



HAL
open science

IA & Création artistique

Samuel Bianchini, Gaël Lejeune, Dominique Longin, Emmanuel Adam

► **To cite this version:**

Samuel Bianchini, Gaël Lejeune, Dominique Longin, Emmanuel Adam. IA & Création artistique. Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle, 125, 2024, Association Française d'Intelligence Artificielle. hal-04708692

HAL Id: hal-04708692

<https://hal.science/hal-04708692v1>

Submitted on 25 Sep 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



AFIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Bulletin N° 125

Association française pour l'Intelligence Artificielle

AFIA



PRÉSENTATION DU BULLETIN

Le *Bulletin* de l'*AfIA* vise à fournir un cadre de discussions et d'échanges au sein des communautés académique et industrielle. Ainsi, toutes les contributions, pour peu qu'elles aient un intérêt général pour l'ensemble des lecteurs, sont les bienvenues. En particulier, les annonces, les comptes rendus de conférences, les notes de lecture et les articles de débat sont très recherchés.

Le *Bulletin* contient également chaque trimestre un dossier plus substantiel qui porte : soit sur un thème lié à l'IA (2 numéros par an), soit sur des équipes de recherche en IA (1 fois par an), soit sur la Plate-forme Intelligence Artificielle PFIA (1 fois par an).

Le comité de rédaction se réserve le droit de ne pas publier des contributions qu'il jugerait contraire à l'esprit du bulletin ou à sa politique éditoriale. En outre, les articles signés, de même que les contributions aux débats, reflètent le point de vue de leurs auteurs et n'engagent qu'eux-mêmes.

■ Édito

Ce trimestre, un bulletin ouvert vers l'interdisciplinaire, avec un dossier placé sous la responsabilité de Samuel BIANCHINI, chercheur à EnsadLab, le laboratoire de l'École nationale supérieure des Arts Décoratifs (Université PSL).

Ce dossier débute par un long édito de Samuel BIANCHINI qui, de fait, constitue lui-même une contribution notable à ce *Bulletin*, en offrant l'occasion de mener une réflexion sur « les artistes comme agents doubles », à la fois utilisateurs de l'IA, mais qui pourraient aussi y contribuer en lui apportant des dimensions échappant « traditionnellement au monde de la raison et, encore plus, du calcul ».

Antoine PICON (membre à la fois de l'École nationale des Ponts et Chaussées et de la *Harvard Graduate School of Design*) propose ensuite une réflexion autour du positionnement de l'architecture face à l'évolution de l'IA, particulièrement après le « vrai coup de tonnerre (...) survenu avec l'apparition (...) de programmes d'intelligence artificielle générative ».

La contribution collective de Lucie ADDÉ, Serge FARAUT, Jean-Pierre GOULETTE, Sandra MARQUES et Andrea URLBERGER, membres du LRA (Laboratoire de Recherche en Architecture, Toulouse), nous propose ensuite de voyager au travers de l'histoire du LRA et des liens successifs qu'il a entretenus avec l'IA depuis une trentaine d'années, depuis ses liens avec l'IA symbolique jusqu'à une réflexion sur « les potentiels et verrous de l'IA générative dans le domaine de l'architecture », en passant par l'utilisation concrète de l'IA générative dans le cadre de l'enseignement auprès d'élèves de l'ENSA Toulouse.

Sarah FDILI ALAOUÏ (*Creative Computing Institute* à Londres, et Université Paris Saclay), nous parle ensuite de l'IA qui peut « désormais analyser et interpréter des mouvements humains



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

complexes, générer de nouvelles séquences de mouvement et même agir comme des interprètes autonomes » apportant de fait une véritable et nouvelle contribution à la création, par exemple des chorégraphies.

Anthony MASURE (Haute École d'Art et de Design de Genève) propose une réflexion sur « le design face aux technologies génératives » dont les « productions sans auteurs ni autrices suscitent tout autant l'émerveillement que des débats au sein de la communauté créative » en articulant cette réflexion en trois temps dans un projet pilote de la HEAD - Genève.

Dominique MOULON, commissaire d'exposition et membre de l'École des arts de la Sorbonne (EAS), nous présente « quatre études de cas d'œuvres d'artistes (...) où l'intelligence artificielle est à considérer tant du point de vue du sujet que de celui de l'outil et de la forme. »

Finalement, plutôt que de « développer des algorithmes », « modéliser des données » ou « produire des techniques », Hugo SCURTO (normalien, puis artiste, designer et chercheur indépendant) propose, au travers de trois de ses « recherches-créations » impliquant, entre autres, de l'intelligence artificielle, trois propositions alternatives afin que l'apprentissage machine devienne le « matériau de création ».

À la fin de ce bulletin, vous trouverez les comptes rendus de PDIA 2024, G2AS'24 et HIA 2024, ainsi que la liste des thèses et HDR soutenues durant le deuxième trimestre de cette année.

Un grand merci aux auteurs qui ont contribué à ce numéro, ainsi qu'à Samuel BIANCHINI pour avoir dirigé ce passionnant dossier. Merci aussi aux rédacteurs des comptes rendus d'événements et de journées, ainsi qu'à Emmanuel ADAM pour sa relecture attentive avant publication.

Bonne lecture à tous !

*Gaël LEJEUNE
Dominique LONGIN
Rédacteurs*



SOMMAIRE

DU BULLETIN DE L'AFIA

4	Dossier « IA & Création artistique »	
	Édito – IA & création : les artistes comme agents doubles ?	5
	L'intention architecturale au prisme de l'intelligence artificielle	19
	Quand l'IA rencontre l'architecture	28
	Les Intelligences Artificielles à l'interface du corps dansant	40
	Pour une intelligence de l'artificiel : le design face aux technologies génératives	45
	De l'intelligence artificielle à l'œuvre	50
	L'apprentissage machine comme matériau de création	55
61	Comptes rendus de journées, événements et conférences	
	PDIA 2024 - « Neurosciences et IA »	62
	EGC & IA - « Gestion et Analyse de données Aériennes et Spatiales »	63
	Humanité Numérique & IA - HIA 24	67
71	Thèses et HDR du trimestre	
	Thèses de Doctorat	72
	Habilitations à Diriger les Recherches	74



AfIA
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Dossier

« IA & Création artistique »

Dossier réalisé par

Samuel BIANCHINI

EnsadLab/ École nationale supérieure des Arts Décoratifs

Université Paris Sciences et Lettres

samuel.bianchini@ensad.fr

www.ensadlab.fr



■ Édito – IA & création : les artistes comme agents doubles ?

« Intelligence artificielle et création artistique » : l'IA est aujourd'hui un sujet de société, largement relayé par les médias, investi par les entreprises comme porté par les politiques publiques. Le champ de la culture et, plus spécifiquement, de la création n'y échappe pas, avec, sans doute, quelques spécificités : il s'agit d'une activité où s'affirme la subjectivité humaine. La création est du ressort d'auteurs et autrices. Les formes réalisées sont données à vivre à travers des expériences esthétiques, c'est-à-dire en faisant appel à la sensibilité des publics, à leurs sens, possiblement tous leurs sens. Les œuvres sont polysémiques, elles ne cherchent pas à imposer un message, mais sont ouvertes à l'interprétation. Si l'on parle d'art, ces formes n'ont pas vocation à répondre à des objectifs productifs ; au contraire, elles sont débarrassées de toute attente utilitaire. Bien entendu, pour les arts appliqués ou le design, cette dernière assertion est à relativiser : les formes vont devoir être conjuguées avec des fonctions, et ce sera là un point d'articulation central de ces disciplines.

C'est ainsi, en envisageant la création artistique au prisme des arts et des arts appliqués, que l'on traite dans ce dossier aussi bien d'arts « plastiques », de design, de danse (chorégraphie), de musique que d'architecture. Si l'approche est diversifiée, il faut toutefois souligner que nous nous situons bien du côté de la création. Autrement dit, la question pourrait être : comment et pourquoi créer, dans le domaine des arts et des arts appliqués, en faisant usage des technologies de l'intelligence artificielle ?

De fait, les questions sous-jacentes pourraient alors concerner la façon de renégocier — avec l'usage de l'IA — quelques dimensions fondamentales de la création, telles celles déjà mentionnées : la possible redistribution des places et des rôles de l'autorité et de

son corollaire, la subjectivité ; l'extension ou, au contraire, la réduction des dimensions sensibles ; le travail de la multiplicité de sens avec des systèmes qui *in fine*, pour calculer, ne peuvent souffrir d'ambiguïté ; et, le développement d'activités, de tâches, qui ne repose pas nécessairement sur l'optimisation et le contrôle vectorisés par des fonctions et des fins.

Chacun des textes de ce dossier se saisit à sa manière de cette question générale et de certaines qui en découlent pour mieux comprendre les nouvelles relations qui se jouent avec, mais aussi contre, les technologies de l'intelligence artificielle dans le champ de la création contemporaine.

Si la définition même de l'intelligence artificielle est loin d'être stabilisée, il semble en général admis qu'il s'agit de simuler, avec des machines, l'intelligence humaine. Cet anthropocentrisme — et le rationalisme qui en découle — ne saurait toutefois faire l'unanimité. En effet, ce qui constitue également la création, c'est sans doute son caractère non normatif et non réductionniste, tout en étant fondamentalement qualitatif. Nous nous devons de considérer cette ouverture au monde et cette volonté de toujours la maintenir et la travailler, y compris par l'indisciplinarité. Il s'agit aussi de comprendre comment les artistes, en pratique, opèrent avec des technologies dont l'efficacité semble reposer, aujourd'hui, essentiellement, sur la calculabilité. Comment créer avec de telles technologies sans s'y soumettre, en les remettant même en question ? Au-delà, comment participer à leur ouverture et, peut-être, à certaines de leurs (ré)orientations ?

Avec et par-delà les IA génératives

Les technologies de l'intelligence artificielle font actuellement beaucoup parler d'elles, surtout les IA dites "génératives" développées par



les géants des technologies¹. Ainsi que leur nom l'indique, ces IA permettent de générer des textes, des sons et des images, fixes comme animées. Mais si générer n'est pas créer, la voie pourrait sembler tracée en ce sens et pléthore d'artistes se sont emparés de ces technologies depuis quelques années.

Regarder une œuvre d'art visuel, une image ou une séquence d'images, réalisée avec une technologie d'intelligence artificielle générative, nous plonge pourtant bien souvent dans une expérience étrange : le sentiment d'être confronté à un futur antérieur, à une forme qui serait l'expression d'une volonté prospective, futuriste, déjà, toujours, passée, dépassée. À peine produites, ces images — fruit d'un moment technique — semblent en être à la fois la révélation critique autant que le symptôme. Désormais, elles sont de plus en plus nombreuses à relever de cette nouvelle imagerie surréaliste 2.0. Il faut dire qu'elles semblent simples à produire puisqu'elles résultent généralement d'une demande textuelle adressée par un humain à la machine, un « prompt ». Il s'agirait de « faire faire » à cette machine, et même de « dire faire » consacrant l'acte de langage, la performativité, telle que proposée par le philosophe J.L. AUSTIN.

Mais comment jouer avec ces systèmes techniques pour mieux les déjouer² et s'extirper de quelques-uns de leurs principes fondamentaux coercitifs, à commencer par le fait qu'ils fassent appel à des « modèles » ?

1. Comme Chat GPT pour le texte (« *text to text* »), Midjourney, Stable Diffusion et autre Dall-E pour l'image (ou plutôt « *text to image* »), pour la vidéo (« *text to video* ») comme Sora, Imagen ou Make-A-Video qui permet de partir aussi bien de textes que d'images, et, pour la musique, MuseNet, MusicLM ou MusicGen, parmi d'autres.

2. Pour ce faire, l'artiste Albertine MEUNIER a opté pour un positionnement faisant preuve d'une forme d'intelligence particulièrement humaine : l'humour. C'est ainsi qu'elle a, par exemple, produit en 2023 une longue série d'images intitulée *Hyperchips* assumant une forme d'absurdité qui fait alors fructifier les défauts de ces images, par exemple lorsque les doigts de la personne représentée se confondent avec des frites, ou ses lèvres avec une saucisse. Cf. <https://albertinemeunier.net/hyperchips>.



Figure 1 - *Hyperchips* #146, Albertine MEUNIER, 2023.

Les IA génératives permettant de produire des images à partir de textes trouvent en effet leur pouvoir dans leur modèle qui, en quelque sorte, synthétise et met en puissance un grand nombre d'exemples à partir desquels il aura appris, il aura été entraîné et forgé, pour générer à son tour des exemples, des cas. Chacun d'eux serait donc l'instanciation d'une manière de créer faisant ainsi se rencontrer — pour ne pas dire se télescoper — deux principes : les « modèles » et les « styles » (créer à la manière de). C'est ainsi que l'on a pu entendre disserter sur le nouveau titre des Beatles ou même de BEETHOVEN et qu'il n'est plus interdit d'évoquer un nouveau tableau de Salvador DALI qui se serait sans doute reconnu dans



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

cette initiative. Bien entendu, la puissance des modèles permet de dépasser la simple imitation d'un ou d'une artiste, mais le débat est ouvert et tendu : un modèle peut-il se nourrir d'œuvres originales sans intégrer une part de leur autorité et donc de leurs droits d'auteur ? Cette question sera évidemment d'autant plus vive que les usages de ces modèles convoquent des styles : « fais-moi à la manière de . . . ». Par ailleurs, s'ils disposent d'une large palette et même d'une puissance de styles (combinables et paramétrables), ces modèles intégreraient-ils un « meta-style », une marque de fabrique qui ne se révélera d'ailleurs peut-être qu'avec un peu de recul ?³ Comment, désormais, imprimer son style avec et contre ces modèles ?

Il faut bien le dire, qu'elles soient fixes ou en mouvement, la façon dont ces images sont fabriquées avec ces technologies nous rappellent quelques réflexions menées à la fin des années 90 autour du mixage qui, elles-mêmes, convoquaient les pratiques du montage, et en particulier du photomontage, héritées des années 20. On parlait alors, après Gilles DELEUZE, d'un montage tendant à devenir moléculaire⁴. Selon cette mise en perspective revient la question de « la compilation comme acte d'auteur » [1]. Comment mettre en œuvre des emprunts, comment les conjuguer ? Ce qui importait alors, était le travail de jointure, de mélange, à l'endroit des raccords. Désormais, ce sont des entités entières qui sont fusionnées grâce à une analyse fine, statistique, résultant de l'IA, pour produire des sortes d'hyper-

chimères. Alors que les années 90 ont permis de reconnaître la part d'autorité qui pouvait revenir à celles et ceux qui mixent, à l'instar de la figure du DJ, qu'en est-il aujourd'hui pour les artistes faisant usage de ces technologies génératives ? Alors que la puissance des systèmes génératifs leur confère une forme d'autorité, comment exercer, face à eux, notre propre autorité ? Qui serait le sujet de qui, dans la mesure où travailler avec de tels systèmes revient aussi à les enrichir ?

Inter-subjectivité, inter-autorité ?

La création est une activité où s'affirme la subjectivité humaine et, plus que jamais, des formes d'intersubjectivité : la création par des humains pour des humains où chacun, chacune peut y aller de son interprétation. Ce constat est même une tendance fondamentale à partir des années soixante, au moment où la cybernétique et l'informatique commencent à se répandre dans toutes nos sociétés. *L'œuvre ouverte* (1962), livre fondamental d'Umberto ECO — alors en dialogue étroit avec le mouvement artistique *Arte Programmata* en Italie, en même temps qu'avec les sciences de l'information et de la communication de l'époque — est une expression remarquable des évolutions du monde de l'art tandis que l'on passe de l'art moderne à l'art contemporain : bien loin de la communication, l'œuvre n'est pas l'expression d'un « message » figé, mais une proposition « ouverte », sujette à expérience et interprétation.

3. Par exemple, cette sorte de surréalisme 2.0 déjà mentionnée et sans doute obtenue par la conjugaison de deux critères : d'une part, le fait que la qualité des résultats produits se mesure à leur caractère « vraisemblable » (induisant un aspect photoréaliste, y compris dans l'imitation de principes matériels, par exemple pour des traces de pinceaux ou de crayons, etc.) ; et, d'autre part, que beaucoup de demandes (prompts) reposent sur des mélanges impossibles produisant alors une dimension onirique si ce n'est chimérique, le tout sans « couture », donc avec des transitions, un lissage, assurant une continuité à l'ensemble. Il n'est alors pas étonnant que l'un des programmes d'IA de Google ait été nommé *DeepDream* et produise des images à tendance psychédélique, dont on peut dire qu'elles sont « hallucinées » par le logiciel.

4. Gilles DELEUZE voyait déjà l'évolution du montage comme une technique passant d'un état solide à un état liquide, puis gazeux : « du travail du photogramme à la vidéo, on assiste de plus en plus à la constitution d'une image définie par des paramètres moléculaires » [5, p. 122].



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Dès le début du XX^e siècle, en 1912 plus précisément, ce sont des gestes et une affirmation fondamentale qui vont marquer durablement les arts : P. PICASSO crée un premier collage où il se saisit directement de morceaux de « réalité » (une toile cirée au motif de cannage de chaise et une cordelette) pour les introduire dans son célèbre tableau *Nature morte à la chaise cannée*. Il ne s'agit plus de représenter, mais de sélectionner, de découper la réalité pour mieux la présenter. Deux ans plus tard, Marcel DUCHAMP réalise son premier véritable « *ready made* », signant et déplaçant simplement un porte-bouteille d'un magasin au musée pour le consacrer en œuvre d'art tout en questionnant le contexte de cette reconnaissance. Dans ces deux cas, c'est finalement la question du choix qui va être au cœur du geste artistique, choix prolongé par une reconnaissance culturelle et sociale en mesure de transmuter un objet courant en œuvre d'art. L'œuvre, déjà, est le fruit d'un faisceau de subjectivités humaines, de constructions sociales et culturelles qui dépassent largement sa seule matérialité. C'est d'ailleurs ce que Marcel DUCHAMP exprimera très tôt avec son célèbre adage « ce sont les regardeurs qui font les tableaux », puis en jouant avec les institutions de l'art comme il le fit, en 1917, pour faire reconnaître comme œuvre d'art son urinoir inversé intitulé *Fontaine*.

À bien y regarder, un siècle après, la démarche du collectif Obvious pour la création puis l'oblitération sociale de leur œuvre intitulée *Le Portrait d'Edmond de Belamy* n'est pas très différente de celle de Marcel DUCHAMP. Cette œuvre fut présentée, pour sa vente aux enchères par Christie's à New York fin 2018, comme le premier tableau réalisé par une intelligence artificielle. Ce collectif a en effet repris le code permettant l'analyse d'une base d'images de portraits pour produire un modèle générant de nouveaux portraits, un flux de portraits ajus-

tables à l'aide de paramètres. Il aura alors fallu choisir celui qui devait être ensuite estampillé par le marché, reconnaissance sociale ultime. Ce processus peut ainsi être compris comme une extension de celui déjà usité par Marcel DUCHAMP, avec toutefois quelques mises à jour qu'il peut être utile de souligner : le choix est ici une coupe dans un flux, dans un processus, celui mis en place par les artistes à partir d'un code existant. On parle bien, ici, toujours, d'IA générative qui permet de produire de nouveaux cas à partir de l'analyse statistique de nombreux cas similaires, en l'occurrence, des portraits. Même si ce code mettant en œuvre des GAN (*generative adversarial network*) a fait l'objet d'un emprunt, son usage était spécifique et, surtout, il posait les conditions d'un processus qui devait conduire à des réglages et des choix, engageant, pour la création, un espace de dialogue avec la machine. Si l'on regarde ensuite cette œuvre de 2018, d'un point de vue technique, elle est déjà totalement « dépassée ». En quoi ? Dans sa capacité à reproduire fidèlement l'esprit des cas analysés. On en est assez loin, dans une sorte d'entre deux, avec une image évanescence dégageant une inquiétante étrangeté ou familiarité. Ici, le portrait représente surtout l'effort du système à produire une forme crédible : il est un cas représentatif, une coupe dans un flux, non seulement d'un processus spécifique, mais aussi d'une époque technique.

C'est finalement, cette étrangeté, cet entre-deux, cette réussite partielle (ou ratage, selon le point de vue) qui fait sa qualité en nous interpellant sur la possible réussite (future ?) de ces IA en même temps qu'en nous rassurant sur leur médiocrité. Et, ainsi, par un retournement tout aussi humain et subjectif, c'est leur incapacité partielle qui nous rend ces machines sympathiques : leur incapacité à bien faire serait le signe d'une faiblesse qui nous laisserait encore une place en étant compatis-



sant à leur égard. Pour autant, il ne s'agit plus ici d'intersubjectivité, mais de nouvelles relations humains-machines dans laquelle la projection ou autre attribution joue à plein régime pour celles et ceux qui observent les résultats. Ou, plutôt, il s'agit d'une intersubjectivité mise en puissance. Car, ne nous y trompons, pour celles et ceux qui produisent ces systèmes, c'est bien une course à la fabrication de subjectivités qui est lancée depuis fort longtemps. C'est ce chantier qui transparait derrière l'idée de développement de l'intelligence artificielle et, plus fondamentalement encore, des perspectives initiales portées par la cybernétique : comment élaborer des sujets artificiels ?

Désormais, le sujet ultime ne serait-il pas celui capable de faire preuve d'autorité, de choix, de conscience et, ainsi, de créativité ? Cette capacité à décider serait d'autant plus puissante qu'elle ne renverrait pas à des critères utiles, gouvernés par des tâches et des buts rationnels, *in fine*, calculables, mais par des choix désintéressés.

Serions-nous capables de fabriquer un tel sujet au risque qu'il nous échappe, voire qu'il se retourne contre nous : c'est le thème de tous ces mythes et histoires dont nous sommes aujourd'hui si friands, que ce soit celui du Golem, de Frankenstein ou encore de L'Ève future. Mais, toujours, cette volonté de puissance renverrait non pas à ces machines ultimes, mais à celles et ceux capables de les produire et de les « maîtriser ».

Fort heureusement, nous sommes bien loin de tout cela, très loin, même si l'on se plaît souvent à se faire peur et que cette peur est vendeuse, avec de nombreux médias qui s'engouffrent dans la brèche pour en profiter. Bien entendu, les progrès des IA génératives sont impressionnants : celles-ci génèrent des textes,

des sons, des images fixes et même des vidéos de plus en plus crédibles, vraisemblables. Car c'est bien ce critère, à la façon d'un test de Turing généralisé, qui est retenu. Cette crédibilité nous épate en même temps qu'elle nous effraie, car ne nous ne saurons bientôt plus ce à quoi croire à mesure que les *fake news* se voient attestées par tant de réalisme.

C'est donc dans un entre-deux dont le curseur s'est déplacé que les artistes tentent de jouer : nous ne sommes plus à la fin des années 2010, lorsque la marque de fabrication de l'IA s'affichait nécessairement, révélant son médium, ses efforts, en nous livrant à bon compte des prises pour une expérience réflexive finalement rapidement devenue un style banal. Aujourd'hui, l'écart doit se jouer ailleurs, par exemple, comme beaucoup d'artistes le font, en cultivant l'étrangeté à la façon des surréalistes, par des formes et associations de formes inattendues.

Dialoguer, explorer, composer

Passé l'effet surprenant des premières images ainsi générées et déclarées « art », il faut désormais travailler. Le seul et premier prompt ne suffit pas, ne suffit plus. Au contraire, il faut itérer. Suivre les rapports d'expérimentations d'un designer, comme Étienne MINEUR (qui les partage régulièrement *via* les réseaux sociaux), permet de comprendre que l'utilisation de telles techniques « génératives » n'a rien d'automatique et même de génératif. Il faut apprendre à dialoguer, à coopérer avec de tels systèmes. Le prompt n'est qu'un élément du dialogue, qu'une réplique. Dans ce dialogue, ce que la création peut alors gagner est précisément de ne plus suivre uniquement sa propre voie, son propre projet : la machine, devenue interlocutrice, est force de propositions,

5. C'est ainsi que Hugo SCURTO a développé et nommé son logiciel le *Co-Explorer*, qu'il décrit comme « un agent qui utilise l'apprentissage profond par renforcement pour permettre l'exploration d'espaces sonores par le biais de nos préférences subjectives » (cf. <https://hugoscurto.com/fr/portfolio/co-explorer>).



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

permettant d'explorer des champs imprévus⁵. L'orientation s'effectue par le dialogue et ce sont les véritables créatrices et créateurs qui choisissent, gouvernent. Au-delà du dialogue verbal, il faut également considérer d'autres formes d'interaction permettant de tirer parti de la puissance de l'offre machinique, d'explorer son « espace latent ». Cette belle expression correspond en effet à la multidimensionalité des monceaux de repères et autres critères produits par l'analyse de la base de données fournie en entrée, pour qualifier, organiser ces nombreux cas et façonner ainsi leur modèle. Pour essayer de se représenter l'organisation (regroupement, recoupement, distribution, etc.) de cette masse d'informations classificatrices, indicatrices, de cette taxonomie à n dimensions, il peut être utile de se l'imaginer sous la forme d'un espace, mais d'un espace aux dimensions infinies dont il s'agirait alors de révéler des points en l'explorant. En effet, explorer cet espace latent revient à moduler le résultat produit par le modèle en jouant avec sa multiplicité de paramètres, avec des qualités, des attributs permettant de préciser la configuration de chaque média, chaque nouveau cas à générer.

Dialoguer pour explorer, pour préciser, pour spécifier : on est bien passé d'une logique de programme nécessitant de savoir, à l'avance, ce que l'on veut faire faire à la machine, à des principes dialogiques qui permettent de préciser progressivement des attendus — ou, plutôt, de nouveaux possibles — dans l'action, par l'action. Ces systèmes ne sont plus des objets ; en tentant de devenir des sujets, ils se positionnent plutôt comme des quasi-sujets permettant, nécessitant le dialogue. S'ils ne font preuve que d'une simili-autorité, il faut reconnaître qu'ils disposent d'une puissance d'action, d'une agentivité avec laquelle on peut composer. C'est ce que font désormais des artistes.

Composer avec de tels systèmes, c'est

certes, d'une part, arriver à les apprivoiser, mais c'est aussi les envisager non pas comme des interlocuteurs uniques, mais comme participants à un réseau d'acteurs, pour ne pas dire à un « acteur-réseau ». S'affairer avec Midjourney ne suffit pas, il faut intégrer ses outputs comme ses inputs dans une chaîne opératoire qui constitue l'*instrumentarium* de l'artiste. Et, dans la mesure du possible, il est alors pertinent de pouvoir ouvrir ces systèmes pour les infiltrer, les orienter, les adapter et, parfois, les renverser. Mais, les grands modèles proposés par les entreprises les plus puissantes sont pour la plupart des modèles en ligne, sur un principe « client-serveur » éprouvé : ils servent leurs clients autant qu'ils se servent d'eux. L'activité créatrice l'est aussi pour eux : ils apprennent de leurs expériences avec leurs clients, de nos expériences pour lesquelles il faudra accepter les conditions générales « d'utilisation ». Même lorsqu'il est possible d'accéder à leur code, celui-ci est, dans tous les cas, complexe et repose sur des bases de données et une puissance de calcul inaccessibles. C'est pourquoi les insérer comme entrée-sortie dans un *instrumentarium* plus large reste sans doute une façon d'exercer habilement une autorité. Mais c'est aussi pourquoi travailler avec de plus petits modèles, ouverts, et avec ses propres *data sets* est fondamental. C'est par exemple ce que fit Anna RIDLER pour son œuvre *Myriad (Tulips)* de 2018, avec une série de 10000 photographies de tulipes — produites et annotées par l'artiste — qui servira de *data set* pour créer un modèle permettant de générer des images de telles fleurs évoluant dans un triptyque vidéo intitulé *Mosaic Virus*, 2018-2019, images dont l'apparence est influencée par le cours du Bitcoin, nous rappelant une autre relation à la finance : la première crise spéculative, celle des tulipes aux Pays-Bas, au XVII^e siècle. On remarquera alors que cette œuvre de 2019 n'a pas pris une ride. . .



