

# IA pour l'architecture : enjeux et limites

Xavier Marsault  
ENSA de Lyon, 3 octobre 2024



Cette conférence met en lumière les enjeux posés par le développement de l'intelligence artificielle.

Objet de fascination ou de crainte, l'IA surprend et dérange.

Qu'en dire ?

Et en architecture ?

Possibilités créatives, limites et intégration dans les tâches des architectes et des milieux professionnels

## Pourquoi ce moment consacré à l'IA en début d'année ?

Un essor prodigieux depuis 2021

L'IA revisite tous les domaines de l'activité humaine, et vise à proposer des solutions nouvelles, meilleures, et de nouvelles méthodes de travail

Beaucoup de questions dans tous les milieux professionnels

Une veille technologique énergivore (même sur un sous-domaine de l'IA)

Trop de AI-washing

Expliquer les fondamentaux : historiques, théoriques, applicatifs, éthiques



## Objectifs

[Assez facile] Démystifier / rationaliser pour éviter d'être le jeu des médias / comprendre pour savoir qu'en faire.

Arrêter les fantasmes, les peurs, la SF, le complot technologique

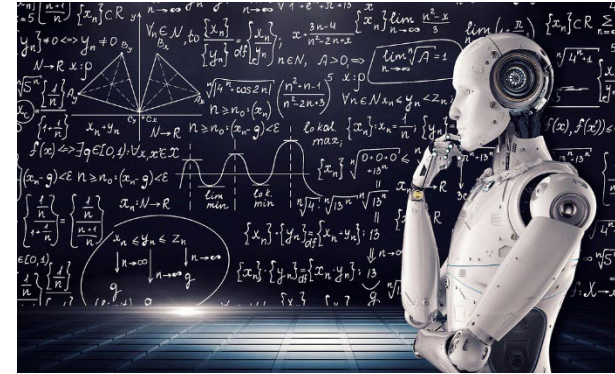
Autre écueil : penser que l'IA va permettre de tout solutionner. Petit rappel : la majorité des informations du monde sont en nous et pas accessibles. Mais nous sommes terriblement influençables...

Ne pas minimiser les risques

[Moyen] Dépasser les effets d'annonces pour mieux discerner et ne pas étouffer.

Comment se positionner en tant qu'architecte ou urbaniste face à la déferlante de l'IA qui prétend tout faire en mieux ?

[Difficile mais pas impossible] Eviter l'addiction aux outils qui séduisent nos yeux et notre imagination.



Par exemple:

<http://www.uneiaparjour.fr/>,

<https://theresa.naiforthat.com/>



# Ce qu'est l'IA et ce qu'elle n'est pas

## Quiz : pour vous, qu'est-ce que l'IA ?

1. Une copie artificielle de l'intelligence humaine
2. « *Construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains, car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique* » (Marvin Lee Minsky)
3. « *L'IA, c'est arriver à faire faire par des ordinateurs des tâches dont ils n'étaient pas encore capables, ce qui laisse entendre que, une fois qu'on a réussi à accomplir une tâche, ce n'est plus de l'IA mais simplement de la programmation* » (Marc Schoenauer)
4. Ensemble des techniques d'apprentissage, d'adaptation et de génération de solutions pour des problèmes, imitant des capacités complexes de l'intelligence humaine avec plus ou moins d'autonomie.
5. « *AI is not the problem : it is the solution* » (Andrew Ng)
6. « *L'intelligence artificielle n'existe pas* » (Luc Julia)

Au plus 2 choix

## Intelligence Artificielle : une longue histoire

La notion d'IA apparaît en 1927. Dans les années 1950, dix ans après la conception des premiers modèles de réseaux de neurones artificiels (RNA) inspirés de la biologie, on utilise pourtant des techniques d'IA symbolique manipulant des connaissances explicites et logiques.

Il faut attendre les progrès des techniques d'apprentissage machine et la mise à disposition des masses de données produites par internet pour rendre efficace l'usage d'une IA connexionniste et statistique capable d'apprendre des modèles à partir de données, avec plus ou moins d'autonomie, et des développements spectaculaires qu'on connaît aujourd'hui.

S'y distingue depuis 2012 le *deep learning* (DL), basé sur des RNA formés de couches connectées de neurones, permettant la mémorisation hiérarchique et profonde de dépendances entre des myriades de données.



## Dates clés de l'histoire de l'IA (1)

1927 : John McCarthy définit le concept d'IA

1927 : le film "Metropolis" fait le portrait d'une société gérée par les robots et l'IA

1943 : McCulloch et Pitts établissent les bases des réseaux de neurones artificiels (RNA)

(1949 - ...) **Ere de l'IA symbolique** : machine manipulant des nombres => manipuler aussi des symboles, potentiellement l'essence-même de la pensée humaine selon Leibniz (nombreuses théories et hypothèses, naissance des utopies).

1949 : Warren Weaver publie un *mémoire* sur la traduction automatique des langues naturelles

1950 : Alan Turing propose un test de différenciation humain / machine (aujourd'hui remis en question)

1951 : Naissance du premier ordinateur à réseau neuronal, SNARC (Marvin Minsky, Dean Edmonds et McCulloch)

L'âge d'or : 1956–1974

1956 : La conférence de Dartmouth donne naissance à l'étude de l'IA (John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, Claude Shannon)

Des ordinateurs résolvent des problèmes algébriques de mots, démontrent des théorèmes en géométrie et apprennent à parler anglais.

Les chercheurs font preuve d'un optimisme intense et prédisent qu'une machine complètement intelligente sera construite dans les 20 ans à venir.

## Dates clés de l'histoire de l'IA (2)

### Début du connexionnisme

1957 : Création du Perceptron par Frank Rosenblatt, premier réseau neuronal capable d'apprendre à reconnaître des motifs, et s'ajuster pour améliorer sa performance.

1965 : Weizenbaum développe un programme de traitement du langage naturel.

1967 : Marvin Minsky : « dans une génération, le problème de la création d'une IA sera en grande partie résolu ».

1970 : Marvin Minsky : « dans 3 à 8 ans nous aurons une machine avec l'intelligence générale d'un être humain ordinaire »

1980-1990 : ère courte des systèmes experts et des systèmes de bases de connaissances fondée sur la logique et des langages associés (LISP, Prolog,...). Les SE sont des programmes qui répondent à des questions ou résolvent des problèmes dans un domaine de connaissance donné, à l'aide de règles logiques dérivées de la connaissance d'experts humains. Puissants et prometteurs, mais finalement peu de succès industriel par non complétude des graphes décisionnels et présence d'erreurs grotesques.

1989 : Yann Le Cun et deux collègues introduisent les réseaux neuronaux convolutifs (CNN) en traitement d'images.

1993 : reconnaissance optique de caractères et reconnaissance vocale par RNA.

1990+ : ère de la modélisation à base d'agents (ABM) et de l'intelligence distribuée, bio-inspirées.

1997 : DeepBlue bat le champion d'échecs Gary Kasparov

## Dates clés de l'histoire de l'IA (3)

2000 : premiers pas du **design génératif**, du **machine-learning**, du **data-mining**.

2002 : iRobot introduit Roomba, le premier robot aspirateur domestique basé sur l'IA

2007 : Luc Julia co-invente l'assistant vocal Siri

2012 : succès d'**AlexNet en classification d'images avec des CNN** (Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey Hinton), révélant la puissance du *deep learning* grâce aux GPU de Nvidia et remplaçant Yann LeCun au top de la communauté scientifique.

2014 : Facebook crée DeepFace, un logiciel de reconnaissance faciale de précision

2014 : invention des **Generative Adversarial Networks (GAN)** par Ian Goodfellow et son équipe

2015 : création d'**OpenAI**, qui va développer GPT2, puis ChatGPT, Dalle.e, et GPT-4o

2016 : **AlpahGo (Google) bat le champion du monde de Go**

2017 : premiers pas du **Geometric Deep Learning** (Bronstein, Leskovec, Hamilton)

2017 : Google publie l'architecture **Transformeur**, dotée d'un mécanisme d'attention, base des grands modèles de langage (LLM)

2020 : ère de démocratisation et d'explosion de l'**IA générative** : modèles de langage et de génération sémantique d'images (Midjourney, Dall.e, Stable Diffusion,...).

2020 : OpenAI lance GPT-3, avancée majeure dans le traitement du langage naturel et des IA conversationnelles

2021 : DeepMind lance Alpha-Fold, avancée majeure dans la prédiction du pliage des protéines.

2023 : des grands **modèles multimodaux** (capables de traiter texte, image, son) font leur apparition, dont Google **Gemini** et **GPT-4**.



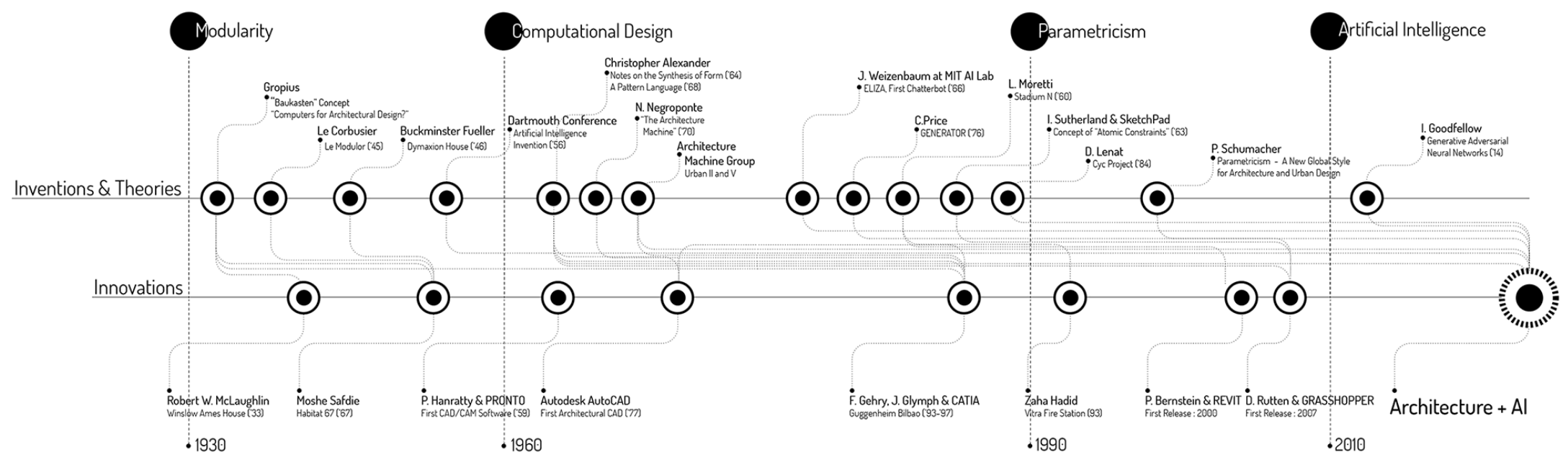


# Approches numériques en conception architecturale

Des travaux antérieurs ont posé les bases de réflexion sur les interactions entre les architectes et les technologies intervenant dans les processus de conception et de production

Transition lente de la conception paramétrique au design génératif des espaces bâtis.

Apparition assez récente d'outils d'IA en conception architecturale.



Stanislas  
Chaillou  
2019

# Le design génératif

Emergence d'un trou pour préserver la courtoisie lumineuse envers le voisinage (EcoGen, 2016)



tout calculer, sans tenir compte de l'expérience

Design génératif (DG) = processus d'optimisation de formes ou d'objets guidé par des objectifs choisis, basé sur le couplage de la morphogenèse, l'évaluation et l'évolution.

Largement utilisé lorsque la recherche de solutions est rendue difficile par le nombre et l'hétérogénéité des paramètres caractérisant ces solutions.

Dans le DG, l'IA prédictive a été très tôt utilisée pour simuler le comportement des bâtiments (énergétique, acoustique) et optimiser les formes en fonction de critères spécifiques, avec de belles surprises parfois.

Systèmes assez rigides rendant très difficiles l'application de stratégies incertaines et la manipulation d'objets flous comme les croquis ou les brouillons.

LOGICIELS DE DG  
AVEC ÉVALUATION  
PAR DES MODÈLES  
D'IA PRÉDICTIVE :

FORMA,  
FINCH3D,  
ARCHISTAR,  
ARCHITECTURES,  
URBANSIM,  
DIGITAL BLUE FOAM,  
ECOGEN.

# Et maintenant : l'intelligence artificielle

apprendre à partir de l'expérience

Qu'on le veuille  
ou non, **notre  
monde est  
fasciné par  
l'optimisation  
et la  
performance.**

L'IA en est le  
dernier  
maillon,  
même si  
l'optimisation  
n'est pas sa  
raison d'être.



## Qu'est-ce que l'intelligence ?

Pas d'unanimité sur la définition de l'intelligence.

- *Intelligence is the ability to apply skills and knowledge to make good decisions.*
- 4 capacités fondamentales (LeCun) : comprendre le monde, mémoriser sur le long terme (persistance), raisonner, planifier.
- "Inter-Ligere" = nom à étymologie riche signifiant choisir/cueillir/rassembler entre
  - proche de l'expression latine qui a donné en français le mot intelligence :
  - produire de la connaissance en reliant les informations entre elles.

