés » (DTU) devrait très efficacement pouvoir instruire, à terme, un réseau de neurones afin d'émettre, en phase de conception et d'esquisse et à l'intention de l'architecte, un ensemble d'alertes lui indiquant qu'il sort de la réglementation technique en vigueur.

Le matériel décrit par Christopher Alexander⁴ constitue pour la conception spatiale un ensemble de références précieuses, quitte à ce qu'il soit interprété par un logiciel de conception 3D, formant un ensemble théorique, voire canonique, porté à la disposition des futurs étudiants et chercheurs en architecture.

De plus, l'interprétation sous forme de *prompts* de matériaux textuels comme *Les villes invisibles* d'Italo Calvino (Seuil, 1974) assurerait un matériel précieux pour aborder et élaborer un appareil critique dans le champ de l'urbain, du paysage et de l'architecture, à toutes les échelles.

Les écoles d'architecture apprenaient jusqu'alors aux étudiants à dessiner, il va falloir plus que jamais leur apprendre à écrire et à acquérir une culture de la sémantique de l'architecture associée à un esprit critique.

À terme, la transposition et la capacité à tirer un bilan de l'empreinte environnementale d'un projet d'architecture constituent un élément d'appréciation décisif à la maîtrise d'ouvrage et *in fine* à la société. Sur ce sujet, également, l'IA devrait être un outil fort utile.

Au-delà des biais techniques et des fantasmes liés à l'émergence de l'IA, la prise en compte des biais humains, opportunistes, technologiques ainsi que des biais du marché et la mise en place des aménités

PASCAL TERRACOL

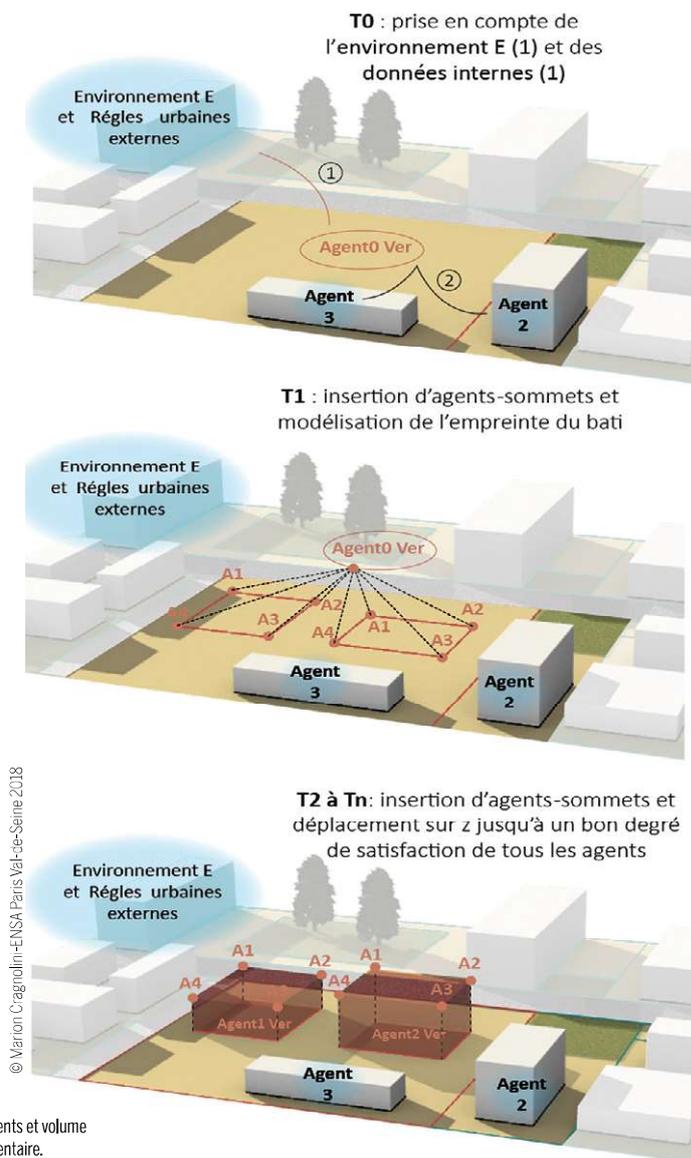
Professeur émérite sciences et techniques pour l'architecture, outils mathématiques et informatiques, HDR, Directeur scientifique de la chaire Architecture et intelligences, École nationale supérieure d'architecture de Paris Val-de-Seine (ENSA Paris Val-de-Seine), laboratoire Environnements numériques, cultures architecturales et urbaines (EVCAU)

1. Ethem Alpaydin, *Machine Learning: The New AI*, MIT Press, 2016.

2. La supervision humaine peut s'apparenter à ce qui se pratique dans le domaine de la santé *via* les réunions de concertation pluridisciplinaire (RCP).

