

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LES ENJEUX DE L'ALGORITHME EN DESIGN D'OBJETS :  
PROCESSUS DE CO-CRÉATION ENTRE DESIGNER ET INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE.

MÉMOIRE  
PRÉSENTÉ  
COMME EXIGENCE PARTIELLE  
À LA MAITRISE EN DESIGN DE L'ENVIRONNEMENT

PAR  
AMAURY D'HULST

JUIN 2023

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.04-2020). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

## REMERCIEMENTS

La rédaction du mémoire de maîtrise est un moment important pour mon parcours de designer : il vient répondre à toutes les interrogations que j'ai pu émettre durant ma scolarité dans le domaine du design. Il donne un sens à l'application de ma méthode de création. C'est donc une occasion pour moi de venir contribuer au développement de mon travail si passionné pour le design.

Mes remerciements vont d'abord à mon directeur, Guillaume SASSEVILLE pour ses lumières, son accompagnement et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Je suis particulièrement reconnaissant de la confiance qu'il m'a accordée.

À ma compagne qui a su me soutenir dans tous les moments compliqués de la création du mémoire, mais aussi aux conseils et aides fournis pour parvenir jusqu'au bout.

Merci à tous mes amis et à ceux ou celles que j'ai croisés et qui m'ont permis d'y arriver.

Merci

« L'homme n'est pas une entité indépendante, mais un processus de construction directement inséré dans le flux temporel de son époque. »

« Alan Turing »



## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES .....	x
RÉSUMÉ .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I évolution des avancées technologiques.....	13
1.1 L'intégration de l'intelligence artificielle.....	16
1.2 Qu'est-ce que la « co-crédation » .....	20
1.3 La co-crédation au centre du processus créatif .....	23
1.4 Collaboration, une notion interne et externe.....	24
1.5 De l'humanité, au design centré sur l'humanité.....	29
1.6 Pertinence et impertinence .....	32
1.7 Clarification de termes portant à confusion.....	34
CHAPITRE II Les nouvelles approches du design .....	37
2.1 Simulation et analyse de performance par le prototype.....	38
2.2 Approche de co-crédation.....	42
2.3 Approche centrée sur le design génératif. ....	44
2.4 Impacts sur le projet de design développement du projet.....	53
CHAPITRE III Processus de design algorithmique pour le développement de projets.....	57

3.1 Développement .....	58
3.2 Modification de l'objet par le design pour l'espace habité : Point de départ.....	66
3.3 Mise en situation des contextes d'application.....	86
3.4 Transcription des données .....	88
3.5 Un processus hybride .....	102
3.6 L'éthiques au sein de l'interaction du processus algorithmique et de l'intelligence artificielle dans la conception d'objet. ....	106
CONCLUSION .....	110
ANNEXE A - Schéma espace privé (unité de contenant) .....	115
ANNEXE B - Processus de design Hybride.....	116
ANNEXE C – Image genere par midjourey .....	117
ANNEXE D – Image genere par amaury dans midjourey .....	118
BIBLIOGRAPHIE .....	119

## LISTE DES FIGURES

Figure	Page
1.1 Modèle du Design Squiggle selon D. Newman .....	3
1.2 Modèle du double diamant selon le Design Council (2005).....	5
1.3 Modèle du chevauchement selon J.J. Garrett .....	6
1.4 A.I for Kartell by Starck powered by Autodesk .....	16
2.1 Processus de co-création .....	42
2.2 Processus de design génératif (option 1).....	45
2.3 Processus de design génératif (option 2).....	47
2.4 Processus de design génératif (option 3).....	50
3.1 Modèles couverts par date de publication.....	59
3.2 Modèles par développeur .....	65
3.3 Forme de départ utilisée par le design génératif.....	67
3.4 Échantillonnages de modèles.....	69
3.5 Échantillonnages d'images par Éric Groza V3.....	74
3.6 Échantillonnages d'images par Éric Groza V4 (1).....	76