Attributs de l'intelligence : le triangle « mémoire, apprentissage, prise de décision ».

L'homme dépasse son intelligence : il se définit par sa volonté qui dépend de sa liberté, et donc de sa conscience.

Mais l'intelligence humaine est limitée ! Une machine sans « intelligence consciente » peut analyser des complexités au delà des capacités humaines : c'est cela la force de l'IA actuelle.

## Qu'est ce qu'une machine ?

Matière, électricité, électronique, codage, programmation : rien de vivant !

Analogique / numérique

Artificiel = non naturel (→ non vivant): machine, culture, artifice,...

Essor récent de l'IA connexionniste (2012).

**Machine Learning (GPU) + big data + internet + communauté mondiale** = corrélations massives => rôle central des modèles statistiques.

Notion fondamentale de modèles. Faire mieux qu'avant avec des modèles nouveaux : ingurgiter des données massives.

Des modèles simplement plus évolués, bâtis sur la métaphore biologique des réseaux neuronaux.

On ne peut pas tout calculer avec une machine (limites scientifiques découvertes au XXe siècle : Turing, Godel, Church).

Une machine ne pense pas !

« Si les symboles n'ont aucun sens pour la machine, on ne peut qualifier la machine de pensante ».

John Searle,  
1980

## Première approche de l'IA : définitions, concepts

L'IA actuelle est une simulation de certaines productions cognitives de l'intelligence humaine, et non de ses fondements.

Elle ne concerne que le monde numérique, dominant dans la culture actuelle. Elle s'appuie sur une connaissance implicite et statistique du monde numérisé.

*« L'IA, ça ne veut rien dire ! L'IA est un objet/modèle mathématique très intéressant, une super-mega-formule » (Cédric Villani).*

Rien de plus... donc le débat sur ce qu'elle peut faire est vite clos d'un point de vue ontologique !

Au détriment de la vérité, ce que l'IA vise c'est la vraisemblance.

Peut-on alors parler d' « intelligence » ou de « super mimétisme ? ». Si les résultats fournis peuvent être bluffant, voire réserver des surprises, le mode opératoire pour y parvenir n'a rien à voir avec l'intelligence humaine.

La nouveauté observée vient du croisement massif et de la synthèse d'informations que la plupart d'entre nous ne connaissons pas. L'IA actuelle fabrique d'immenses éponges à complexité, puis s'en sert pour générer des objets reflétant ces complexités.



RÉFÉRENTS :

LUC JULIA,  
JEAN-LOUIS  
DESSALES,  
CÉDRIC  
VILLANI

## Au-delà de prouesses technologiques, une imitation superficielle de notre esprit (1)

L'intelligence humaine est plus efficace car elle travaille avec beaucoup moins de données.

C'est l'accumulation des données qui a permis l'essor des modèles d'IA.

Un modèle statistique ne voit que les ressemblances (corrélations), et la séparation n'est apprise que sur un très grand nombre de données. L'apprentissage pas contraste est un thème de recherche fort.

Un temps d'entraînement fastidieux : un être humain apprend avec quelques représentations (analogie de structures, dans un contexte), les modèles d'IA apprennent très lentement (un même objet est présenté des milliers de fois)

Distinguer les réseaux de neurones **analogiques** (non copiables) et **numériques** (copiables) → conférence de Geoffrey Hinton.

GEOFFREY  
HINTON

[WILL DIGITAL  
INTELLIGENCE](#)

[REPLACE  
BIOLOGICAL  
INTELLIGENCE?](#)

OXFORD  
UNIVERSITY,  
2024.

De l'IA symbolique à l'IA connexionniste ~ de la logique à la statistique : deux approches totalement différentes, mais bien présentes dans l'esprit humain.

Voir sans  
s'émouvoir,  
sentir sans  
ressentir,  
savoir sans  
connaître...

## Au-delà de prouesses technologiques, une imitation superficielle de notre esprit (2)

Quasi exclusivement, l'IA est basée sur des modèles statistiques (intelligence d'imitation)

Un enfant naît avec des mécanismes déjà prêts pour apprendre rapidement (ex : la causalité)

*Sensation et conscience.* Une machine n'a ni sensation ni sens commun : elle n'abstrait pas, ne ressent pas, ne conceptualise pas. Elle ignore le légal, le moral, tant qu'on ne labellise pas des données complexes. Elle ne « raisonne » que sur des informations codées par les humains, puis par d'autres machines par la suite. C'est une Machine, un modèle, un être mathématique (Cédric Villani).

*Créativité faible.* Fondamentalement, l'IA ne crée rien de nouveau. Mais, elle explore des combinaisons de relations apprises dans des myriades de données.

Référents :  
Luc Julia,  
Jean-Louis  
Dessales,  
Cédric  
Villani

## Carte d'identité de l'IA

3 types d'IA reproduisant des fondamentaux de l'apprentissage et du raisonnement humains :

- symbolique ou ontologique (basé sur la logique, systèmes experts 80'-90's),
- apprentissage par l'exemple (essai-erreur, supervisé),
- **exploration/renforcement** (+ d'autonomie, type Transformers, fine-tuning via « reinforcement learning from human feedback ») (RLHF)

5 types d'apprentissage :

- **supervisé** : les données d'entraînement sont labellisées et le réseau apprend la corrélation entre un objet et un label
- **non supervisé** : le réseau doit apprendre (sans aide) la structure inhérente à ces données, utilisée par exemple pour des tâches de clustering (regroupement de données qui ont des similarités).
- **autosupervisé** (*Self Supervised Learning - SSL*) : apprendre des signaux de supervision (étiquettes générées automatiquement) dans une première étape, qui sont ensuite utilisés pour une tâche d'apprentissage supervisé dans les étapes suivantes.
- **par transfert** : un modèle conçu pour une tâche est réutilisé pour une autre tâche.
- **par renforcement** : le réseau est entraîné avec l'objectif de prendre des décisions à court terme (politique) qui apportent une faible récompense, mais maximisent la somme des récompenses au long terme.

Cas des jeux de stratégie

alpha-0 (Echecs)  
alpha-go (GO)

## Qu'est-ce qu'un modèle ?

du latin "modulus", signifiant un petit appareil de mesure, une règle qui permet de jauger, de délimiter et de juger.

notion moderne de modèle : représentation simplifiée d'une réalité, utile pour comprendre, expliquer, concevoir, prédire, décider.

Une intelligence qui s'appuie uniquement sur des données est... un modèle !

Ne pas confondre un modèle et ses applications (ex : LLM → NLP, traduire, résumer,...)

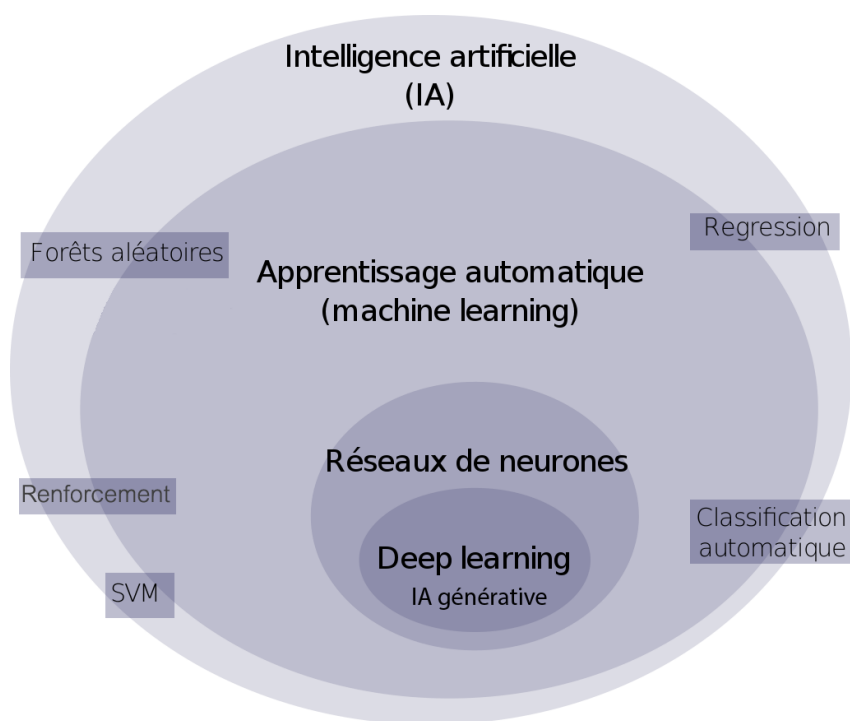
Notion de modèle de fondation (robustesse, poids, capacité mondiale, coût)

Aujourd'hui, l'IA générative s'apparente plutôt à une multiplication d'IA étroites, réunies au sein de modèles plus gros.

Le Graal de l'IA généralisée (AGI). Les modèles de fondations actuels sont hyperspécialisés. Il existe des modèles multimodaux multitâches de taille modeste.



## Du Machine Learning (ML) au Deep Learning (DL)

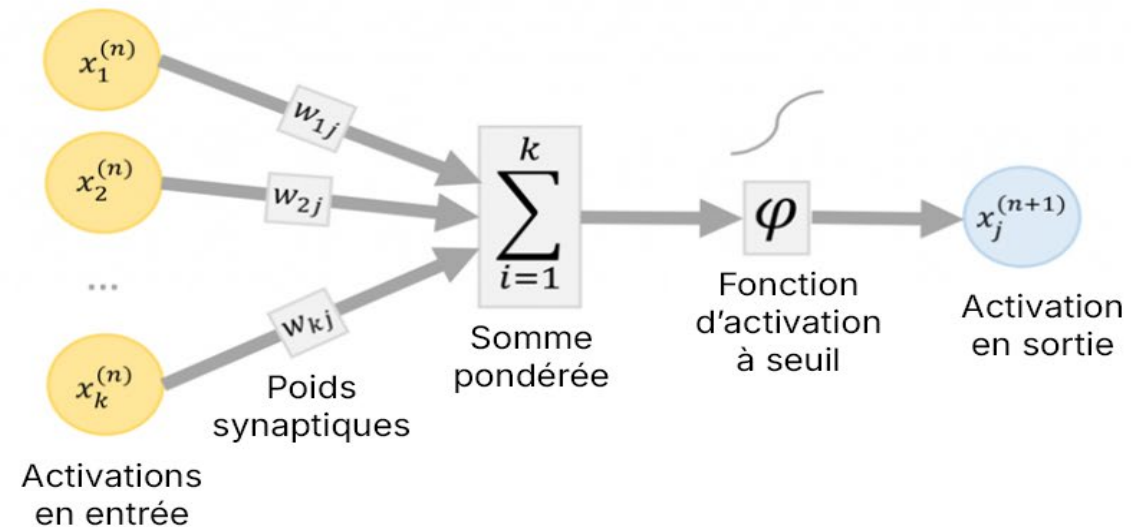
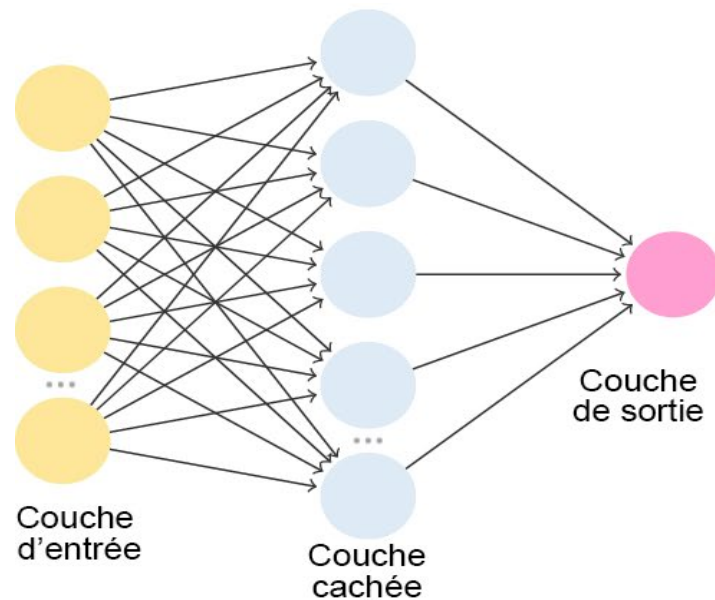
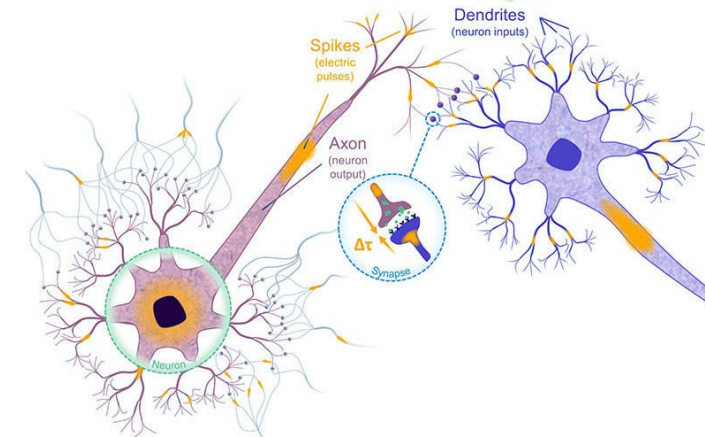


Le ML vise à construire des fonctions prédictives et des modèles régressifs à partir d'observations (ensemble de données d'apprentissage).