3. Pascal Terracol, *Le bruit et le modèle. Stratégies d'identification d'éléments discrets*, Laboratoire EVCAU, 2020. <https://hal.science/hal-02938504> (site consulté le 11 juillet 2024).

4. Christopher Alexander, Sara Ishikawa et Murray Silverstein *A Pattern Language*, Oxford University Press, 1977.



© Marion Craignolini-ENSA Paris Val-de-Seine 2018

Système multi-agents et volume englobant réglementaire. Marion Craignolini décrit le concept de volume englobant réglementaire comme un système multi-agents capable de dialoguer entre la connaissance de la réglementation urbaine et du programme architectural dont le résultat est un volume englobant porté à la disposition des acteurs du projet.

respectives du savoir (humaines, technologiques et économiques) génèrent une matrice d'analyse critique articulant données et réseaux de neurones avec le système d'acteurs de la maîtrise d'ouvrage publique et privée.

De ce point de vue, la thèse d'Elena Maj⁵ sur la qualité et le numérique dans la maîtrise d'ouvrage publique devrait apporter un éclairage précieux.

Un autre axe de recherche explore la prédiction des sinistres. C'est l'objet de la thèse de Vincent Dubois⁶ avec AQC (Agence Qualité Construction), travail de recherche encadré au laboratoire EVCAU⁷. Il s'agira

là, à terme, du déploiement d'un prototype permettant de qualifier le risque assurantiel d'un projet *via* un système d'alertes réglementaires.

Les outils de l'IA appliqués au projet d'architecture constituent ainsi un levier, véritable ensemble cumulatif de connaissances à transmettre aux futurs architectes. Si ces technologies nourrissent les craintes des praticiens, il est certain que l'enjeu de la formation et de la recherche est de permettre aux futures générations d'architectes de mettre en œuvre ces outils en émergence. Il s'agit bien là du rôle des écoles d'architecture et c'est la voie qui a été ouverte par la chaire « Architecture & Intelligences » qui accueillait les 2^e rencontres architecture et intelligences dès 2021.

D'une épistémologie de la classification...

L'usage des outils de génération d'images comme Dall-e, pratiqué dans certaines écoles nationales supérieures d'architecture, se résume à un processus d'apprentissage d'un ensemble d'outils dont la maîtrise se rapproche de ce que Stéphane Mallat a nommé dès 2017 « la malédiction de la complexité » ou encore « la malédiction de la grande dimension⁸ ».

Au-delà de l'aspect théorique de la nécessité de réduction en dimension d'un processus d'analyse, cela se traduit par le *prompt engineering*⁹, qui impose tout de même la nécessaire maîtrise d'une sémantique, ici le vocabulaire de l'architecture pouvant éventuellement s'affranchir des contraintes du multilinguisme.

En résumé, il est illusoire de vouloir se représenter la complexité de l'organisation des données dans un réseau de neurones, de la même manière que la complexité des neurones d'un cerveau humain semble difficilement accessible, si ce n'est par l'interprétation de l'imagerie médicale ou encore par l'interprétation symbolique, objet de la psychanalyse. Qu'à cela ne tienne, les outils sont présents et disponibles et quitte à produire des chimères qui ont, à tout le moins, l'avantage de l'affichage ou de l'émergence d'une esthétique « à la Pierre et Gilles », il faut malgré tout se résoudre dans la formulation de *prompts* par des étudiants à un abandon, certes déroutant, du déterminisme du code, au profit d'une forme d'empirisme avec lequel il va falloir composer d'une manière bien assumée.

Mais alors que le déterminisme cartésien rassurait, le flou sémantique de la formulation de *prompts* réalise une aventure qui replace l'écriture (là encore peu importe le choix de la langue) et la maîtrise du vocabulaire comme objet minimal voire essentiel et décisif de la composition.

Les outils de classification tels que les bibliothèques de langage Python NLTK¹⁰ permettent de réaliser un travail de classification qui dépasse largement les capacités humaines ou d'un groupe d'experts humains. C'est à l'aide de cet outil que Vincent Dubois a réalisé, en amont de sa thèse, la classification des 64043 Projets de fin d'étude (PFE), soutenus depuis 1971 dans les 20 ENSA, présents sur le portail ArchiRès¹¹. Ce travail répondait alors à la question : « Quels sont les travaux et les thèmes des PFE délivrés dans les ENSA ? »

5. Elena Maj, *Le numérique et la qualité au service de la maîtrise d'ouvrage sociale. Évolution de la maîtrise d'ouvrage sociale, le numérique et la qualité dans l'Office public de l'habitat de Bagnolet*, Université Paris Cité, projet de thèse déposé en 2019.