3.7 Échantillonnages d'images par Éric Groza V4 (2).....	78
3.8 Échantillonnages d'images par Éric Groza V4 (3).....	79
3.9 Échantillonnages d'images par Éric Groza V4 (4).....	81
3.10 Échantillonnages d'images par Éric Groza V4 (5).....	83
3.11 Échantillonnages d'images par Amaury d'Hulst V5 (1).....	94
3.12 Échantillonnages d'images par Amaury d'Hulst V5 (2).....	96
3.13 Échantillonnages d'images par Amaury d'Hulst V5 (3).....	97
3.14 Processus hybride par Amaury D'Hulst.....	104
3.15 Schéma du développement par Amaury D'Hulst.....	115

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.5 Implications au sein du processus de design .....	55

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

UQAM : Université du Québec à Montréal

I.A.: Intelligence artificielle

DEEP LEARNING : Apprentissage automatique, apprentissage artificiel ou apprentissage statistique 1980.

GAN: Generative Adversarial Networks (Réseaux adversaires génératifs)

BDM: Bibliothèque de modèles

AG: Algorithme génératif

DA : Design algorithmique

Midjourney :

## RÉSUMÉ

Ce projet de recherche explore la relation de co-création entre les designers et les nouvelles technologies telles que l'intelligence artificielle (IA) et le design algorithmique, design génératif. L'intégration de l'IA dans le domaine du design remet en question le rôle du designer face à l'outil. Le design algorithmique offre de nouvelles possibilités pour l'évolution du processus de conception d'objets, mais aussi pour le design de l'objet lui-même. L'objectif est de développer de nouveaux processus de conception en intégrant l'IA.

Le projet pose plusieurs questions clés : comment le design algorithmique permet-il au designer de faire évoluer son processus de conception ? Comment un designer peut-il intégrer l'IA dans le processus de conception et/ou la fabrication des objets ? Comment doit-on comprendre et approcher l'interaction entre un designer et l'IA ? Quels sont les contextes d'intervention où l'IA peut être bénéfique dans le processus de design ? La co-création avec l'IA est-elle une réalité concrète ?

L'utilisation de l'IA et du design génératif peut ouvrir de nouvelles possibilités, mais également soulever des questions sur l'innovation et la pertinence d'une pensée artificielle. L'IA peut être utilisée pour automatiser des tâches fastidieuses et permettre aux participants de se concentrer sur les aspects créatifs. La communication entre le designer et l'IA est essentielle dans ce processus de co-création.

Les résultats de la recherche ont montré que l'IA peut s'adapter à différents contextes de travail, offrant ainsi de nombreuses perspectives d'utilisation. En intégrant des données sur les contraintes de fabrication, l'IA peut proposer des solutions réalistes et réalisables. Cela ouvre de nouvelles perspectives pour le design et la création d'objets plus innovants, pertinents et adaptés aux besoins des utilisateurs.

En conclusion, ce projet de recherche explore la co-crédation entre les designers et l'IA, en mettant l'accent sur le design algorithmique. Il examine comment l'IA peut être considérée comme une co-crédatrice et comment ces concepts peuvent être intégrés de manière optimale dans les processus de conception d'objets. L'objectif est de développer une meilleure compréhension et expertise dans la communication entre le designer et l'IA, afin de permettre une collaboration fluide et efficace.

Mots clés : Design d'interaction, Pensée innovante, Design numérique, Modèle génératif, Design génératif, Co-crédation, Technique, I.A., CAO, simulation, Midjourney3.5, GPT-3.5., Collaboration, Design assisté par l'IA, Transdisciplinarité, Repenser le design, Esthétique émergente, Processus créatif.

## ABSTRACT

This research project explores the co-creation relationship between designers and new technologies such as artificial intelligence (AI) and algorithmic design, generative design. The integration of AI in the field of design challenges the role of the designer in relation to the tool. Algorithmic design offers new possibilities for the evolution of the object design process as well as the design of the object itself. The objective is to develop new design processes by integrating AI.

The project raises several key questions: How does algorithmic design allow designers to evolve their design process? How can a designer integrate AI into the design process and/or object manufacturing? How should we understand and approach the interaction between a designer and AI? In which intervention contexts can AI be beneficial in the design process? Is co-creation with AI a concrete reality?