Deux phases dans son processus :

- l'**entraînement**, où la machine apprend à estimer un modèle à partir des données choisies (+validation +test),
- l'**inférence**, où la machine utilise le modèle appris pour généraliser cet apprentissage au traitement ou à la production de nouvelles données.

# Du cerveau à l'IA connexionniste : le réseau neuronal artificiel

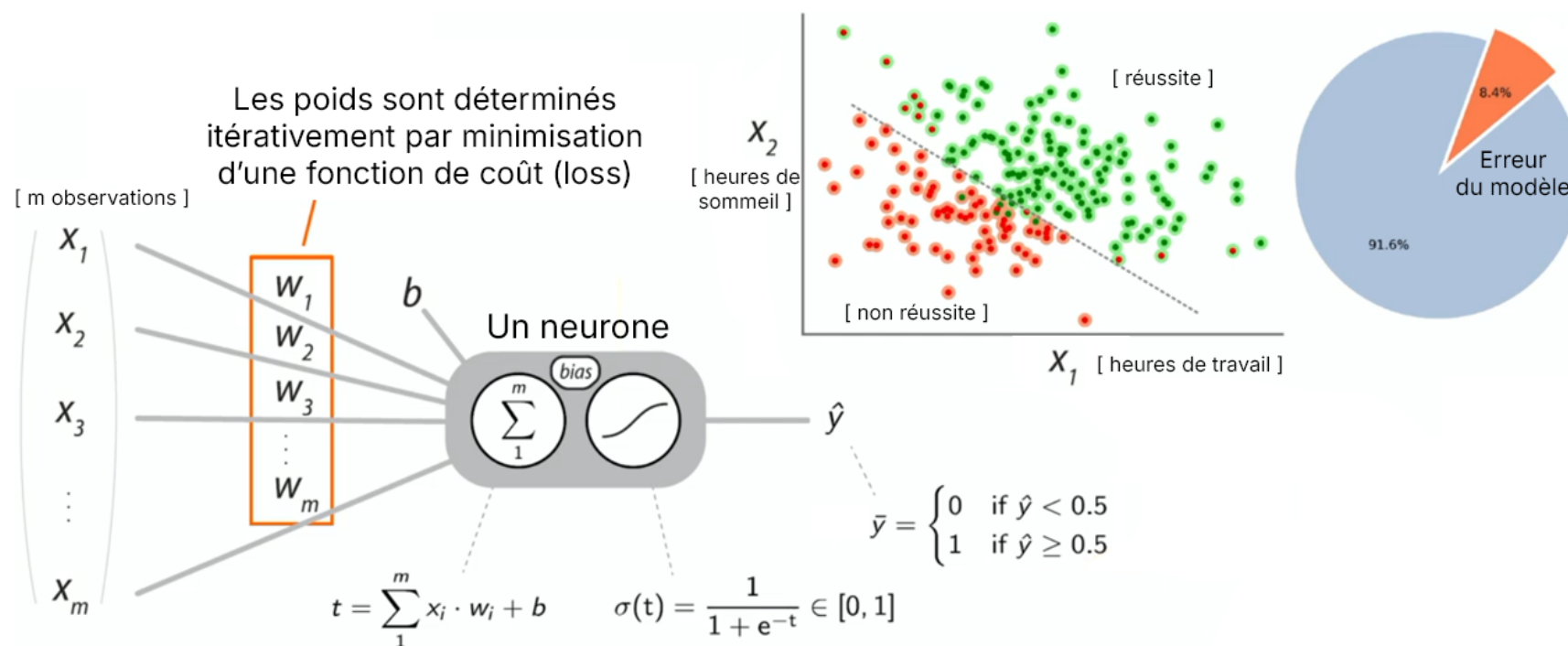


Citer le *théorème d'approximation universelle* (Cybenko en 1989 et Hornik en 1991)

Ces neurones n'existent pas !  
Ce sont des simulations en mémoire sur un processeur.

## Que peut-on faire avec un unique neurone ?

Réponse : un classifieur à 2 états (régression logistique)

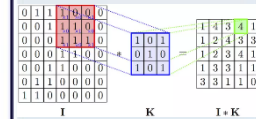
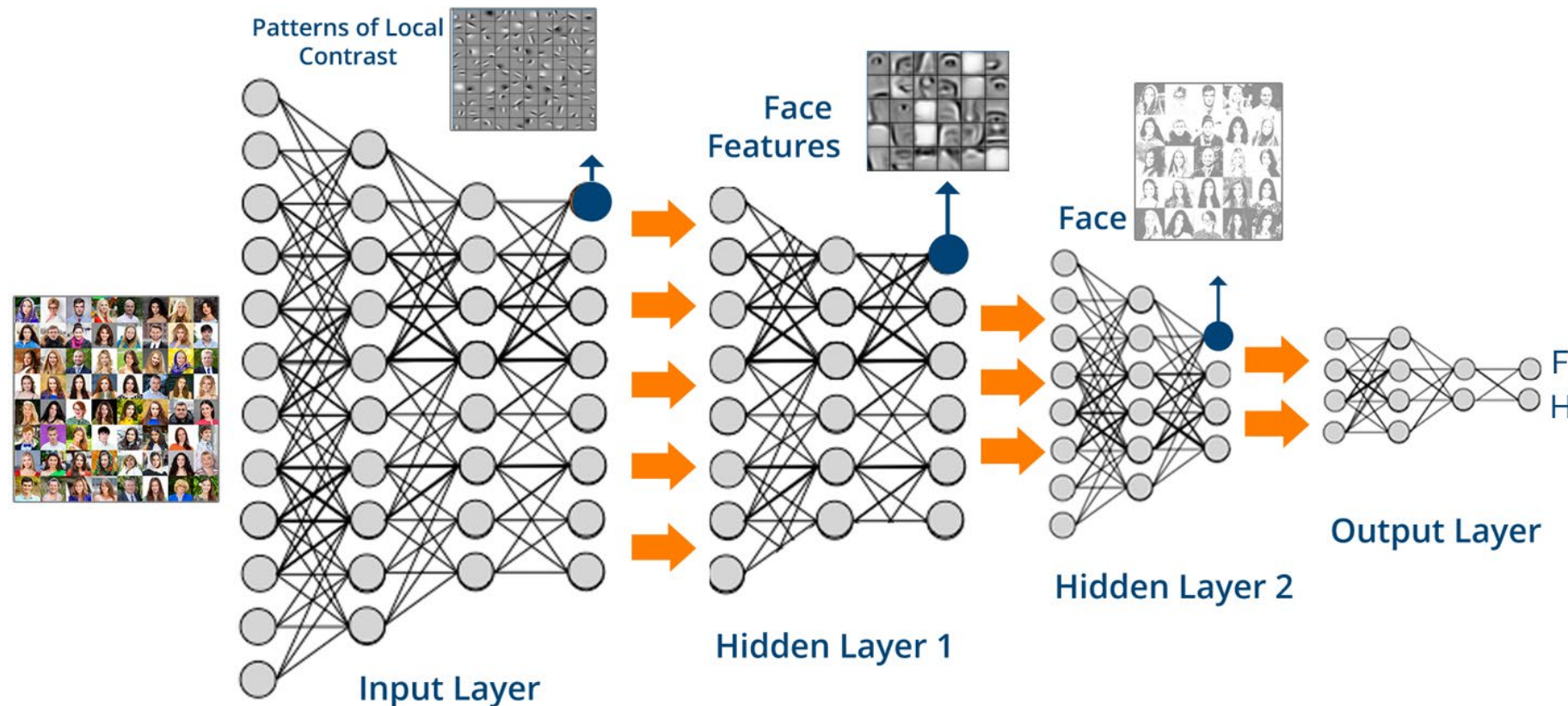


Et les modèles à plusieurs centaines de millions de neurones font des milliards de régressions : ils découpent les informations apprises dans des méga-clusters géométriques.



## Exemple plus compliqué : la classification des visages homme/femme

Réseaux de convolution multicouches





## Complexité organisée et compositionnalité

En 2016, Yann LeCun a expliqué le succès du *deep learning* en partant du fait que *le monde est complexe et compositionnel avec une hiérarchie de niveaux*.

Ses réseaux agissent comme d'immenses éponges à complexité (captée à toutes les échelles, dans des myriades d'objets naturels ou conçus par l'homme).

Ils lui confèrent une puissance analytique et générative inégalée : corrélations plus pertinentes, modèles plus fins, données générées plus fidèles.

### Principales architectures de réseaux génératifs

Réseaux de convolution (CNN),  
Autoencodeurs (AE),  
réseaux adversariaux génératifs (GAN),  
flux de normalisation (NF),  
modèles autorégressifs (RNN, Transformers),  
modèles de diffusion (DM),  
automates cellulaires neuronaux (GCA, NCA),  
Geometric deep learning (GNN).

YANN LECUN,  
QU'EST-CE QUE  
L'INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE,  
CONFÉRENCE AU  
COLLÈGE DE  
FRANCE, 2016.

## Des données aux modèles

Le DL s'appuie sur l'apprentissage de modèles bâtis sur des données disponibles / évaluées / annotées, sans recourir à des schémas explicites, servant les champs analytique, prédictif et génératif.

Certains modèles massifs (poids, robustesse, coût) sont appelés modèles de fondation : ce sont des RNA pré-entraînés sur d'énormes quantités de données (avec plusieurs milliards de poids synaptiques), et il suffit souvent de peu de données spécifiques pour les adapter à une nouvelle tâche.

Actuellement se détachent:

les larges modèles de langage (LLM) :

[Gemini, Claude 3, GPT4, Mistral, Llama2, Phi-3]

certaines modèles génératifs d'images (GenAI)

[Flux.1 de Black Forest Labs, Stable Diffusion de stability.ai,

Midjourney, Dall.e.3 d'OpenAI,...]

des modèles de segmentation d'images

[SAM\*].

Données  
matricielles  
euclidiennes  
1D, 2D,3D  
textes,  
séquences,  
audio,  
images,  
vidéos,  
voxels.

Données  
non  
euclidiennes  
graphes,  
nuages de  
points  
maillages

Depuis 2022 :

percée des IA génératives

(produire un contenu structuré pour un type de données), par rapport aux IA analytiques et prédictives.

intégration vers les modèles multimodaux (résolution du problème d'alignement): textes, images, tableaux, diagrammes, schémas.

## Domaines généraux d'application de l'IA

Vision et robotique : segmentation sémantique, classification d'images, détection / reconnaissance d'objets.

Santé : aide au diagnostic médical (imagerie, tomographie), analyse génomique, synthèse de nouvelles molécules, de médicaments.

Traitement du langage naturel (NLP) : modélisation linguistique, traduction automatique, synthèse automatique de documents, analyse de sentiments, génération de texte, synthèses thématiques (sur une collection, un corpus)

Génération sémantique de contenus : textes, images, partitions musicales, sons, musiques, vidéos, codes informatiques, scènes 3D texturées, jeux

Industries culturelles et créatives (ICC)

Knowledge learning : compréhension du langage naturel, raisonnement de bon sens, graphes de connaissances.

Graphique : rendu neuronal (NERF, Gaussian splatting, suppression des ombres,...).

Systèmes de recommandation : prédire des contenus en lien avec des préférences manifestées par un utilisateur. Meilleurs résultats sur croisement de plusieurs domaines. Marketing personnalisé. Application à la DRH et au recrutement. Maintenance prédictive.

Systèmes conversationnels (comme LaMDA Q&A, chatBot, modération...

Aide à la décision en milieu complexe, gestion prévisionnelle à partir de myriades de données, analyse de scénarios (ex : SAS Viya)

Sécurité : détection d'anomalie, de fraude et anti-blanchiment (ex: SAS)

Extraction/génération de contenus audio et musicaux

Jeux de stratégie

“L'une des plus grosses utilisations de l'IA aujourd'hui est la modération des réseaux sociaux, mais les gens ne le voient pas » (Y. LeCun)

## Domaines généraux d'application de l'IA utilisés pour l'architecture

Génération de contenus : textes, images, plans,... Méthodes associatives : text → text, image → image, text → image,...

Créativité en phase d'idéation : très orientée image (génération, rendu, transfert de style).

Annotation automatique de contenus : textes, images, nuages de points, audio, vidéos, 3D, graphes.

Traitement des contenus nD : nuages de points (classification, segmentation, reconnaissance, reconstruction de surfaces et de graphes), correspondance de nuages de points, reconstruction à partir d'images.

Prédiction du comportement d'un bâtiment

Maintenance prédictive du bâtiment

Super-résolution et réinterprétation de contenus : upscaling, enhancer, neural style transfer.