Figure 3 – Mosaic Virus, Anna Ridler, 2019.

Composer avec ces technologies revient donc à apprendre à dialoguer, à coopérer, mais également à les composer ou les recomposer : si l'on accepte de renoncer à la toute-puissance des gros modèles centralisés, il est en effet possible d'agencer nos propres systèmes ou, plutôt, de réagencer l'existant. Agir en réseau, avec des communautés de pratiques, peut permettre de composer nos propres systèmes et, au besoin, d'en (re)développer certaines parties. Ces communautés ne redistribuent pas l'autorité pour, progressivement, la déplacer vers de nouveaux centres de profit et de contrôle, mais, au contraire, elles cherchent à faire fructifier leurs développements pour le plus grand nombre, en maintenant l'ouverture et le caractère public de ces derniers, distribués et partageables. Ces nouvelles formes d'autorité ne concernent pas que des questions de création : elles sont aussi économiques et écologiques, car tous ces calculs ont des coûts et des impacts environnementaux. Désormais, composer c'est aussi composer avec ces facteurs et ces impacts. La création n'est en rien exemptée de ces questions.

En deçà et au-delà du monde numérique

Faire l'expérience d'un Rembrandt n'est pas faire celle de l'image d'un Rembrandt. Les œuvres d'arts « plastiques » disposent de qualités matérielles indispensables, qui relatent, par exemple pour la peinture, la touche, le geste des artistes. Au-delà, c'est tout un monde sensible soutenu par de nombreuses œuvres relevant de l'univers tangible des objets. Ainsi, celui du bâti à l'échelle de l'architecture, des corps — comme dans le spectacle vivant, la performance ou la mode —, de l'environnement — à l'instar du Land Art —, ou encore des odeurs et des goûts, en cuisine ou dans la parfumerie. Certes, l'IA étend sans cesse son territoire, mais force est de constater qu'elle est surtout effective dans le monde « médiatique » des images, des sons et des textes : l'environnement numérique sur lequel elle a prise. Cette effectivité ne saurait inverser le monde. Donnant pour acquis que l'accès aux œuvres serait avant tout une affaire médiatique, laissant croire que ces médias pourraient alors reproduire, voire produire toutes les expériences est un leurre. Il faut le rappeler tant la tendance



est lourde⁶. Résister à ce mouvement ne retire rien à la puissance des œuvres médiatiques — élaborées pour se réaliser ainsi —, mais cela oblige à ne pas réduire le monde à ce qui peut être opéré par l'informatique et, ce faisant, par les technologies de l'IA.

Cela posé, il faut toutefois reconnaître que nombre d'activités humaines ont recours au langage avant de donner lieu à une quelconque réalisation matérielle. Certaines disciplines artistiques (que ce soit en art ou en arts appliqués) ont même intégré cette manière de faire comme une méthodologie incontournable. Ce sont ces arts que Gérard GENETTE, à partir de Nelson GOODMAN, va dénommer « allographiques », nécessitant de passer par une phase « idéale », adoptant un langage formalisé, avant d'être réalisé. Ainsi en va-t-il de l'architecture qui passe par des plans et autres 3D ou des arts adoptant des partitions, comme la musique écrite, mais aussi certaines chorégraphies ou encore recettes à interpréter, voire à exécuter, comme on le fait, à partir d'objets formalisés en 3D — en CAO (conception assistée par ordinateur) — qu'il ne resterait plus qu'à imprimer. On pourrait même intégrer, dans une certaine mesure, le théâtre — conduit par le texte — ou le cinéma basé sur des scénarios. Les technologies de l'IA, en particulier celles génératives, rencontrent parfaitement cette logique et méthode allographique

en ne s'attaquant pas aux résultats, mais aux formalisations idéelles qui correspondent bien à sa nature : un langage formalisé pour permettre son exécution sous une autre forme, matérielle. Ainsi les prompts, ces demandes verbalisées adressées à la machine, permettent-ils à cette dernière de fournir des résultats sous différentes formes : « *text to image* » ou « *to video* »⁷. Au début était le verbe.

Les technologies de l'IA peuvent ainsi impacter tous les arts qui ont fait du verbe un conducteur, le grand ordonnateur. Mais, soit elles le font en assumant la réalisation fondée sur le texte ou autre langage formel, en acceptant alors des modes d'expression numériques bien réducteurs, soit on considère ces derniers comme des préfigurations, à la façon dont on travaille en CAO. Dans tous les cas, ce qui semblerait s'opérer est la réouverture du mode « projet » : il n'y aurait plus besoin de se projeter, mais plutôt de préparer les conditions du dialogue avec la machine ainsi dotée de capacités de proposition.

Plutôt que de penser la création en mode « projet » (attitude dominante à ce jour), on pourrait envisager de configurer des espaces à explorer non pas selon un trajet prévu, mais bien dans le dialogue, le tâtonnement, de façon à instaurer progressivement un projet, voire une forme, avec cet autre qu'est la machine⁸. Le projet serait alors une nouvelle étape produite

6. Y compris avec toutes les promesses de la réalité virtuelle, mais aussi par le biais de la valorisation médiatique des œuvres qui parfois l'emporte sur leur expérience sensible. Des créations sont ainsi d'abord conçues pour être « médiagéniques » (comme on dit « photogéniques »), à l'instar de celles dites « instagrammables ». Leur qualité se mesurerait alors au nombre de vues de leurs images sur les réseaux sociaux et leur valeur financière pouvant suivre, ces œuvres ne s'en trouveraient que plus légitimées.

7. On voit ici une évolution de la manière de s'adresser aux modèles génératifs ; après le verbe, devraient suivre d'autres langages formalisés ou, sinon, suffisamment formalisés pour être interprétés. Ainsi, pour la génération de vidéos, après le prompt, c'est le scénario comme prompt (long) qui devrait s'imposer, puis suivront les *story-boards*, sachant que ces derniers peuvent aussi être générés à partir de texte.

8. Cette approche pourrait alors participer de la définition d'un troisième mode intitulé « actographique » qui viserait à concilier les deux autres en faisant se rencontrer la formalisation idéale et l'action, cette dernière venant instancier un système traduisant cette action en langage formel, à la manière des dispositifs interactifs informatisés. C'est d'une certaine façon ce que l'on pourrait nommer « performance ». Voir à ce sujet [2, p. 137-162] repris dans [3, p. 91-115].



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

à partir de l'exploration. Quant à sa réalisation, soit elle découle effectivement d'une exécution — mais, il faut bien le reconnaître, celle-ci est rarement directement effective — soit d'une interprétation. Cette dernière offre une marge de manœuvre qui, elle aussi, fait œuvre. Là où l'idéologie du contrôle par le verbe devenu programme (« écrire à l'avance ») pourrait prétendre vouloir dominer le monde, celui-ci résiste. Il existe. Il n'est pas un grand livre à déchiffrer et, encore moins, à commander : il est complexe, analogique, continu, sensible, ambivalent, humide. . .

Les arts sont bien là, composant et résistant, entre ces deux mondes. D'un côté, ils usent de nouvelles façons de faire (comme avec l'IA), mais de l'autre, ils ne sauraient se soumettre à un carcan réductionniste. Ils ne peuvent accepter une place désignée, préformatée, alors qu'ils opèrent avec des dimensions plastiques, physiques, sensibles, polysémiques, multisensorielles, ouvertes à l'imprévu, à l'indéterminé, au plaisir et au désir qui, par principe, échappent toujours⁹.

D'autres formes d'intelligences : la robotique comme champ d'expérimentation

S'il est bien un champ qui croise ces mondes et se situe à mi-chemin de toutes ces questions, c'est celui de la robotique et, pour nous, de l'expérimentation et de la mise en œuvre, par des créateurs et créatrices, de technologies relevant de la robotique¹⁰. Celles-ci couvrent en fait un large champ et intègre depuis fort longtemps certaines technologies de l'IA. Mais, à la différence des IA qui déploient leurs pouvoirs dans le monde médiatique, nu-

mérique, les robots agissent dans le monde tangible : ils partagent nos espaces, sont directement conséquents. Les roboticiens le savent, par expérience, par la pratique : le vrai monde résiste, il est bruyé, plein de surprises, toujours sauvage.

C'est d'ailleurs un choix qui détermine bien souvent le degré expérimental de la robotique. Celui-ci sera d'autant plus important que l'on agit dans un environnement contrôlé ou non, par exemple dans la salle propre et stabilisée d'un laboratoire ou, *a contrario*, dans un terrain vague enneigé en cohabitation avec des êtres vivants qui ne sont pas nécessairement bien intentionnés. À vrai dire, même dans un environnement relativement contrôlé — comme l'est une salle d'exposition — la robotique doit relever de nombreux défis : percevoir, décider et agir n'est pas facile. D'autant plus qu'il faut le faire pour de « vrai », avec un corps dont la morphologie est décisive. Loin d'être une marionnette asservie à un cerveau calculateur centralisé qui rejouerait la dichotomie « esprit / corps », le corps des robots a son « mot » à dire et son rôle à tenir. On parle alors « d'embodiment » — incorporation, en français — et Rodney BROOKS, l'un des pères de cette approche qui est aussi une référence dans le monde de l'IA, ne s'y est pas trompé : miser sur le principe d'un cerveau centralisateur qui détiendrait un modèle complet, une simulation holistique de son environnement pour commander un corps permettant d'agir dans un monde certain est une ineptie coûteuse. Car, une part non négligeable des robots se déplace et agit dans un monde nécessairement incertain. Ils doivent réellement faire preuve d'intelligence, de faculté d'adaptation tout en opti-

9. C'est cette approche qui a d'ailleurs été retenue pour le récent ouvrage [6] pour aborder l'intelligence artificielle, en creux.

10. Il est intéressant de noter que des artistes et chercheurs fondateurs comme Gordon PASK ou Nicolas SCHAEFFER, se revendiquant de la cybernétique en développant des systèmes complexes rejoignant ceux de l'IA, ont tous deux développé des travaux relevant d'abord de la robotique, y compris de la robotique distribuée (façon IoT) pour Gordon PASK avec son fameux *Colloquy of Mobiles* de 1968.



Figure 4 – *Amygdala*, Marco DONNARUMMA, 2018. (Photo prise par l'artiste.)

misant leurs actions en même temps que leur gestion énergétique. Et le calcul a un coût. Bien entendu, il est toujours possible d'imaginer déplacer ce calcul à distance, misant sur une communication non bruitée et une capacité de réactivité locale : cela également a un coût et présente beaucoup d'incertitudes permettant difficilement une réactivité assurée et en temps réel qui doit, de fait, se jouer en local.

Ici et maintenant, dans le vrai monde, celui des corps et des environnements physiques, la robotique nous remet les pieds sur terre et nous confronte à la complexité de notre monde que l'informatique pourrait avoir tendance à

oublier. C'est alors d'autres formes de technologies d'IA qui sont souvent convoquées, à l'instar de l'apprentissage par renforcement qui permet d'apprendre dans l'action et par l'action suivant un principe d'essais erreurs guidé par un système de récompense. En étant particulièrement situées (dans l'espace et dans le temps), ces formes d'IA présentent aussi un intérêt particulier : elles permettent de mettre en œuvre le processus d'apprentissage, c'est-à-dire de matérialiser celui-ci en train de s'effectuer et de tenter ainsi de lui donner forme¹¹. C'est là une recherche où les arts ont toute leur place et où ils pourraient contribuer à rendre sensibles ces

11. On pourrait par exemple mentionner l'œuvre *Amygdala* (2018), de Marco DONNARUMMA, un robot constitué d'une sorte de peau et d'un bras articulé muni d'une lame et conduit par une IA pour produire un rituel d'auto-scarification (cf. <https://marcodonnarumma.com/works/amygdala>).

12. C'est par exemple avec une telle approche que nous menons actuellement un projet intitulé « *Reshaping Real-time Digital Art Practices with Reinforcement Learning Technologies : A Reflexive and Ethnographic Research-Creation Study* » et coordonné par Sofian AUDRY à l'Université du Québec à Montréal avec le soutien du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH). C'est aussi préoccupés par ces questions de mise en forme de l'apprentissage que nous avons développé le projet artistique *Les Apprenants* avec une équipe pluridisciplinaire d'Orange Innovation et d'EnsadLab (le laboratoire de l'École des Arts Décoratifs, Paris), cf. <https://reflectiveinteraction.ensadlab.fr/les-apprenants>.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

processus complexes qui font le plus souvent figures de « boîtes noires »¹².

« En local » signifie aussi « à l'échelle du corps ». Et ce dernier peut disposer d'un calcul distribué, à travers lui, comme de capacités en propre, morphologiques. C'est ainsi qu'Alexandre PITTI et Rolf PFEIFER parlent d'intelligence du corps [8] ou que Cecilia LA-SCHI, parmi d'autres, traite de computation morphologique. Et Oliver BROCK d'enfoncer le clou en proclamant une « intelligence sans cerveau », qu'il démontre d'ailleurs fort bien en comparant la capacité d'une main robotisée constituée de matériaux rigides s'exécutant uniquement par contrôle informatisé, et la puissance d'une autre main robotisée pourvue de nombreuses parties souples qui s'adaptent matériellement au contact de l'objet fragile qu'elle est censée saisir [4]. Les matériaux peuvent, eux aussi, participer de l'intelligence des corps, en particulier les matériaux souples et plus encore ceux relevant des « smart materials », actifs et réactifs.

Dès lors, on peut parler d'intelligence naturelle, qui n'est pas nécessairement en opposition avec l'IA, mais nous rappelle qu'il y a bien d'autres modalités de penser la capacité d'agir et de raisonner, y compris de manières corporelle, sensorielle, émotionnelle et intuitive. Au-delà de l'humain, force est de constater que d'autres formes d'intelligence sont là, sous nos yeux, effectives et incroyablement optimisées : les systèmes vivants ne peuvent faire autrement pour exister. Réduire l'intelligence à la cognition humaine pour mieux la formaliser puis la résoudre par le calcul pourrait s'avérer être une nouvelle opération réductionniste problématique. Sans doute cette démarche permet-

elle de consolider le « nouvel été » de l'IA que nous vivons actuellement, mais, cette fois, celui-ci pourrait se voir concrétiser par des dépenses énergétiques disproportionnées participant du dérèglement climatique. À une tout autre échelle, il n'est pas certain que les gros systèmes de l'IA soient si intelligents. . .

Ce que la robotique nous contraint aussi à comprendre, par la force du monde tangible, résistant, c'est que l'on apprend de nos actions, en particulier de celles qui échouent, à la façon dont un enfant apprend à marcher. Suivant cet exemple concret, on doit aussi désapprendre pour réapprendre, c'est-à-dire essayer de comprendre ce qui nous semble naturellement acquis, le déconstruire pour pouvoir le reconstruire. Et aussi élémentaire que celle-ci puisse paraître, la marche est un excellent cas tant cette activité est complexe, en particulier dans nos environnements quotidiens. Au regard de cet exemple, on comprend bien l'intérêt d'opter pour des formes d'apprentissage situés, basées sur l'essais erreurs.

Fondamentalement située et incorporée, la robotique pourrait alors inverser le principe des IA génératives. Au risque de radicaliser un peu trop la question, celle-ci pourrait alors être : comment apprendre à partir de rien plutôt qu'à partir de tout ? C'est en effet à cet endroit que les questions d'émergence sont les plus vives et, avec elles, ce qui permet cette émergence. Qu'est-ce qui nous pousse à apprendre ? Qu'est-ce qui fait que l'on a envie de développer notre intelligence, pour pouvoir agir et penser dans le monde ? Ces questions, des chercheurs comme Pierre-Yves OUDEYER¹³ s'y confrontent, mais également des artistes, à commencer par Petra GEMEINBOECK qui

13. Pierre-Yves OUDEYER travaille de longue date sur la façon dont des agents artificiels peuvent apprendre et ont la motivation pour le faire. On peut retenir ici un exemple (que nous étudions actuellement en vue de mettre en œuvre ces développements dans un projet artistique) parmi d'autres, révélateurs d'une façon de concevoir une intelligence émergente : le prolongement des travaux de Bert CHAN (que ce dernier a menés à partir du jeu de la vie pour développer le logiciel de simulation de vie artificielle *Lenia*) avec le logiciel '*Flow Lenia*'. Celui-ci permet de combiner une approche émergente de simulation de vie artificielle (cf. <https://sites.google.com/view/flowlenia>)



Figure 5 – *Accomplice* à Artspace, Sydney, Petra GEMEINBOECK et Rob SAUNDERS, 2013.
Photo : Silversalt Photography.

travaille régulièrement avec Rob SAUNDERS, chercheur en IA, pour développer ensemble des travaux de recherche et création exemplaires¹⁴. En deçà de la volonté d'apprendre se trouve celle de vivre : qu'est-ce qui nous entraîne ainsi à vivre ? En psychanalyse, on parlerait de pulsion de vie, celle-ci étant indissociable de son corollaire, la pulsion de mort. Il n'est alors pas étonnant qu'un chercheur en sciences cognitives comme Antonio DAMASIO parle de « *feeling machines* » qui, pour tendre vers des formes d'intelligences incarnées, devraient être capables de ressentir leur fragilité, leur possible mise en péril [7] et, au-delà, d'accéder à une forme de conscience comme résistance à la mort. Ce chercheur accorde d'ailleurs une place de choix à l'émotion comme participant à forger la conscience. On pourrait alors parler d'intelligence émotionnelle, avec Lola CANAMERO¹⁵.

À la façon dont Raymond RUYER¹⁶ a déployé sa philosophie du vivant en reconnaissant des formes de conscience bien au-delà (en deçà, devrions-nous dire) de l'humain, il serait pertinent de considérer l'intelligence sous différentes formes. Cela pour pouvoir, non pas les opposer, mais les conjuguer, en prenant alors en compte des facteurs particulièrement qualitatifs qui échappent traditionnellement au monde de la raison et, encore plus, du calcul, comme les dimensions esthétiques, affectives, émotionnelle, plastiques, pour lesquels les différentes disciplines de la création artistique ont quelques expertises et sont forces de proposition. Reconnaître ces différentes formes d'intelligence bien au-delà et en deçà des humains, c'est aussi situer l'intelligence comme un facteur de coadaptation, considérant que l'adaptation est nécessaire et jamais acquise, car prise dans des systèmes dynamiques complexes et in-

14. Voir à ce titre leur installation *Accomplice*, 2013-2014, qui met en œuvre, derrière la cloison de l'espace d'exposition, une série de robots munis de caméras et tapant pour percer la cloison en question afin de regarder à travers, ce qu'ils font régulièrement, en même temps que le public qui cherche à les regarder également à travers les trous produits par les robots. Voir aussi [11].

15. Voir <http://emotion-modeling.info> par exemple.

16. R. RUYER est un philosophe français de première importance, un peu trop oublié, qui aura aussi été l'un des premiers critiques de la cybernétique. Voir par exemple [9] ou encore, en lien direct avec nos réflexions [10].



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

certain : nos milieux de vie. À l'inverse de tout réductionnisme rassurant, il s'agit bien de travailler avec et, s'il le faut, contre les technologies de l'IA, pour composer avec ces différentes modes d'intelligence. Des disciplines relativement indisciplinées et même, « adisciplinées », comme celles relevant de la création, sont en mesure de composer entre différents mondes. Les artistes, agents doubles, peuvent aider à coopérer avec d'autres forces, d'autres agentivités, d'autres sensibilités, favorisant ainsi une approche écologique de l'intelligence.

Références

- [1] Samuel Bianchini : La compilation : un acte d'auteur? *Nov'art*, 20:20–22, septembre 1996.
- [2] Samuel Bianchini : La performance quand faire, c'est dire. In Jean-Paul Fourmentraux, éditeur : *L'Ère post-média. Arts, Humanités digitales et Cultures numériques*, pages 137–162. Éditions Hermann, Paris, janvier 2012.
- [3] Renée Bourassa et Louise Poissant, éditeurs. *Avatars, personnages et acteurs virtuels*. Presse de l'Université du Québec, 2013.
- [4] Oliver Brock : Intelligence without a brain - soft robotics. In *Online lecture series "Talking Matters"*. Cluster of excellence "Matters of Activity", Berlin, novembre 2021.
- [5] Gilles Deleuze : *L'Image-mouvement*, volume Cinéma 1. Les Éditions de Minuit, Paris, 1983.
- [6] François Levin et Étienne Ollion, éditeurs. *Ce qui échappe à l'intelligence artificielle*. Hermann, Paris, 2024.
- [7] Kingson Man et Antonio Damasio : Homeostasis and soft robotics in the design of feeling machines. *Nature Machine Intelligence*, 1(10):446–452, octobre 2019.
- [8] Rolf Pfeifer et Alexandre Pitti : *La Révolution de l'intelligence du corps*. Manuella Éditions, Paris, 2012.
- [9] Raymond Ruyer : *La cybernétique et l'origine de l'information*. Éditions Flammarion, Paris, 1954.
- [10] Raymond Ruyer : *Paradoxes de la conscience et limites de l'automatisme*. Collection « Les savants et le monde ». Éditions Albin Michel, Paris, 1966.
- [11] Rob Saunders et Petra Gemeinboeck : Creative ai, embodiment, and performance. In Craig Vear et Fabrizio Poltronieri, éditeurs : *The Language of Creative AI : Practices, Aesthetics and Structures*, pages 191–206. Springer International Publishing, Cham, 2022.

Samuel BIANCHINI est artiste et enseignant-chercheur (habilité à diriger des recherches) en art et en design à l'École nationale supérieure des Arts Décoratifs (EnsAD) - Université Paris Sciences et Lettres (PSL). Il y dirige le groupe de recherche *Reflective Interaction* d'EnsadLab (laboratoire de l'EnsAD) sur les dispositifs interactifs et y a été également co-responsable, de 2017 à 2023, de la Chaire arts et sciences mise en place avec l'École polytechnique et la Fondation Daniel et Nina Carasso. En relation étroite avec sa pratique artistique, Samuel BIANCHINI a entrepris un travail théorique qui donne lieu à de fréquentes publications chez des éditeurs comme les Éditions du Centre Pompidou, MIT Press, Hermes, Les presses du réel, Springer, Birkhauser, etc.

Site web personnel : www.dispotheque.org.



■ L'intention architecturale au prisme de l'intelligence artificielle

Antoine PICON

Par

École nationale des Ponts et Chaussées
Harvard Graduate School of Design
antoine.picon@enpc.fr
apicon@gsd.harvard.edu

Jusqu'à récemment, l'application de l'intelligence artificielle à l'architecture faisait figure de perspective relativement lointaine. Certes, le projet d'associer véritablement l'ordinateur à la conception architecturale en en faisant un partenaire à part entière de l'architecte avait présidé aux premières recherches qui allaient donner naissance à l'architecture numérique. Emmené par Nicholas NEGROPONTE, l'*Architecture Machine Group* du *Massachusetts Institute of Technology* s'était par exemple assigné cet objectif dans les années 1960. Mais ces tentatives n'avaient débouché sur rien de concret. Les expérimentations menées dans les années 1980 sur les systèmes experts et leur possible usage en architecture n'avaient pas été davantage couronnées de succès, et lorsque les ordinateurs avaient envahi les agences au début des années 2000 ils avaient été utilisés pour dessiner, dans le meilleur des cas pour gérer la cohérence géométrique et technique des projets, plutôt que comme des partenaires à part entière des concepteurs humains¹⁷.

Bien que la situation ait commencé à évoluer au plan de la recherche dès les années 2010 avec la mobilisation des techniques de *deep learning*, le vrai coup de tonnerre est survenu avec l'apparition au début de la décennie suivante de programmes d'intelligence artificielle générative comme DALL-E ou Midjourney capables de produire des images architecturales, urbaines et paysagères à partir de requêtes textuelles. Le monde de l'architecture

s'est retrouvé depuis dans une curieuse situation. D'un côté, contrastant avec l'efficacité démontrée de l'intelligence artificielle dans la production de textes, son application à l'architecture demeure encore limitée à des images en deux dimensions souvent troublantes, mais qui ne constituent en aucune façon des propositions spatiales cohérentes. D'un autre côté, nombreux sont ceux qui s'attendent à ce que ces limites soient bientôt dépassées et que les machines soient en mesure de concevoir des projets, brisant ainsi le monopole des humains [5].

Depuis deux-trois ans, l'intelligence artificielle est ainsi devenue un sujet abondamment débattu des écoles aux agences d'architecture, même si elle ne sert guère pour l'instant qu'à délier l'imagination. Dans un tel contexte, la question de savoir ce que pourront accomplir à terme les machines se voit fréquemment débattue. Nous voudrions lui substituer ici une autre interrogation. En supposant que les prédictions de développement de l'intelligence artificielle se révèlent exactes, quelles conclusions est-il possible d'en tirer concernant le difficile problème de ce que constitue une intention à proprement parler architecturale ? En d'autres termes, que nous dit l'intelligence artificielle concernant la façon dont l'intelligence humaine s'applique à l'architecture ? Il s'agit de renouer avec un questionnement qu'avait esquissé le philosophe Denis DIDEROT au travers de l'entreprise de description systématique des arts et métiers qu'il avait supervisée pour l'*Encyclopédie* : en

17. Sur les « hivers » successifs de l'intelligence artificielle en architecture, voir par exemple [2].



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

quoi l'intelligence humaine fonctionne-t-elle à la façon d'une machine, en quoi demeure-t-elle différente d'une mécanique s'appliquant à la résolution de problèmes ? [14]

De la création à l'intention architecturale

Lorsqu'ils cherchent à évaluer les effets de l'intelligence artificielle, les théoriciens et critiques d'architecture se focalisent fréquemment sur la dimension créative de l'architecture ainsi que sur la menace que ferait planer sur elle le recours à des machines capables de concevoir des espaces et des bâtiments à la place des humains. Ils oublient ce faisant que la conception architecturale est rarement le fait d'un individu isolé, qu'elle possède un caractère la plupart du temps collectif. Les notions traditionnelles de création et de paternité artistique tendent du même coup à s'estomper au profit de la reconnaissance de l'agentivité de collectifs plus ou moins étendus. Parmi les générations d'architectes qui accèdent aujourd'hui à la commande, générations de plus en plus critiques à l'égard du modèle de l'architecte artiste ou de l'architecte star surinvesti ces dernières décennies par les institutions de l'architecture et les commanditaires de bâtiments de prestige, cette dimension collective se voit volontiers reconnue. Une telle situation explique le succès rencontré par les approches comme la théorie de l'acteur-réseau de Bruno LATOUR qui mettent en scène des interactions multiples entre humains et non-humains, architectes, ingénieurs, entrepreneurs, mais aussi matériaux, règles techniques et standards, contraintes géologiques et climatiques, déterminations économiques et enjeux politiques qui conduisent à interpréter le projet comme une trajectoire plutôt que comme un œuvre au sens classique du terme [17]. Dans un tel contexte, accorder une place beaucoup plus importante que par le passé

à des machines devenues intelligentes ne fait qu'élargir le cercle des acteurs en présence. Cette perspective bouscule un certain romantisme de la création architecturale, mais elle ne transforme pas forcément sa nature profonde.

