

Numérique

Quand l'intelligence (artificielle) vient aux architectes...

Déjà à l'œuvre dans de nombreux domaines, l'IA aborde le champ de la conception de bâtiments. Sans pour autant remplacer l'inspiration.

C'est désormais une certitude : le métier d'architecte n'échappera pas aux bouleversements annoncés par l'intelligence artificielle (IA). Mais avec quelles conséquences pour les professionnels et quels impacts sur la création architecturale ? Faut-il en avoir peur ? (spoiler : non !).

Pour lancer le débat - et tenter d'y répondre - s'est ouverte au Pavillon de l'Arsenal une exposition sur le sujet en partenariat avec « Le Moniteur » (1), qui présente un état des lieux avant d'aborder les aspects plus prospectifs. Pour Stanislas Chaillou, architecte et data scientist chez Spacemaker AI, co-commissaire de la manifestation avec Bastien Dolla, ingénieur et directeur général de

Après apprentissage, l'IA permet d'épuiser le champ des possibles.

la start-up HabX, il n'y a là nulle disruption à redouter : « Le métier d'architecte n'a cessé d'évoluer avec les nouvelles

techniques de construction, les logiciels de conception et, aujourd'hui, les capacités des data sciences et de l'IA. Celles-ci représentent la dernière étape en date d'une lente maturation des méthodes de travail passées par la modularité, la conception assistée par ordinateur, le paramétrisme et le BIM. »

De fait, observe Olivier Celnik, architecte-enseignant à l'école d'architecture de Paris Val-de-Seine, Ecole des Ponts ParisTech-ESTP, « on parle de l'IA depuis les années 1970, des systèmes experts à partir des années 1980 jusque vers 1995. Tout cela existe depuis quarante ans ou plus ! Ceux qui pensent que ça vient de sortir et que ça va tout chambouler - en bien ou en mal - à court terme se trompent. Dans le monde du bâtiment, les outils de maquette numérique sont apparus dans les années 1980, leur apport n'est plus à démontrer et personne ne reviendrait en arrière ! Pour mémoire, ArchiCAD est né en 1984, en même temps que le Macintosh 128K sur lequel il tournait. Et quelques années plus tôt, l'apparition d'Allplan pour les ingénieurs était concomitante de celle du PC. »

Flash-back. Bref, un rembobinage s'impose à ce stade... Imaginée au Bauhaus dès les années 1920, la modularité porte l'espoir d'une simplicité technique au service d'une architecture économique. Le Modulor conçu par Le Corbusier (1945)

ou l'immeuble Habitat 67 de Moshe Safdie (1967) au Canada en dérivent, même si le modèle atteint rapidement ses limites. Dès les années 1950, la réflexion sur la conception informatique s'engage dans les BET, et Pronto, premier logiciel de dessin assisté par ordinateur (DAO), apparaît en 1959. Au milieu des années 1980, avec l'essor du PC, architectes, industriels et développeurs voient dans la machine le moyen de proposer des formes inédites.

Pionnier en la matière, l'américain Frank Gehry utilise les premiers outils de conception et fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO), tel Catia (Dassault Systèmes) pour concevoir des morphologies virtuoses qui influenceront moult épigones. Un cran au-dessus, la modélisation paramétrique à l'aide d'un logiciel tel que Grasshopper permet à

« L'IA n'est qu'un outil au service d'une vision »