Systèmes de recherche de contenus : bibliographies, recherches,... (ex : Sapien, Scopus AI)

Traitement intelligent de documents (synthèse, vulgarisation, classification,...)



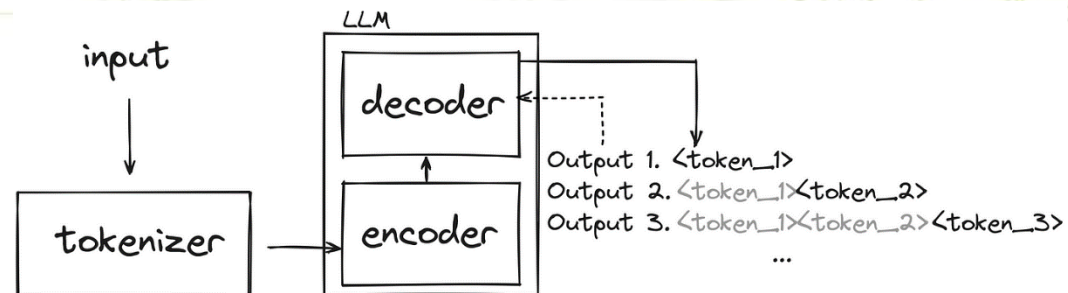
## Large Language Models (LLM)

Les LLM traitent très bien tout type de séquences ou ce qui s'y ramène (texte, script, code,...). Les séquences ne sont pas des images : cohérence séquentielle (= ordre de lecture, pas dans les images : autre logique d'ensemble).

Avec l'apprentissage auto-supervisé, le pré-entraînement (\*PT = pre-trained) peut se faire sur des données non étiquetées.

(2022)Ere des gros modèles pré-entraînés avec peu de données d'adaptation.

Une fois que ces modèles sont pré-entraînés, il faut très peu de données spécifiques pour les adapter à une nouvelle tâche (ex : RAG = Retrieval Augmented Generation).



1 TOKEN  
= 4 à 5  
CARACTÈRES

## Mécanismes des LLM

Les grands modèles de langage sont les IA les plus proches de l'intelligence humaine. Leurs applications permettent de « comprendre » une requête et d'y répondre de multiples manières.

Les LLM sont des transformers entraînés à prédire le prochain élément d'une séquence (figure).

Ils ont appris d'immenses quantités de phrases (découpées en tokens) dans de nombreuses langues, stockées dans des RNA profonds.

L'un de plus gros modèles, Llama 405B, a été entraîné sur 16 400 milliards de tokens.

La plupart se déclinent en des versions allégées, parfois en open access.

Ils sont corrigés massivement (fine tuning, désapprentissage,...) et évoluent dans le sens d'une prise en compte de critères éthiques (ex : protection de la personne, courtoisie, exactitude, modération,...).

Depuis 2023, les LLM ont acquis des capacités multimodales (GPT 4, Gemini,...).

Le terme « conversationnel » est usurpé. Un LLM n'a pas d'autonomie : il ne pose pas « librement » de questions.

## Applications des LLM

De plus en plus orientées vers le raisonnement et la résolution de problèmes complexes

- Traduction multilingue (sans connaître les règles),
- Production de données synthétiques : résumé avec nombre arbitraire de mots (sans connaître le sens), réécriture dans un style différent,
- Q&A - réponse à des questions générales, ou en mode RAG : ne remplace pas une encyclopédie (dont les textes sont vérifiés),
- Assistant personnel ou professionnel (ex : Copilot de Microsoft),
- Invention de textes, suggestion d'idées, de consignes, d'instructions pour réaliser une tâche,
- Ecriture de pièces administratives,
- Evaluation d'autres LLM, aide à la modération de contenus,
- Preuves automatiques (maths, logique),
- Génération de fichiers structurés : scripts (> sites web), codes, images, sons, pdf,...
- Ecriture/correction/amélioration de codes informatiques et de tests (via Agentic IA).

Méthodes de raisonnement

Chain-of-thoughts (COT) : passer par des étapes ou des consignes de raisonnement imposées  
Mémorisation des étapes et des résultats d'une « conversation »

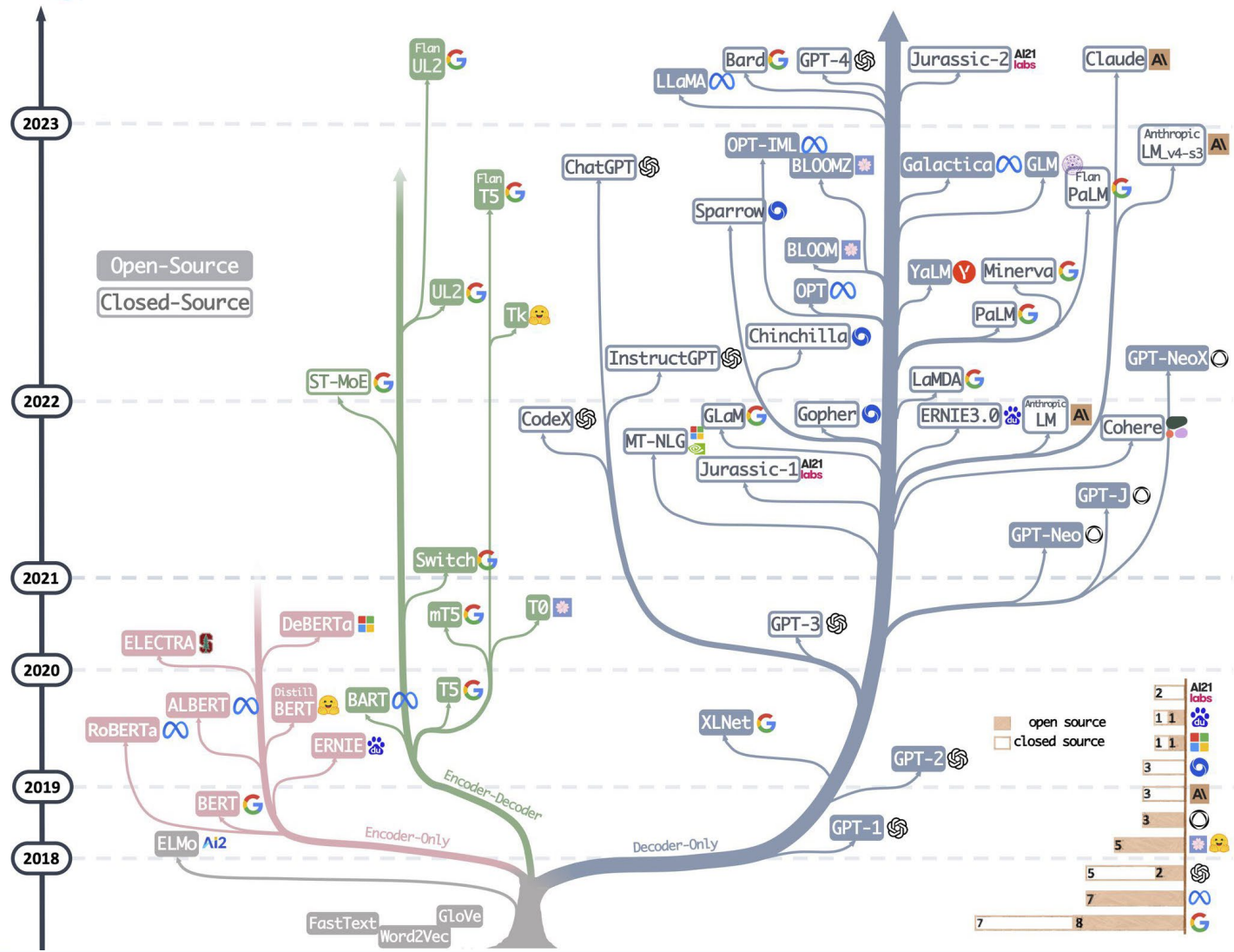
Agentic processing : flux de travail basé sur des agents imitant les décisions humaines. Un agent est un LLM, un moteur de recherche ou un programme.

Retrieval-Augmented Generation (RAG)



# Evolution récente des LLM

Yann LeCun  
 D'ici quelques années, les modèles les plus puissants du monde seront open source et open data. Des modèles plus petits qui apprennent davantage à partir de moins de données. Les gros modèles planétaires ne peuvent être entraînés que par des géants de l'IA ; mais développés ou appliqués par des équipes plus modestes.



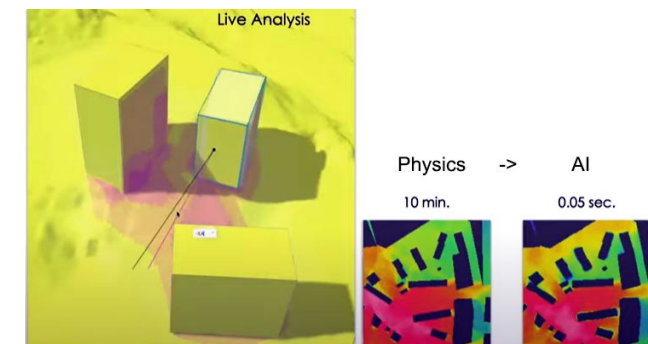
Crédit  
<https://github.com/Mooler0410/LLMsPracticalGuide>



# IA et architecture

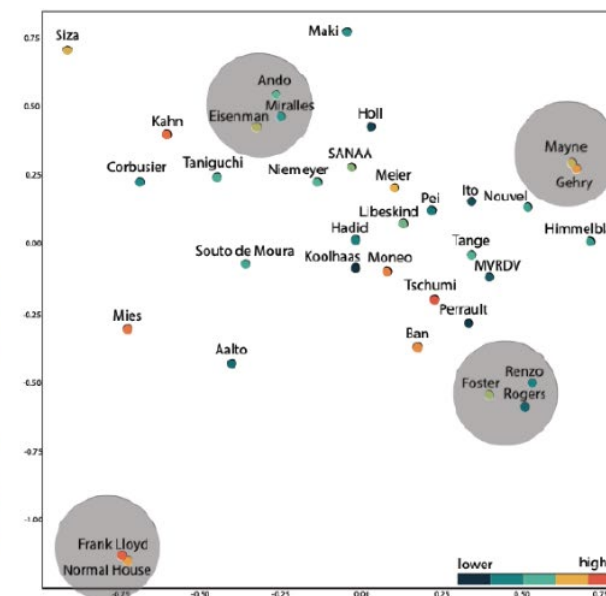
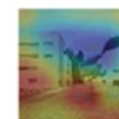
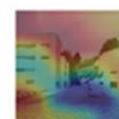
## 3 types d'IA convoquées

- **Analytiques** ou **discriminantes** : utilisées dans les tâches de classification, segmentation, clusterisation, détection et reconnaissance, ou extraction de caractéristiques de haut niveau
- **Prédictives** : visent à apprendre un modèle de comportement de phénomènes complexes pour en construire les prédictions les plus plausibles
- **Génératives** : visent à créer de nouveaux contenus via des modèles conçus pour reproduire, imiter, croiser, hybrider, transformer).



Prédiction d'irradiation au sol en fonction des volumes bâtis (Forma)

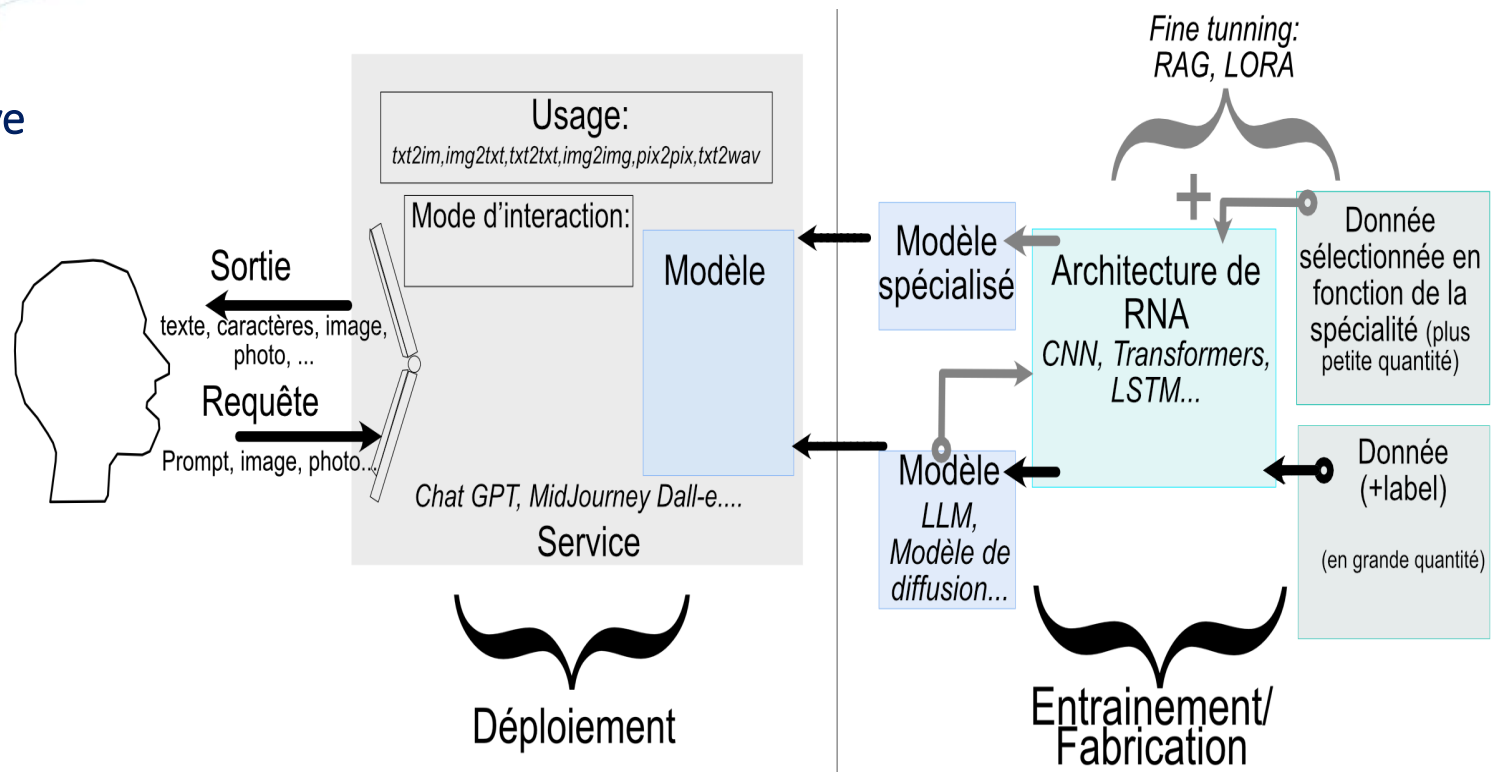
Regroupement des architectes par proximité de leurs œuvres, analysées par l'image. Prédiction de l'auteur d'une œuvre.