S'imaginer des machines capables de conduire un projet de manière autonome, même si c'est au sein d'un réseau complexe d'acteurs à la fois humains et non-humains, conduit à revanche à soulever une question plus délicate, celle de l'objectif à atteindre ou encore de l'intention. En quoi un projet conçu par une machine peut-il faire preuve d'une intention de nature architecturale ? L'utilisation du mot intention n'est évidemment pas neutre. Il suggère un lien avec la définition même de l'intelligence. De manière révélatrice, l'essor de l'intelligence artificielle s'est accompagné d'une utilisation de plus en plus fréquente de l'expression « intelligence architecturale », en relation étroite avec la question de l'intention en architecture. Elle a été employée comme titre par l'historienne du numérique Molly WRIGHT STEENSON pour étude de 2017 sur les premiers développements du numérique en architecture. Elle a été reprise par le chercheur Immanuel KOH [16, 8].

Il y a deux manières d'aborder les objectifs que l'architecture s'assigne. La première consiste à considérer que le but de l'architecture est de résoudre des problèmes définis précisément. Après avoir évoqué la célèbre analogie de LE CORBUSIER entre la maison et la machine, Immanuel KOH (*op. cit.*) emprunte cette voie en affirmant que « l'intelligence architecturale est l'activité consacrée à la conception d'environnements intelligents, et l'intelligence architecturale est aussi la qualité qui permet à un environnement de fonctionner efficacement et avec prévoyance afin de satisfaire les besoins d'un ou plusieurs occupants. » Suivant cette perspective, les promesses de l'intelligence artificielle sont évidentes, de la conception à la réalisation, de l'évaluation de



l'énergie grise d'un projet à la rationalisation de sa construction.

Lorsqu'il évoque LE CORBUSIER, I. KOH oublie toutefois que ce dernier avait rapidement amendé sa position en précisant que l'architecture, aussi fonctionnelle soit-elle, demeurerait fondamentalement une affaire d'émotion. Son grand rival à la tête du mouvement moderne, Walter GROPIUS, empruntait une voie similaire lorsqu'il déclarait dans son livre de 1936, *The New Architecture and the Bauhaus*, que l'architecture devait mobiliser les sciences et les techniques les plus récentes, mais que la satisfaction émotionnelle et esthétique restait primordiale [7, p. 7 et 20].

Il est possible d'aller encore plus loin dans la compréhension de ce que recouvre une intention architecturale en la rapportant à l'ambition de concevoir des environnements suggérant que ce que les humains pensent et font est important. Pour l'humaniste italien Daniele BARBARO, l'un des protecteurs d'Andrea PALLADIO, la mission essentielle de l'architecture consistait à instaurer un espace spécifiquement humain, distinct du domaine de la nature comme du ciel où régnaient les dieux [1]. En contrepoint de l'infinité de la nature et de celle du divin, l'architecture se proposait de créer un environnement limité où les hommes constituaient la mesure de ce qui les entourait. L'émotion et l'esthétique sont présentes dans un tel projet, mais celui-ci va beaucoup plus loin. Il se pare d'une dimension à proprement parler existentielle.

Une autre façon d'appréhender ce cœur de l'intention architecturale est de considérer que l'architecture est comparable à un théâtre. Même vide, le théâtre est organisé de telle sorte que les mots prononcés sur la scène prennent une importance particulière. L'architecture met en scène des pensées et surtout des actions humaines. Elle ne présente pas nécessairement en elle-même une signification, à la façon d'un

mot dans un dictionnaire. Elle suggère plutôt que les actions humaines ont un sens et elle les oriente dans certaines directions. C'est au travers de cette orientation le plus souvent discrète que l'architecture se révèle politique ; elle met en scène plus encore qu'elle contraint.

Cette caractérisation de l'intention architecturale entretient une relation avec le symbolique, à condition d'entendre ce dernier de manière beaucoup plus large que le simple usage d'ornements et de dispositifs allégoriques. Le symbolique doit être plutôt abordé en relation avec notre forme d'intelligence, une intelligence incarnée à la différence de celle des machines. Pour comprendre cela, on peut se référer à la célèbre réflexion d'Adolf LOOS sur le pouvoir évocateur de certaines formes géométriques : « Si nous trouvons dans la forêt un tertre, six pieds de long et trois pieds de large, érigé à la pelle en forme de pyramide, nous sommes saisis de gravité et quelque chose dit en nous : il y a quelqu'un d'enterré ici. C'est de l'architecture. » [9].

Il se peut qu'aucun corps ne soit réellement enterré sous le tertre qu'évoque A. LOOS, mais peu importe. Bien que leur forme générale fasse irrésistiblement penser à des tombes alignées, personne ne repose non plus sous les parallélépipèdes de béton du Mémorial aux juifs assassinés d'Europe de l'architecte américain Peter EISENMAN. Cette absence renforce en réalité le sentiment qu'a le visiteur de se trouver en face d'un monument investi d'une forte signification.

Deux leçons peuvent être tirées de l'apologue de A. LOOS. La première est que le symbolique fonctionne comme une évocation qui présuppose une certaine forme d'absence. La possibilité d'un tombeau renvoie au sentiment de perte déclenché par l'architecture. Le temple, souvent invoqué comme origine plausible de l'architecture dans la tradition occidentale, est également lié à l'absence, ou plutôt à



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

la prise de conscience de l'éloignement du divin, éloignement que les espaces et les rituels religieux sont précisément censés contrebalancer. Pourquoi construire des temples s'ils n'étaient pas destinés à servir d'antidote à cet éloignement fondamental ? Tout en étant hyper présente du fait de sa massivité, l'architecture a toujours à voir avec le sentiment obsédant que quelqu'un ou quelque chose manque, quelqu'un ou quelque chose que le but de l'architecture, en tant que création intentionnelle, est précisément de rappeler. C'est d'ailleurs le sens premier du monument : rappeler ce qui est passé et a été perdu [3].

L'apologue de A. LOOS suggère également que le pouvoir évocateur de l'architecture, sa capacité à déclencher un sentiment de perte, et plus généralement de disparition de quelqu'un ou de quelque chose, d'un lieu, ou encore d'une époque, est inséparable d'une certaine commensurabilité avec le corps humain. La précision « six pieds de long et trois pieds de large » n'a d'autre but que de nous rappeler cet aspect important du symbolique en architecture. C'est pourquoi l'échelle, définie avec une latitude variable selon les contextes, a toujours représenté une dimension fondamentale de l'architecture.

Plus généralement, notons au passage que les effets de sens sont tributaires du caractère incarné de l'intelligence humaine. Ils font leur apparition au sein de cette zone ambiguë qui permet de passer du sensoriel à l'affectif, et de l'affectif au conceptuel. Une telle transition permet aux objets d'acquérir une résonance qui va bien au-delà de leur simple présence physique. La possibilité de passer presque sans transition des sensations aux idées par le biais des affects explique que l'ornement fasse appel aux sens tout en relevant de la connaissance, une connaissance dont le contenu exact n'est jamais entièrement révélé, mais suggéré, laissé à entendre [12].

En conservant ces remarques à l'esprit, il est alors permis de se demander quel type d'intention se trouve à l'œuvre dans l'intérêt croissant porté à l'utilisation de l'intelligence artificielle en architecture ? Là encore, il ne peut s'agir uniquement d'améliorer la qualité de la réponse aux différentes contraintes qu'un bâtiment doit respecter. À cet égard, il n'est pas inutile de rappeler, après le sociologue du travail Pierre NAVILLE, que l'automatisation n'obéit pas à des finalités exclusivement rationnelles mais qu'elle « a à voir avec l'enchantement, avec notre volonté de puissance, et bien d'autres pulsions qui nous animent, à partir de notre inconscient. » [11].

Les réponses à une telle question sont bien sûr multiples. Ce qui est cependant commun à la plupart d'entre elles, c'est l'enchantement, pour reprendre le terme employé par P. NAVILLE, l'enchantement de se mouvoir sur la crête excitante et dangereuse qui est censée séparer l'humain et la machine, une crête qui pourrait bien être en réalité une surface de contact et peut-être de brouillage et de fusion. Que nous le voulions ou non, la perspective post-humaine n'est jamais éloignée de notre excitation face au caractère à la fois familier et étrange de ce que les machines peuvent accomplir.

À la suite de D. DIDEROT, cherchons-nous finalement à nous comprendre nous-mêmes, à cerner la part non humaine de ce que signifie être humain, lorsque nous déployons tant d'efforts afin de substituer des machines à des hommes et des femmes pour certaines tâches ? Ou bien essayons-nous à l'inverse, dans cette nouvelle ère de la machine, d'identifier ce qui dans l'esprit humain se révèle irréductible aux opérations mécaniques ? Les deux sont probablement en jeu dans notre fascination actuelle pour l'intelligence artificielle. L'identification de cette double tendance laisse néanmoins sans réponse la question dont nous sommes par-



tis. Quelle peut être l'intention véhiculée par une architecture produite par une machine ? S'agit-il d'une nouvelle façon d'interroger ce qui compte ou, plus radicalement encore, ce qui fait sens pour le mélange d'humain et de non humain que nous sommes ?

Dites-moi ce qui a du sens pour vous, et je vous dirai qui vous êtes. À travers la question de la pertinence humaine, ou du sens humain, il existe un lien fort entre l'architecture et la constitution de la subjectivité humaine, un lien qui se déploie dans deux directions, l'architecture contribuant à modeler la subjectivité et réciproquement. Un tel lien renvoie au processus de détermination mutuelle ou de coproduction de l'expérience de la matière et de la compréhension de ce que nous sommes que nous avons proposé de désigner par le terme de matérialité. Dans le livre que nous avons consacré à cette question, nous insistons sur le rôle joué par l'architecture pour nous aider à approcher ce que nous sommes, même si ce n'est pas nécessairement de manière consciente [13]. Allant plus loin, du moins en apparence, les auteurs d'un essai intitulé « *Are We Humans?* », les théoriciens et historiens de l'architecture, Beatriz COLOMINA et Mark WIGLEY affirment que « le design se présente toujours comme étant au service de l'humain, mais sa véritable ambition est de redessiner l'humain. » [4, p. 9]. La déclaration est séduisante. Elle est sans doute vraie à un niveau très général, si l'on considère que le design au sens donné par la langue anglaise à ce terme englobe tous les artefacts et systèmes que nous concevons et construisons, en d'autres termes qu'il recouvre la presque totalité des arts et des techniques. Mais est-ce si vrai, et si radical, lorsqu'on l'applique spécifiquement à l'architecture ? Pour cette dernière, contribuer à la constitution ou à l'émergence de la subjectivité peut en fait présenter des conséquences bien plus profondes que cette prétendue refonte de l'humain. Dans « La Ma-

térialité de l'Architecture », nous avons cherché à relier cette contribution à l'émergence de la subjectivité à un autre aspect fondamental de l'expérience humaine. Aider à définir l'humain au lieu de le redessiner avec force est lié au pouvoir le plus formidable de l'architecture, un pouvoir qui la rend unique parmi le large éventail d'arts et de techniques convoqués par B. COLOMINA et M. WIGLEY dans « *Are We Humans?* », celui de l'habitation. L'habitation ne se contente pas de chuchoter à nos oreilles et à celles des autres quelque chose sur ce que nous sommes en tant qu'êtres humains ; elle contribue au sentiment que ce que nous pensons, disons et faisons, possède une pertinence ou encore un sens. L'architecture peut, à certains moments de son évolution, nourrir l'ambition de redessiner l'humain — l'eugénisme a ainsi séduit certains ténors de la modernité architecturale —, la plupart du temps, elle lui permet d'habiter, impliquant ainsi que son existence a de l'importance. Une telle contribution n'a jamais été aussi nécessaire qu'à une époque marquée par la crise des modes traditionnels de représentation politique. Ce n'est certainement pas un hasard si cette crise correspond à une déstabilisation des modes traditionnels de vivre et d'habiter.

Habiter, c'est être présent, mais cette présence est inséparable de la sensation que quelque un ou quelque chose d'invisible, ou plutôt sa trace, opère comme générateur de la signification de l'expérience concrète de l'architecture, l'espace, le sol, les murs et les plafonds, le grain et la texture des matériaux, les propriétés acoustiques, sans oublier bien sûr la lumière. En termes plus simples, une maison est toujours hantée. C'est ce caractère hanté qui la rend véritablement habitable. L'expression latine *genius loci*, qui désignait l'esprit invisible ou la divinité tutélaire d'un lieu, est devenue synonyme de la qualité qui permet aux lieux et aux bâtiments d'être habités.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Dans cette perspective, les explorations actuelles de ce que l'IA fait à l'architecture, la fascination exercée par ce que Matias DEL CAMPO et Neil LEACH qualifient de capacité à « défamiliariser » et « halluciner », dans un article paru dans la revue « *Architectural Design* », peuvent avoir à voir, en fin de compte, avec l'intention d'explorer ce que signifie habiter à l'ère des machines intelligentes et de sujets potentiellement post-humains [6, p. 6-13]. Ce n'est peut-être pas une coïncidence si des films hollywoodiens comme *Her* ou *Ex Machina* confèrent à l'intelligence artificielle un caractère obsédant. Une maison est toujours hantée, une maison intelligente va encore plus loin dans cette voie.

Tout au long de ce chapitre, nous avons délibérément privilégié les scénarios dans lesquels l'intelligence transformera radicalement la pratique de l'architecture au lieu de l'infléchir de manière marginale. Afin de poursuivre la discussion sur ce que l'intention en architecture peut signifier en relation avec la diffusion de l'intelligence artificielle, livrons-nous à quelques expériences de pensée. Après tout, malgré les réalisations spectaculaires de programmes comme ChatGPT, nous sommes encore si loin de formes d'intelligence artificielle généralistes, si bien que la fiction constitue l'un des seuls moyens d'explorer ce qu'elle pourrait impliquer un jour. Commençons par avancer rapidement dans le temps et imaginons une époque où les machines seront suffisamment intelligentes pour produire entièrement par elles-mêmes des plans, des façades et des coupes convaincants, en suivant ou non des directives stylistiques. Que ces machines aient acquis une forme de conscience ou non n'a pas vraiment d'importance. Supposons simplement que l'homme ne soit plus nécessaire pour faire des choix cruciaux. Les machines de cette époque encore à venir seront suffisamment expertes pour pouvoir se passer de leur avis.

Après l'« architecture sans architectes » de Bernard RUDOFISKY, nous observerions le développement d'une architecture sans humains impliqués dans sa conception [15]. Une telle production architecturale serait-elle encore porteuse d'intentions au sens humain du terme, ou serait-elle le résultat d'un processus d'optimisation purement mécanique ?

La position pessimiste consisterait à répondre par la négative. Les humains vivraient dans des environnements qui pourraient être extrêmement bien adaptés à leurs besoins, de la même manière que les environnements artificiels conçus par les humains et imposés aux animaux dans les zoos sont adaptés aux besoins de ces derniers. Pensons par exemple à la célèbre piscine pour pingouins du zoo de Londres, conçue par Berthold LUBETKIN et le groupe Tecton. À l'avenir, les humains pourraient se retrouver dans une situation similaire à celle des oiseaux du London Zoo. Cela renverrait en fait à la définition appauvrie de l'intention en tant qu'optimisation de l'environnement invoquée par Immanuel KOH.

Si l'on souhaite se montrer plus optimiste, on peut faire observer que les intentions humaines seraient toujours présentes dans les ensembles de données auxquels les machines chargées de la conception auraient été exposées au cours de leur apprentissage, ainsi que dans certaines des règles qu'elles seraient obligées de suivre. L'humain deviendrait alors littéralement le fantôme dans la machine, une présence obsédante derrière les algorithmes, alors que jusqu'à présent ce sont plutôt les algorithmes qui nous hantent. Une chose est sûre, avec ce genre de spéculation, ressurgit la question de la paternité artistique. En effet, qui serait le véritable auteur, les machines ou leurs formateurs ?

Mais comment, même dans ce cas, l'architecture serait-elle encore capable d'évoluer ? L'architecture constitue l'un des moyens fon-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

damentaux que l'humain a trouvés pour donner un sens à sa propre histoire, ainsi qu'en témoigne le rôle joué par les monuments qu'elle produit dans tant de sociétés différentes. N'en déplaise à Victor HUGO et à sa célèbre évocation du remplacement des monuments par des volumes imprimés comme moyen privilégié pour les humains de communiquer entre eux et de laisser un héritage d'expériences, de pensées et de croyances, le livre n'a jamais vraiment tué le bâtiment. La matérialité de ce dernier lui permet de transmettre des expériences et des significations irréductibles au langage. La contribution de l'architecture à l'histoire de l'humanité est unique et irremplaçable. L'intention architecturale n'est jamais entièrement séparée de la nécessité pour le concepteur de s'insérer dans cette vaste histoire ou plutôt dans la manière dont l'évolution architecturale la reflète, qu'il accepte ou rejette certains épisodes clés de ces histoires entrelacées. Même le rêve moderniste de la tabula rasa doit quelque chose à des considérations historiques. Pouvons-nous déléguer aux machines la tâche de conserver notre propre histoire à travers l'évolution de la discipline architecturale ? C'est loin d'être certain.

Terminons par une deuxième expérience de pensée, peut-être un peu plus provocatrice. À l'ère des machines perfectionnées, parfaitement autonomes et capables de produire une bonne architecture, du moins si l'on considère que bonne signifie suivre les précédents architecturaux reçus, respecter les principes de composition établis et répondre aux contraintes de manière satisfaisante, la presque totalité de l'environnement bâti pourrait enfin être régie par la discipline architecturale. Comment ne pas penser à cet égard à la planète Coruscant totalement construite, siège des régimes républicains et impériaux dans Star Wars, où l'architecture, malgré son caractère grandiose, semble en définitive comparable à une série de

protubérances comme celles qui texturent une peau d'orange. La terre pourrait enfin devenir cette œuvre totale de planification et d'architecture dont les concepteurs rêvent au moins depuis la Renaissance, un rêve dont la version moderniste a été fustigée comme une illusion nuisible par Manfredo TAFURI dans *Projet et utopie*, mais qui néanmoins demeurerait sur la liste des souhaits de la profession de concepteur contemporain [10]. Cet environnement planétaire parfait ne signerait-il pas la mort de l'architecture en tant que pratique porteuse de différenciation ? Sur une planète totalement bien conçue, aucune différence significative ne pourrait jamais être faite, aucun bâtiment ne pourrait être vraiment monumental, et les fantômes censés hanter l'architecture et la rendre habitable s'épuiseraient devant la multiplicité des lieux qui requièrent leur présence.

Contrairement à la plainte quelque peu rituelle des architectes sur les limites du recours à leur compétence, plainte entendue de VITRUVÉ à nos jours, l'architecture se nourrit du fait que ses rêves et ses projets globaux restent toujours inachevés. Nous ne vivons pas seulement dans des temps historiques. Nous vivons dans les ruines accumulées de tous les mondes parfaits que les planificateurs et les architectes du passé n'ont pas réussi à réaliser. Ils nous ont laissé des témoignages de leurs grands projets qui nous permettent de nous remettre à rêver. Nos territoires et nos villes sont probablement plus intéressants en tant que superpositions de traces de ces mondes avortés, en tant que palimpsestes, que comme le résultat de l'écriture d'une seule période et d'un seul groupe de concepteurs. L'intention véritable en architecture apparaît toujours comme une promesse non tenue. Il se pourrait que cette forme ultime d'absence demeure encore un certain temps inaccessible aux machines.



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Références

- [1] Pierre Caye : *Empire et décor. L'Architecture et la question de la technique à l'âge humaniste et classique*. Philologie et Mercure. Vrin, Paris, 1999.
- [2] Stanislas Chaillou : *Artificial Intelligence and Architecture : From Research to Practice*. Birkhäuser, Bâle, Berlin, Boston, 2022.
- [3] Françoise Choay : *L'allégorie du patrimoine*. Le Seuil, Paris, 1992.
- [4] Beatriz Colomina et Mark Wigley : *Are we humans?, notes on an archæology of design*. Lars Müller Publishers, Zurich, 2016.
- [5] Matias del Campo, éditeur. *Artificial Intelligence in Architecture*, volume 94 de *Architectural Design*. John Wiley & Sons Inc, 2024.
- [6] Matias del Campo et Neil Leach : Can machines hallucinate architecture? ai as design method. *Architectural Design. Special Issue : Machine Hallucinations : Architecture and Artificial Intelligence*, 92(3): 6–13, 2022.
- [7] Walter Gropius : *The New Architecture and the Bauhaus*. Museum of Modern Art, New-York, London, 1st édition, 1936.
- [8] Immanuel Koh : *Artificial & Architectural Intelligence in Design*, volume 1 de *Inform / Reform*. Architecture and Sustainable Design, Singapore University of Technology and Design, 2020.
- [9] Adolf Loos : *Ornement et crime : et autres textes*, chapitre Architecture, page 116. Rivages, Paris, 2003.
- [10] Tafuri Manfredo : *Projet et utopie : de l'Avant-garde à la Métropole*. Espace et architecture. Dunod, Paris, 1979. Traduction française de Bari, 1973.
- [11] Pierre Naville : *Vers l'automatisme social? Problèmes du travail et de l'automation*. Gallimard, Paris, 1963.
- [12] Antoine Picon : *Ornament. The Politics of Architecture and Subjectivity*. Wiley, Chichester, 2013.
- [13] Antoine Picon : *La Matérialité de l'architecture*. Architectures. Parenthèses, Marseille, 2018.
- [14] Jacques Proust : L'article « Bas » de Diderot. In M.ichèle Duchet et M.ichèle Jalley, éditeur : *Langues et langages de Leibniz à l'Encyclopédie*, collection 10/18, pages 245–278. U.G.E., Paris, 1977.
- [15] Paul Rudofsky : *Architecture without architects : A Short Introduction to Non-Pedigreed Architecture*. Museum of Modern Art, Doubleday, New York, 1964.
- [16] Molly Wright Steenson : *Architectural Intelligence : How Designers and Architects Created the Digital Landscape*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Londres, décembre 2017.
- [17] Albená Yaneva : *Latour for Architects*, volume 18 de *Thinkers for Architects*. Routledge, Londres, New York, 1st édition, 2022.

Antoine PICON est directeur de recherches à l'École nationale des Ponts et Chaussées et professeur à la Harvard Graduate School of Design. Il est également président de la Fondation Le Corbusier et membre de l'Académie des Technologies. Il a publié de nombreux articles et ouvrages sur l'histoire des ingénieurs, sur l'histoire des utopies et sur l'histoire de l'architecture et de la ville. À l'articulation de ces différents centres d'intérêt, ses derniers livres sont centrés sur l'impact de la révolution numérique sur l'architecture et la ville, ainsi que sur les relations entre ville, nature et technologie. Dernier ouvrage paru :



Afia
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

« Natures urbaines – Une histoire technique et sociale 1600-2030 », Éditions du Pavillon de l'Arsenal, Paris, 2024.



■ Quand l'IA rencontre l'architecture

LRA
École Nationale Supérieure d'Architecture
de Toulouse
<https://lra.toulouse.archi.fr/lra>

Lucie ADDÉ

lucie.adde@toulouse.archi.fr

Serge FARAUT

serge.faraut@toulouse.archi.fr

Jean-Pierre GOULETTE

jean-pierre.goulette@toulouse.archi.fr

Sandra MARQUES

sandra.marques@toulouse.archi.fr

Andrea URLBERGER

andrea.urlberger@toulouse.archi.fr

Introduction

L'unité interdisciplinaire [Laboratoire de Recherche en Architecture](#) (LRA) regroupe les activités scientifiques de l'[École Nationale Supérieure d'Architecture](#) (ENSA) de Toulouse, et entretient des relations étroites avec l'offre pédagogique des séminaires de master de 4^{ème} année (Master 1). Labélisée unité de recherche par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, le LRA est équipé d'accueil de 2 écoles doctorales de l'Université de Toulouse, et s'attache à questionner les processus de projet architectural, urbain et paysager, notamment leurs modalités cognitives et méthodologiques où président les recours à des références, des modèles, des techniques, des enseignements heuristiques. Les auteurs de cet article, membres du LRA, partent de trois constats.

Premier constat. Historiquement, l'architecte a toujours utilisé des outils pour instrumenter ses activités. Néanmoins, depuis le milieu des années soixante-dix le débat théorique et critique qui traverse le monde de l'architecture a fait une place importante au rôle qu'y jouent les technologies numériques. Les po-

sitions à cet égard sont multiples et parfois opposées : les uns voient dans le numérique une ouverture en matière de représentation, de conception, de constructibilité et de phénoménologie ; tandis que les autres voient le renforcement d'une dépendance à la technologie, un appauvrissement du langage architectural voire de la pensée y afférant. Les usages (potentiels ou effectifs) de l'intelligence artificielle (IA) dans la création architecturale n'échappent évidemment pas à ce débat [2, 9, 12].

Deuxième constat. Les activités de création dans le domaine de l'architecture sont un objet de connaissance complexe. L'activité de programmation et de conception, l'acte de construire, l'accompagnement de la vie du bâtiment, voire sa déconstruction ou réhabilitation sont autant de phases impliquant divers acteurs où les pratiques sont en perpétuelle évolution. Les pratiques collaboratives et la représentation du projet, présentes à toutes ces phases, peuvent être considérées dans leur aspect transversal. L'arrivée de méthodes et outils innovants fondés sur des technologies numériques dans le monde de l'architecture pose donc la question des usages et des utilisateurs : qui utilise quoi, quand et pour quoi faire ? Dans



la phase de conception, au-delà des axes transversaux déjà mentionnés, des activités telles que l'analyse de site, de territoire, la captation de l'existant, la recherche de formes et d'inspiration ou les simulations et recherches d'optimisation diverses (énergétique par exemple) sont le creuset d'évolutions technologiques majeures.

Troisième constat. Toute technologie étant le fruit d'une expression de la volonté humaine, la médiation instrumentale numérique en architecture n'est pas neutre. Elle recouvre une acception large de champs très variés, allant de la sphère purement technique à des facteurs cognitifs, sociologiques, psychologiques (liste non exhaustive). En intégrant de plus en plus une sorte d'hybridation de langages (conceptuel et informatique), les architectes, en situation de conception individuelle ou collective, interpellent les codes paradigmatiques qui, depuis la Renaissance, permettent de concevoir, manipuler et de communiquer un objet architectural en projet ou existant [14]. En effet, cette hybridation de langages dévoile de nouvelles médiations épistémiques, pragmatiques, heuristiques, collaboratives entre l'image et le langage, entre le visible et l'intelligible [10]. Dans ce contexte, au-delà de « supports » pour les activités des architectes, la médiation instrumentale numérique participe à « informer » littéralement et métaphoriquement ces activités.