The use of AI and generative design can open up new possibilities but also raise questions about innovation and the relevance of artificial thinking. AI can be used to automate tedious tasks and enable participants to focus on creative aspects. Communication between the designer and AI is essential in this co-creation process

The research results have shown that AI can adapt to different work contexts, thus offering numerous perspectives for its use. By integrating data on manufacturing constraints, AI can propose realistic and feasible

solutions. This opens up new perspectives for designing and creating more innovative, relevant, and user-centered objects.

In conclusion, this research project explores the co-creation between designers and AI, with a focus on algorithmic design. It examines how AI can be considered a co-creator and how these concepts can be optimally integrated into the object design processes. The goal is to develop a better understanding and expertise in the communication between the designer and AI, enabling smooth and efficient collaboration.

Keywords : Interaction Design, Innovative Thinking, Digital Design, Generative Model, Generative Design, Co-creation, Technology, AI, CAD, Simulation, Midjourney3.5, GPT-3.5, Collaboration, AI-assisted Design, Transdisciplinarity, Rethinking Design, Emerging Aesthetics, Creative Process.

## INTRODUCTION

En avril 2019, le designer français Philippe STARCK, l'entreprise de mobilier KARTELL, et l'entreprise de logiciels Autodesk ont travaillé de concert dans le but de réaliser une chaise conçue à l'aide de l'intelligence artificielle.<sup>1</sup> Sur la page web de Starck, le projet est présenté sous la forme d'un dialogue avec l'intelligence artificielle :

A.I. SAURAS-TU REPOSER NOTRE CORPS AVEC LE MINIMUM DE MATIÈRE ? A.I., SANS CULTURE, SANS SOUVENIRS, SANS INFLUENCE, A RÉPONDU SEULEMENT AVEC L'INTELLIGENCE, SON INTELLIGENCE 'ARTIFICIELLE'. A.I. EST LA PREMIÈRE CHAISE CONÇUE HORS DE NOTRE CERVEAU, HORS DE NOS HABITUDES À PENSER. VENU D'AILLEURS UN NOUVEAU MONDE S'OUVRE À NOUS. ILLIMITÉ. (Philippe STARCK, 2019).

Cet événement constitue le point de départ de ma réflexion actuelle sur l'usage de l'algorithme dans le processus de conception en design des objets. Au cours de mes études, je me suis vite intéressé au processus de design en général. je me suis interrogé sur l'évolution des méthodes de fabrication, mais aussi celles de création, de développement, et bien plus

---

<sup>1</sup> Site web de l'agence de Philippe Starck : <https://www.starck.fr/a-i-for-kartell-by-starck-powered-by-autodesk-kartell-p3534>. Voir également: Dezeen. « Philippe Starck, Kartell and Autodesk unveil "first production chair designed with artificial intelligence" », 11 avril 2019. <https://www.dezeen.com/2019/04/11/ai-chair-philippe-starck-kartell-autodesk-artificial-intelligence-video/>.

tard à celles de co-crédation. J'ai toujours été fasciné par les technologies, notamment dans le domaine informatique. Ma première question fut de m'interroger à savoir comment elles interagiraient avec le déroulement de la création/ fabrication.

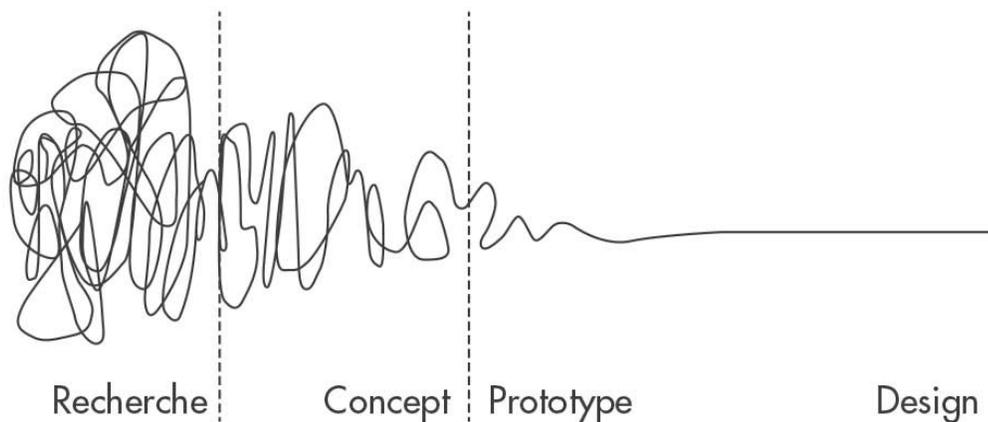
Chaque matière a ses propres procédés de mise en forme et une multitude de recettes existent pour obtenir un volume/forme voulu. Chacune a ses outils qui lui sont propres et elle se partage aussi avec d'autres matières. Cette union est formidable avec l'évolution technologique. Dans le passé, tout était fabriqué à la main. L'expérience de ce savoir-faire était riche, mais stagnante. Avec l'arrivée de l'industrialisation, notamment l'Exposition universelle et la révolution industrielle de 1851-1914<sup>2</sup>, nous avons découvert, grâce à la machine, le travail en série. Par exemple pour le cintrage du bois par THONET en 1851, celui de l'acier par BREUER en 1933 et bien d'autres.