# Techniques spécifiques à l'IA générative

LoRA (LOW Rank Adaptation) est une technique de fine-tuning qui consiste à ajuster les paramètres d'un modèle pré-entraîné à l'aide d'un petit ensemble de données spécifiques à un domaine, afin de mieux s'aligner sur les besoins d'une agence, par exemple.

Ces modèles sont souvent partagés gratuitement en ligne, mais les architectes peuvent aussi en construire à partir de leurs propres productions ou références.



RAG (Retrieval Augmented Generation) améliore la précision et la pertinence des réponses d'un LLM en ajoutant au prompt des extraits de documents issus de données personnelles. Cela permet la création d'un assistant virtuel pour faciliter la lecture/l'écriture de documents administratifs, techniques ou contractuels comme les CCTP.

Modèles et usages de l'IA générative

Joaquim Silvestre, MAP-Maacc, 2024.

RAG sur une grande quantité de textes : utiliser des librairies ([LlamaIndex](#), [LangChain](#)) ou la programmation visuelle (<https://flowiseai.com>)

# Stratégies de déploiement d'applications IA pour l'architecture

## 1 - IA spécifiques développées pour des architectes

Une partie des recherches s'est focalisée sur la génération de plans, à l'instar de *Rayon*, mais ne gère pas encore de programmes architecturaux complexes.

Des IA spécialisées et payantes comme *Veras* et *Lookx* et *Archicad AI Visualizer* génèrent des rendus directement à partir de modèles 3D créés dans des modeleurs spécifiques à l'architecture (Sketchup, Revit, Forma, Vectorworks, Rhinoceros,...).

Des applications déjà envisagées dans le cadre du BIM (identification d'erreurs, optimisation de chantier, D.Bassir 2023).

## 2 - IA générales (LLM, T2I, I2I) que les architectes s'approprient pour réaliser différentes tâches

Stable Diffusion (SD), Midjourney, Dall.e 3 et Adobe Firefly.

## 3 - IA générales affinées pour les besoins de l'architecture

Les IA générales (LLM, T2I, I2I) peuvent également être affinées avec des données spécifiques à l'architecture : ce procédé est appelé *fine-tuning*, dont deux approches sont LoRA et RAG.

David Bassir and al., 'Application of Artificial Intelligence and Machine Learning for BIM: Review', *International Journal for Simulation and Multidisciplinary Design Optimization*, 14 (2023).

[www.rayon.design](http://www.rayon.design)  
[www.evovelab.io/veras](http://www.evovelab.io/veras)  
[www.lookx.ai/](http://www.lookx.ai/)  
[graphisoft.com/solutions/innovation/archicad-ai-visualizer](http://graphisoft.com/solutions/innovation/archicad-ai-visualizer)  
[stability.ai](http://stability.ai)  
[stablediffusion.fr/france](http://stablediffusion.fr/france)  
[www.midjourney.com](http://www.midjourney.com)  
[openai.com/index/dall-e-3/](http://openai.com/index/dall-e-3/)  
[www.adobe.com/products/firefly.html](http://www.adobe.com/products/firefly.html)



## IA et architecture : usages en devenir

Principales utilisations : inspiration, conception, et évaluation d'un projet.

Production de plans détaillés, création d'images (idéation et rendu), analyse évaluation et simulation de bâtiments, Gestion/échange de données dans une logique de performance du bâti ou du chantier.

Organisation des données d'agence, aide à la classification, synthèse de textes techniques et descriptifs, rédaction de pièces administratives

Usage dominant : génération sémantique et multimodale de contenus,

- **Images** : croquis, plans, multivues ; géométries 2D, 2D½ : plans extrudés, façades, cartes de profondeur ; 3D : nuages de points, maillages ; graphes : relationnels, spatiaux, fonctionnels.
- **Schéma générique associatif multimodal** : {séquence, 2D, 3D, graphe} → {séquence, 2D, 3D, 4D, graphe}

Exemples : Text → {plan, 3D, BIM}, Sketch → Plan, Graph → Plan, BIM → Graph, text → BIM, Sections → 3D, Plan → 2D½, Plan → 3D, Graph → 3D

transformation de sketches en images photoréalistes : DecorAI, Room Planner

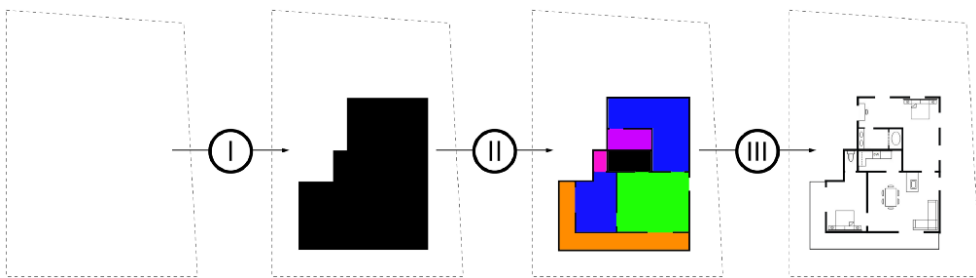
transfert de style à une image = Designedbyia.io, plans personnalisés avec styles personnalisés : Rayon, Maket.ai.

ControlNet, non spécifique à l'architecture, permet de générer des images à partir de croquis, photographies de maquettes ou rendus 3D.

Le couplage SD+ControlNet sert de base à de nombreux logiciels en ligne.

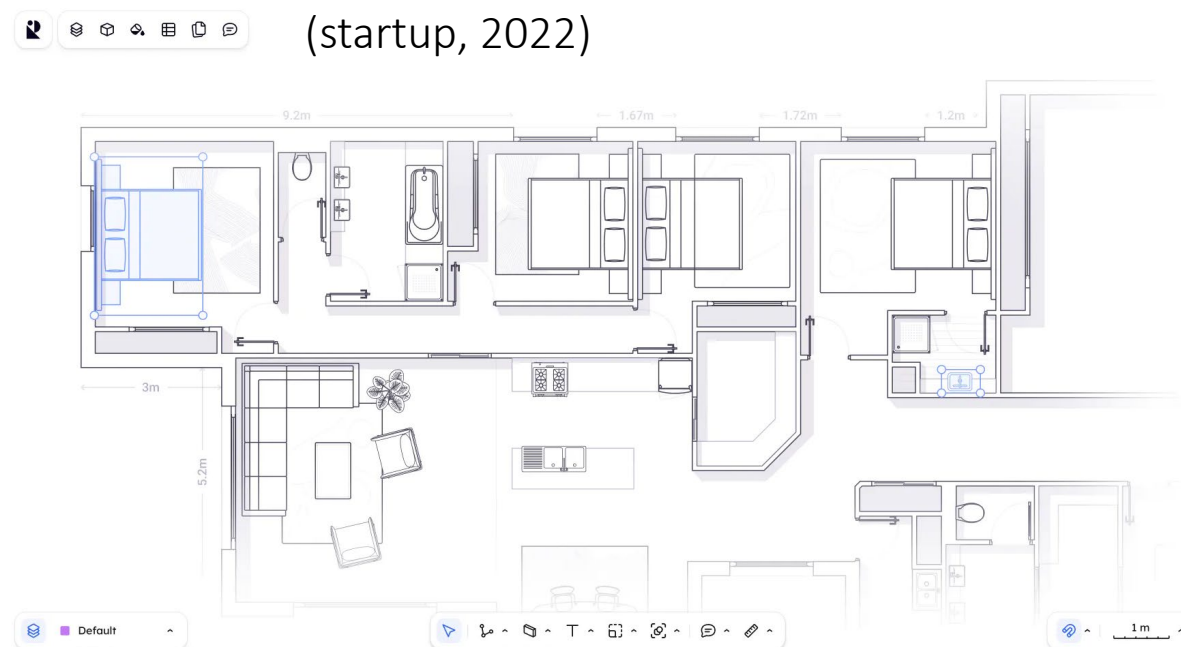
Stanislas Chaillou est l'un des premiers architectes-chercheurs à avoir passé une thèse sur l'utilisation du *deep learning* en architecture

## Génération de plans sur un niveau



Génération de plans avec un GAN conditionnel (thèse, 2019)

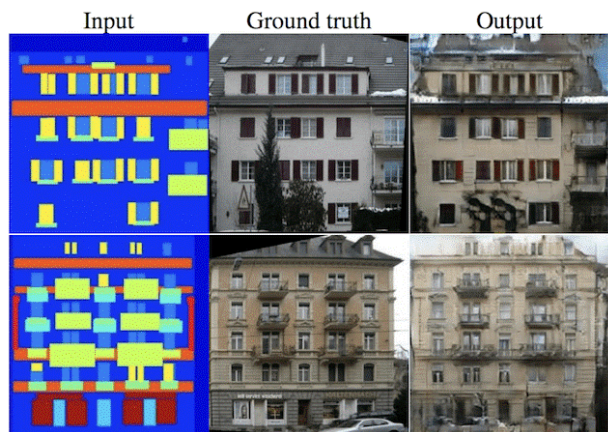
Génération de plans avec le logiciel Rayon (startup, 2022)



[www.rayon.design](http://www.rayon.design)