Notre article s'articule comme suit : la première partie est dédiée à la présentation d'une des premières recherches menées au LRA concernant l'IA symbolique, notamment la question du vocabulaire de l'architecture comme moyen d'accès à l'univers mental de l'architecte. Il s'agit là de remonter quelque peu dans l'histoire de l'IA et dans celle de nos recherches : la mise au point d'une sorte d'ontologie où les éléments de connaissance, disponibles textuellement, sont analysés et décor-

tiqués afin de les inculquer à un logiciel capable d'en faire usage pour replacer l'utilisateur dans un contexte qui « comprend » son vocabulaire et ses modes de raisonnement (on est donc dans une approche cognitive qui cherche à préciser et formaliser la connaissance, une approche sensiblement différente de l'apprentissage automatique). La deuxième, porte sur une activité pédagogique menée à l'ENSA Toulouse avec un groupe d'étudiants en Master 1 sur les effets de l'IA générative sur l'architecture et ses images. La troisième partie place la focale sur les potentiels et verrous de l'IA générative dans le domaine de l'architecture, et la place de plus en plus prépondérante que l'IA occupe dans le scénario scientifique et pédagogique en architecture.

Le vocabulaire de l'architecture comme moyen d'accès à l'univers mental de l'architecte

Nous présentons une recherche menée dans les années 90 en collaboration entre le Laboratoire d'Informatique Appliquée à l'Architecture (Li2a, à l'époque un des groupes de recherche de l'ENSA Toulouse dont la fusion a donné le LRA) et l'[Institut de Recherche en Informatique de Toulouse](#) (IRIT), concernant l'IA symbolique (nous reprenons ici partiellement un article coécrit avec Mario BORILLO [6]). Dans l'immense champ d'investigation concernant l'intrusion du numérique dans la conception architecturale, le fil conducteur que nous avons suivi pour pénétrer dans l'univers mental du créateur est celui du langage. Une telle formalisation (en logique du premier ordre) de la signification des termes du langage ouvre la perspective d'une représentation de certains des processus cognitifs mis en œuvre dans la conception. Même si cette représentation abstraite est dotée des propriétés qui la rendent apte au calcul logique, il est important de noter que notre objectif n'est pas de mécaniser



la conception architecturale. Il s'agit plutôt de proposer une première analyse de certains de ses aspects significatifs, saisis en termes de représentations mentales associées au langage. À cet égard, la simulation sur une machine relève plutôt d'une mise à l'épreuve « expérimentale » d'un modèle théorique de tels phénomènes mentaux.

Il s'agissait d'étudier, sur un exemple précis, celui de la baie, la nature du processus de composition exprimé dans la langue et d'examiner si cette dernière peut se voir ainsi confirmée dans son rôle de moyen d'accès à certains processus cognitifs mis en œuvre par l'architecte.

Les principes de composition architecturale s'appuient sur un ensemble de notions particulières qui sont reflétées par le vocabulaire terminologique des éléments d'architecture [8]. Parmi ces notions, on trouve principalement :

- Les relations partie-tout (dites *relations méronomiques*) : la composition a pour but de regrouper en un tout unitaire un ensemble d'éléments constitutifs ayant une identité propre. Les éléments constitutifs sont donc « parties » d'un tout « homogène », auquel peut être associé un nom dans le *Vocabulaire de l'architecture* [13], cet ensemble pouvant être lui-même « partie » d'une unité d'ordre supérieur.
- Les relations spatiales : les relations spatiales entre objets architecturaux (par exemple : Couronner, Être au nu, Diminuer, etc.), expriment une connaissance qui nécessite pour sa représentation formelle des structures topologiques et géométriques particulières, disons « qualitatives », dans la mesure où ces relations ont pour objet de faire seulement les distinctions nécessaires à l'expression d'un arrangement relatif des dimensions et des dispositions.
- Les « modèles » de composition : exprimés dans le langage de l'architecture, ces modèles mettent en œuvre des règles contrô-

lant le positionnement et le dimensionnement relatifs d'un ensemble d'éléments. Chaque ensemble de dispositions particulières est entendu comme la description d'un objet architectural dont le nom est attesté dans le *Vocabulaire de l'architecture* (par exemple : serlienne, baies jumelées, etc.).

À partir d'une analyse de ce *Vocabulaire*, nous avons tenté de représenter les relations spatiales et méronomiques, ainsi que les principes de composition qui se dégagent de l'analyse de ce vocabulaire spécifique. Une mise à l'épreuve de notre hypothèse repose sur l'examen de la baie. Il s'agit d'un élément à la fois composé et composant : il regroupe, selon différents schémas, des éléments constitutifs, et intervient de manière privilégiée dans la composition des façades. Nous nous référons désormais au *Vocabulaire de l'architecture* [13], en analysant les descriptions textuelles des objets architecturaux concernés.

Il s'agissait donc de « traduire » la définition langagière des éléments d'architecture concernés par notre étude dans les termes d'un langage formel susceptible d'exprimer leurs caractéristiques significatives au regard de leur rôle dans la composition. Par exemple, la définition logique d'une assise x d'une baie b pourrait se définir comme suit (x est un élément d'architecture, x^* son référent spatial, \wedge représente la conjonction logique) :

$$\begin{aligned} \text{Assise}(x, b) \stackrel{\text{déf}}{=} & \text{Elt-} \text{Archi}(x) \wedge \text{Baie}(b) \\ & \wedge \text{Limiter-par-le-bas}(x, b) \\ & \wedge \text{Rôle}(x, b, \text{Utilitaire}) \\ & \wedge \text{pf}(x^*) \end{aligned}$$

L'assise est un élément d'architecture qui limite par le bas une baie, qui a un rôle utilitaire et dont le référent spatial est une frontière (dans le langage, $\text{Assise}(x, b)$ est donc défini comme l'abréviation d'une formule constituée d'éléments définis de manière primitive dans le



langage ou définis eux-mêmes comme des abréviations d'autres formules).

On peut représenter des contraintes entre éléments. Par exemple (\vee représente la disjonction inclusive logique, et \leftrightarrow l'équivalence logique) :

$$\forall x, b. (Assise(x, b) \leftrightarrow Sol(x, b) \vee Seuil(x, b) \vee Appui(x, b))$$

Les types d'assises sont le sol, le seuil et l'appui. La formule précédente stipule que si x est l'assise d'une baie b , alors x est le sol, un seuil ou un appui pour b , et réciproquement.

De même, on peut définir la notion de piédroit :

$$Piédroit(x, b) \stackrel{\text{déf}}{=} Vertical(x*) \wedge Limiter-latéralement(x, b) \wedge \forall c. (Couvrement(c, b) \rightarrow Porter(x, c))$$

Le piédroit a un référent spatial vertical, limite latéralement la baie et porte son couvrement (s'il existe).

Finalement, la formule :

$$\forall b. \left(\exists p. Piédroit(p, b) \rightarrow \exists p, q. (Piédroit(p, b) \wedge Piédroit(q, b) \wedge p \neq q \wedge Limiter-par-la-gauche(p, b) \wedge Limiter-par-la-droite(q, b)) \right)$$

rend compte du fait que les piédroits vont toujours par deux et limitent respectivement à droite et à gauche la baie (tous les prédicats utilisés sont bien évidemment définis par ailleurs).

La constitution de cette base de connaissances nous a amenés à définir une topologie, une géométrie et une méronomie particulières pour l'espace cognitif de l'architecte. En effet, l'espace auquel renvoient et que décrivent ces relations est un espace de la perception et de l'expérience, un espace cognitif dont la structure repose en grande partie sur les aspects

fonctionnels et symboliques des objets décrits, et sur le point de vue de l'acteur. Cet espace apparaît à l'analyse comme étant doté de deux structures relationnelles majeures dont la prise en compte est indispensable pour exprimer ses propriétés caractéristiques : la délimitation et le positionnement relatif. Il accorde de plus une place prépondérante à deux notions intimement liées aux aspects fonctionnels et esthétiques de l'architecture : le vide entre les objets matériels et la surface (la « frontière », en termes topologiques) des objets.

Ces caractéristiques ne s'accordent pas avec les principes de la topologie classique, qui, entre autres, n'accorde pas une place explicite à la frontière des objets. Nous sommes ainsi amenés à fonder notre topologie (qui de fait est une méréotopologie) sur deux relations de base indépendantes, la relation de partie (être une partie de volume d'un tout volumique) et la relation de frontière (être la frontière d'un objet). Sans entrer dans des détails « techniques », le système formel de descriptions que nous avons défini permet d'obtenir un ensemble complet de relations topologiques mutuellement exclusives entre référents spatiaux.

En ce qui concerne les structures géométriques adéquates (il s'agit là de géométrie projective), on peut dire que les notions de partie et de frontière sont ici associées à des mécanismes d'orientation et de disposition qui permettent de définir (qualitativement) la volumétrie des éléments et de leurs compositions. Intuitivement, il s'agit de représenter trois principes de définition de la limite d'un volume dans une direction donnée. Ces trois principes reposent sur des relations de : partie géométrique, délimitation géométrique et frontière géométrique.

L'analyse du Vocabulaire de la baie nous a permis d'identifier quatre types de méronomies entre éléments d'architecture (Morceau/Tout, Membre/Collection, Sous-

collection/Collection, Composant/Assemblage). Ces relations sont définies sur la base d'une description formelle qui complète celles de la topologie et de la géométrie.

Les relations topologiques, géométriques et méronomiques (et leurs combinaisons au sein du langage ainsi défini) permettent de représenter des relations plus complexes entre éléments, ces relations étant « ancrées » dans le vocabulaire de l'architecture.

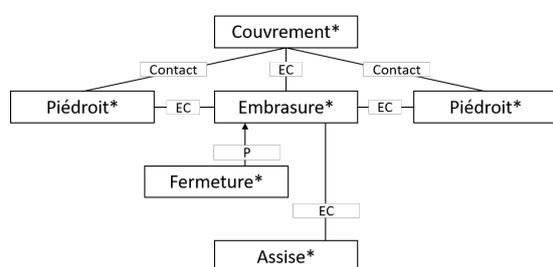


Figure 6 - Graphe des relations méréotopologiques entre référents spatiaux (dénotés par *) où P = « partie de », EC = « connecté extérieurement », Contact = « contiguïté sans partage de frontière ».

Toutefois, le terme « composition » est ambigu. Il peut désigner le processus par lequel sont associés et disposés dans l'espace les éléments constitutifs d'une structure plus complexe (l'action de composer). Mais ce terme peut aussi désigner le résultat de ce processus (l'élément d'architecture ainsi composé). Dans cette seconde acception, il existe de nombreuses définitions de la composition en architecture, mais toutes ces définitions s'accordent sur un point précis : ce qui est désigné par le terme nommant une composition doit présenter un aspect unitaire. Sa référence constitue elle-même un élément de l'univers architectural.

Sous certaines conditions, un groupement de baies peut être lui-même qualifié de baie dans le Vocabulaire, ou, si l'on préfère, une baie peut être composée de plusieurs baies. Cette

caractéristique assez récurrente a une incidence sur la dénomination et la description des éléments. En effet, comme on le voit dans les Figure 7 et 8, la description des constituants de la baie reflète, dans le langage, la diversité des niveaux d'interprétation qui peuvent être associés à un même objet architectural. Un constituant peut alors recevoir différentes dénominations selon le niveau d'interprétation adopté.

Cette possibilité de variation dans l'interprétation a pour conséquence que les mêmes objets architecturaux peuvent être classés, selon le niveau d'interprétation adopté, dans différentes catégories terminologiques de l'architecture. Dans le cadre de la baie, ceci nous conduit à définir deux niveaux distincts pour l'interprétation des termes servant à désigner les éléments d'architecture : le niveau Neutre et le niveau Composition, le passage du premier au second étant caractéristique (révélateur) du processus cognitif que l'on cherche à décrire.

Il serait hors de propos de décrire ici les procédures formelles relatives au traitement de compositions de baies à partir de la sémantique des éléments qui les constituent. Pour en donner une idée, nous illustrons très brièvement le type de calculs de composition qui sont effectués sur les représentations formelles des entités architecturales et qui permettent le passage, dans notre exemple, des « Baies jumelées » (Figure 7) à la « Baie composée » (Figure 8).

1. Les « Baies jumelées » sont constituées de baies simples partageant un de leurs piédroits. En conséquence, le graphe de la Figure 7 est constitué de l'articulation de deux graphes isomorphes à celui de la Figure 6 par partage du référent spatial d'un piédroit.
2. Pour interpréter les « Baies jumelées » en tant que « Baie composée », il faut « projeter » le graphe de la Figure 7 sur le graphe de la Figure 6. Bien entendu, ce que nous évoquons ici sous forme graphique et vi-

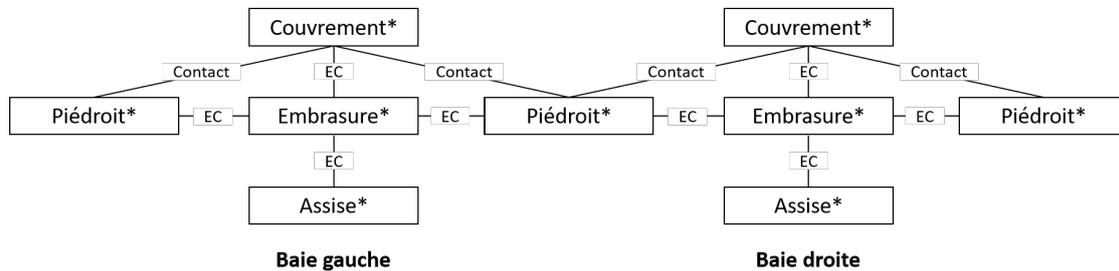


Figure 7 – Graphe méreotopologique de « Baies jumelées »

suelle est obtenu dans notre expérience par des opérations logico-mathématiques opérant sur la définition formelle des différents éléments.

3. Cette « projection » d'un graphe sur l'autre a pour résultat le graphe de la Figure 8. Ce dernier graphe est isomorphe à celui de la Figure 6 puisque la Figure 8 représente une « Baie composée », résultat de la composition des « Baies jumelées ».
4. Nous illustrons les opérations constitutives de cette « projection » par le calcul du référent spatial de l'embrasure de la « Baie composée » : le référent spatial de cette embrasure est défini en termes méreotopologiques par la réunion des référents spatiaux des embrasures et du piédroit commun des « Baies jumelées ». On notera que dans cette interprétation, le référent spatial du piédroit commun des « Baies jumelées » est inclus dans l'embrasure de la « Baie composée ». Il n'est donc plus, pour cette dernière, le référent spatial d'un piédroit, mais celui d'un élément de fermeture : un pilier (cf. Vocabulaire de l'architecture : « Pilier portant la retombée des arcs de deux baies jumelées... »).

Le développement des sciences de la cognition permet d'entrevoir comment elles pourraient fonder un vaste programme de recherches, une série d'interrogations nouvelles aussi bien sur la nature de l'œuvre d'art, sa di-

mension esthétique, les modalités de son fonctionnement symbolique, que sur la nature des processus de création par lesquels elle s'élabore.

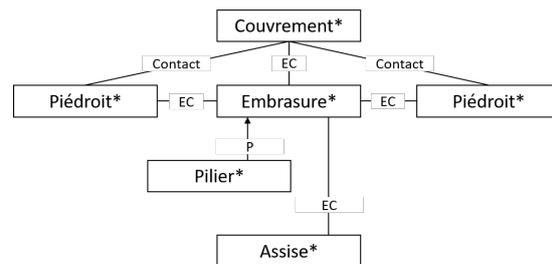


Figure 8 – Graphe méreotopologique de « Baie composée » (interprétation au niveau « Composition » des baies jumelées).

S'attacher à décrire les activités sensorielles, cérébrales et mentales par lesquelles les différents acteurs réalisent les processus évoqués plus haut, chaque phase prise séparément, mais aussi dans son articulation au sein du cycle d'accomplissement de l'œuvre (tableau, poésie, pièce musicale, performance chorégraphique, etc.), de l'intention de son auteur ou de ses auteurs à l'émotion de ses destinataires, tel pourrait s'énoncer le programme, quelque peu utopique, d'une approche cognitive de l'art contemporain [5].

IA générative, images, architecture

Depuis 2023 de nombreuses publications autour de l'IA et l'architecture commencent



à voir le jour. Elles interrogent très fréquemment la notion de créativité, notamment leur capacité ou non à remplacer la conception humaine [11, 15]. Si certains étudiants en architecture peuvent se servir de l'IA générative, comme ChatGPT, notamment pour rédiger des textes, leur usage au sein d'ateliers de conception architecturale (ateliers de projet) reste pour le moment exceptionnel. L'IA capable de produire des conceptions spatiales et des images réalistes, applicables à l'architecture, restent rares au sein des ENSA, même si leurs applications lors de processus de conception dans quelques agences commencent à voir le jour (voir ci-dessous). Afin d'expérimenter l'IA générative autour de l'image, la gestion des données ainsi que ses possibilités de faire émerger de nouvelles représentations au sein même de la formation en architecture, les auteurs de cet article ont organisé une journée spécifique à l'ENSA Toulouse avec un groupe d'étudiants en Master 1. Spécifiquement relié à la question des images, de l'art et de la représentation, un artiste, Gaëtan ROBILLARD, auteur d'une thèse sur la thématique « Des algorithmes à l'œuvre – Naissance du Computer Art et environnements génératifs » [16] dirige les discussions et les expérimentations des étudiants. Une partie de la journée est réservée aux échanges autour de divers textes sur la créativité et la conception en art, en design et en architecture. Des questions sur la standardisation, la créativité, l'originalité, mais aussi l'impact environnemental émergent et interrogent les étudiants. Une autre partie est consacrée à des tests avec les applications basées sur le *prompting* comme Dall-E ou Stable Diffusion. Au-delà d'une génération d'images liées à l'architecture, aucune indication spécifique n'a été donnée. Les étudiants pouvaient agir librement.

Au regard des résultats des expérimentations des étudiants (voir Figure 9 à Figure 11), on constate une approche davantage ludique

et imaginaire que fonctionnelle, réaliste, voire rationnelle.



Figure 9 - Image ludique.



Figure 10 - Image collage.



Figure 11 - Image imaginaire.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Sans être spécifiquement encouragés dans ce sens, les étudiants en Master ont exploré spontanément les possibilités aléatoires, cherchant volontairement par les commandes, c'est-à-dire les prompts des applications IA génératives, le burlesque ou bien l'absurde.

Dans la très grande majorité des cas, leurs essais ne visent alors ni des prédictions architecturales crédibles, ni une conception utile à un projet architectural ni une augmentation de leur efficacité, mais plutôt une recherche volontaire de combinaisons aléatoires à partir de sources stockées dans des banques de données. On constate alors des résultats que l'on pourrait situer dans la filiation des pratiques de photomontages et collages artistiques des avant-gardes artistiques du début du 20^e siècle comme les dadaïstes ou bien des surréalistes [7], accompagnés d'une volonté de saisir les représentations collectives autour de ces commandes paradoxales. Quelle image émerge autour de certains mélanges comme une construction de Zaha HADID dans le style de Frank GEHRY en se basant sur les algorithmes américains et chinois ?

Il s'agit de reproductions à partir de ce qui existe déjà, nouvellement combiné, et l'IA est alors utilisée comme une sorte de photocopieur « global », déjà présenté par Lev MANOVICH, qui remplace la sélection manuelle et la gestuelle de la découpe par des algorithmes [1]. Tous attendent des surprises, des étonnements et des rires, mais on sait aussi que tout est à la fois hasardeux et orienté. Comment interpréter ces prompts autour de l'absurde ? Permettent-ils de sortir de la standardisation ? Est-ce un simple jeu ou plus sérieusement une expression de la possibilité offerte par l'IA dans une perspective de projet architectural ?

Si elles transcrivent certainement des hésitations autour de l'utilisation, du rôle, voire du but de l'IA en architecture, on pourrait également y détecter sa critique. L'architecture,

même lors de son apprentissage, se contente souvent de représentations fonctionnelles, en apparence réalistes et potentiellement réalisables. Cette brève expérimentation montre alors que l'IA, loin d'être un instrument purement technique, introduisant un renforcement des normes, peut aussi agir par son détournement, revendiquant ainsi sa capacité à introduire un certain souffle dans des représentations somme toute très normées.

IA générative pour l'architecte : potentiels, verrous et perspectives

Dans le cadre de la création ou de la conception en architecture, l'usage de l'intelligence artificielle, et en particulier l'IA générative, peut se concrétiser par l'utilisation d'un ensemble très divers de techniques mises à disposition comme outils dans la pratique professionnelle de l'architecte. Ce dernier peut en exploiter les potentiels, pour répondre directement ou indirectement à certains besoins identifiables, mais aussi se heurter à des limitations spécifiques.

Cela est notamment le cas dans la génération de représentations architecturales par des techniques d'images génératives utilisant des modèles dédiés pour la génération d'images conceptuelles, de représentations photographiques réalistes, ou la génération d'images améliorées (restauration, débruitage, upscaling, etc.), d'images restylées (Style Transfert, etc.) ou re-contextualisées (Inpainting, Outpainting, ControlNet, etc.)

Cet usage, en particulier durant la période exploratoire en « phase amont » de conception du projet architectural, permet l'exploration de nouvelles formes ou de mises en relation de concepts différents, de grandes variétés de styles graphiques, de prototypage rapides, de génération automatique de variantes autour d'une proposition, de visualisations quasi instantanées, etc., potentiellement également



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

utiles en « phase aval » du projet pour la génération de rendus, les illustrations de mises en situation ou les supports de communication du projet final. Ces techniques reposant sur l'utilisation d'un langage « naturel » (ou de prompts) permettent de formuler des intentions sur le contenu des images générées *a priori* de manière plus intuitive et accessible que des outils ou logiciels plus complexes (fondés généralement sur la 3D) et laissant le soin à l'architecte de se concentrer sur son expertise principale — la conception.

Un autre domaine potentiellement couvert par l'IA générative est celui de l'analyse ou la génération de données sur le projet architectural ou sur son contexte. Ces analyses, souvent textuelles, peuvent se fonder sur les interprétations, les analyses ou les synthèses permises par l'usage de Grands Modèles de Langage (LLM), en exploitant des descriptions en langage naturel du contexte, des contraintes, ou le programme d'un projet, en intégrant potentiellement des connaissances générales ou expertes du domaine architectural.

Ces LLMs partagent généralement le même principe d'usage d'une architecture de transformateur et des techniques de pré-entraînement spécifiques et de prompts (comme celle utilisée pour ChatGPT d'OpenAI, LLAMA de Meta, Gemini de Google, Mixtral de Mistral, etc.).

D'autres approches peuvent être utilisées, fondées notamment sur des hybridations entre analyses et synthèses de données ou sur la « multimodalité » (en particulier entre texte et image mais désormais aussi avec le son ou encore la vidéo). Cela peut être exploité dans une mise en relation (éventuellement en bouclage) entre génération d'images à partir de contenus textuels (Text-To-Image AI), usage des LLM, et analyse de contenu d'images vers une description textuelle (Image-To-Text AI) (comme GPT4-V, LLAVA, etc.). Ou bien encore dans un contexte de modélisation paramétrique pour

l'assistance ou l'automatisation du développement de fonctions / scripts / programmes en code source de langages de programmation interprétables ou exécutables pour la réalisation automatique de tâches de modélisation ou la génération de propositions de solutions originales.

L'IA possède cependant certaines limites dans son utilisation dans le domaine de la production architecturale. Tout d'abord les limites concernant le manque de références dans les données produites, le risque de biais en raison de la non-représentativité des données d'apprentissage ou des effets du sur-apprentissage, ou la génération de données trop « génériques ». On peut aussi citer le faible contrôle sur les résultats produits, en particulier via l'usage d'outils ou de modèles « externalisé » du fait de la non reproductibilité intrinsèque des résultats à un instant donné (nature essentiellement aléatoire si pas de possibilité de paramétrage complet), ou les nombreux constats d'évolutions négatives, inexplicables en qualité ou en performance, des modèles proposés aux utilisateurs en raison de modifications internes non visibles et/ou non communiquées.

On peut chercher à dépasser ces limites par l'intégration de corpus personnalisés :

- en complétant les données d'apprentissage de l'IA avec des images personnalisées, spécifiques d'un style ou d'un sujet particulier par l'utilisation du *Fine Tuning* du modèle complet, ou par l'utilisation de modèles complémentaires fondés sur le modèle global, mais moins consommateurs de ressources (comme DreamBooth ou LoRA/Low-Rank Adaptation, etc.) ;
- en couplant l'IA générative textuelle des LLM à des bases de données/connaissances textuelles externes spécialisées pour des résultats plus personnalisés ou experts et proposant des références (approche hybride symbolique/connexionniste, Multi-



Agent LLMs, RAG-Retrieval Augmented Generation, etc.).

L'IA générative soulève également un certain nombre de questions éthiques ou déontologiques :

- Le respect de la propriété intellectuelle et du droit d'auteur sur les images et données d'entraînement utilisées par les algorithmes, même si les images produites sont indiquées comme « libres de droit ». L'usage de solutions Open Source/licences libres est envisageable même si cela peut introduire potentiellement des limites qualitatives sur les résultats produits par un respect plus strict des données d'apprentissages.
- Les questions de déontologie, spécifiquement dans le domaine d'activité des architectes, en cas d'erreur ou de mauvaise interprétation des images (ou propositions) générées, quand elles sont potentiellement publiées ou diffusées auprès du public ou des partenaires de projets (situation en référence par exemple à l'initiative originelle de la « charte d'éthique de la 3D » pour création d'images virtuelles 3D [3]), ou dans la nécessité de pouvoir assurer les devoirs, obligations et garanties du « Code de déontologie des architectes ». La faiblesse en termes d'explicitation des résultats produits par les modèles génératifs actuels pose problème pour des tâches considérées comme critiques.
- La question de l'impact environnemental de l'usage de l'IA (respect des nouvelles réglementations environnementales ou des objectifs de soutenabilité de la transition écologique et de la transition numérique).
- La mise en conformité par rapport aux réglementations sur l'IA (nationale, européenne ou internationale).

Il existe également d'autres limites sur le plan de l'opérationnalité concernant :

- la dépendance aux outils de l'IA (et leurs

contraintes) peut être un frein dans le cadre des pratiques actuelles des architectes ;

- la dépendance aux plateformes proposant les services associés spécifiquement à l'IA, ou simplement au stockage nécessaire, ne permet pas la souveraineté et la confidentialité des données utilisées ou produites ;
- le coût additionnel induit pour l'usage de ces outils, et des infrastructures associées.

Pour conclure, nous constatons que la question de l'usage de l'IA en architecture, comme cela a pu l'être au moment de l'introduction du numérique dans les pratiques opérationnelles [4] est à un tournant décisif auquel la communauté architecturale est très attentive dans le domaine professionnel, mais aussi scientifique. Cela est manifeste au vu des nombreux événements où ce sujet a été abordé ou le sera prochainement (colloques dans les laboratoires et les écoles d'architecture, conférence internationale « AI & Automation in Architectural Research and Practice » en octobre 2024, le « Séminaire de Conception Architecturale Numérique », SCAN'24, en novembre 2024, le BIM World 2024, etc.).

Nous sommes conscients que l'adoption de l'IA par les architectes requiert une meilleure connaissance de ses usages, ainsi que la preuve de sa valeur ajoutée, et ceci à travers une approche scientifique rigoureuse. Nous militons pour une meilleure sensibilisation, et pour le développement d'une implication et d'une contribution active des acteurs de l'architecture, en vue d'un enrichissement réciproque entre connaissance architecturale et usage de l'IA.