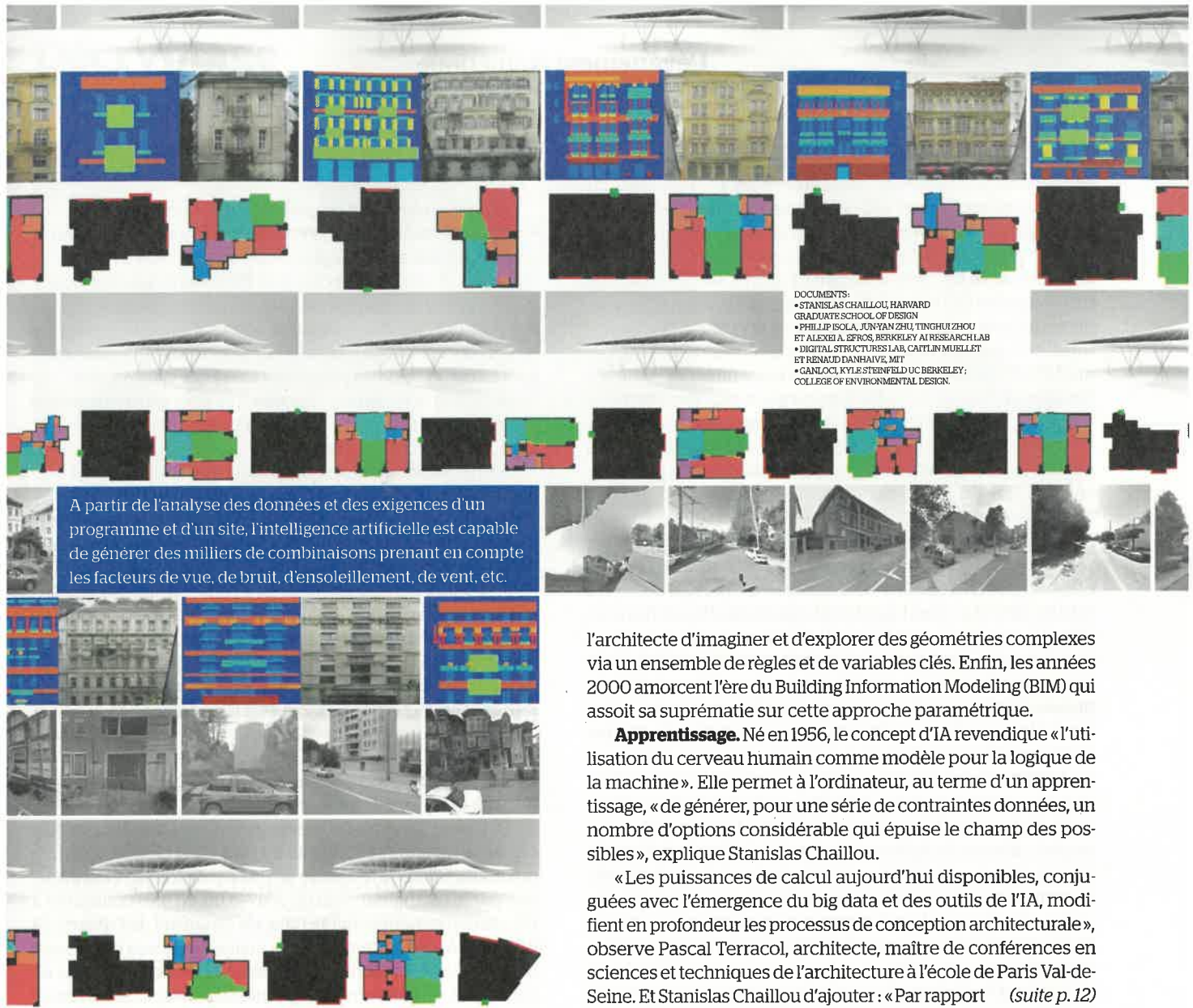
PIERRE-OLIVIER DIRSCHMIDT / AGENCE VU

Jacques Ferrier,
architecte, cofondateur
de Ferrier Marchetti Studio

L'intelligence artificielle est-elle aujourd'hui à l'œuvre dans votre agence ?

Nous l'utilisons chaque jour à notre insu ! Les logiciels qu'on emploie - AutoCAD, Revit, etc. - sont

sous-tendus par l'IA. Il sera toutefois plus intéressant, dans un futur proche, de l'utiliser en conscience, comme un outil dont on est aux commandes. Voici quinze ans, dans mon ouvrage « Stratégies du disponible », j'émettais l'idée qu'il était



A partir de l'analyse des données et des exigences d'un programme et d'un site, l'intelligence artificielle est capable de générer des milliers de combinaisons prenant en compte les facteurs de vue, de bruit, d'ensoleillement, de vent, etc.

DOCUMENTS:
 • STANISLAS CHAILLOU, HARVARD GRADUATE SCHOOL OF DESIGN
 • PHILIP ISOLA, JUNYAN ZHU, TINGHUI ZHOU ET ALEXEI A. EFROS, BERKELEY AI RESEARCH LAB
 • DIGITAL STRUCTURES LAB, CATHLIN MUELLET ET RENAUD DANHAIVE, MIT
 • GANLOU, KYLE STEINFELD UC BERKELEY, COLLEGE OF ENVIRONMENTAL DESIGN.

l'architecte d'imaginer et d'explorer des géométries complexes via un ensemble de règles et de variables clés. Enfin, les années 2000 amorcent l'ère du Building Information Modeling (BIM) qui assoit sa suprématie sur cette approche paramétrique.