## Génération conditionnelle de façades avec StyleGAN2 (MAP-Aria, 2021)



Génération par masques sémantiques



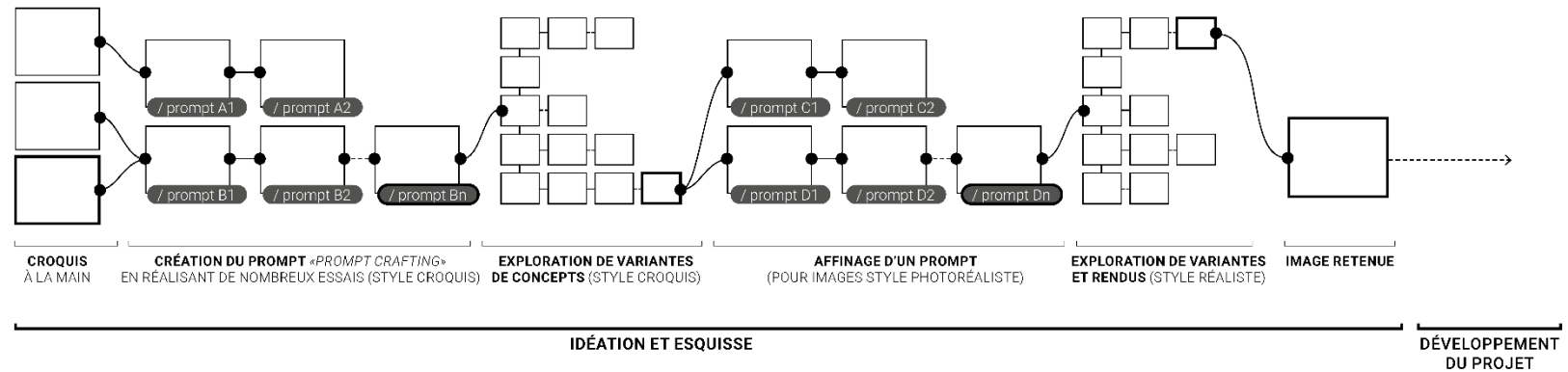
Edition par mélange de styles

## Processus créatifs dans deux grandes agences

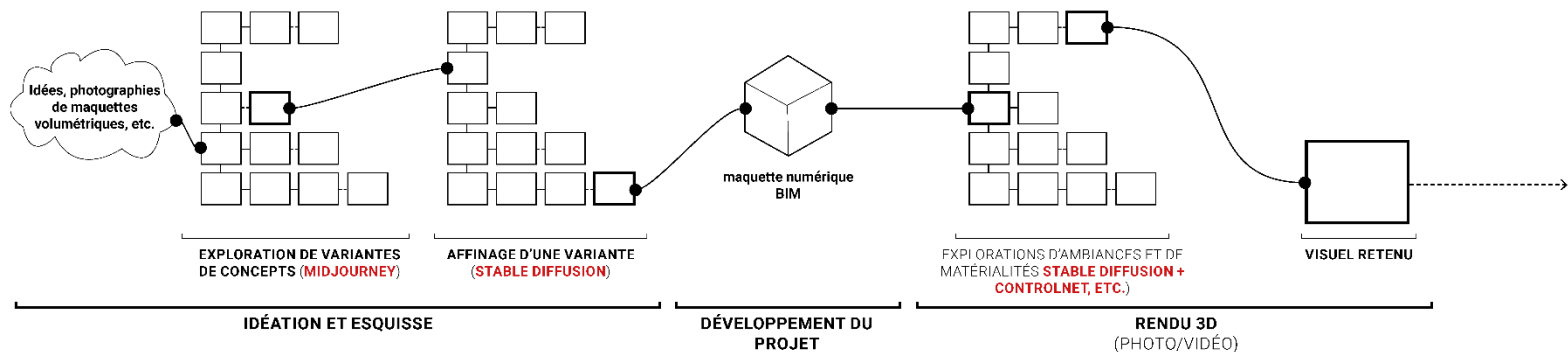
Au sein de Zaha Hadid Architects, Tim Fu appuie son approche sur l'intentionnalité de conception et utilise un prompt image/texte où l'image est un croquis réalisé à la main. Il insiste également sur le fait que lorsqu'une IA est utilisée de cette manière, la majorité du travail du concepteur est ensuite de rationaliser le projet et la géométrie pour le rendre réalisable.

La stratégie de MVRDV est basée principalement sur le gain de temps en utilisant du T2I et du I2I pour différents cas d'usage (via LoRA pour générer des résultats plus fidèles à son identité architecturale).

A. Exemple extrait de processus créatif exploitant du I2I et T2I (d'après interview de Tim Fu, Zaha Hadid Architects)



B. Exemple extrait de processus créatif exploitant du I2I et T2I (d'après interview de Fredy Fortich, MVRDV)



Elodie  
Hochscheid,  
MAP-Crai, 2024

Exemples  
d'utilisation d'IA  
généralives en  
agence.



## Couplage texte → image (T2i) : plusieurs exemples

La description est formulée par des propriétés descriptives ou des contraintes qualitatives :

Exemple de génération sémantique de type T2i (text→image).



Midjourney

« Un bâtiment architectural moderne avec de grandes fenêtres en verre, situé sur une falaise surplombant un océan serein au coucher du soleil. »



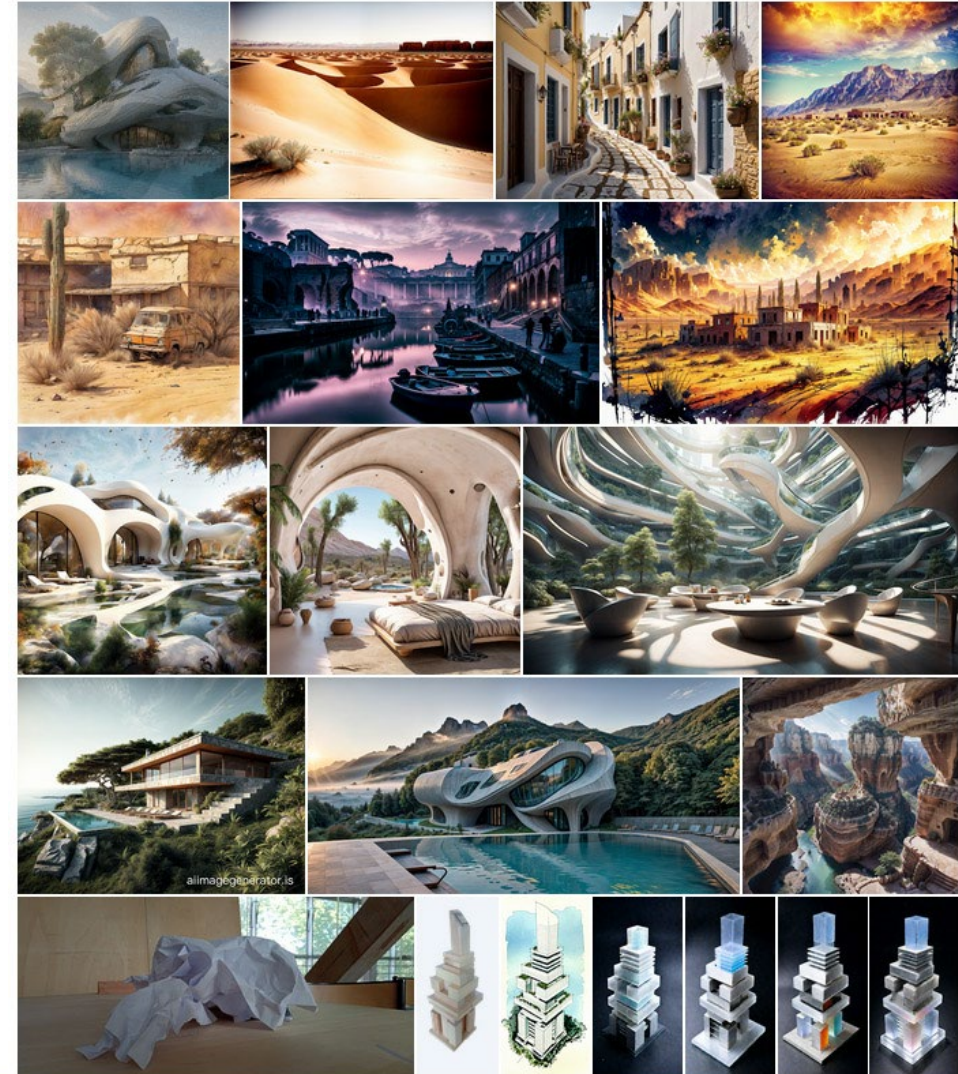
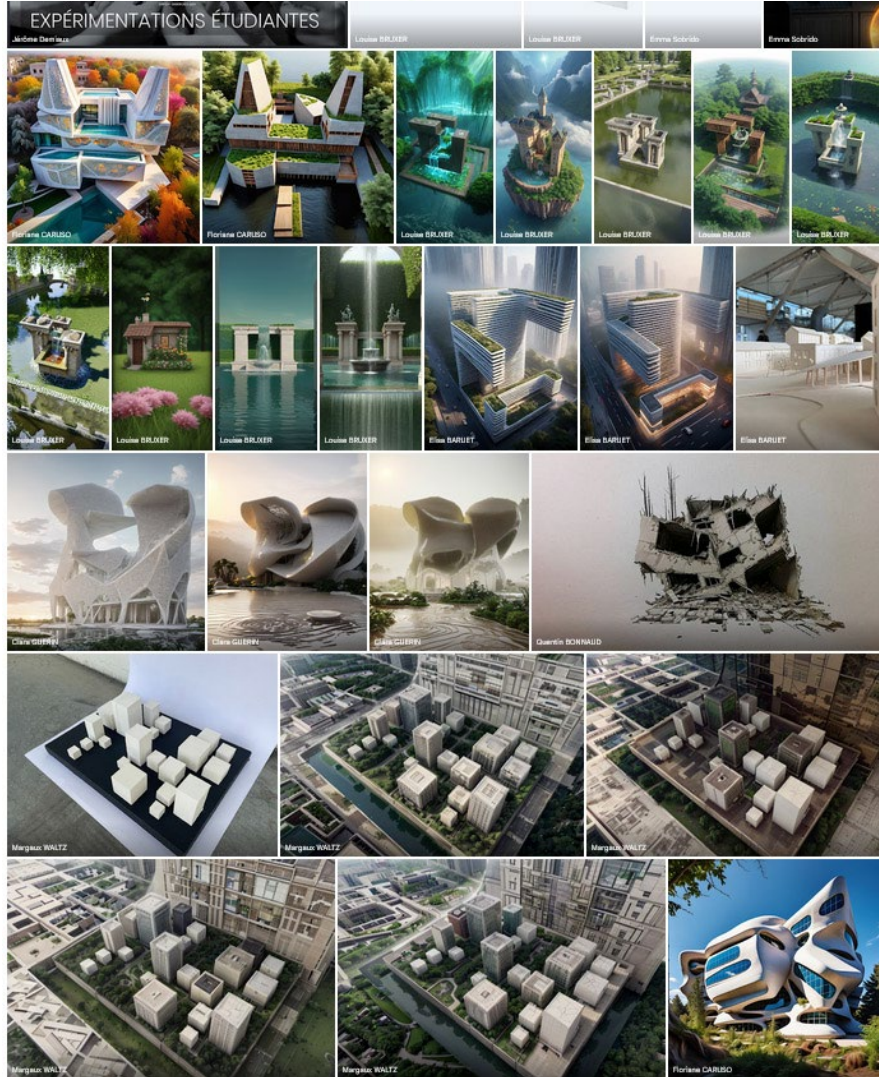
DALL-E 3

IMAGES  
JÉRÔME  
DEMIAUX,  
ENSEIGNANT-  
CHERCHEUR DU  
MAP-ARIA À  
L'ENSA DE  
LYON, 2024.



# AI Expérimentations

20 févr. - 28 mai

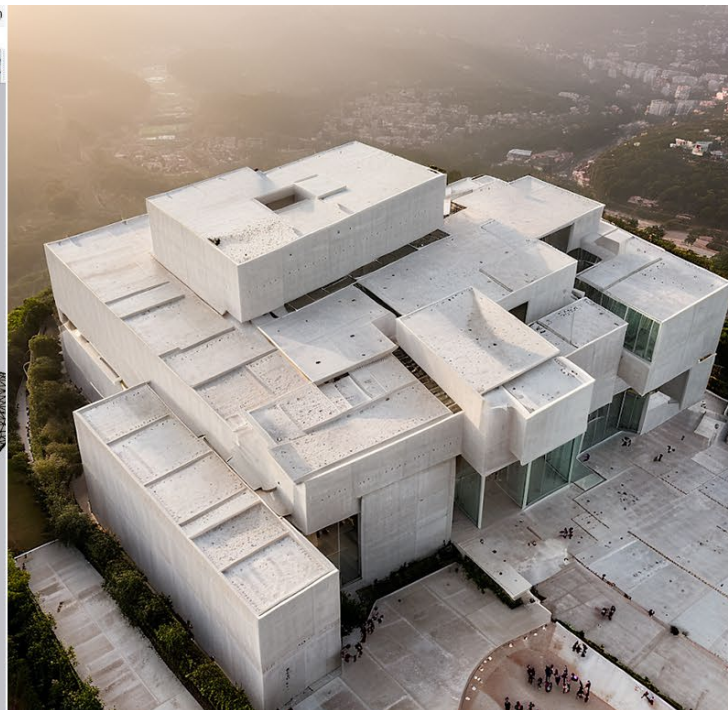
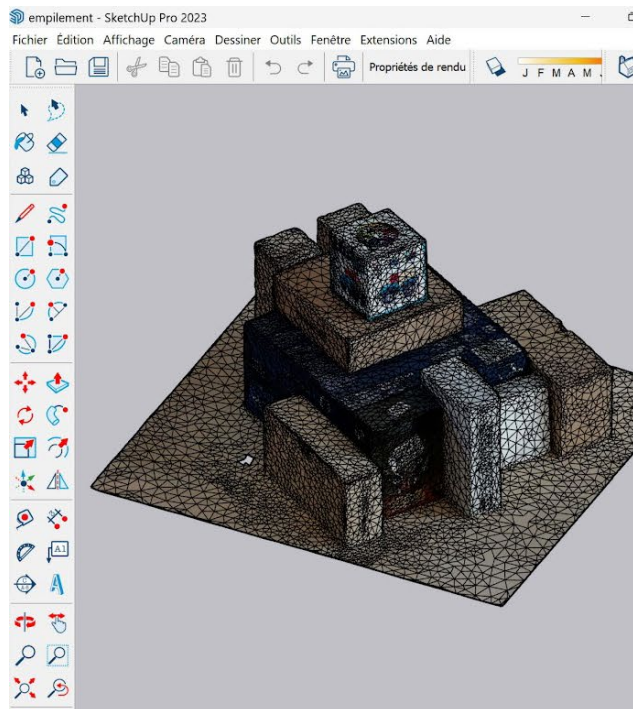


Deux collections en IA générative de Jérôme Demiaux, enseignant-chercheur du MAP-Aria à l'ENSA de Lyon