Références

- [1] Max Bonhomme, Christian Joschke et Laura Truxa : Introduction : une généalogie des images composites. *Transbordeur photographie histoire société*, 7 « Images composites », 2023.



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

- [2] Stanislas Chaillou : *L'intelligence artificielle au service de l'architecture*. Éditions Le Moniteur, Paris, 2021.
- [3] Collectif : Charte d'éthique de la 3D. <https://www.3dok.org/index.php/page-d-exemple/>, 2010. Consulté le 19-07-2024.
- [4] Collectif : DNArchi : Design numérique architecture. <https://dnarchi.fr/?s=intelligence>, 2024. Consulté le 19-07-2024.
- [5] Mario Borillo et Jean-Pierre Goulette, éditeur. *Cognition et création. Explorations cognitives des processus de conception*. Mardaga, Liège, 2002.
- [6] Mario Borillo et Jean-Pierre Goulette : Lorsque dire c'est concevoir. *Revue d'Architecture*, 131:15–23, 2003.
- [7] Anat Falbel, Frédéric Pousin et Andrea Urlberger : Pratiques du photomontage. introduction. *Photomontage et représentation*, 18, 2023.
- [8] Jean-Pierre Goulette : *Représentation des connaissances spatiales pour la conception architecturale : contribution au raisonnement qualitatif*. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 1997.
- [9] Frank Jacobus et Brian M. Kelly, éditeurs. *Artificial Intelligent Architecture : New Paradigms in Architectural Practice and Production*. ORO Editions, Los Angeles, 2023.
- [10] Victor Kaptelinin et Bonnie Nardi : *Acting with Technology : Activity Theory and Interaction Design*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2006.
- [11] Sophie Marthe : Fünf Minuten Vorsprung reichen Zum Stand der KI-Debatte in Architektur und Planung. Blog BauNetz, mai 2024. Consulté le 19-07-2024.
- [12] Josep Muntañola, éditeur. *Artificial intelligence and architectural design : an introduction*, volume 33 de *ARQUITECTONICS, Mind, Land & Society*. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2022.
- [13] Jean-Marie Pérouse de Montclos : *Vocabulaire de l'architecture. Principes d'analyse scientifique ; Architecture, méthode et vocabulaire*, volume 1 & 2. Imprimerie Nationale, Paris, 1re édition, 1972.
- [14] Antoine Picon : *Culture numérique et architecture : une introduction*. Editions Birkhäuser, Basel, Suisse, 2010.
- [15] Isabelle Regnier : L'intelligence artificielle s'infiltré chez les architectes. Journal en ligne Le Monde, décembre 2023. Consulté le 19-07-2024.
- [16] Gaëtan Robillard : *Des algorithmes à l'œuvre : Naissance du Computer Art et environnements génératifs*. Theses, Université Paris 8 Saint Denis, novembre 2022.

Lucie ADDÉ est chercheuse associée du LRA, Maîtresse de conférences à l'ENSA Toulouse en Sciences et Techniques de l'Architecture, Outils Mathématiques et Informatiques, architecte DE HMONP Enseignement et recherche autour des pratiques du numérique sur l'architecture et le territoire, du travail collaboratif, notamment sur l'usage de la maquette numérique et du BIM (*Building Information Modeling*).

Serge FARAUT est chercheur au LRA-ENSA Toulouse, Docteur en informatique Paris 6, ingénieur des Travaux Public de l'État. Activités de recherche et de développement sur les outils numériques d'acquisition et de traitement d'informations pour la modélisation et les représentations spatiales et perceptives appliquées à l'analyse et aux évaluations environnementales à l'échelle architecturale, urbaine



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

et paysagère.

Jean-Pierre GOULETTE est chercheur au LRA, Professeur à l'ENSA Toulouse en Sciences et Techniques de l'Architecture, Outils Mathématiques et Informatiques, Docteur de l'Université Toulouse III (Intelligence artificielle). Ingénieur informatique CNAM, architecte DPLG. Ses recherches et son enseignement s'intéressent à la sémantique formelle du vocabulaire de l'architecture, la représentation numérique des artefacts bâtis (maquettes numériques) et de leurs environnements.

Sandra MARQUES est chercheuse au LRA, Maître de conférences à l'ENSA Toulouse, architecte. Recherches et activités d'enseignement portant sur les médiations numériques (épistémiques, heuristiques, collaboratives) dans la conception architecturale et urbaine, en relation avec la maquette numérique (BIM).

Andrea URLBERGER est chercheuse au LRA, Professeur à l'ENSA Toulouse en Arts et Techniques de la Représentation, docteur en esthétique, sciences et technologies des images, HDR (Paris 8). Recherche et enseignement sur l'art contemporain, la mobilité, le numérique et son impact territorial, interrogeant les hybridations et les porosités complexes entre architecture, urbanisme et images, entre espace tangible et espace médiatique.



■ Les Intelligences Artificielles à l'interface du corps dansant

Sarah FDILI ALAOUI

*Creative Computing Institute
University of the Arts London
s.fdilialaoui@arts.ac.uk*

Par

et

*LISN
Université Paris Saclay
Sarah.fdili-alaoui@lri.fr
<http://saralaoui.com>*

L'intersection de l'intelligence artificielle (IA) et de la danse a considérablement évolué au cours des dernières décennies, reflétant le progrès de la technologie. Les premières explorations de l'IA en danse ont vu le jour dans les années 60, notamment pour les performances interactives « *9 Evenings* » qui ont réuni des artistes (en performance, art plastique et sonore) et ingénieurs de Bell Labs [6] autour de la conception des premiers systèmes informatiques à l'interface du corps dansant. Dans les années 90, les systèmes interactifs ont commencé à se développer, permettant aux danseurs d'interagir en temps réel avec des environnements générés par ordinateur. Cette période a également vu l'essor de technologies tels que la *motion capture* qui a permis de grands développements d'interactions entre danseurs et ordinateurs. Aujourd'hui, le progrès de l'apprentissage automatique apparaît à travers de nouvelles applications dans la danse. Des IAs peuvent désormais analyser et interpréter des mouvements humains complexes, générer de nouvelles séquences de mouvement et même agir comme des interprètes autonomes. Ces innovations ouvrent de nouvelles possibilités créatives, mais posent également de nouveaux enjeux en interaction danseurs-machines.

Merce CUNNINGHAM est une figure majeure de la danse moderne et contemporaine qui a exploré la génération par ordinateur dans les

années 1990 [8]. Il a co-conçu avec les équipes de recherche de la *Simon Fraser University* le logiciel *Lifeforms* qui générait des postures et mouvements de danse que CUNNINGHAM amenait ses danseurs à incorporer. Très tôt, il avait vu l'ordinateur comme outil de génération d'idées chorégraphiques. S'en est suivi un ensemble d'initiatives utilisant les capacités de l'apprentissage automatique pour générer du mouvement ou des structures chorégraphiques dans le but de soutenir le processus créatif en danse. Par exemple, entre 2010 et 2012, j'ai contribué à la co-conception et au développement d'une installation interactive intitulée DS/DM [3] en collaboration avec la compagnie Emio Greco PC. J'ai utilisé des algorithmes de suivi de gestes basés sur des modèles de Markov cachés afin d'analyser les qualités de mouvement de la compagnie et de les représenter avec des visuels et du son interactifs. L'installation permettait aux danseurs de suivre l'atelier DS/DM avec des instructions vocales et vidéo données par Emio GRECO. Les danseurs pouvaient exécuter le mouvement selon ces instructions, et leurs mouvements étaient capturés par une caméra vidéo et analysés en temps réel par l'algorithme de reconnaissance gestuelle. Le feedback visuel et sonore interactif était alors donné aux danseurs pour indiquer comment la machine « lit » leurs mouvements et la concordance entre ce qu'ils ont interprété



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

et le vocabulaire de la compagnie. L'installation avait un double objectif : elle visait à documenter le répertoire de mouvements de la compagnie, mais elle avait également un objectif pédagogique : enseigner aux danseurs les connaissances développées par la compagnie.

À peu près à la même période, la chercheuse et danseuse Kristin CARLSON a axé ses travaux doctoraux sur les technologies qui permettent aux ordinateurs de générer du contenu chorégraphique afin d'influencer les habitudes et le style des danseurs, de détourner l'attention d'aspects particuliers de l'expérience et de leur proposer de nouveaux choix chorégraphiques. Son travail est basé sur une technique appelée « défamiliarisation » [5]. En faisant du familier une matière étrange, la technologie est utilisée pour déstabiliser les choix du chorégraphe et des danseurs. Cette forme de « désorientation » incite le chorégraphe à s'engager dans un scénario de réflexions, d'analyse et d'évaluation d'une situation donnée afin de proposer des improvisations peu familières et génératrices de nouveau matériel chorégraphique. Ce principe était à la base du système d'improvisation appelé « Scuddle », développé et utilisé par Kristin CARLSON [1]. Analogue à cette approche, *DaNcing* est un système qui génère des ensembles de règles aboutissant à des séquences de pas de danse, représentés sous forme de symboles ASCII. Le système utilise une série de paramètres liés à la musique, des règles et une bibliothèque prédéfinie de mouvements pour générer une chorégraphie syntaxiquement correcte à l'aide d'un algorithme génétique [7]. *Web3D Composer* est un autre système qui crée des séquences de mouvements de ballet basés sur une bibliothèque prédéfinie de mouvement. Il a été conçu comme outil d'apprentissage pour les étudiants en ballet [9]. Le système permet au chorégraphe de sélectionner, à l'aide d'un algorithme de probabilité

markovien, des mouvements parmi un ensemble de possibilités basées sur la syntaxe structurale du ballet. Les positions de début et de fin de chaque mouvement sont cataloguées afin que le système puisse choisir une séquence en fonction des transitions possibles. *Viewpoints AI* est un système, développé par Mikhail JACOBS et Brian MAGERKO, qui utilise le cadre cognitif de l'approche *Viewpoints* pour capturer, manipuler et transformer des mouvements improvisés [4].

Au cours des cinq dernières années, les expériences de génération de contenu en danse ont trouvé un nouvel essor. Il existe aujourd'hui une nouvelle génération de systèmes qui est né du développement rapide des IA et notamment des capacités des réseaux profonds. Ces modèles permettent la génération automatique de séquences de mouvements à partir d'enregistrements de motion capture appris au modèle [11]. Ces séquences de mouvement générés sont ensuite utilisées afin de mouvoir des agents, avatar ou squelette en 3D dansant de manière autonome suivant les logiques et styles du vocabulaire dansé appris au modèle.

Historiquement, le modèle basé sur l'apprentissage profond le plus utilisé pour générer une séquence de danses était CHOR-RNN, un réseau neuronal profond et récurrent connecté à un mélange de densité entraîné à partir de données brutes de motion capture et capable de générer de nouvelles séquences de danse pour un danseur seul [2]. Un modèle basé sur une architecture similaire a été utilisé dans le projet *Living Archive*¹⁸ de Wayne MCGREGOR, co-créé avec Google Arts & Culture. L'expérience *Living Archive* entre le Studio Wayne McGregor et 'Google Arts and Culture Lab' a donné lieu à un outil chorégraphique « alimenté » par l'apprentissage profond. L'outil est entraîné sur le répertoire des mouvements de McGregor et génère de nou-

18. Voir <https://artsexperiments.withgoogle.com/living-archive>.

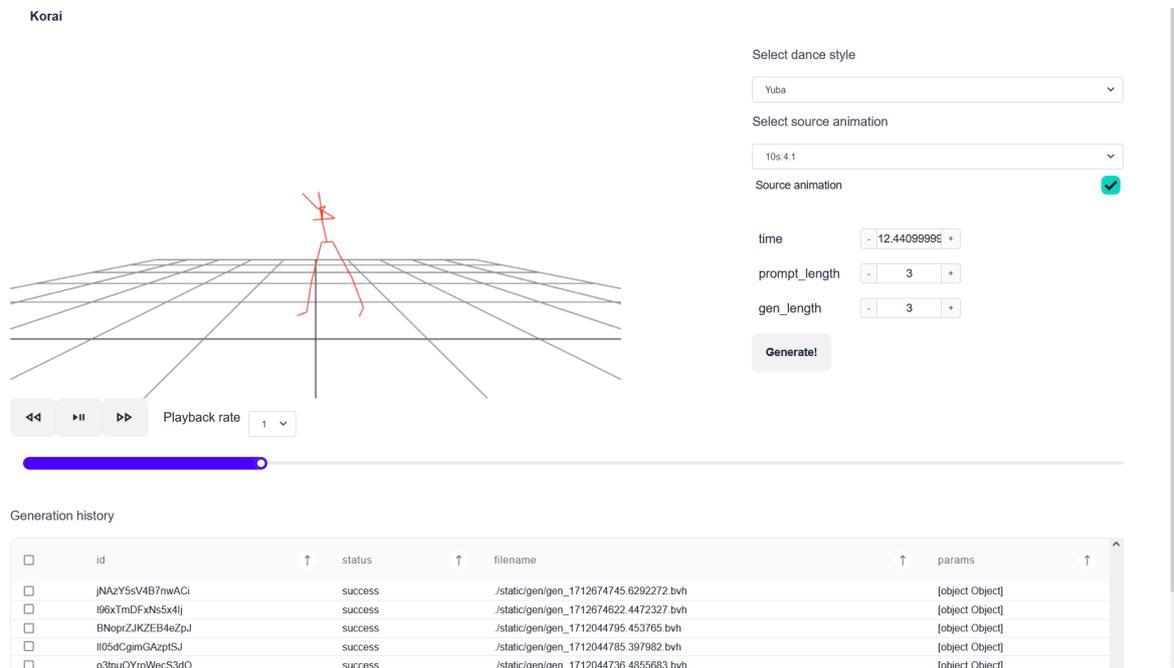


Figure 12 – L’interface du système génératif de mouvement dansé KorAI développé par Léo CHÉDIN.

velles séquences de mouvements qui s’en inspirent, créant un « dialogue en direct entre les danseurs et son œuvre ». Ce système génératif produit des séquences de danse à partir d’un répertoire donné. Il peut donc être vu comme un agent co-créatifs collaborant avec le chorégraphe. Wayne MCGREGOR a déclaré dans le magazine *Wired*¹⁹ :

« Je voulais utiliser ces archives massives de travail d’une manière intéressante, j’ai donc demandé à Damien [responsable du programme technique chez Google Arts & Culture à Paris – Nda] s’il pouvait l’utiliser pour générer quelque chose de nouveau. Tout cela se résume à la même question cruciale en chorégraphie : comment continuer à créer du nouveau contenu ? »

Benedikte WALLACE a développé pendant

son travail doctoral un modèle similaire à celui de CRNKOVIĆ-FRIIS à quelques paramètres près (nombres de neurones dans les différentes couches, nombre de gaussiennes) [10]. Son modèle est donc basé sur un réseau récurrent RNN, plus précisément un *Long-Short Term Memory Network* (LSTM) qui estiment les paramètres d’un modèle de mélange de densité (MDN). Benedikte WALLACE a donné à son modèle en entraînement des données de motion capture d’un squelette en 3D afin d’avoir en sorti des positions en 3D des points de ce même squelette. L’ensemble de son travail consiste à explorer comment ce type de modèle par apprentissage profond peut capturer et reproduire les principales caractéristiques des mouvements de danse et ainsi contribuer au processus créatif des danseurs en générant des mouvements de danse à la fois originaux et intéressants.

Je supervise actuellement le doctorat de

19. Voir <https://www.wired.co.uk/article/google-ai-wayne-mcgregor-dance-choreography>.



Léo CHÉDIN, qui fait suite au travail de Benedikte WALLACE. Il a réimplémenté le modèle proposé par [2] et [10, 11]. La spécificité du travail de L. CHÉDIN par rapport à B. WALLACE est qu'il collabore très étroitement avec des praticiens afin d'entraîner son modèle suivant leur style de danse et donc avec des mouvements très précisément identifiés issus de leur répertoire. Techniquement cela représente une difficulté supplémentaire, puisque chaque répertoire étudié ne permet de disposer que de peu de données en entraînement. L'un des enjeux de son travail est d'obtenir, malgré cette difficulté liée à l'échelle de la base d'entraînement, un modèle qui respecte un équilibre entre une génération fidèle aux données mais qui propose des résultats intéressants pour les chorégraphes. Pour cela, Léo CHÉDIN doit « overfiter » son modèle sur les données et ensuite insuffler de l'aléatoire afin de créer des mouvements réalistes, mais néanmoins nouveaux et inspirants [11]. De plus, son travail vise à dépasser la problématique technique liée à la génération et à étudier l'impact direct de ce type de modèle sur les possibilités créatives des artistes avec qui il collabore. Ainsi, il s'engage à adapter une interface qui permet aux chorégraphes de manipuler l'entraînement et la génération en fonction de leurs besoins chorégraphiques.

Aujourd'hui, malgré l'apparition de nouvelles expérimentations à l'intersection de l'IA et la danse, nous constatons que ces efforts restent encore fragiles. Créer des modèles génératifs intéressants pour la danse est encore difficile. Les modèles doivent produire des mouvements qui s'adaptent à un style de danse donné. En même temps ces mouvements doivent se plier aux contraintes physiologiques du corps. Ils doivent également produire suffisamment de variabilité et de nouveauté pour être expressifs et créatifs et avoir un intérêt pour les danseurs et les chorégraphes. De plus,

il ne suffit pas de créer des modèles génératifs, il est nécessaire d'explorer leur utilité réelle et d'évaluer leur potentiel créatif et expressif dans le contexte réel de la recherche artistique. Nous pensons qu'il est nécessaire d'œuvrer à rendre les modèles profonds suffisamment manipulables par les praticiens afin qu'ils soient à même de les prendre en main et de les adapter à leurs pratiques et leurs projets chorégraphiques.

Références

- [1] Kristin Carlson, Thecla Schiphorst et Philippe Pasquier : Scuddle : Generating movement catalysts for computer-aided choreography. *In Proceedings of the Second International Conference on Computational Creativity (ICCC 2011)*, pages 123–128, janvier 2011.
- [2] Luka Crnković-Friis et Louise Crnković-Friis : Generative choreography using deep learning. *In Proceedings of the Seventh International Conference on Computational Creativity (ICCC 2016)*, pages 123–128, mai 2016.
- [3] Sarah Fdili Alaoui, Frédéric Bevilacqua, Bertha Bermudez et Christian Jacquemin : Dance interaction with physical model visuals based on movement qualities. *The International Journal of Arts and Technology*, 6, 2013.
- [4] Mikhail Jacob et Brian Magerko : Viewpoints AI. *In Proceedings of the 2015 ACM SIGCHI Conference on Creativity and Cognition, C&C'15*, page 361–362, New York, NY, USA, 2015. Association for Computing Machinery.
- [5] Lian Loke et Toni Robertson : Moving and making strange : An embodied approach to movement-based interaction design. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 20(1), apr 2013.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

- [6] Catherine Morris, Jane Farver, Clarisse Bardiot et Michelle Kuo : *9 Evenings Reconsidered : Art, Theater, and Engineering*. MIT List Visual Arts Center (2006), 1966.
- [7] Mario Nakazawa et Andrea Paezold-Ruehl : Dancing, dance and choreography : an intelligent nondeterministic generator. In *The Fifth Richard TAPIA Celebration of Diversity in Computing Conference : Intellect, Initiatives, Insight, and Innovations (TAPIA '09)*, TAPIA '09, page 30–34, New York, NY, USA, 2009. Association for Computing Machinery.
- [8] Thecla Schiphorst : *A case study of Merce Cunningham's use of the LifeForms computer choreographic system in the making of Trackers*. Phd thesis, Simon Fraser University, 1993.
- [9] Asako Soga, Bin Umino, Takami Yasuda et Shigeki Yokoi : Web3d dance composer : automatic composition of ballet sequences. In *ACM SIGGRAPH 2006 Research Posters*, page 5–es, New York, NY, USA, 2006. Association for Computing Machinery.
- [10] Benedikte Wallace : *AI-generated Dance and The Subjectivity Challenge*. Phd thesis, University of Oslo, 2023.
- [11] Benedikte Wallace, Charles P. Martin, Jim Tørresen et Kristian Nymoen : Exploring the effect of sampling strategy on movement generation with generative neural networks. In *Artificial Intelligence in Music, Sound, Art and Design : 10th International Conference, EvoMUSART 2021, Held as Part of EvoStar 2021, Virtual Event, April 7–9, 2021, Proceedings*, page 344–359, Berlin, Heidelberg, 2021. Springer-Verlag.

Sarah FDILI ALAOUI est professeure au CCI à la *University of the Arts London*, et maîtresse de conférences HDR à l'Université Paris Saclay en interaction humain-machine. Elle est chorégraphe, danseuse et analyste du mouvement Laban.

Avant son poste actuel, Sarah était chercheuse à la SIAT de l'Université Simon Fraser à Vancouver. Elle est titulaire d'un doctorat en art et science de l'Université Paris-Sud 11 et de l'IRCAM-Centre Pompidou, d'un Master de l'Université Joseph Fourier, d'un diplôme d'ingénieur de l'ENSIMAG en mathématiques appliquées et informatique et d'une trentaine d'années de formation en ballet et danse contemporaine.

Sarah FDILI ALAOUI pratique la recherche-crédation depuis de nombreuses années. Elle a initié plusieurs projets art sciences intégrant des systèmes interactifs dans l'apprentissage, la documentation et l'archivage de la danse.



■ Pour une intelligence de l'artificiel : le design face aux technologies génératives

Par

Anthony MASURE

HEAD – Genève (HES-SO)

anthony.masure@hesge.ch

www.anthonymasure.com

Apparues pour le grand public avec le lancement de services orientés divertissement et création tels que DALL·E (janvier 2021), Midjourney (juillet 2022) ou ChatGPT (novembre 2022), les technologies du *machine learning* (« apprentissage automatisé ») sont à la base de l'intelligence artificielle dite « générative ». Celle-ci permet de « générer », à partir de requêtes textuelles (*prompts*), des objets numériques tels que des textes, images, sons, vidéos, ou fichiers 3D. Ces productions sans auteurs ni autrices suscitent tout autant l'émerveillement que des débats au sein de la communauté créative internationale, qui s'effraie de la menace que ces processus font planer sur la survie des professions du design.

Dépasser la polarisation humain / machine

Selon nous, cette polarisation sur le « remplacement » de l'humain par la machine, en jouant des récits médiatiques éculés, se révèle nuisible à la compréhension des enjeux sociaux de ces programmes en masquant leurs biais, limites et potentialités. Une question plus pertinente consiste ainsi à explorer la manière dont les technologies du *machine learning* façonnent et redéfinissent la création. Celles-ci ont en effet pour vertu, derrière des slogans faciles, de soulever des notions aussi diverses que la responsabilité des designers, la nature de l'originalité, ou encore les catégories esthétiques établies. Il ne s'agit donc pas de glorifier l'IA ou de la diaboliser, mais de saisir les nuances et

les complexités des questions théoriques, politiques et pratiques qu'elles soulèvent dans le champ du design. Dans cette visée, un projet pilote mené à la Haute École d'Art et de Design de Genève (HEAD – Genève) et financé par la Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale (HES-SO) de 2021 à 2023 a permis d'explorer trois questions de recherche. Comment l'automatisation propre aux technologies pourrait-elle être réorientée à une échelle plus réduite, de manière maîtrisée et « sur mesure » ? Comment faire en sorte que le *machine learning* puisse favoriser l'invention et la curiosité ? En quoi le design pourrait-il contribuer à désamorcer la culture dominante de l'IA ? Examinées dans notre essai [5], les conclusions de ce projet dessinent une réflexion en trois temps.

Une compréhension limitée du psychisme humain

La première partie du livre revient sur les origines de ces technologies. Elle montre que le paradigme du *deep learning*, apparu au tournant des années 2010 et à la base des applications contemporaines de l'IA générative, opère un changement de paradigme où la machine écrit le programme informatique à partir de « données » (fichiers) collectés sur le Web et découpées en « vecteurs » (coordonnées géométriques). Il en résulte une architecture technique structurellement opaque (tant du point de vue des données sources que de leur traitement), échappant à l'entendement humain, et bousculant les habituelles catégo-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

ries éthiques ou morales puisque les résultats des requêtes sont produits suivant une logique statistique et non pas sémantique. L'ouvrage expose également comment, sur un plan psychologique, cette façon de simuler l'intelligence humaine s'appuie sur une approche comportementaliste de l'être humain, où seul compte ce qui est formulé (verbalisé) en vue d'un objectif. Celle-ci participe aussi d'une visée capitaliste, qui privilégie la productivité à l'exploration et qui écarte l'idée que puisse exister une approche basée sur les dysfonctionnements du psychisme. Des pistes prometteuses, encore peu explorées, consisteraient alors à rouvrir des recherches menées à l'époque de la cybernétique, où plusieurs travaux interrogeaient d'autres modalités de psychisme et formes d'intelligences, notamment animales. Entre autres exemples, une thèse de doctorat menée par Eloïse VO à la HEAD – Genève, en partenariat avec l'EPFL, s'intéresse ainsi à l'histoire de la *Dolphin House* : un projet financé par la Nasa dans les années 1960 et qui visait à communiquer avec les dauphins dans une maison conçue pour l'occasion dans les îles Vierges américaines. Ce détour historique éclaire les relations entre intelligence humaine et non-humaine et envisage une histoire alternative de l'IA sous l'angle de la synthèse plutôt que de l'artificialité. Si des travaux comme le *Contre-atlas de l'intelligence artificielle* [2] ont permis de mieux comprendre la face obscure des aspects économiques, idéologiques et écologiques des modes dominants de la production et de la pratique de l'IA, il resterait à explorer un contre-atlas des pratiques et des généalogies alternatives de l'IA, aussi bien sous l'angle de l'expérience située de ses différents acteurs, imaginaires ou autres « hétérotopies ».