Apprentissage. Né en 1956, le concept d'IA revendique « l'utilisation du cerveau humain comme modèle pour la logique de la machine ». Elle permet à l'ordinateur, au terme d'un apprentissage, « de générer, pour une série de contraintes données, un nombre d'options considérable qui épuise le champ des possibles », explique Stanislas Chaillou.

« Les puissances de calcul aujourd'hui disponibles, conjuguées avec l'émergence du big data et des outils de l'IA, modifient en profondeur les processus de conception architecturale », observe Pascal Terracol, architecte, maître de conférences en sciences et techniques de l'architecture à l'école de Paris Val-de-Seine. Et Stanislas Chaillou d'ajouter : « Par rapport (suite p. 12)

possible, pour un projet, de tirer parti des catalogues des industriels rendus accessibles via Internet. Si on remplace « catalogues » par « ressources », l'IA pourra repérer des technologies, des matériaux, des systèmes constructifs selon des critères approfondis : localisation, disponibilité, bilan carbone, réemploi, etc. En croisant ces facteurs, elle rendra analysables, comparables, puis réalisables, sans a priori, des solutions que l'architecte aura pressenties sans être jusqu'alors capable de les identifier avec précision.

De manière très concrète, que peut l'IA dans l'exercice du métier d'architecte ?

A l'agence, lorsque nous avons commencé à travailler sur le concept de « ville sensuelle », nous nous sommes intéressés aux ambiances, aux sons, aux odeurs, au climat, etc. Comment inclure ces dimensions de l'architecture dans un projet concret ? On produit des plans, des coupes, des images 3D, etc. On sait mesurer ou prédire des températures, des niveaux de bruit, des vitesses de vent... Des paramètres qui,

pris indépendamment, ne présentent pas de difficulté. On résout nombre d'équations : chacune est simple, mais leurs interactions sont complexes. L'architecture est un art de la synthèse et, à cet égard, je pense que l'IA fournit une excellente assistance pour résoudre ces interactions et les relier aux facteurs perceptifs qui gouvernent nos sensations.

L'intelligence artificielle laissera-t-elle encore une place à l'architecte dans le processus de conception ?

Je préfère le terme « d'intelligence automatisée ». Il n'y a là nulle trace de conception. Or, il faut un pilote dans l'avion ! Ce sera l'architecte s'il porte une vision et amène le projet là où la société l'attend, pour une architecture en accord avec le climat, le contexte démographique, les cultures, offrant ainsi une meilleure expérience du quotidien urbain. Seul à avoir un point de vue global, il sera alors aux commandes, dans son champ d'expertise, d'un outil ultra-performant pour rendre son projet constructible, en résonance avec une société durable. ● Propos recueillis par J.-F. D.

à l'approche paramétrique, l'IA apporte à la fois davantage d'options et une plus grande diversité entre elles.»

Plus concrètement ? « En structure, par exemple, à partir des exigences formulées (tonnage d'acier, emplacement des points d'appuis, encombrement, etc.), la machine génère parfois des formes totalement contre-intuitives, ou des solutions très éloignées des schémas traditionnels. De même pour les plans : à partir d'une emprise au sol, de la position des ouvertures, de l'orientation, des contigüités spatiales nécessaires, la machine assigne les espaces et génère l'ensemble des solutions possibles. » Et pour aider l'architecte dans son cheminement, l'IA est capable d'analyser, qualifier et hiérarchiser les résultats ainsi produits, sur la base de règles formulées par l'architecte. Elle devient alors force de proposition, à la manière d'un assistant infatigable.

Ne reste plus au concepteur qu'à retenir la solution de son choix. « Le deep learning, en permettant aux machines d'apprendre à apprendre et de résoudre par elles-mêmes des problèmes que nous serions nous-mêmes incapables de coder, est à l'origine d'un bond significatif, argumente Pascal Terracol. Cette IA, combinée avec les outils d'analyse du big data, laisse peut-être présager l'apparition de super-collaborateurs, voire de super-architectes, évaluant à chaque étape du projet la pertinence des propositions par rapport à l'ensemble des réglementations qui s'appliquent, en y intégrant ergonomie et expérience émotionnelle. »

Le BIM, et après ? De même pour l'analyse de la performance acoustique, thermique, environnementale, etc. Là où un logiciel dédié traite un jeu de paramètres et effectue une simulation, l'IA propose des cas de figure qui reposent sur l'étude statistique de simulations antérieures acquises en phase d'apprentissage. « Le temps de calcul est divisé par 1000 ! Une fois le modèle entraîné, l'IA est capable de s'attaquer à un problème complexe, d'aller très vite et de proposer davantage d'options », précise encore Stanislas Chaillou.