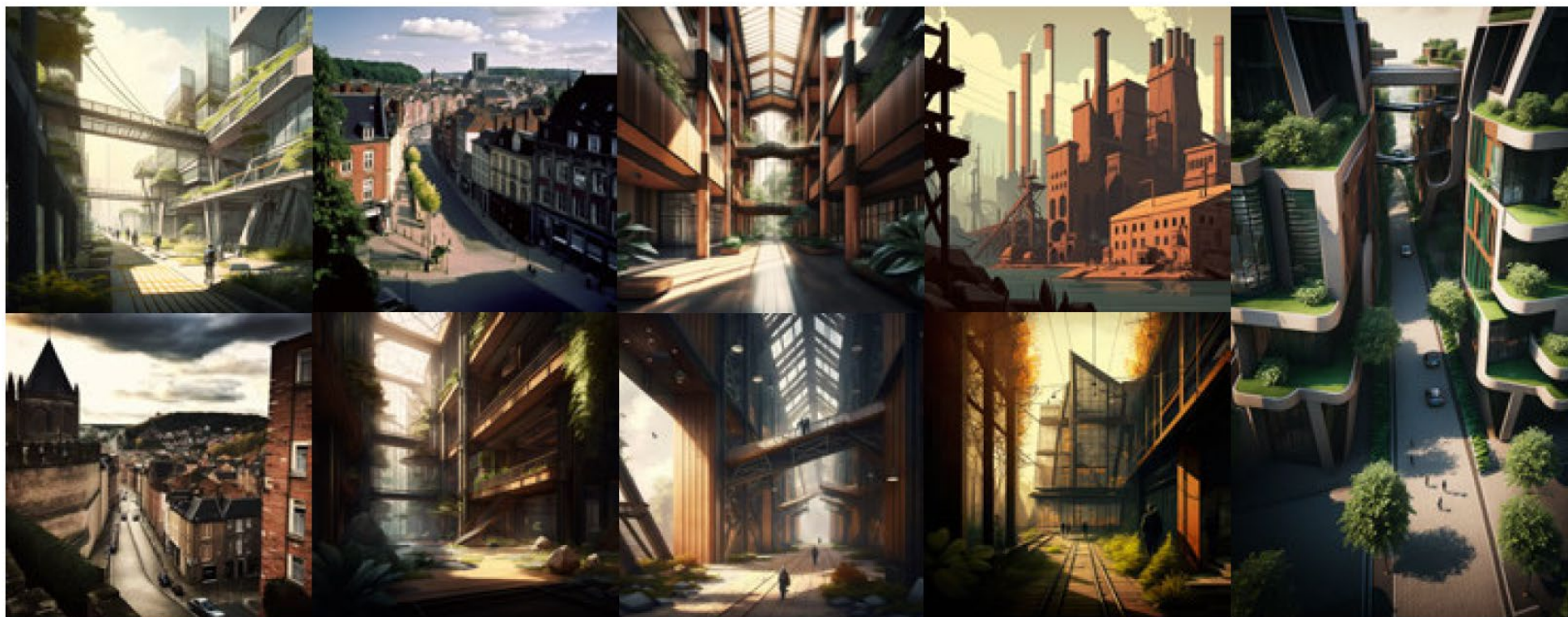
Deux perspectives in-situ générées (milieu et droite) avec Stable Diffusion et l'extension Controlnet pour l'activation des entrées : carte de profondeur calculée sous Sketchup et carte de segmentation.



Atelier d'IA  
générative de  
Jérôme  
Demiaux  
cours de 2A,  
ENSAL, 2024.



## Couplage d'approches sémantiques et génératives



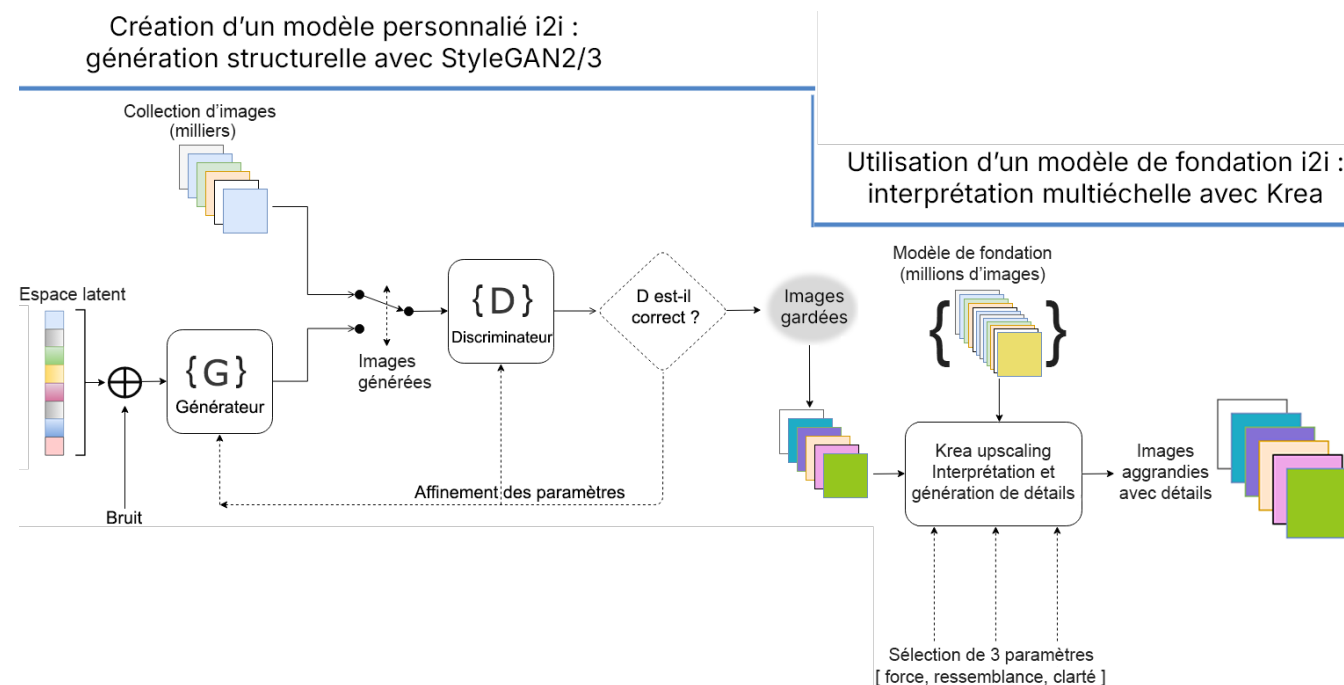
Production de l'atelier D(a)T+aA de l'Umons, travaux de M.A. Gallas avec des étudiants (2023), pour décrire un site avec de la sémantique multidimensionnelle, composer un prompt textuel structuré (Chat-GPT) et appliquer un outil T2I (Midjourney).



## Génération non-supervisée de représentations d'architectures

Une manière d'obtenir des représentations originales d'architectures bien intégrées dans leur milieu. Génération non supervisée par une sémantique textuelle.

Le concept conjugue deux approches complémentaires de l'IA générative : l'une structuraliste (ossature) et l'autre interprétative (détail et finition). Il remplace la notion de style (global, souvent en provenance d'une seule image, avec un rendu assez figé) par de l'interprétation organique (multi-échelle, multi-style).



Le foisonnement génératif permis par ce couplage est illustré sur un jeu de données de 4300 images. Ce dataset a été élaboré en partant de 700 images issues de PFE d'étudiants de l'ENSAL, puis enrichi progressivement par des perspectives architecturales situées, essentiellement en milieu urbain.

Thème de recherche à MAP-Aria entre 2021 et 2024.

[MAR 22] "Les GAN : stimulateurs de créativité en phase d'idéation", Xavier Marsault et Hong Nguyen, SCAN'22 : Séminaire de Conception Architecturale Numérique, oct 2022, Lyon, SHS web of science

[Nouvelle publication en cours d'écriture]

## Clusters et variations dans l'espace latent



### Définition

Espaces d'intégration dans lesquels se trouve une forme de représentation comprimée des données.

Dans un EL, la similarité se traduit par la proximité (cluster). Explorer les vastes possibilités morphologiques, stylistiques, sémantiques autour d'un même concept représenté par un cluster de cet espace.

Voie de recherche = mise en lumière de structures archétypales dans le domaine de l'analyse architecturale.

« Grâce aux espaces latents, une abstraction sémantique peut être traduite en un champ de formes, plutôt qu'en une forme unique »  
(Chaillou, 2022)

[MAR 22] "Les GAN : stimulateurs de créativité en phase d'idéation", Xavier Marsault et Hong Nguyen, SCAN'22 : Séminaire de Conception Architecturale Numérique, oct 2022, Lyon, SHS web of science





## Exposition « ce que l'IA révèle de vos images », ENSA de Lyon, 1-12 oct 2024

Le *deep learning* compose du neuf en reliant et en croisant des éléments multi-échelles appris en profondeur dans une collection d'images.

Les volumes, les formes, les paysages, les éléments de décor, les styles, les modes de rendu sont conjugués et resservis de multiples manières.

Une autre représentation de l'architecture se fait jour, avec enrichissement de détails sur des zones floues, transformation cohérente en contexte, sources de surprise et de poésie.



Génération non supervisée d'une architecture néo-classique avec les logiciels I2I StyleGAN3 et Krea

# Recherche : alliance du DG et du DL pour la conception architecturale

Projet de recherche *GenH2Arch Hybrid Generation for Healthy Architecture*, soutenu par la Région AURA et l'agence AIA Life Designers (2021-2026).

Alliance du *deep learning* (expérience, intuition) et du *design génératif* (adaptation, maîtrise) pour améliorer la conception de projets d'architecture favorables à la santé.

Visant à sortir du pipeline traditionnel de l'architecture générative basée uniquement sur l'optimisation/

Projet GenH<sup>2</sup>Arch bâti sur deux hypothèses :

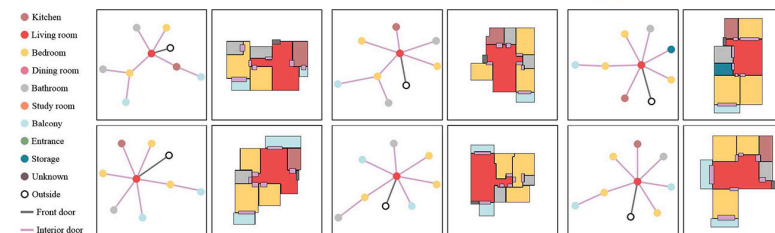
- **Approche structuraliste** : le *DL* fournit des morphologies archétypales initiales adaptés aux contextes, candidates à de futures optimisations.
- **Approche adaptative** : le *DG* va optimiser ces formes paramétrées au sein de leur environnement, en convoquant le calcul rapide d'indicateurs de santé (UFS) via des métamodèles.

Objet de la thèse d'Amine Sehaba :

Idée forte : méthodes génératives associatives sur les graphes :

graphes fonctionnels architecturaux → projection spatiale sur le site

Apprendre des couplages complexes, des réponses conditionnelles contextes → bâti



UFS :  
Urbanisme  
Favorable à la  
Santé



## Perspectives de recherches lentes (verrous ~ 3D )

### Applications discriminatives

- *Reconnaissance de formes ou d'artefacts dans des collections patrimoniales* (occupe nos chercheurs depuis 20 ans)
- *Classification de données 3D à partir de multivues*
- *Classification des nuages de points 3D*

### Segmentation sémantique de données patrimoniales

- Segmentation sémantique de nuages de points 3D.
- Applications multimodales pour les nuages de points.

### Possibles applications génératives

- *Reconstruction de formes et de surfaces à partir de nuages de points*
- *Reconstruction 3D à partir d'images* (photogrammétrie)
- *Réseaux génératifs pour les nuages de points et les meshes avec des modèles de diffusion.*

Utopie !

## IA et architecture : l'avenir selon Midjourney



Autodesk AI shaping the future of design  
(Midjourney, @Stephen Coorlas)



AI dream for an architect (Midjourney)



Consensuel...

# L'avenir de l'architecture : comment l'IA peut transformer la conception (d'après Gemini)

L'IA va proposer de nouvelles façons d'aborder la conception, la planification et la construction. Ses technologies seront intégrées dans les pratiques architecturales pour améliorer la créativité, l'efficacité et la durabilité.

## IA et conception

Au tout début du processus architectural, les algorithmes d'IA sont capables d'analyser de grandes quantités de données concernant les conditions du site, les tendances historiques de l'architecture et les normes de conception actuelles afin de suggérer des options de conception à la fois innovantes et adaptées au contexte.

## Améliorer la créativité grâce à la conception générative

La conception générative est une approche fondée sur l'IA dans laquelle de multiples alternatives de conception sont générées par des algorithmes qui répondent à des critères spécifiques définis par l'architecte. Cela permet non seulement d'accélérer le processus de conception, mais aussi de proposer des solutions qui repoussent les limites des pratiques architecturales traditionnelles.