Des utopies du cyberspace à la balkanisation du Web

La deuxième partie de l'essai [5] explore plusieurs risques et biais de l'IA qui, s'ils peuvent sembler à première vue éloignés des métiers de la création, les concernent pourtant en premier lieu, tant en termes de responsabilité (visée sociale) que de construction d'alternatives (ne pas adhérer sans réserve aux façons de faire dominantes de l'économie industrielle). Avec le lancement d'applications grand public au début des années 2020, l'IA est passée du statut de mythe de science-fiction à l'intégration dans des usages variés. C'est à cette jonction, lorsque « les technologies qui offrent le fantastique se conforment aux besoins de la vie quotidienne » (Rebecca COLEMAN), qu'elles doivent être ré-imaginées. Pareil décalage implique de mesurer ce qui fonde et différencie l'IA d'autres vagues d'innovation numérique, à savoir son caractère profondément politique — ce qui engendre de nombreux risques et défis sociaux. En effet, s'appuyant sur une alliance inédite entre technologie et ultra-libéralisme, l'IA générative commerciale interroge les fondements des démocraties occidentales, remettant en cause les notions de véracité, de vie privée, de propriété et de valeurs partagées. Avec sa double hégémonie industrielle américaine et chinoise, l'IA est devenue un modèle culturel insidieux pour le reste du monde et fait planer le risque d'une nouvelle Guerre froide, comme le note l'analyste Tariq KRIM. Dans l'immédiat, l'IA accélère la disparition du Web, menacé depuis la fin des années 2000 par les *app stores* des *smartphones*, et désormais scindé en blocs géographiques (Occident, Chine, Iran, Russie, etc.) dans un *splinternet* mettant à mal l'utopie de Tim BERNERS-LEE d'un partage des connaissances à échelle mondiale.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Des défis sociopolitiques majeurs

En s'appuyant sur des données issues du Web public, lui-même peu représentatif de la diversité de la population mondiale, les IA génératives reproduisent, voire renforcent les dynamiques existantes de pouvoir en permettant aux entités qui le détiennent de dominer et de marginaliser davantage les personnes déjà vulnérables. Le labeur nécessaire pour entraîner ces services est majoritairement externalisé vers des pays du Sud Global tels que le Kenya, le Vietnam ou le Venezuela, où les personnes concernées sont qualifiées de « prolétaires du clic » par le sociologue Antonio CASILLI [1]. Ces technologies sont de plus nocives pour la vie privée, car les services commerciaux collectent et exploitent des données personnelles, le plus souvent à des fins commerciales ou sinon de surveillance. Sur le plan légal, les programmes générant, comme par magie, de la création — à la façon d'un Dieu créateur, abstrait de toute contingence matérielle — s'appuient souvent sur des fichiers en ligne collectés sans autorisation, avec une possible infraction du droit d'auteur dès l'entraînement du modèle statistique. Des artistes se sentent ainsi dépossédé(e)s de leur travail, et des litiges juridiques sont en cours contre des entreprises qui capitalisent sur ces productions. Consubstantielle de l'histoire des technologies, la promesse d'émancipation a été remplacée par celle de l'automatisation — elle-même souvent synonyme de précarisation — voire par la nécessité de l'adaptation (être formé(e) ou être remplacé(e)). Derrière des succès d'usage, force est de constater que l'IA générative n'a pas encore été mise au service de projets sociaux permettant l'émancipation du plus grand nombre et le développement d'une conscience citoyenne. Face à ces nombreux défis, il est donc nécessaire, voire urgent, de diversifier l'imaginaire dominant de l'IA et de la réinscrire dans des histoires et contre-histoires plurielles.

L'esprit contre la matière

La troisième et dernière partie de l'essai explore, en ce sens, de nouvelles formes de production ouvertes par ces technologies. Les promesses d'automatisation réduisant l'invention à la reproduction schématique du passé (d'un registre de langue, d'un style, etc.) comprennent l'IA dans une optique de rentabilité et ne doivent pas être confondues avec ce qui fonde l'art et le design, à savoir une exploration des potentiels d'une technique ouvrant à d'autres chemins de faire que ceux tracés et promus par l'économie dominante. En focalisant l'attention sur des enjeux productifs (« générer des contenus »), les discours de promotion des IA génératives comprennent les technologies comme des « moyens », c'est-à-dire comme des intermédiaires devant être considérés comme « neutres » pour se modeler aux intentions humaines. La dichotomie essentialiste humain/machine, sous couvert d'innovation ou de révolution, a donc pour conséquence paradoxale de faire écran au « nouveau » : n'est considéré comme recevable que ce qui conforte la possibilité d'une humanité originelle et étanche aux techniques (non artificielle), comme si les deux pouvaient ne pas aller de pair — faisant fi du champ de l'anthropologie des techniques. Autrement dit, les IA ne pourraient accéder au statut d'art qu'à condition de ne pas interférer avec la pensée (la conception, la requête), dans une logique romantique de l'idée du « génie », à l'inverse d'une articulation entre geste, matière et forme. Seule une fréquentation intime des techniques est à même de contrecarrer de l'uniformisation des productions esthétiques — ces programmes se basant sur l'analyse statistique de données prélevées en ligne et sur des requêtes formulées en langage dit « naturel », comme si au commencement était le verbe. Or croire au sensible (à l'esthétique) implique de faire place au caractère non verbal de l'expérience esthétique. Face



aux prises (de vue, de données), l'art et le design sont autant d'occasions de déprises et de surprises.

Pluraliser les techniques

Afin de tracer d'autres voies que celles de l'imitation et de l'uniformisation, l'essai intègre des apports de studios de design basés en Europe et travaillant de façon prospective avec ces technologies. Recueillis par l'enseignante et designer Alexia MATHIEU en 2021-2022, soit donc à l'aube du développement des services d'IA grand public, ces entretiens dessinent plusieurs directions de travail pouvant intéresser le plus grand nombre. Ces « potentialités créatives » ont été regroupées selon les cinq axes suivants : « révéler les dynamiques de standardisation » (avérer ce qui, dans notre quotidien, est déjà formaté) ; « responsabiliser l'injonction à la simplicité » (mettre en évidence la dimension matérielle et humaine de ces technologies) ; « jouer avec les aléas et limites de la prédiction » (moins chercher l'adéquation avec une intention que ce qui s'en écarte) ; « traduire des codes culturels » (transposer de l'image en son, 3D, vidéo, etc., ou des concepts en médias) ; « inventer de nouveaux modes de collaboration » (considérer la machine comme une partenaire plutôt que comme une assistante). Réunissant plusieurs de ces axes, le projet *Made in Machina/e* (2018) du studio OIO (Simone REBAUDENGO et Sami NIEMELÄ) est un bon exemple d'une démarche entraînant l'IA dans d'autres directions que celles habituellement promues. En agrégeant et en hybridant des jeux de données de deux cultures techniques opposées, celle des composants électroniques d'usines chinoises et celle du design produit des pays du Nord de l'Europe, le projet invente des objets chimériques et inattendus tels qu'un chandelier à *smartphones* ou un contrôleur en vitrocéramique de jeux vidéo. Il prouve que ces technologies ne sauraient être réduites

à un sens unique, mais qu'il est possible, à condition de s'y engager depuis l'intérieur, de les pluraliser.

Vers des IA sur mesure

Avec le recul lié à la parution de l'essai *Design sous artifice* en mars 2023 [5], il apparaît d'autres pistes de travail que l'auteur du présent texte s'efforce actuellement de développer ou de soutenir au sein de la HEAD – Genève. Tout d'abord, considérer l'idée d'une « intelligence de l'artificiel » souligne l'importance de la diversité des formes d'intelligence — y compris celles qui ne sont pas purement humaines ou machiniques, mais quelque part entre les deux. Explorer ces espaces intermédiaires ouvre à de nouvelles formes de collaboration hybridant êtres vivants et machines — une tâche d'autant plus urgente que se développent des interfaces dites « neuronales » charriant (à nouveau) la promesse d'une connexion directe avec le cerveau humain. Dans cette optique, il importe aussi de considérer le récent développement commercial des « sexbots » et autres « AI Girlfriends », à savoir des objets et services modélisant via l'IA des normes sexuelles et sentimentales et qui mériteraient d'être réinvestis par le design depuis des optiques féministes, queer et antivalidistes. Une autre piste consiste à revisiter les notions, mouvantes dans le temps et dans l'espace, de faux et d'original pour envisager à nouveaux frais les actuelles problématiques de désinformation par l'IA. Ne pourrait-on pas, à l'inverse, réactiver la longue tradition de la simulation, voire du canular, pour déconditionner le champ du design de ses grandes figures, rituels et objets-maîtres ? Une dernière direction, la plus opérante à court terme, consiste à établir des « petits » jeux de données constitués par des artistes et designers afin de se distancer de l'opacité et du poids normatifs des *large language models*. Cette approche « sur mesure », fonctionnant en local, a



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

comme avantage de maîtriser une plus grande partie du processus de travail et de situer l'IA comme une étape plutôt que comme une finalité.

Pour des technologies déceptrives

Dans l'essai *Décevoir est un plaisir* [3], le philosophe Laurent de SUTTER s'intéresse aux enjeux qu'implique le renoncement à espérer, c'est-à-dire considérer que puisse advenir, en des temps futurs, un état stabilisé où nous serions sauvés par un ordre supérieur. Si cette attitude a pour avantage d'éviter d'être « déçu », c'est-à-dire d'annihiler le décalage entre l'attente et ce qui arrive, elle a aussi pour revers de manquer ce qui est déjà là, parmi nous, et donc de figer la possibilité du faire. La distinction que Laurent de SUTTER installe entre les notions de « projection » (jeter au loin) et d'« orientation » (déterminer les points clé du lieu où l'on se trouve) acte, au contraire, l'importance de faire au mieux avec ce qu'on a : « Toute orientation n'est jamais qu'un point de départ — tandis qu'une projection présuppose que l'on soit déjà arrivé avant même que le premier pas n'ait encore été accompli [...]. Dans l'orientation, on ne progresse que pas après pas, étape par étape, dans l'exploration de ce qui était inconnu et qui, de devenir connu, ne fait que céder la place à un inconnu autre ; dans la projection, on se contente d'accomplir un grand saut, qui règle tout. » [3, p. 25-26]. Replacées dans les champs de l'intelligence artificielle générative et du design, de tels propos mettent en évidence, d'une part, l'absurdité de comprendre la création comme la reproduction ser-

vile du passé (rien ne doit déborder du connu) et, d'autre part, le danger d'attendre des technologies, dans une visée mystique, qu'elles nous épargnent le labeur du faire. Se loge en creux, comme un non-dit, l'idée que les technologies, à mesure qu'elles promettent davantage d'automatisation, éludent en parallèle la possibilité d'une émancipation. L'idée d'un travail « avec » les techniques a été déniée à mesure que celles-ci ne se présentent plus comme des matières, mais comme des horizons d'attente. Sans doute gagnerait-on à envisager le design comme un art de l'orientation : (mieux) faire avec ce qui est là plutôt que d'espérer une fin des temps où nos tracas existentiels seraient « résolus » comme par artifice.

Références

- [1] Antonio Casilli : *En attendant les robots. Enquête sur le travail du clic*. La Couleur des idées. Le Seuil, 2019.
- [2] Kate Crawford : *Contre-atlas de l'intelligence artificielle*. Éditions Zulma, 2021. Essai traduit de l'anglais (Australie) par Laurent Bury, 2022.
- [3] Laurent de Sutter : *Décevoir est un plaisir*. Perspectives critiques. PUF, 2024.
- [4] Anthony Measure : *Design et humanités numériques*. Esthétique des données. B42, novembre 2017.
- [5] Anthony Measure : *Design sous artifice : la création au risque du machine learning*, volume 5 de *Manifestes*. Head Publishing, Genève, 2023.

Anthony MASURE est professeur associé et responsable de la recherche à la Haute École d'Art et de Design de Genève (HEAD – Genève, HES-SO). Ses recherches actuelles portent sur les implications sociales, politiques et esthétiques des intelligences artificielles, des technologies blockchain et des jeux vidéo. Il a cofondé la revue de recherche *Back Office* et est l'auteur des deux essais : *Design et humanités numériques* [4] et *Design sous artifice : la création au risque du machine learning* [5].



■ De l'intelligence artificielle à l'œuvre

Par **Dominique MOULON**
EAS École des arts de la Sorbonne
Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
dominique.moulon@gmail.com
www.dominiquemoulon.com

Introduction

Quatre études de cas d'œuvres d'artistes dans l'ordre de leurs émergences et où l'intelligence artificielle est à considérer tant du point de vue du sujet que de celui de l'outil et de la forme.

Memo Akten

On se plaît à imaginer, depuis l'apparition de l'intelligence artificielle dans les années 1950, que les machines pourraient « penser ». Dans les années 1980, l'émergence de l'apprentissage automatique induit qu'elles seraient aussi en mesure d'apprendre, puis d'apprendre profondément depuis qu'elles accèdent, avec les années 2000, à de très grandes quantités de données. États et entreprises ne ménagent pas leurs efforts lorsqu'il s'agit d'investir dans des technologies de reconnaissance de formes s'articulant autour de l'usage de réseau de neurones artificiels. Les premiers évoquant des raisons sécuritaires alors que les secondes sont davantage motivées par le profit. Mais les artistes ne sont pas en reste et les œuvres mobilisant l'usage de modèles génératifs, depuis quelques années, se multiplient.

Learning to See: Gloomy Sunday compte parmi les créations qui sont conséquentes au déploiement des réseaux de neurones artificiels. Conçue et réalisée par Memo AKTEN, artiste né à Istanbul en 1975 et basé à Londres, elle a déjà été présentée à plusieurs reprises dans sa version interactive, c'est-à-dire manipulable par le public. Toutefois, comme c'est de plus en plus fréquemment le cas, c'est en ligne que

beaucoup l'ont découverte sous la forme d'une séquence vidéo de documentation divisée en deux parties et ayant l'allure d'un test technique. À gauche, l'artiste manipule des tissus ou objets du quotidien ; à droite, la machine reconnaît tout autre chose selon les ensembles de données auxquels elle est connectée. Ne « connaissant » que des rivages, feux, nuages ou fleurs pour en avoir « vu » par centaines de milliers sous la forme d'images, elle interprète ce qu'elle observe selon sa mémoire d'un temps passé à apprendre. C'est ainsi que, par exemple, ce que l'on identifie pour en avoir déjà vu comme un chiffon à poussière de couleur jaune, l'ordinateur aux algorithmes tout particulièrement bien entraînés, lui, n'y voit qu'une mer démontée laissant parfois apparaître les rochers du rivage que l'on devine.

Les machines sont moins multitâches qu'on voudrait bien nous le faire croire. Quand elles nous surpassent, elles ne savent « que » gagner aux échecs selon IBM (*Deep Blue*, 1997) ou au jeu de go avec Google (*AlphaGo*, 2015). S'agissant de peindre, quand Microsoft (*The Next Rembrandt*, 2016) s'en mêle, la machine ne connaît que le style de Rembrandt. Cette extrême spécialisation serait plutôt de nature à nous rassurer quant à l'agilité intellectuelle dont nous, humains, faisons preuve. Et c'est peut-être cette capacité que nous avons à sauter allègrement d'un sujet à un autre qui nous préserve de l'ennui comme de la morosité d'un dimanche, considérant la seconde partie du titre de l'œuvre dont il est ici question : *Gloomy Sunday*. C'est le titre de la chanson qui, inter-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

prêté par Diamanda GALAS en 1992, accentue la relative tristesse que l'on éprouve envers cette machine dont on comprend instantanément les limites. Elle est condamnée à ne voir que des rivages, feux, nuages ou fleurs quand il y a, tout autour du monde, tant d'autres choses à découvrir. On dit qu'à Budapest cette même chanson, initialement intitulée *Szomorú Vasárnap* par son auteur Rezső SERESS en 1933, était interdite dans de nombreux établissements de peur qu'elle n'entraîne au suicide tant elle était déjà déprimante. La déprime étant un état psychologique dont les machines, et autres algorithmes, jamais ne souffriront.

Adam Basanta

L'installation *All We'd Ever Need Is One Another*, de l'artiste canadien Adam BASANTA (1985), produit des chefs-d'œuvre à la chaîne. À l'entrée de celle-ci, évoquant celles de la production industrielle, deux scanners à plat se font face. Se capturant l'un l'autre avec des réglages aléatoires à chaque balayage, ils produisent des images abstraites où l'horizontalité est de mise. Notons que le scanner personnel illustre parfaitement cet acharnement que nous avons dans les années 1990 à numériser le monde. Et rappelons que l'aléatoire inhérent aux « compositions » des deux scanners, est une composante essentielle de l'art des XX^e et XXI^e siècles. Les images ainsi obtenues sont ensuite analysées d'une manière tout aussi autonome par des algorithmes d'apprentissage profond qui les comparent aux contenus des bases de données d'institutions publiques ou privées rassemblant de grandes quantités de chefs-d'œuvre de l'abstraction. Ce n'est que lorsqu'ils correspondent à plus de 83% d'un chef-d'œuvre existant que les fichiers sont publiés sur les comptes Twitter et Instagram du dispositif. Certains, parmi eux, seront imprimés pour être présentés aux côtés de cette installation processuelle.

Sur le site à l'adresse allwedeveryneed.com, dédié à ce dispositif autonome, il est stipulé que « toutes les images présentées dans le cadre de l'œuvre artistique *All We'd Ever Need Is One Another* de l'artiste Adam BASANTA sont des œuvres originales auto-générées par une application logicielle ». Cette phrase à connotation juridique a pour objectif d'éloigner les juristes qui seraient tentés d'interdire la publication de telles images parce que considérées comme trop semblables aux propriétés de leurs dirigeants ou clients. Ce qui interroge, bien au-delà de la seule question de la propriété intellectuelle dans le champ de l'art — un véritable sujet en soi —, sur la notion d'auteur à l'ère du digital et de l'intelligence artificielle. S'il va de soi que les productions d'une machine imaginée par un artiste ne peuvent être que propriété de leur concepteur, il n'en reste pas moins une forme d'ambiguïté si l'on vient à opposer l'intelligence artificielle de l'appareillage à celle, humaine, de son concepteur. La relative incapacité d'un système autonome à nous surprendre lorsqu'il se contente de plagier l'existant est ici de nature à nous rassurer sur notre possible singularité quant aux machines : la créativité. L'histoire de l'art, comme les carrières d'artistes, est aussi constituée de ruptures, ce dont les algorithmes d'apprentissage profond sont *a priori* incapables si l'on omet le bug informatique qui, parfois, fait œuvre.

Il est intéressant de mentionner que l'installation d'Adam BASANTA a très vite intégré la collection permanente du musée d'Art contemporain de Montréal. Elle a par conséquent rejoint bien d'autres chefs-d'œuvre de l'art des XX^e et XXI^e siècles. L'artiste a dû fournir instructions et documentations afin que le musée soit en mesure de présenter son chef-d'œuvre, y compris dans un futur où bon nombre de ses composants auront disparu. Les possibles libertés que l'institution pourrait prendre afin de pérenniser l'installation sont ainsi mention-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

nées dans un contrat d'acquisition qui confère un caractère conceptuel à cette œuvre processuelle où l'idée prime sur le résultat, comme c'est ordinairement le cas avec l'art conceptuel. Signalons enfin que l'artiste a conçu une variante de *All We'd Ever Need Is One Another* en ajoutant un troisième scanner à l'entrée de son dispositif, probablement pour produire encore plus de chefs-d'œuvre à la chaîne. On pourrait aisément interpréter cette optimisation de la productivité comme une possible critique du monde de l'art à l'ère de son extrême marchandisation.

Kevin Abosch

2023 restera sans conteste comme l'année de l'intelligence artificielle, bien que la genèse de cette discipline scientifique remonte au milieu des années cinquante, à l'occasion d'un workshop du Dartmouth College dans le Massachusetts. Car 2023 est l'année de sa démocratisation avec l'émergence de multiples applications et services d'IA génératives utilisables par toutes et tous, ou presque, suscitant à la fois méfiance et fascination. Cette révolution sociétale dont les médias sociaux se font très largement l'écho s'invite partout, jusque dans les foires d'art. Comme à Paris Photo qui a innové en 2023 avec son tout nouveau secteur « Digital » réunissant neuf galeries, dont Nagel DRAXLER. Cette galerie allemande y présentait les images issues d'IA génératives de la série *Somewhere in Los Angeles* de Kevin ABOSCH (1969), des grands formats, ce qui avait de quoi surprendre. Mais le plus frappant, c'est que celles-ci documentent une forme d'urbain ordinaire, un sujet banal en photographie, mais très rare en IA. Parmi les grandes évolutions de l'IA, signalons l'interconnexion d'algorithmes d'apprentissage automatique à de grandes quantités de données : le *big data*. On leur reproche toutefois les biais algorithmiques qui sont conséquents à la nature de ces mêmes

données aux provenances trop souvent insuffisamment diversifiées. Ainsi, c'est pour éviter toute forme de standardisation que l'artiste Kevin ABOSCH a commencé par prendre lui-même une quantité phénoménale de clichés avec différents types d'appareils dans la ville de Los Angeles pour entraîner un modèle *machine learning*. Il a ensuite effectué de nombreux va-et-vient entre textes et images en décrivant textuellement ses propres images pour que l'ordinateur en calcule d'autres afin d'en peaufiner les prompts dans une sorte de dialogue homme/machine.

Pour qui connaît Los Angeles, ne serait-ce qu'au travers de productions hollywoodiennes, force est de reconnaître que les images de l'artiste sont toutes plus que plausibles. On en éprouve même une forme de nostalgie de ce que pourtant nous n'avons jamais véritablement vécu, sauf peut-être en rêve. Mais si tôt passé le temps de la contemplation, d'inquiétantes étrangetés nous saisissent. Car il y a dans tous ces « quelque part » de multiples incongruités : des câbles électriques bizarrement raccordés, des feux de circulation qui s'amoncellent, des voitures partiellement atrophiées, des ombres projetées incongrues, etc. Ce sont précisément ces arrangements avec le réel qui extirpent ces photographies de synthèse du registre du banal. On compare souvent l'intelligence artificielle à une boîte noire dont on ne saurait pas saisir le fonctionnement dans son intégralité ce qui, en art, n'est pas véritablement de nature dérangement. Car le mystère inhérent à la fabrication d'images par l'IA générative est comparable à celui de la chimie qui opère en chambre noire. De la même manière qu'au XIX^e siècle la photographie a incité les peintres à consigner leurs impressions, aujourd'hui Kevin ABOSCH, avec l'IA, nous fait lui aussi part de ses impressions sur cette ville où il a vécu.



AfIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Louis-Paul Caron

Dans la série de séquences génératives *Incendies* de Louis-Paul CARON (1995), l'action se passe en extérieur, là où de la végétation se consume violemment. Une situation qui ne semble en rien affecter la sérénité extrême d'une scène se jouant à l'intérieur d'un restaurant. Le spectacle des flammes n'atteint pas le couple protégé par la baie vitrée de l'établissement, mais pour combien de temps ? On pense inévitablement au président J. CHIRAC qui ouvrit son discours du 2 septembre 2002 au quatrième sommet de la Terre de Johannesburg avec cette phrase : « Notre maison brûle et nous regardons ailleurs ». Il y avait alors encore débat sur les causes du réchauffement. Une vingtaine d'années plus tard, notre responsabilité collective sur les dérèglements climatiques ne fait plus aucun doute. On en observe de plus en plus les conséquences et les États sont pointés du doigt pour leur inaction. Et chaque année, nous nous sentons un peu plus démunis au regard des forêts qui s'embrasent et des rivières qui sortent de leurs lits partout dans le monde.

En fait, Louis-Paul CARON a d'abord étudié les arts appliqués avant de se consacrer à l'art. C'est dans les musées, et tout particulièrement celui du Louvre, qu'il s'est formé en observant la peinture des anciens. Allant jusqu'à en copier les portraits de la Renaissance, mais avec les outils de son temps, soit des applications dédiées à la création en trois dimensions. Ses « copies » sont ainsi autant d'interprétations contemporaines dont il traite avec une attention constante les modèles, textures, éclairages, caméra et rendus. Sa formation achevée

dans l'atelier de ses interfaces, tout en proposant ses créations aux collectionneuses et collectionneurs de NFT, il ne pouvait rester indifférent à la déferlante des services de l'intelligence artificielle générative. Et c'est avec sa série des *Incendies* qu'il a pris goût aux dialogues avec les algorithmes.

Peaufinant sans cesse ses prompts, l'artiste français obtient des séquences qui ne laissent personne indifférent, tant dans la crypto-sphère que dans celle de l'art contemporain. Celles-ci fusionnent différents styles. Par exemple, les arbres du dehors semblent provenir de pastorales européennes des XVII^e ou XVIII^e siècle tandis que la scène intérieure renvoie à la peinture réaliste américaine, notamment Edward HOPPER. Le feu, qui naturellement nous fascine autant qu'il nous effraie, a un rendu tout particulièrement synthétique lui conférant une inquiétante fluidité. Ces compositions résolument cinématographiques — typique des réalisateurs inspirés par la peinture — sont pourtant perturbées par des approximations machiniques, parmi lesquels on note quelques absences ou transparences de membres ou de vêtements des deux protagonistes imperturbables. En préservant de telles « propositions » des intelligences artificielles avec lesquelles il « collabore », L.P. CARON documente les limites inhérentes à leurs versions du moment car elles évoluent à une vitesse qui dépasse l'entendement. L'artiste participe ainsi à une forme de techno-archéologie d'imperfections qui contribuent grandement au charme de ses représentations. Et au-delà, de leur évidente plasticité, elles éveillent les consciences. N'est-ce pas là aussi l'un des rôles des artistes ?

Dominique MOULON est critique d'art et commissaire d'exposition spécialisé en numérique. Il a étudié les arts visuels à l'École nationale supérieure d'art de Bourges et est titulaire d'un doctorat en Arts et sciences de l'art. Membre du Digital Art Museum de Berlin et de l'Association française des commissaires d'exposition, il est, depuis 2015, commissaire associé à la biennale Nêmo en Ile-de-France. Membre de l'Association internationale des critiques d'art, il a rédigé de nombreux articles pour des



Afia
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

catalogues d'exposition, ouvrages collectifs et magazines spécialisés. Actuellement, il collabore avec les revues ArtPress, TK-21, ArtInTheDigitalAge et coordonne le MoocDigital de la ville de Paris. Il est aussi l'auteur de plusieurs livres publiés aux nouvelles éditions Scala dont le dernier est *Chefs-d'œuvre du XXI^e siècle*.



■ L'apprentissage machine comme matériau de création

Par | **Hugo SCURTO**
o@hugoscurto.com
<https://hugoscurto.com>

Introduction

Depuis son invention jusqu'à ses applications contemporaines, l'apprentissage machine a majoritairement été pensé et pratiqué du point de vue des sciences informatiques. Il s'agit pour les chercheurs et chercheuses de cette discipline de développer des algorithmes, capables d'optimiser des modèles probabilistes, à partir de données numériques. Les méthodes des sciences informatiques produisent des *techniques* d'apprentissage machine, qui résolvent ces problèmes de modélisation, mais qui incluent trop peu de nature humaine dans la recherche et le développement. Ce rapport inégal, entre le computationnel et l'humain, normalise nos usages de l'apprentissage machine, et produisent des impacts socio-écologiques, au travers de ses applications, qui manquent encore de recherches. Comment, dès lors, penser de nouvelles pratiques de recherche, avec et sur l'apprentissage machine, favorisant la redéfinition de ses usages, et le questionnement de ses applications, par une pluralité d'humain(e)s ?

En tant qu'artiste, designer et chercheur, et avec des praticiens et praticiennes de diverses disciplines, je suggère depuis bientôt dix ans de travailler avec et sur l'apprentissage machine comme *matériau de création*. Plutôt que de développer des algorithmes, je propose de *prototyper des apprentissages machine*, pour découvrir des usages, avec et pour une pluralité d'humain(e)s, en empruntant aux pratiques de design. Plutôt que de modéliser des données, je propose de *façonner du matériau computationnel*, pour rendre sensibles les impacts de l'apprentissage machine, par le biais de dispositifs artistiques. Plutôt que de produire des

techniques, je propose de *générer des sondes culturelles*, pour enquêter sur les applications de l'apprentissage machine avec et par lui, à l'aide des méthodes des sciences humaines. Cet article illustre ces trois propositions, par le biais de trois de mes recherches-crétions, impliquant de l'apprentissage machine et des collaborations en musique, écoacoustique et soin respiratoire.