6. Vincent Dubois, *Prédiction de sinistralité dans le bâtiment. Diminuer les risques de désordres par l'exploitation de données de sinistralité agrégées avec des données caractérisant les bâtiments et leur environnement*, Université Paris Cité, projet de thèse déposé en 2023.

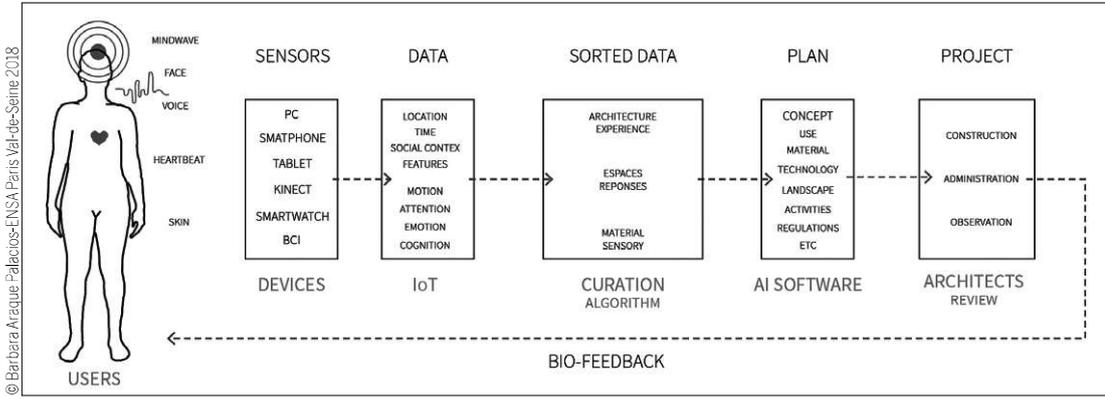
7. En contrat CIFRE (Convention industrielle de formation par la recherche).

8. Stéphane Mallat, *Compromis biais-complexité. L'apprentissage face à la malédiction de la grande dimension*, Collège de France, cours du mercredi 24 janvier 2018. <https://www.college-de-france.fr/fr/agenda/cours/apprentissage-face-la-malediction-de-la-grande-dimension/compromis-biais-complexite> (site consulté le 11 juillet 2024).

9. Le *prompt engineering* récemment vulgarisé par ChatGPT consiste à générer des éléments tels que des images, ou des films grâce à des requêtes textuelles formulées auprès de modèles de traitement du langage naturel. Meta (Facebook) vient d'annoncer 3D AssetGen, un moteur pour la génération de ressources textuelles en 3D.

10. NLTK : *natural language toolkit* <https://www.nltk.org/> (site consulté le 11 juillet 2024).

11. <https://www.archires.archi.fr/>



Dealing with emotions. Dans le questionnement sur l'avenir de l'architecture, en tant qu'intersection des différentes connaissances techniques et artistiques, la vision sur la technique, les outils et les corps doivent se renouveler pour faire face aux nouveaux défis. Le défi est de comprendre l'interaction du monde physique avec le monde virtuel, pendant qu'on apprend à vivre parmi les humains, impliquant la matière, là où il y a une demande d'inclusion et d'identité spatiale. À quel point du processus ces changements peuvent-ils être entamés pour le bien-être humain dans leur environnement ? Peut-on revenir à une architecture créée avec le corps qui intègre maintenant d'autres corporéités et diversités mentales ?

De même, il serait précieux de classifier les fiches de postes de recrutement des enseignants-chercheurs de nos 20 ENSA, afin de répondre à la question : « Qui recrute-t-on dans les ENSA afin de former les futurs architectes ? »

Il serait également judicieux de classifier les fiches pédagogiques des enseignements déployés dans les cursus LMD (Licence/master/doctorat) de nos établissements, afin de répondre à la question : « Qu'enseigne-t-on en architecture en France ? »

En toute transparence, la classification des délibérations et des comptes rendus des instances des ENSA pourrait apporter également un éclairage sur la réception de la réforme des écoles de 2018¹² et, au-delà, apporter une qualification des écoles dépassant le seul signifiant de leur implantation géographique.

Enfin, la quantification du ratio [(nombre d'élèves × nombre d'enseignants)/nombre de conflits] permettrait d'identifier la bonne échelle d'une ENSA du point de vue de sa gouvernance optimale.

In fine, la classification des rapports du Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) et des thèses soutenues dans les laboratoires des ENSA permettrait d'avoir une bonne visibilité de la recherche en architecture.