## Rationaliser la prise de décision

Grâce à des simulations, l'IA peut fournir des informations fondées sur des données sur la manière dont différentes conceptions se comporteront par rapport à divers paramètres tels que l'efficacité énergétique, la rentabilité et l'impact sur l'environnement. Elle permet aux architectes de sélectionner la solution la plus optimale parmi un ensemble d'options générées, en se basant sur des données empiriques plutôt que sur leur intuition ou leurs expériences passées.

## L'IA dans le développement et la planification architecturale

La planification détaillée implique de nombreuses variables, notamment la conformité réglementaire, les spécifications des matériaux et l'intégration avec l'infrastructure existante. Les systèmes d'IA peuvent gérer et analyser ces variables plus efficacement que les méthodes traditionnelles.

## Optimisation de l'utilisation des matériaux et des techniques de construction

En analysant les données du projet, l'IA peut recommander des matériaux qui offrent des avantages en termes de durabilité, de réduction des coûts ou d'amélioration de la durabilité.

## Simulations et essais avancés

Les simulations avancées peuvent modéliser la façon dont un bâtiment résistera à diverses contraintes et déformations à l'aide de tests de contrainte virtuels et de simulations d'impact sur l'environnement. Ces tests permettent de prévoir les défaillances potentielles et les faiblesses structurelles avant le début de la construction.

## L'IA dans la phase opérationnelle

L'IA peut également contribuer à la phase opérationnelle du bâtiment, en améliorant la gestion de son cycle de vie.

## Systèmes de gestion intelligente des bâtiments

Les systèmes de gestion intelligente des bâtiments alimentés par l'IA peuvent contrôler le chauffage, la ventilation, la climatisation, l'éclairage et d'autres systèmes environnementaux afin d'optimiser la consommation d'énergie, de maintenir les niveaux de confort, et réduire les coûts d'exploitation.

## Prévision de la maintenance et de l'entretien

L'IA peut prédire quand des parties d'un bâtiment peuvent avoir besoin d'être entretenues ou remplacées avant qu'elles ne tombent en panne. En analysant les données provenant des capteurs et des inspections de routine, l'IA aide les gestionnaires d'installations à identifier les besoins de maintenance et à y répondre de manière proactive.

## Conclusion

Le rôle de l'IA dans l'architecture représente un changement de paradigme vers des pratiques plus intégrées, efficaces et durables. L'avenir de l'architecture avec l'IA ne se résume pas à l'automatisation, mais à l'augmentation des capacités humaines et à la redéfinition des limites de l'innovation architecturale, leur permettant d'innover et de concevoir des solutions autrefois considérées comme impossibles.

# Intégration de l'IA dans une chaîne de conception architecturale

## Processus habituel en conception architecturale

1 - Analyse programmatique : quelle est la demande du Maître d'Ouvrages, que faire ?

Prise en compte de contraintes imposées :

=> répondre à un cahier des charges : un programme, un site, des contraintes structurelles, réglementaires, fonctionnelles,...

2 - Analyse du milieu : lieu, situation, atouts, spécificités, contraintes...

=> apprendre des couplages complexes (idée fondamentale en IA),

=> questionner des réponses associatives bâti / contexte.

3 - Analyse des potentialités en termes énergétique, environnement, technique, santé....

4 - Itérations sur des propositions d'esquisses (1→2→3).

## Rôles attendus de l'IA

=> ne pas reproduire un processus de conception donné

=> s'insérer avec précaution dans la chaîne des outils mis en œuvre

=> proposer une aide complémentaire au processus conceptuel (dont il faut analyser le fonctionnement).

=> considérer l'IA comme un assistant qui délivre des « avis complémentaires », avec une expertise reconnue.

=> ces « avis » peuvent être proposés à différentes échelles, lors des différents phasages du projet.

## Rôle potentiellement émergent de l'IA

Le partenariat « IA + architecte » inclura probablement une redéfinition/transformation de la manière de travailler qui pourrait bien être surprenante

=> l'IA est amenée à interférer avec la logique habituelle du concepteur, sans la remettre totalement en cause.

=> obtention de solutions contre-intuitives.



# Réflexions, limites, questions éthiques

## Bénéfices attendus de l'IA pour l'architecture

Permettre aux architectes de s'affranchir de plus en plus des processus administratifs et de se concentrer davantage sur les problèmes de conception.

Promouvoir de nouveaux espaces de stimulation de la créativité

Au-delà du BIM, contribuer à rationaliser les flux de travail et permettre aux agences d'être plus efficaces.

## Limites techniques actuelles

IA utilisée et explorée de façon anecdotique dans les agences, et plutôt dans les plus grandes d'entre elles.

Les IA génératives, point focal des recherches en architecture, ne sont pas alignées avec les besoins de la majorité des agences (manque de maturité des outils dans ce secteur).

### Exemples

Il y a une énorme différence entre la création d'une image conceptuelle avec l'IA générative et la possibilité de la réaliser sous la forme d'une structure matérielle sensée, avec des spécifications et des garanties de performance.

Possibilité d'un effet *de design fixation* au début de la conception = limitation de la capacité du concepteur à s'éloigner de la proposition de l'IA à cause de son caractère photoréaliste.

La prise en compte des modèles 3D en IA n'est pas mûre.



## Obstacles humains à l'adoption de l'IA dans le domaine de l'architecture

Investissement initial requis pour les technologies et l'infrastructure de l'IA, qui peut être décourageant pour de nombreuses agences, en particulier les plus petites.

Courbe d'apprentissage associée aux outils d'IA, qui nécessite une formation et un perfectionnement. La résistance au changement reste fréquente dans le secteur, car certains professionnels habitués aux méthodes traditionnelles peuvent être lents à adopter de nouvelles technologies.

Les LLM sont loin de pouvoir rivaliser avec l'intelligence humaine, car une immense part de nos savoirs n'est pas d'ordre textuel, mais visuel, auditif, conceptuel, reposant sur une connaissance du monde sensorielle, émotionnelle, réfléchie et capable de décisions (planification)

Une conscience éclairée est toujours préférable au meilleur des LLM

## Aperçus contrastés du deep learning

### Les futurs enjeux ne sont pas (que) techniques :

*« Pour certains, l'IA offrira aux architectes les moyens d'explorer de nouvelles frontières esthétiques, de travailler sur des formes architecturales auparavant impossibles à réaliser, de pousser plus loin les simulations et les combinaisons de scénarios. Pour d'autres, elle comporte un risque de disparition de la profession, déclassée par des machines capables de produire des plans de manière autonome »*

(Conseil des Architectes d'Europe, Bruxelles, 24-11-2022)

- **Enjeux pédagogiques** : former les futurs architectes à l'utilisation de l'IA et au discernement face aux enjeux éthiques et sociétaux liés à cette technologie.
- **Questions éthiques et juridiques** : droit d'auteur (difficulté à créditer précisément les sources) ; usage loyal dans l'entraînement et l'utilisation de modèles d'IA). Ambiguïtés sur la distinction de comportement homme / machine : droits d'accès, d'apprentissage, d'utilisation.
- **Responsabilités environnementales** : possibilités d'une IA frugale, responsable, interprétable. Impacts croissants énergétique, écologique.
- **Limites épistémologiques** : conceptualisation, sens commun, raisonnement, causalité, nature vivante/artificielle, intelligence augmentée.

V.Courboulay, « Vers un numérique responsable: repensons notre dépendance aux technologies digitales ». Arles, Paris : Actes sud ; Colibris, 2021.

F.Flipo, M.Dobré et M.Michot, « La face cachée du numérique : l'impact environnemental des nouvelles technologies ». Montreuil, France : L'Échappée, 2013.

L'éthique doit progresser aussi vite que la science

## Aspects éthiques, légaux, moraux, risques

Julia de Funès

Les outils d'IA sont formidables pour analyser, comparer, diagnostiquer ; moins pour saisir la part irrationnelle inhérente à chaque être humain.

Les machines interagissent avec nous, et nous nous adaptons aux machines.

Si certains s'inquiètent de l'IA qui rivalise avec l'intelligence humaine, je m'inquiète davantage de l'intelligence humaine qui s'artificialise très vite.

Cédric Villani

Il y a bien un cas dans lequel les humains peuvent être remplacés par l'IA : c'est précisément quand l'IA occupe la place affective (...) en créant une dépendance de l'utilisateur en manque de rapports humains. Le problème, ce n'est pas l'IA qui nous remplace : c'est notre monde de solitude, et le vendeur profitant de notre carence.

La question de notre remplacement est révélatrice de cette terrible dérive qui s'est instaurée, à considérer les humains comme des fonctions, des partenaires commerciaux, des entités à écrire des textes, vendre des produits, usiner, répondre au courrier.



## Risques liés à l'IA

Un engouement trop rapide en peu de temps. Quête de puissance tous azimuts, en lien avec d'autres industries de pointe (biotech, trading, ...).

Le gouffre énergétique de l'IA planétaire à très forte croissance (équivalents de certains états).

Cyber sécurité : création de codes malware utilisables par quiconque ! Le risque de l'Open Source total des LLM pour les pirates.

Fuite en avant financière : taux de croissance des investissements hors normes. Au détriment des investissements pour la transition écologique/énergétique !

L'automatisation généralisée : l'homme copie le fonctionnement des machines. Les machines enregistrent et grammatisent nos actions, savoirs, pensées. [Bouclage !](#)

Elle élimine les densités insignifiantes et donc les singularités qui échappent aux moyennes (risque d'uniformisation, même si les données sont très larges !)

Calculant très vite, l'IA court-circuite une part de nos processus d'interprétation et de délibération, à la base de la créativité, car ouverts à quelque chose de fondamental pour l'humain : le sens.

Vers un remplacement des architectes ? Citer la médecine et la musique comme contre-exemples.



## Des questions et du bon sens

Pourquoi tout le monde y va ? Simple effet de mode hyper envahissante ? Sur quelles bases fonder un tel engouement ? Pour quel progrès ? Au profit de qui ?

A-t-on besoin de l'IA dans nos activités ? Maturité des outils pour l'architecture...

Comment faire de la recherche appliquée en IA avec la disproportion de moyens universitaires par rapport à ceux de l'industrie ? (mais Archi+IA = niche)

Temps passé sur les plateformes numériques (ce temps qu'on n'aura pas consacré à autre chose, à notre créativité par exemple). Une capitalisation malgré nous des actions qu'on y mène. Un conditionnement progressif à être spectateur, critique, gavé, indécis, manipulable.

Instaurer un vrai rapport à la connaissance (accès, apprentissage, discernement, jugement). Quid de la régulation (technique, humaine), de la protection de l'information juste et des droits fondamentaux des personnes et des structures ? De qui dépend-elle ? Développement d'instruments juridiques nouveaux et contraignants (branche créative d'emplois).

Utiliser cette technologie pour créer des communs. Vers une rétribution des activités contributives. Faire progresser l'IA digne de confiance (ex: EuroHPC)

## A paraître

2 articles co-signés par l'URM MAP dans Culture & Recherche de décembre 2024 :

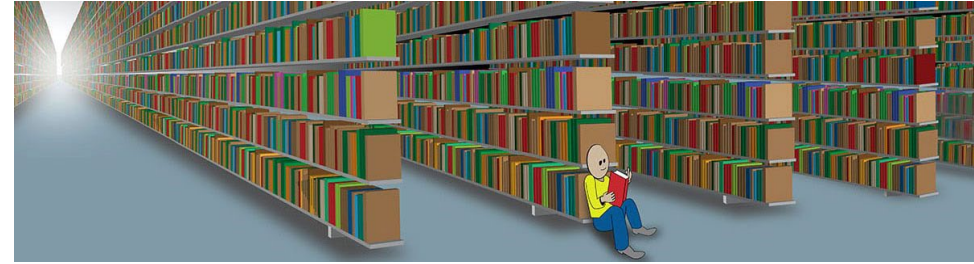
Auteurs : Xavier Marsault, François Guéna, Elodie Hochscheid, Joaquim Silvestre, Claire Duclos-Prévet

Architecture et intelligence artificielle : quels enjeux ?

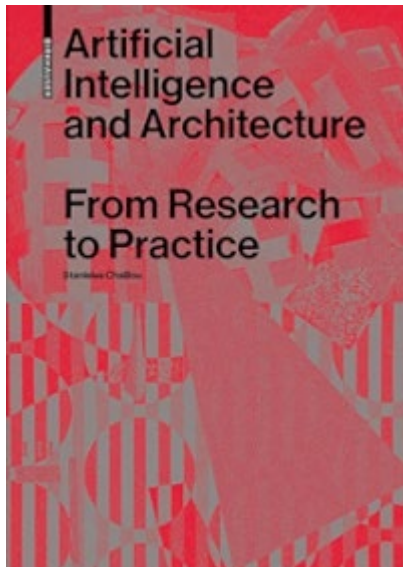
Exploration de possibilités de l'intelligence artificielle pour l'architecture : bref tour d'horizon des travaux en cours au MAP



Keep learning, but overall : keep thinking



Lisez, documentez-vous, formez votre esprit à une saine critique



Deux ouvrages recommandés :  
« AI and Architecture » (Chaillou)  
« Le sens de la Tech » (collectif)

Merci pour votre attention !