Prototyper des apprentissages machine

Le prototypage de l'apprentissage machine consiste à concevoir des interactions humain-machine, basées sur des données et des modèles probabilistes, avec et pour des publics. L'enjeu central n'est plus de développer des algorithmes, mais bien de découvrir des usages de l'apprentissage machine, non anticipés par les méthodes des sciences informatiques, en interaction avec divers publics. Pratique courante du design, le prototypage a été introduit dans le développement de logiciels par les chercheurs-es en interactions humain-machine, il y a plus d'une vingtaine d'années [2]. Il peut mobiliser divers supports, tels que des maquettes, des storyboards ou des magiciens d'Oz (simulation par un humain de comportements autonomes dans une machine), ainsi que diverses méthodes, comme les ateliers, les entretiens ou les études de terrain, en complément des logiciels. Dans la lignée de travaux récents en France et à l'étranger [7], mes recherches ont étendu cette pensée et cette pratique du prototypage au domaine et aux techniques de l'apprentissage machine.

Ma thèse, menée au laboratoire STMS-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Ircam²⁰ et intitulée « Design de l'apprentissage machine pour les dispositifs interactifs musicaux » [10], s'est attachée à prototyper l'apprentissage machine dans le domaine de la musique. La musique est une pratique artistique longuement sujette à l'étude des sciences informatiques, dans le but de « modéliser des tâches relevant des domaines de compétences des musiciens ou des musicologues » [9]. Mon travail a cherché à renverser ce rapport disciplinaire, en plaçant l'apprentissage machine comme objet d'étude de pratiques musicales, pour découvrir des usages de ses techniques avec et pour des musiciennes et musiciens. J'ai pour cela développé des prototypes d'apprentissage supervisé, non supervisé et par renforcement, en collaboration avec des artistes, capables d'apprendre interactivement de leurs données d'usage. Un de ces prototypes, le *Co-Explorer*, est un agent d'apprentissage par renforcement, permettant à des artistes d'explorer des sons par le biais de leurs préférences subjectives [14].

Avec mon directeur Frédéric BEVILACQUA, nous avons conçu une interaction, dans laquelle un agent modifie les paramètres d'un synthétiseur sonore, suite à quoi un musicien, une musicienne communique un renforcement positif ou négatif [11]. Un premier prototype, testé lors d'entretiens semi-structurés, nous a fait découvrir une pluralité d'usages du renforcement par les artistes, qui détournent l'apprentissage de l'agent pour explorer une diversité de sons. Un second prototype, testé lors d'un atelier de création (Figure 13), a révélé les stratégies de co-exploration entre la personne et l'agent qui explore les sons et exploite son apprentissage, en s'adaptant aux usages de celle-ci [14]. Sans le prototypage, les méthodes des sciences informatiques auraient cherché à développer un algorithme de recommandation, convergeant automatiquement vers les sons

préférés des musicien(ne)s. Notre recherche montre que d'autres caractéristiques de l'apprentissage machine, comme la divergence ou l'exploration, contribuent aux usages créatifs des artistes, et méritent tout autant d'efforts de développement.

Façonner du matériau computationnel

Le façonnage du matériau computationnel consiste à expérimenter avec les imperfections des calculs et les caractéristiques des données numériques, dans une démarche de bricolage, sans chercher à résoudre de problème [20]. L'enjeu n'est plus de modéliser des données, mais bien de découvrir des caractéristiques matérielles du numérique, erronées pour les sciences informatiques, mais sensibles et impactantes pour divers publics. Le façonnage prête ainsi attention aux motifs algorithmiques, aux incertitudes des calculs et des flux de données, et matérialise ces caractéristiques dans des images, des sons ou des dispositifs interactifs. Le façonnage est toujours et déjà présent dans le numérique, mais peu valorisé en sciences informatiques, qui présentent majoritairement les résultats de son développement, au détriment de sa « magie noire » [5]. Dans la lignée du travail d'artistes aux approches computationnelles [1, 3], mes recherches étendent cette pensée et cette pratique du façonnage au domaine et aux techniques de l'apprentissage machine.

Un de mes post-doctorats, effectué entre EnsadLab et l'Université Paris 8 et financé par EUR ArTeC²¹, s'est attaché à mettre en pratique le façonnage de l'apprentissage machine dans le domaine de l'écoacoustique. L'écoacoustique est une discipline à la croisée de l'écologie et des sciences informatiques, qui utilise les données sonores et l'apprentissage machine pour modéliser l'environnement et veiller

20. <https://www.stms-lab.fr/>

21. <https://eur-artec.fr/>



Figure 13 – Atelier de création avec le prototype d'apprentissage par renforcement *Co-Explorer*.

sur lui [19]. Mon travail a cherché à renverser cette problématique, afin de rendre sensible l'impact de l'apprentissage machine sur l'environnement [18], ainsi que sur l'attention que nous lui portons [4]. J'ai pour cela façonné deux modèles génératifs profonds, à partir de données de son et d'image collectées selon deux échelles, transversales et longitudinales, que j'ai présentés dans deux dispositifs artistiques. L'un de ces dispositifs, *Deepscape : Transversal*, est un paysage sonore stéréophonique, généré en continu par un réseau neuronal profond, et diffusé en flux de données sur Internet [13].

J'ai d'abord collecté pendant un week-end des paysages sonores à travers la planète, par le biais de *Locustream*, une carte en ligne donnant à écouter en flux sonore des environnements naturels et urbains [17]. En collaboration avec l'artiste-chercheur Axel CHEMLA-ROMEU-SANTOS, j'ai ensuite façonné du matériau computationnel, en prêtant oreille aux motifs et incertitudes du réseau neuronal profond, généré à partir de ces données. Enfin, j'ai fait écouter le paysage sonore généré par apprentissage profond lors d'une émission radiophonique, d'un concert acousmatique et d'ateliers, impliquant des publics non né-

cessairement issus du domaine des arts ou de la recherche. Via ces dispositifs artistiques, les publics ont fait l'expérience d'« une autre planète », d'« un paysage impossible » [13] : en somme, d'une dégénération de l'environnement, semblable au paysage en Figure 14. Loin d'une modélisation parfaite, ce façonnage révèle la matérialité de l'apprentissage machine : celles de ses incertitudes probabilistes, et de ses impacts sur l'environnement, tout aussi incertains et hors de notre attention.

Générer des sondes culturelles

La génération de sondes culturelles consiste à façonner du matériau computationnel, à partir d'un prototype d'apprentissage machine, pour enquêter sur les ressentis de publics, vis-à-vis de ses applications. L'enjeu central n'est plus de produire des techniques, mais bien des connaissances sociales et éthiques sur l'apprentissage machine, peu abordées par les sciences informatiques, car souvent jugées subjectives. Développées en recherche par le design, les sondes culturelles cherchent à collecter les interprétations, émotions et réactions inspirantes de divers publics, vis-à-vis d'usages et d'artefacts numériques [6]. Elles



Figure 14 – Image façonnée par apprentissage profond génératif pour *Deepscape : Longitudinal*.

se composent de divers matériaux, tels que des images, des artefacts partiellement numériques ou des consignes, et se diffusent auprès de communautés de personnes par correspondance, ou lors d'études de terrain. Dans la lignée d'enquêtes-crétions contemporaines en sciences humaines [8], mes recherches ont étendu cette pensée et cette pratique des sondes culturelles au domaine et aux techniques de l'apprentissage machine.

Un de mes post-doctorats, effectué entre l'ISIR et l'AP-HP, s'est attaché à mettre en pratique la génération de sondes culturelles par apprentissage machine dans le domaine du soin respiratoire. Le soin respiratoire est une pratique de santé holistique, qui convoque des approches médicamenteuses, computationnelles, cognitives et corporelles, pour prendre conscience de la respiration [16]. Mon travail a cherché à sonder les ressentis de praticien(ne)s en soin respiratoire, sur l'application potentielle d'apprentissage profond génératif en contexte clinique, pour aider des patientes et patients à mieux respirer. J'ai pour cela façonné un modèle génératif profond, nommé *GANspire*, capable de générer des respirations computation-

nelles [15], qui sera mis en application dans *RÉESPIRATION*, dispositif de l'artiste Samuel BIANCHINI²², mettant en œuvre un objet à comportement respiratoire, ayant vocation à apaiser le souffle de personnes souffrant de dyspnée.

Avec le chercheur Baptiste CARAMIAUX et le professeur Thomas SIMILOWSKI, nous avons d'abord conçu plusieurs prototypes de *GANspire*, à partir de données respiratoires humaines, collectées à l'AP-HP. Le professeur a annoté les respirations computationnelles générées par apprentissage profond, s'enthousiasmant de l'ambiguïté de leurs motifs, vecteurs d'expression (Figure 15). Nous avons ensuite généré une sonde culturelle, à partir des respirations façonnées dans *GANspire*, que nous avons transmis par mail à dix praticien(ne)s en soin respiratoire, pour annotation. En plus de ces annotations subjectives, nous avons collecté les perceptions, attentes et préoccupations éthiques des soignant-es en réaction à la sonde, lors d'entretiens semi-structurés [15]. Cela nous a permis de redéfinir les usages de l'apprentissage machine dans le dispositif *RÉESPIRATION*, en amont de sa création, et de

22. <https://dispotheque.org/fr/>

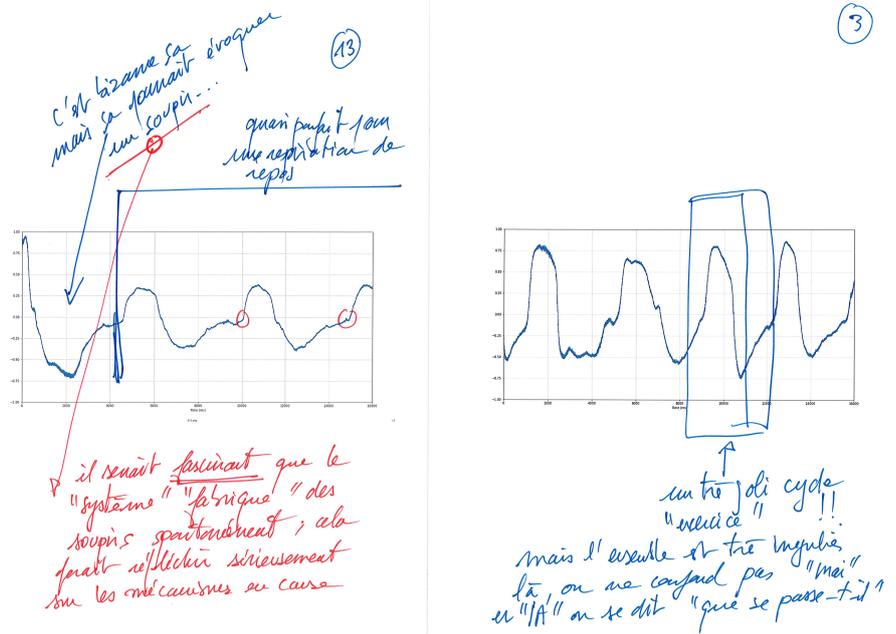


Figure 15 – Sonde culturelle annotée par le Pr. SIMIŁOWSKI et générée avec GANspire.

son application en contexte clinique.

Perspectives

Mon travail avec et sur l'apprentissage machine comme matériau de création ne prétend pas apporter une solution aux problématiques socio-écologiques soulevées par ses applications contemporaines. Plutôt, il vise à encourager le dialogue entre les chercheur-es en sciences informatiques et humaines, ainsi qu'avec toute communauté de personnes, comme matière de recherches et de créations pour l'apprentissage machine. J'ai depuis peu engagé une théorisation de ce travail, qui aborde les tensions entre calcul et sensibilité, objectivité et subjectivité, caractéristiques de l'apprentissage machine [12]. Mon souhait serait de poursuivre le développement de cette pensée, avec d'autres chercheurs et chercheuses en Intelligence Artificielle, pour mettre ensemble en pratique l'apprentissage machine, avec intelligence et humilité. Une telle

perspective demeure, je le pense, plus alignée avec l'héritage culturel et scientifique français, et peut-être plus ambitieuse que la course au tout numérique qui domine la planète.

Références

- [1] Sofian Audry : *Art in the age of machine learning*. MIT Press, 2021.
- [2] Michel Beaudouin-Lafon et Wendy E Mackay : Prototyping tools and techniques. *In The human-computer interaction handbook*, pages 1043–1066. CRC Press, 2007.
- [3] Baptiste Caramiaux et Sarah Fdili Alaoui : "explorers of unknown planets" practices and politics of artificial intelligence in visual arts. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 6(CSCW2):1–24, 2022.
- [4] Yves Citton : *Pour une écologie de l'attention*. Média Diffusion, 2014.



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

- [5] Pedro Domingos : A few useful things to know about machine learning. *Communications of the ACM*, 55(10):78–87, 2012.
- [6] Bill Gaver, Tony Dunne et Elena Pacenti : Design : cultural probes. *interactions*, 6(1):21–29, 1999.
- [7] Marco Gillies, Rebecca Fiebrink, Atau Tanaka, Jérémie Garcia, Frédéric Bevilacqua, Alexis Heloir, Fabrizio Nunnari, Wendy Mackay, Saleema Amershi, Bongshin Lee *et al.* : Human-centred machine learning. In *Proceedings of the 2016 CHI conference, extended abstracts*, pages 3558–3565, 2016.
- [8] Nicolas Nova : *Smartphones : une enquête anthropologique*. Métis Presses, 2020.
- [9] François Pachet et Gérard Assayag : I.a. et musique. *Bulletin de l'AFIA*, 22, 1995.
- [10] Hugo Scurto : *Designing With Machine Learning for Interactive Music Dispositifs*. Thèse de doctorat, Sorbonne Université, 2019.
- [11] Hugo Scurto et Frédéric Bevilacqua : Appropriating music computing practices through human-ai collaboration. In *Journées d'Informatique Musicale*, 2018.
- [12] Hugo Scurto, Baptiste Caramiaux et Frédéric Bevilacqua : Prototyping machine learning through diffractive art practice. In *Proceedings of the 2021 ACM Designing Interactive Systems Conference*, pages 2013–2025, 2021.
- [13] Hugo Scurto et Axel Chemla : Deeply listening through/out the deepscape. In *International Symposium on Electronic Art*, 2023.
- [14] Hugo Scurto, Bavo Van Kerrebroeck, Baptiste Caramiaux et Frédéric Bevilacqua : Designing deep reinforcement learning for human parameter exploration. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 28(1):1–35, 2021.
- [15] Hugo Scurto, Thomas Similowski, Samuel Bianchini et Baptiste Caramiaux : Probing respiratory care with generative deep learning. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 7(CSCW2):1–34, 2023.
- [16] Thomas Similowski : Treat the lungs, fool the brain and appease the mind : towards holistic care of patients who suffer from chronic respiratory diseases, 2018.
- [17] Peter Sinclair : Locus stream open microphone project. In *International Computer Music Conference*, 2018.
- [18] Emma Strubell, Ananya Ganesh et Andrew McCallum : Energy and policy considerations for deep learning in nlp. *arXiv preprint arXiv :1906.02243*, 2019.
- [19] Jérôme Sueur et Almo Farina : Ecoacoustics : the ecological investigation and interpretation of environmental sound. *Biosemiotics*, 8:493–502, 2015.
- [20] Anna Vallgård et Johan Redström : Computational composites. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 513–522, 2007.

Hugo SCURTO est artiste, designer et chercheur, né et basé à Marseille. Normalien en Physique, il réalise une thèse à l'Ircam, trois post-doctorats à EnsadLab, et co-fonde w-lfg.ng, collectif de musique basée en IA. Sa pratique s'attache à créer, écouter et performer à travers des intelligences artificielles, en coopération avec une pluralité de corps, pour révéler et remodeler notre entremêlement avec et dans le monde.



AfIA
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Comptes rendus de journées, événements et conférences



AFIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

■ PDIA 2024 - « Neuroscience et IA »

Par

Frédéric ALEXANDRE

*Inria Bordeaux / Mnemosyne
Inria, CNRS, Université de Bordeaux
frederic.alexandre@inria.fr*

Arthur LEBLOIS

*IMN / Team 4
CNRS, Université de Bordeaux
arthur.leblois@u-bordeaux.fr*

Introduction

La 10e journée Perspectives et Défis de l'IA (PDIA) a été organisée le mardi 9 avril 2024 à Bordeaux, dans les locaux de l'ENSC par Frédéric ALEXANDRE (Inria) et Arthur LEBLOIS (Institut des Maladies Neurodégénératives).

Cette journée était centrée sur les interactions entre l'Intelligence Artificielle et les Neurosciences. Elle se proposait de présenter aux deux communautés, à travers des exposés, les différentes façons par lesquelles ces deux domaines peuvent interagir, à titre d'illustrations mais aussi pour pouvoir analyser ces interactions dans une table ronde finale, visant également une discussion prospective de l'importance et de la nature de ces relations. Le site de Bordeaux avait été proposé, considérant l'existence d'un NeuroCampus important et de relations déjà existantes entre ces domaines.

Programme

- 10h00.** « Présentation de l'AFIA et du NeuroCampus - Introduction de la journée PDIA », par Benoit LE BLANC (AFIA et ENSC) et Thomas BORAUD (IMN, CNRS-Univ. Bordeaux)
- 10h15.** « Virtual Brain Twins at the interface of AI and the brain », par Viktor JIRSA (Institut de Neurosciences des Systèmes, Marseille)

11h15. « Deep Learning in Medical Imaging : What's Needed for Training Data ? », par Francesca GALASSI (Empenn lab, Inria Rennes)

12h15. Pause-déjeuner

13h45. « Hippocampal cells inside a random but embodied computational model », par Naomi CHAI-EICHEL (Institut des Maladies Neurodégénératives, CNRS, Inria, U. Bordeaux)

14h45. « IA neuro-inspirée pour le codage prédictif et neurosymbolique dans l'acquisition du langage et la planification », par Alex PITTI (ETIS Lab, CY Alliance, Cergy Paris)

15h45. Pause-café

16h15. « Algorithmes d'apprentissage et de prise de décision à la croisée des chemins entre l'Intelligence Artificielle et les Neurosciences », par Mehdi KHAMASSI (ISIR, CNRS-Sorbonne Université)

17h15. Table ronde : Comment exploiter et faire évoluer les relations IA-Neurosciences ?

18h15. Clôture de la journée

Organisation des interventions

Les interventions avaient été sélectionnées pour présenter une diversité d'interactions entre IA et Neurosciences et organisées pour proposer un spectre allant d'une utilisation de l'IA pour analyser des données des neurosciences, à des travaux de modélisation en neurosciences cognitives permettant de proposer des nouvelles approches en IA.

Conclusion

Cette journée a permis de mettre en valeur la richesse et la diversité des collaborations déjà existantes, ainsi que leurs apports pour les communautés respectives, avec clairement en ligne de mire l'idée d'inciter des collègues à "franchir



le pas" et à se lancer dans ce type de relations.

La table ronde finale a dépassé les attentes des organisateurs par son dynamisme et son étendue thématique. Après avoir commenté sur les différentes façons de construire des telles interactions et sur les apports que ça permettait pour les deux disciplines (et sur le fait que certains de ces apports n'avaient été rendus possible que par ces échanges disciplinaires), la table ronde s'est principalement concentrée sur des discussions prospectives. Importance de ces approches pour le futur de chacune des disciplines? Quelles sont les dimensions encore manquantes ou trop mal intégrées (in-

carnation, émotions, motivations, aspects temporels, aspects inter-individuels et sociétaux, etc.)? Qu'attendre du couplage avec la robotique? Quels enjeux éthiques et plus généralement quels rôles pour les SHS dans le futur de ces sujets? La diversité et l'ampleur des sujets évoqués ont en particulier montré que nos communautés devraient se donner plus de temps pour se les approprier et les décortiquer collégialement.

Nous remercions le GT Journées de l'**AFIA** et l'**ENSC** (et en particulier Isabelle SESÉ) pour l'aide apportée à l'organisation de cette journée.

■ EGC & IA - « Gestion et Analyse de données Aériennes et Spatiales »

Par

Clément IPHAR

LETG

Université de Bretagne Occidentale

clement.iphar@univ-brest.fr

Aurélié LEBORGNE

ICube

Université de Strasbourg

aurilie.leborgne@unistra.fr

Nida MEDDOURI

LRE

EPITA

nida.meddouri@epita.fr

Loïc SALMON

ISEA

Université de la Nouvelle-Calédonie

loic.salmon@unc.nc

Guillaume Tochon NOM1

LRE

EPITA

guillaume.tochon@epita.fr

Introduction

La 5e journée commune EGC&IA avait pour thème « Gestion et Analyse de données Aériennes et Spatiales » (G2AS'24) et fut organisée dans les locaux d'EPITA, au Kremlin-Bicêtre le 17 avril 2024 par le groupe de travail **GAST** (Gestion et Analyse de données Spatiales et Temporelles), composé de Clément IPHAR (Université de Bretagne Occidentale), Aurélié LEBORGNE (Université de Strasbourg), Nida MEDDOURI (EPITA) et Loïc SALMON (Université de la Nouvelle-Calédonie), avec l'appui de Guillaume TOCHON (EPITA). Cette journée a reçu le soutien financier et matériel de l'association **EGC** (Extraction et Gestion de Connaissances), de l'**AFIA** et d'**EPITA**.

Le groupe de travail GAST est activement soutenu par l'association EGC, et il se positionne à l'intersection des communautés Extraction et Gestion de Connaissances, des Systèmes de Gestion de l'Information Spatiale et de l'Intelligence Artificielle. Il organise annuellement un atelier qui se tient en marge de la conférence EGC, ainsi qu'une journée théma-



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

tique. Cette année, cette journée porte sur le thème des données aériennes et satellitaires.

En effet, ces données jouent un rôle crucial dans un large éventail d'applications, allant de la surveillance environnementale et climatique à la gestion des sols et des ressources naturelles, en passant par la prévision des catastrophes naturelles, la planification urbaine et la gestion des risques. Les progrès technologiques concernant la conception des capteurs embarqués sur les satellites ainsi que la multiplication des missions aériennes et spatiales à des fins d'observation permettent d'avoir aujourd'hui accès à une quantité toujours plus importante de données avec des résolutions spatiales et temporelles sans précédent. Cette journée thématique autour des données aériennes et satellitaires a donc pour but de réunir des acteurs du domaine pour échanger sur leurs expériences et leurs travaux respectifs, que ce soit à propos du développement de nouvelles méthodes de traitement des données, d'applications spécifiques en lien avec ces données ou encore des défis techniques actuels et des futures opportunités.

Programme

- 9h00.** « Accueil », par par Nida MEDDOURI (EPITA) et Thierry GERAUD (directeur du LRE). Présentation du GT GAST par Aurélie LEBORGNE (UniStra). Présentation d'EGC par Mustapha LEBBAH (Paris Saclay). Présentation de l'AFIA par Thomas GUYET (INRIA).
- 9h30.** « Machine and deep learning for Earth observation : advanced approaches and practical use cases », par Roberto INTERDONATO (CIRAD – UMR TETIS / INRIA, Montpellier)
- 10h00.** « Présentation du projet SESAME Surveillance de l'État de Santé des Mangroves », par Franck NIVOLE (IRD Nouvelle-Calédonie UMR Espace-DEV)
- 10h30.** Pause-café
- 10h45.** « Données satellitaires : de l'application locale à des modèles de fondation », par Sylvain LOBRY (LIPADE / Université Paris Cité)
- 11h15.** « Interplay between data assimilation and Machine Learning for time series of satellite images », par Lucas DRUMETZ (Lab-STICC / IMT Atlantique, Brest)
- 11h45.** Présentations-éclair des posters
- 12h00.** Déjeuner
- 13h30.** Session Posters : discussions autour des posters d'Anthony FRION (Lab-STICC / IMT Atlantique, Brest), Laura ORGAMBIDE (ONERA / CNES) et Lucrezia TOSATO (Université Paris Cité / ONERA)
- 14h00.** « Analyse d'images aérienne historiques : application à une étude épidémiologique », par Laure TOUGNE (LIRIS / Université Lumière Lyon 2)
- 14h30.** « Utilisation de l'imagerie satellitaire - L'Espace au service de la Terre », par Henri GIRAUD (SERTIT / Université de Strasbourg)
- 15h00.** « La Terre vue par la géodésie spatiale : des mesures massives pour une meilleure compréhension des processus géophysiques sous-jacents », par Samuel NAHMANI (UMR IPGP / Université Paris Cité, CNRS, IGN; Université Gustave Eiffel, ENSG, IGN)
- 15h30.** Pause-café
- 15h45.** « Apprentissage profond pour le traitement de séries temporelles d'images satellites », par Loïc LANDRIEU (IMAGINE - LIGM / École Nationale des Ponts et Chaussées)
- 16h15.** « Traitement d'images de télédétection SAR et optiques pour la cartographie de l'occupation des sols », par Flora WEISSGERBER (ONERA/DTIS/SAPIA)
- 16h45.** Clôture de la journée



Résumé des interventions

Roberto INTERDONATO : Les missions spatiales modernes génèrent d'importantes quantités de données sur la Terre, en utilisant divers capteurs comme l'optique, le radar et le LiDAR. Cette profusion de données ouvre de nouvelles perspectives en télédétection pour analyser les espaces à diverses échelles, mais pose aussi des défis. Avec la révolution numérique, une telle analyse appelle l'usage de méthodes axées sur les données. Les techniques de *machine learning* et de *deep learning* deviennent cruciales en télédétection, mais des lacunes scientifiques subsistent entre leur développement et leur application pratique. Cette présentation portera sur l'exploration de ces enjeux et présentera les innovations de l'équipe EVERGREEN à l'UMR TETIS, en mettant en avant la gestion des données multi-sources et les défis de l'intégration des données, qu'elles soient issues de l'observation de la Terre ou non.

Franck NIVOLE : Le projet SESAME, dimensionné sur une année (2022-2023), est positionné sur l'axe de prévention des risques de catastrophes dus à l'élévation du niveau des océans (conséquences des effets des changements globaux) en s'intéressant à l'environnement côtier et plus particulièrement aux forêts de mangroves. Ce projet s'insère dans des actions plus larges de l'UMR ESPACE-Dev de l'IRD autour de la thématique observation des mangroves. Cette étude, à finalité appliquée, financée par le programme « Fonds Pacifique 2021 », s'attache à identifier auprès des populations en interaction avec ces milieux, les usages afin d'en analyser les principaux besoins. L'objectif est de proposer un moyen d'y répondre par l'utilisation d'imagerie satellitaire et ce, dans le cadre d'une coopération régionale avec des états océaniques ciblés en fonction de leur problématique autour de cette thématique.

Sylvain LOBRY : Récemment, des premiers

développements de modèles de fondation pour l'imagerie de télédétection sont apparus. Ces modèles entraînés sur de grandes quantités de données variées et pouvant être adaptés à de nombreuses tâches spécifiques ont l'avantage de répondre à une problématique fréquente en télédétection dont la difficulté est d'obtenir des données de supervision. À travers quelques cas d'études à des échelles géographiques variées, nous mettrons en évidence différentes problématiques qui se posent lors de la formulation de modèles utilisant des images de télédétection. Nous confrontons ces problématiques aux premiers développements de modèles de fondation pour dégager de nouvelles directions de recherche.