L'IA peut également générer des représentations, par exemple texturer une façade à partir d'une image de modénature (fenêtres, corniches, portes, balcons, etc.). « A l'heure actuelle, les éditeurs de logiciels disposent de laboratoires de recherche sur le sujet, poursuit Stanislas Chaillou. Les mastodontes américains de l'architecture ont des équipes de R & D qui travaillent à customiser Rhino ou Revit pour y implémenter les algorithmes de l'IA. En France, nous en sommes encore à "BIMiser" les agences, mais pour l'IA, il faut recruter d'autres profils : data scientists, experts

Ecoles d'architecture : encore un effort !

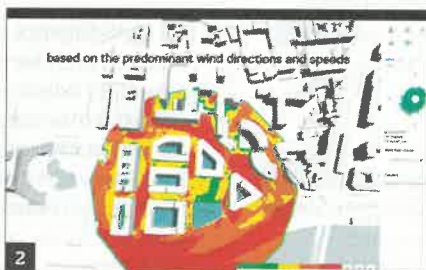
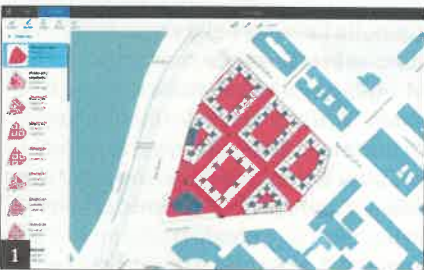
« Comme pour le BIM, l'important avec l'IA est que tous les étudiants y soient sensibilisés et sachent qu'il y a à un enjeu fort : avec des risques, si on le néglige ; et des opportunités, si l'on s'en empare », fait valoir Olivier Celnik, architecte, enseignant et expert BIM. A Paris Val-de-Seine, le master « Architecture Intelligence », créé il y a trois ans, étudie ainsi l'impact des sciences cognitives sur la conception du projet. Conduit par Pascal Terracol, responsable scientifique, et David Serero, il a déjà formé une cinquantaine d'étudiants à l'IA en lien avec l'architecture (conception augmentée ou prédictive, smart cities, logement intelligent, matériaux intelligents et mode constructifs, etc.).

A Paris-Malaquais, Philippe Morel, architecte (EZCT Architecture & Design Research), avait cofondé en 2009 le département « Digital Knowledge » pour analyser les mutations liées au numérique et à l'IA. Las ! Il a fermé ses portes à la suite du départ à la retraite de Christian Girard, son autre cofondateur. Philippe Morel, qui enseigne toujours à Paris-Malaquais, concède être à peu près seul à traiter de cette discipline auprès d'étudiants qui font un réel usage de l'IA. A ses dires, l'école la plus en pointe sur le sujet serait la Bartlett School of Architecture à Londres au travers du programme « Bartlett Prospective » créé par le *frenchie* Frédéric Migayrou. Nul n'est prophète en son pays...

en machine learning, etc. On est déjà dans l'après-BIM. Les architectes doivent s'y mettre. »

Et Pascal Terracol de préciser : « Le BIM augmenté s'inscrit dans l'évolution naturelle du BIM. C'est ce que nous avons énoncé dans la foulée de la mission de Cédric Villani [menée par le mathématicien en 2017-2018, NDLR] consacrée à l'IA : la convergence du big data, de l'Internet des objets, du BIM, de l'IA, des systèmes de traçabilité tels que la blockchain permettent de minorer l'impact environnemental de l'acte de construire, de valoriser et d'optimiser l'existant, de mettre en acte l'adéquation offre-demande à toutes les échelles du projet, de l'esquisse au dossier des ouvrages exécutés (DOE). » Quoi qu'il en soit, « l'IA n'automatise jamais l'intuition ni la sensibilité de l'architecte. Notre conviction est que l'homme se servira toujours des machines comme d'outils, et non l'inverse » conclut Stanislas Chaillou. On respire ! ● Jacques-Franck Degioanni

(1) Jusqu'au 5 avril, 21 boulevard Morland, Paris IV^e.



1 - Tests sur différentes morphologies d'îlots destinés à occuper la parcelle. 2 - Etude des effets induits par le vent, en fonction des masses bâties. 3 - Optimisation des gabarits pour combiner qualité de vie et surfaces commercialisables...