Sans vouloir être exhaustif *via* ces quelques propositions qui constituent une articulation entre intelligence biologique et intelligence numérique, l'usage et la présence dans les maquettes pédagogiques d'outils tels que Python et ses bibliothèques ou la

plateforme d'hébergement et de gestion de logiciels Github constituent une étape décisive afin de former les futurs architectes capables de dépasser les paradigmes « vieille école », afin de répondre aux questions complexes posées à la société.

... à l'augmentation d'un regard critique

Enfin, l'un des enseignements de la thèse de Claire Dumas-Prévet¹³ réside dans « la profusion de l'esquisse » qui repositionne et dépasse largement la capacité d'une équipe de concours dans la formulation de quelques esquisses à... plusieurs centaines. Cet élément convoque la capacité d'analyse décisive de la « supervision humaine » des futurs architectes comme objectif de la pédagogie des ENSA. ■

12. Décret n° 2018-109 du 15 février 2018 relatif aux écoles nationales supérieures d'architecture : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000036609053> (site consulté le 11 juillet 2024).

13. Claire Duclos-Prévet, *La modélisation des processus d'exploration numérique en architecture. Design génératif, performance et optimisation*, thèse de doctorat, HESAM, 2024. Voir les deux articles de Claire Duclos-Prévet, co-auteur, dans ce numéro : « Architecture et intelligence artificielle : quels enjeux ? », p. 68 ; « Potentialités de l'intelligence artificielle pour l'architecture : le laboratoire Modèles pour l'architecture et le patrimoine (MAP) », p. 72.

Bibliographie

Barbara Araque Palacios, *Architectures sensorielles : des données émotionnelles et l'espace conscient*, mémoire de master, ENSA Paris Val-de-Seine, 2021-2022.

Marion Cragolini, *Système multi-agents et volume englobant réglementaire. Intelligence artificielle et processus de conception en architecture*, mémoire de master, ENSA Paris Val-de-Seine, 2018.

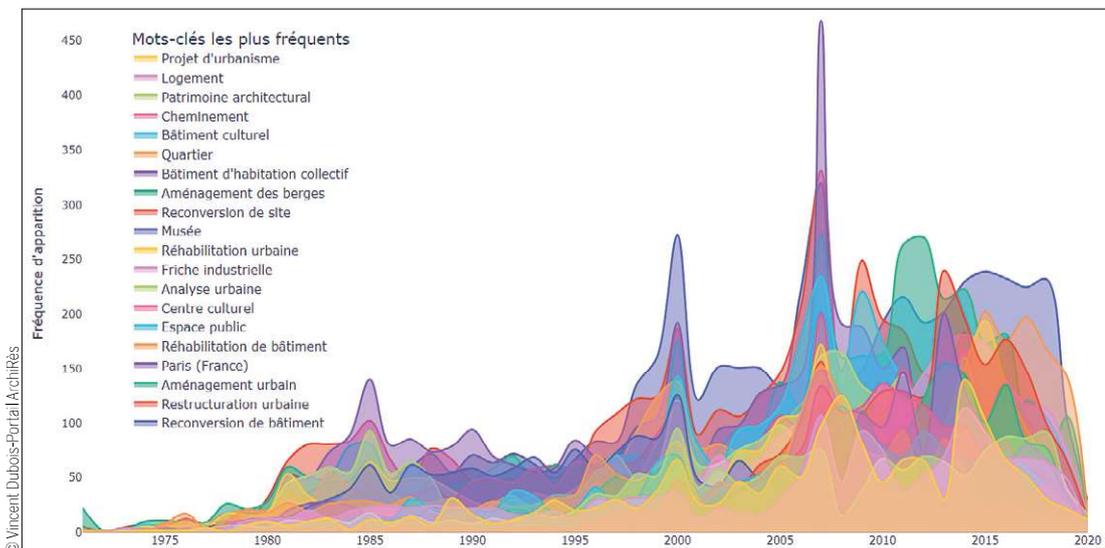
Vincent Dubois, *Exploiter l'Open Data avec PYTHON*, mémoire de master, ENSA Paris Val-de-Seine, 2021.

Claire Duclos-Prévet, *La modélisation des processus d'exploration numérique en architecture. Design génératif, performance et optimisation*, thèse de doctorat, HESAM, janvier 2024.

Jean-Marie Pérouse de Montclos, *Architecture. Méthode et*

vocabulaire. Inventaire général des monuments et des richesses artistiques de la France, Éditions du patrimoine, 2000.

Pascal Terracol, *Vocabulaire de géométrie pour l'architecture. Ontologies pour modèles de synthèse*, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, 2017, 288 p.



Classification des projets de fin d'études (PFE) délivrés depuis 1971 dans les ENSA.