Lucas DRUMETZ : De nombreux ensembles de données satellitaires accessibles pour l'observation de la Terre (terrestre ou océanique) sont naturellement épars et partiels pour diverses raisons liées à l'acquisition des données. L'assimilation de données est un cadre utile pour combiner une connaissance physique préalable et des observations bruitées ou partielles afin de résoudre des problèmes inverses tels que l'interpolation, le débruitage ou la prévision. Ces dernières années, le *machine learning* et le *deep learning* ont considérablement modifié ce domaine en poussant les chercheurs à ne plus se fier uniquement à des valeurs physiques fixes, mais aussi à apprendre (certaines parties de) ces dernières à partir de données historiques. Cela a ouvert de nombreux défis liés à l'apprentissage efficace des systèmes dynamiques, tels que le respect des contraintes physiques lorsque nécessaire, l'apprentissage à partir de données irrégulières, ou la capacité à prendre en compte l'incertitude dans la dynamique et les solutions des problèmes inverses. Nous présentons certains de ces défis et quelques contributions connexes lors de cette présentation.

Laure TOUGNE : Le centre de lutte contre



AFIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

le cancer Léon Bérard, dans le contexte du projet TESTIS, étudie l'impact des pesticides sur le développement de la tumeur germinale du cancer du testicule. Afin d'obtenir les expositions aux pesticides des sujets depuis leur naissance, il a été nécessaire de reconstituer l'occupation du sol à partir de photos aériennes historiques en niveau de gris. Dans ce contexte, nous décrivons les travaux réalisés au LIRIS, dans le cadre de la thèse de Rémi Ratajczak, pour aider les géomaticiens dans cette tâche fastidieuse et chronophage.

Henri GIRAUD : ICube-SERTIT, Service Régional de Traitement d'Image et de Télé-détection, met l'Espace au service de la Terre en produisant de l'information géographique à partir des images spatiales. Opérateur régional, national et européen, il répond à des besoins sociétaux en offrant des solutions aux problématiques de la gestion des risques, de l'aménagement des territoires, de la gestion des ressources naturelles, de l'environnement, du développement durable. Il fournit ainsi des supports d'aide à la immédiatement exploitables par ses partenaires et clients (CNES, ESA, Direction de la sécurité civile, Commission européenne, Région Grand-Est, Eurométropole, SNCF, EDF, etc.)

Samuel NAHMANI : Cette présentation dresse un panorama des apports de la géodésie spatiale à la compréhension des dynamiques terrestres et atmosphériques. La géodésie spatiale, reposant sur les mesures des techniques GNSS, VLBI, DORIS, et SLR, est fondamentale dans la production des réalisations du système de référence international, reconnu par la résolution 69/266 de l'ONU comme essentiel pour le développement durable. Via ces 4 techniques, elle permet de quantifier précisément les déformations de la croûte terrestre, les mouvements tectoniques, ainsi que d'estimer le contenu intégré en vapeur d'eau de la troposphère et le contenu total en électron de

l'ionosphère. Permettant de positionner précisément les satellites altimétriques et de corriger les déformations locales affectant les marégraphes, elle nous offre la possibilité de suivre l'évolution du niveau moyen des mers. En combinaison avec la gravimétrie spatiale, la géodésie spatiale offre une vue d'ensemble des nombreux processus géophysiques.

Loïc LANDRIEU : Les séries temporelles d'images satellite sont de plus en plus accessibles et jouent un rôle clé dans les efforts d'observation de la Terre. Cette présentation met en lumière des approches d'apprentissage profond pour la classification et la segmentation de ces séries, en se concentrant sur le développement d'architecture qui tirent parti des propriétés uniques de ces données.

Flora WEISSGERBER : L'enneigement des Alpes a diminué de plusieurs centimètres par décennie sous l'impact du réchauffement climatique. Suivre la couverture neigeuse permet d'améliorer la gestion de l'eau et de mieux combiner la production d'hydroélectricité et les activités liées au tourisme ou à l'agriculture. De plus, cette diminution impacte la recharge des aquifères qui peut engendrer un phénomène de subsidence fragilisant les infrastructures et le bâti. Mesurer la déformation des bâtiments avant l'apparition de fissure permet de prévenir des effondrements. Enfin, il est important de reconstituer une mémoire de l'évolution de la couverture du sol pour informer les modélisations de l'impact du réchauffement climatique et planifier leurs utilisations futures.

Conclusion

Cette journée a permis de confronter différentes approches de la recherche autour de la thématique des données aériennes et spatiales, au sein des communautés EGC, AFIA, mais aussi au-delà, dans tous les champs de la communauté française travaillant sur l'intelligence artificielle et les données spatialisées.



Nous avons accueilli un total d'une quarantaine de personnes en présentiel au Kremlin-Bicêtre, et d'une quinzaine de personnes connectées en ligne. Au-delà des discussions autour des présentations des 9 intervenants, une session poster a permis à 3 doctorants de présenter

leurs travaux de thèse et d'échanger abondamment avec les participants. Nous remercions encore une fois ici l'**AFIA**, l'association **EGC** et l'**EPITA** pour leur soutien financier et matériel à l'organisation de cette journée.

■ Humanité Numérique & IA - HIA 24

Par

Nathalie ABADIE

LASTIG/STRUDEL

Université Gustave Eiffel, IGN-ENSG

nahalie-f.abadie@ign.fr

Nathalie HERNANDEZ

IRIT / Melodi

Université de Toulouse - Jean Jaurès

nahalie.hernandez@irit.fr

Bertrabd DUMÉNIEU

CRH/ LaDéHiS

EHESS

bertrand.dumenieu@ehess.fr

Sébastien POUBLANC

FRAMESPA

Université de Toulouse - Jean Jaurès

sebastien.poublanc@univ-toulouse.fr

de l'IA dans les humanités numériques.

Introduction

L'Association Française pour l'Intelligence Artificielle (**AFIA**), les GdR CNRS Masses de Données, Informations et Connaissances en Sciences (**MADICS**) et Méthodes et Applications pour la Géomatique et l'Information Spatiale (**MAGIS**) et le **Datalab** de la Bibliothèque nationale de France ont organisé conjointement une première journée commune sur le thème « Humanités Numériques et IA ». Elle visait à rassembler les chercheurs en intelligence artificielle, humanités numériques et sciences humaines et sociales autour de présentations sur les enjeux et les défis de la mise en œuvre

Le vocable humanités numériques s'est aujourd'hui imposé pour désigner les travaux de recherche relevant tantôt [1] : de la création, la gestion et la mise en œuvre de jeux de données numériques dans les domaines des sciences humaines et sociales ; de la modélisation et la formalisation de processus sociaux à l'aide d'outils mathématiques et informatiques ; ou de l'analyse des usages et des communautés numériques du point de vue des sciences humaines et sociales. Si ces trois domaines mobilisent des communautés scientifiques potentiellement différentes, tous posent de véritables défis scientifiques aux approches développées dans le domaine de l'IA, qu'il s'agisse d'analyse automatique de documents, de traitement automatique du langage naturel, de recherche d'informations, de représentation de connaissances, de classification, de simulation, etc. La journée « Humanités Numériques & IA » a été accueillie par le DataLab de la Bibliothèque nationale de France, le 3 mai 2024 (la localisation exacte est détaillée en Figure 1).



Figure 1 - La journée s'est tenue à la BnF, site François Mitterrand, salle 70, Quai François Mauriac, 75006 Paris. Illustration réalisée par Adèle Huguet.

Elle a rassemblé 39 chercheuses et chercheurs sur place et 101 en visioconférence¹ le matin et 31 sur place et 62 en visioconférence l'après-midi, autour de présentations sur :

- la feuille de route, les projets IA de la BnF et le rôle du DataLab,
- l'utilisation de systèmes de recommandation pour l'analyse de grands corpus textuels,
- la création et l'exploitation de graphes de connaissances pour les humanités numériques,
- la numérisation, la transcription et l'analyse de documents textuels,
- la mise en œuvre de modèles d'IA pour l'analyse de sources en sciences humaines et sociales.

9 :00 - 9 :15. Accueil

9 :15 - 9 :55. « Introduction de la journée », par Fatiha SAIS (Afia), Nathalie HERMANDEZ (MADICS) et Nathalie ABADIE

(MAGIS). « Mots d'accueil de l'Afia et des GdR

- « La feuille de route et les projets IA de la BnF », par Tiphaine VACQUÉ (adjointe à la directrice des services et des réseaux et responsable de la Cellule IA de la BnF)
- « Le DataLab comme lieu d'expérimentations et d'accueil des chercheurs qui souhaitent faire des traitements IA sur les collections de la BnF », par Catherine ELOI (DataLab, BnF)

9 :55 - 10 :45. Session 1 - Systèmes de recommandation pour l'analyse de grands corpus textuels

- « La politique dans la machine : identifier, mesurer et limiter l'information politique apprise par les algorithmes. », par Pedro RAMACIOTTI et Tim FAVERJON (Médialab, Sciences Po Paris)

- « ISIDORE 2030 : refactorisation d'un moteur de recherche à l'ère des IA de traitement et des IA génératives », par Stéphane POUYLLAU (Huma-Num CNRS UAR 3598)

11 :00 - 12 :35. Session 2 - Graphes de connaissances pour les humanités numériques

- « Une ontologie des lieux géographiques et de leur évolution spatio-temporelle dans le contexte de l'écosystème d'extensions du CIDOC CRM pour les sciences humaines et sociales : le projet SDHSS », par Francesco BERETTA (LARHRA UMR CNRS 5190)

- « Vers l'analyse à la demande des connaissances de Wikidata », par Arnaud SOULET (LIFAT, Université de) Tours

- « Graphes de connaissances pour la représentation et la compréhension des évolutions des territoires », par Camille BERNARD (LIG, Steamer, Université Grenoble Alpes)

- « Exploitation et appréhension de la corres-

1. Sur un total de 214 inscrits recensés le 2 mai à 16h.



pondance d'Henri Poincaré », par Prunelle DAUDRÉ-TREUIL, Mathieu D'AQUIN, Olivier BRUNEAU, Jean LIBER, Emmanuel NAUEUR et Laurent ROLLET (équipe K, LORIA)

14 :00 - 15 :15. Session 3 - Numérisation, transcription et analyse de documents textuels

- « CATMuS-Medieval : Créer un jeu de données multilingue pour un modèle générique de reconnaissance Automatique de texte », par Ariane PINCHE (CNRS, CIHAM, UMR 4856)
- « Structuration, reconnaissance d'écriture et extraction d'entités dans les documents manuscrits avec Arkindex », par Christopher KERMORVANT (Teklia)
- « Projet DAI-CRÉTDHI. Des données à l'exploitation en démographie historique », par Alain BOUJU (L3i, Université de La Rochelle)

15 :30 - 16 :45. Session 4 - Modèles d'IA pour l'analyse de sources

- « Des cartes au modèle 4D. Des sources pour catalyser la reconstruction historique des villes », par Rémi PETITPIERRE (Digital Humanities Institute, EPFL)
- « Retour d'expérience sur des collaborations pluridisciplinaires entre Informatique et SHS », par Julien VELCIN (Université de Lyon, Lyon 2, ERIC UMR 308)
- « Mesurer l'influence de Charcot sur ses contemporains à l'aide de l'extraction des mots-clés », par Ljudmila PETKOVIC (Sorbonne Université, équipe-projet ObTIC)

17 :00 - 18 :00. « Table ronde : Défis ouverts en IA pour les humanités numériques », par Stéphane LAMASSÉ (maître de conférences en Histoire médiévale, Histoire des mathématiques et Humanités Numériques au Laboratoire de Médiévisiologie Occidentale de Paris (UMR 8589) et à l'Ecole d'His-

toire de la Sorbonne), Mathieu D'AQUIN (Professeur d'informatique à l'université de Lorraine, équipe K, LORIA), Adam FACI (Post-doctorant au Huma-Num Lab sur l'utilisation des techniques d'IA pour répondre à des problématiques en sciences humaines et sociales), Nicolas SAUGER (Professeur des universités à Sciences Po Paris, Directeur du centre de données sociopolitiques, responsable de l'IR* Progedo), Christopher KERMORVANT (Docteur en informatique de l'université Jean Monnet, directeur de l'entreprise Teklia qui développe des solutions pour le traitement sémantique de documents numérisés)

18h00. Clôture de la journée

Supports des interventions et illustrations

Les supports des présentations sont disponibles sur la page web de la journée². Les illustrations réalisées par Adèle HUGUET au fil des présentations et des échanges, comme celles présentées en figures 1 et 2, y sont également accessibles.

Conclusion

Les présentations et les échanges de la journée ont souligné le rôle central de la transcription et l'analyse de documents dans la plupart des projets en Humanités Numériques. La table ronde a donc débuté sur les défis scientifiques qui demeurent dans ce domaine. Les échanges se sont poursuivis sur les thèmes des vocabulaires pour la représentation des données, du rôle des infrastructures de recherche pour faciliter la mise en œuvre de l'IA pour les humanités numériques (calculs, partage des modèles, vocabulaires, données, etc.), des spécificités des sources en sciences humaines et sociales (langues anciennes, peu dotées, contraintes légales liées aux données d'enquêtes, nomina-

2. <https://afia.asso.fr/les-journees-communes/humanite-numerique-et-ia/>



SESSION #1
ISIDORE 2030
UN ENJEU D'IMAGINAIRE
CHEZ LES CHERCHEURS ?

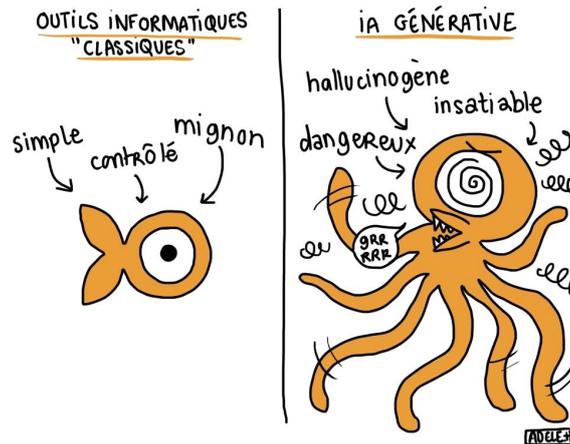


Figure 2 – Dessin d'Adèle HUGUET sur l'introduction de modèles d'IA générative sur HumaNum

tives, sous droits d'auteurs, etc.), de l'acculturation et la formation des (jeunes) chercheurs et chercheuses aux outils fondés sur l'IA et à la recherche interdisciplinaire. Les questions de sobriété énergétique et d'environnement, et la place qui leur est dévolue, tant par les institutions que par les chercheurs, ont également fait l'objet de discussions, en écho à plusieurs

présentations de la journée.

Références

- [1] Camille Roth : Digital, digitized, and numerical humanities. *Digital Scholarship in the Humanities*, 34(3):616–632, septembre 2019.



Afia
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Thèses et HDR du trimestre

Si vous êtes au courant de la programmation de soutenances de thèses ou HDR en Intelligence Artificielle cette année, vous pouvez nous les signaler en écrivant à redaction@afia.asso.fr.



■ Thèses de Doctorat

Tamim EL AHMAD

« [Learning deep kernel networks : application to efficient and robust structured prediction](#) »

Supervision : *Florence D'ALCHÉ-BUC*
Pierre LAFORGUE

Le 09/07/2024, à Institut polytechnique de Paris

Ellie BEAUPREZ

« [Système multi-agents adaptatif pour l'équilibrage de charge centre utilisateur](#) »

Supervision : *Maxime MORGE*

Le 08/07/2024, à Université de Lille

Chadi HELWE

« [Evaluating and Improving the Reasoning Abilities of Language Models](#) »

Supervision : *Fabian SUCHANEK*
Chloé CLAVEL

Le 05/07/2024, à Institut polytechnique de Paris

Natalia KALASHNIKOVA

« [Towards detection of nudges in Human-Human and Human-Machine interactions](#) »

Supervision : *Laurence DEVILLERS*
Ioana VASILESCU

Le 28/06/2024, à Université Paris-Saclay

Manon MOTTIER

« [Optimal Transport : an application to the RADAR Recognition Process for deinterleaving RADAR pulses and identifying emitter](#) »

Supervision : *Frédéric PASCAL*
Gilles CHARDON
Jean-Daniel BUSI

Le 28/06/2024, à Université Paris-Saclay

Abderrahmane Redha ALLICHE

« [Artificial intelligence-based cloud network control](#) »

Supervision : *Lucile SASSATELLI*
Ramon APARICIO PARDO

Le 24/06/2024, à Université Côte d'Azur

Rim ABDALLAH

« [Enhancing Maritime Logistics with Blockchain Technology: Application to secure and trace dangerous goods in smart ports](#) »

Supervision : *Cyrille BERTELLE*

Le 18/06/2024, à Université de Normandie

Timothee JAMMOT

« [Aide au maillage et a la programmation des acquisitions de grandes couvertures par systèmes multi-agents coopératifs et techniques d'apprentissage](#) »

Supervision : *Elsy KADDOUM*
Emmanuel RACHELSON

Le 18/06/2024, à Université de Toulouse

Romain EGELE

« [Optimization of Learning Workflows at Large Scale on High-Performance Computing Systems](#) »

Supervision : *Isabelle GUYON*
Prasanna BALAPRAKASH

Le 17/06/2024, à Université Paris-Saclay

Loup-Noé LÉVY

« [Advanced Clustering and AI-Driven Decision Support Systems for Smart Energy Management](#) »

Supervision : *Soufian BEN AMOR*
Guillaume GUÉRARD

Le 04/06/2024, à Université Paris-Saclay



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

Yann CHERDO

« Détection d'anomalie non supervisée sur les séries temporelle à faible coût énergétique utilisant les SNNs »

Supervision : *Alain PEGATOQUET*
Benoît MIRAMOND

Le 28/05/2024, à Université Côte d'Azur

Astrid BERTRAND

« Misplaced trust in AI : the explanation paradox and the human-centric path. A characterisation of the cognitive challenges to appropriately trust algorithmic decisions and applications in the financial sector »

Supervision : *Winston MAXWELL*
James EAGAN

Le 21/05/2024, à Institut polytechnique de Paris

Vijini PILANA LIYANAGE

« Detection of automatically generated academic Content »

Supervision : *Adeline NAZARENKO*
Davide BUSCALDI

Le 16/05/2024, à Université Sorbonne Paris Nord

Yassine EL AMRAOUI

« Faciliter l'inclusion humaine dans le processus de science des données : de la capture des exigences métier à la conception d'un workflow d'apprentissage automatique opérationnel »

Supervision : *Mireille BLAY-FORNARINO*
Frédéric PRECIOSO

Le 14/05/2024, à Université Côte d'Azur

Anthony FAVIER

« Planification de tâches pour un robot collaboratif : théorie de l'esprit et anticipation des décisions et actions de l'humain »

Supervision : *Rachid ALAMI*

Le 30/04/2024, à Université de Toulouse

Subba Reddy OOTA

« Modèles neurocomputationnels de la compréhension du langage : caractérisation des similarités et des différences entre le traitement cérébral du langage et les modèles de langage »

Supervision : *Xavier HINAUT*
Frédéric ALEXANDRE

Le 30/04/2024, à Université de Bordeaux

Imen BEN AMOR

« Deep modeling based on voice attributes for explainable speaker recognition : application in the forensic domain »

Supervision : *Jean-François BONASTRE*

Le 25/04/2024, à Avignon Université

Rebeca VÉTIL

« Artificial Intelligence Methods to Assist the Diagnosis of Pancreatic Diseases in Radiology »

Supervision : *Isabelle BLOCH*
Pietro GORI

Marc-Michel ROHÉ

Le 23/04/2024, à Institut polytechnique de Paris

Mohamad ALBILANI

« Neuro-symbolic deep reinforcement learning for safe urban driving using low-cost sensors. »

Supervision : *Amel BOUZEGHOUB*

Le 22/04/2024, à Institut polytechnique de Paris



Mansour ZOUBEIROU A MAYAKI

« Méthodes d'apprentissage profond pour la détection d'anomalies et de changement de régimes : application à la maintenance prédictive dans des systèmes embarqués »

Supervision : *Michel RIVEILL*

Le 18/04/2024, à Université Côte d'Azur

Imed GHNAYA

« Résilience de la perception collective et augmentée des véhicules autonomes connectés par les C-ITS »

Supervision : *Mohamed MOSBAH*

Toufik AHMED

Marion BERBINEAU

Le 17/04/2024, à Université de Bordeaux

Chloé MERCIER

« Modéliser les processus cognitifs dans une tâche de résolution créative de problème : des approches symboliques à neuro-symboliques en sciences computationnelles de l'éducation »

Supervision : *Thierry VIEVILLE*

Margarida ROMERO

Le 16/04/2024, à Université de Bordeaux

Bouchra MROUÉ

« Decarbonization strategies : a game theory perspective »

Supervision : *Samson LASAULCE*

Irinel Constantin MORA-

RESCU

Le 04/04/2024, à Université de Lorraine

Etienne LABBÉ

« Description automatique des événements sonores par des méthodes d'apprentissage profond »

Supervision : *Julien PINQUIER*

Le 03/04/2024, à Université de Toulouse

■ Habilitations à Diriger les Recherches

Elise BONZON

« Interaction in Multiagent Systems »

Le 12/06/2024, Université Paris Cité



AFIA

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

À PROPOS DE L'AFIA

L'objet de l'AFIA, Association Loi 1901 sans but lucratif, est de promouvoir et de favoriser le développement de l'Intelligence Artificielle (IA) sous ses différentes formes, de regrouper et de faire croître la communauté française en IA et, à la hauteur des forces de ses membres, d'en assurer la visibilité.

L'AFIA anime la communauté par l'organisation de grands rendez-vous. Se tient ainsi chaque été une semaine de l'IA, la Plate-forme IA (PFIA 2022 à Saint-Étienne, PFIA 2023 à Strasbourg, PFIA 2024 à La Rochelle) au sein de laquelle se tiennent la Conférence Nationale d'Intelligence Artificielle (CNIA), les Rencontres des Jeunes Chercheurs en IA (RJCIA) et la Conférence sur les Applications Pratiques de l'IA (APIA) ainsi que des conférences/journées thématiques hébergées qui évoluent d'une année à l'autre, sans récurrence obli-gée.

Ainsi, PFIA 2024 a hébergé du 1 au 5 juillet 2024 à La Rochelle, outre la 27^e CNIA, les 22^{es} RJCIA et la 10^e APIA : les 2 conférences IC et JIAF, 3 journées théma-tiques (Agents & IA, Santé & IA, Société & IA), 7 ateli-ers thématiques (Défense & IA, Jeux & IA, MAFTEC, SOSEM, CÉCILIA, IA en Nouvelle-Aquitaine, GDR RA-DIA) et 8 tutoriels hébergés.

Fort de soutien de ses 427 adhérents à jour de leur cotisation en juillet 2024, l'AFIA assure :

- le maintien d'un site Web dédié à l'IA reproduisant également les Brèves de l'IA ;
- une *journée industrielle* « Forum Industriel en IA » (FIIA 2023) ;
- une *journée recherche* « Perspectives et Défis en IA » (PDIA 2024) ;
- une *journée enseignement* « Enseignement et For-mation en IA » (EFIA 2023) ;
- une « École Saisonnière en IA » (ESIA2023, édition 2025 en préparation) ;
- la remise annuelle d'un *prix de thèse* en IA ;
- le soutien à 8 collèges ayant leur propre activité :
 - collège *Industriel* (janvier 2016),
 - collège *Apprentissage Artificiel* (janvier 2020),

- collège *Interaction avec l'Humain* (juillet 2020),
- collège *Représentation et Raisonnement* (avril 2017),
- collège *Science de l'Ingénierie des Connais-sances* (avril 2016),
- collège *Systèmes Multi-Agents et Agents Au-tonomes* (janvier 2017),
- collège *Technologies du Langage Humain* (juillet 2019),
- collège *Création d'Événements Collaboratifs, Inclusifs et Ludiques en IA* (octobre 2021) ;
- la parution trimestrielle des *Bulletins* de l'AFIA ;
- un lien entre ses membres et sympathisants sur les réseaux sociaux *LinkedIn*, *Facebook* et *Twitter* ;
- le *parrainage* scientifique, mais aussi éventuellement financier, d'événements en IA ;
- la diffusion mensuelle de *Brèves* sur les actualités de l'IA en France (*abonnement* ou *envoi* à la liste) ;
- la réponse aux consultations officielles ou officieuses (Ministères, Missions, Organismes) ;
- la réponse aux questions de la presse, écrite ou orale, également sur internet ;
- la divulgation d'offres de *collaborations*, de *forma-tions*, d'*emploi*, de *thèses* et de *stages*.

L'AFIA organise aussi des *journées communes* avec d'autres associations. Pour 2024 : *EGC & IA* avec *EGC et Groupe de Travail GAST*; *Humanité numérique & IA* avec *GDR MADICS* et *MAGIS*.

Enfin, l'AFIA encourage la participation de ses membres aux grands événements de l'IA, dont PFIA. Ainsi, les membres de l'AFIA, pour leur inscription à PFI A, bénéficient d'une réduction équivalente à deux fois le coût de leur adhésion, leur permettant d'assis-ter à PFIA 2024 sur 5 jours au tarif de 123€ TTC !

Rejoignez-nous vous aussi et *adhérez* à l'AFIA pour contribuer au développement de l'IA en France. L'adhé-sion peut être individuelle ou au titre de personne mo-rale. Merci également de susciter de telles adhésions en diffusant ce document autour de vous !



CONSEIL D'ADMINISTRATION

Benoit LE BLANC, président
Thomas GUYET, vice-président
Isabelle SESÉ, trésorière
Grégory BONNET, secrétaire
Emmanuel ADAM, porte-parole
Dominique LONGIN, rédacteur
Catherine ROUSSEY, webmestre

Autres membres :

Azzedine BENABBOU, Zied BOURAOUI, Gayo DIALLO, Bernard GEORGES, Domitile LOURDEAUX, Frédéric MARIS, Davy MONTICOLO, Jose MORENO Gauthier PICARD, Valérie REINER, Céline ROUVEIROL, Fatiha SAÏS, Ahmed SAMET.

COMITÉ DE RÉDACTION

redaction@afia.asso.fr

Emmanuel ADAM
Rédacteur

Grégory BONNET
Rédacteur en chef adjoint
resp-gt-redaction@afia.asso.fr

Gaël LEJEUNE
Rédacteur

Dominique LONGIN
Rédacteur en chef
resp-gt-redaction@afia.asso.fr

LABORATOIRES ET SOCIÉTÉS ADHÉRANT COMME PERSONNES MORALES

Ardans, Berger Levrault, CRIL, CRISTAL, Dassault Aviation, ENIB, EURODECISION, GRETTIA, GREYC, Huawei, I3S, IBM, INRIA Sophia Antipolis Méditerranée, IRIT, ISAE-SUPAERO, LabSTICC, LAMSADE, LERIA, LGI2P, LHC, LIG, LIMICS, LIMSI, LIP6, LIPAPE, LIRIS, LIRMM, LITIS, MalAGE, Naver Labs, Renault, Thales, Université Paris-Saclay, Veolia.

Pour contacter l'AFIA

Président

Benoit LE BLANC
ENSC, Bordeaux-INP
109 avenue Roul, 33400 Talence
Tél. : +33 (0) 5 57 00 67 00
president@afia.asso.fr

Serveur WEB

<http://www.afia.asso.fr>

Adhésions, liens avec les adhérents

Isabelle SESÉ
tresorier@afia.asso.fr

Calendrier de parution du Bulletin de l'AFIA

	Hiver	Printemps	Été	Automne
Réception des contributions	15/12	15/03	15/06	15/09
Sortie	31/01	30/04	31/07	31/10