---

<sup>2</sup> « Révolution industrielle ». In Wikipédia, 24 août 2022.  
[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9volution\\_industrielle&oldid=196376041](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9volution_industrielle&oldid=196376041).

Un regard doit être fait à propos de comment s'insère la créativité dans le projet de design. Kees DORST<sup>3</sup> explique que toute activité de pensée par le design est constituée de quatre éléments : un acteur (un designer, une équipe, ou une autre structure qui fait du design), un objet ou un contenu (un problème et une solution en évolution avec le problème) puis un contexte (un environnement d'où le problème est tiré), et enfin une méthodologie structurée (un processus). DORST nous explique que le processus méthodologique est seulement une affaire de méthode. Or il démontre que ce processus permet un éclaircissement sous forme de

Figure 1.1 Modèle du Design Squiggle selon D. Newman



---

<sup>3</sup> Vial, Stéphane. « Chapitre IV. Le projet en design et sa méthode | Cairn.info », 2017. <https://www-cairn-info.proxy.bibliotheques.uqam.ca/le-design--9782130799658-page-88.htm>.

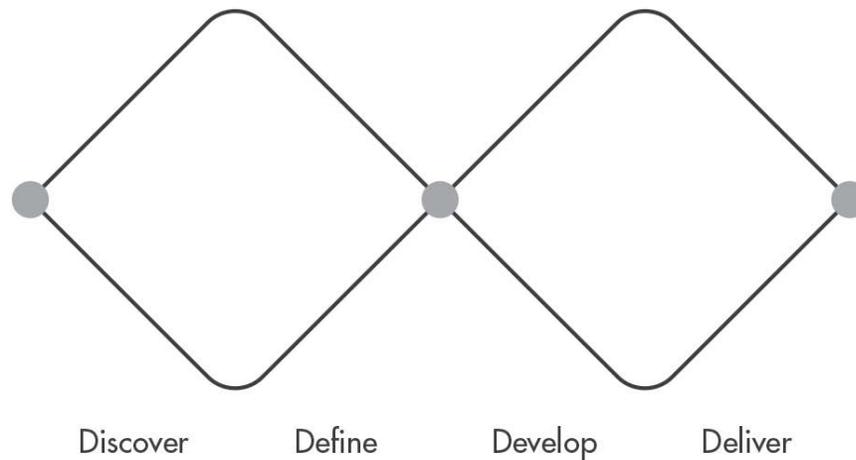
schéma. Cette méthode observée par Kees DORST, s'avère être universelle au projet de design ; elle clarifie et encadre la pratique du design.

Dans le *Process of Design Squiggle* (2006) de Damien NEWMAN<sup>4</sup>, ancien designer chez FROG et IDEO, il illustre son procédé de design par quatre grandes phases linéaires : RECHERCHE, CONCEPT, PROTOTYPE ET DESIGN. Dans un premier temps, il règne un désordre généré par un amas d'information et de problématiques issues de la phase RECHERCHE. Puis, dans la phase CONCEPT cela est suivi d'une multitude d'information qui se stabilisent, qui s'expriment en semi-clarté grâce à un prototype et permet de précision d'un concept.

---

<sup>4</sup> *ibid.*, p.92

Figure 1.2 Modèle du double diamant selon le Design Council (2005)



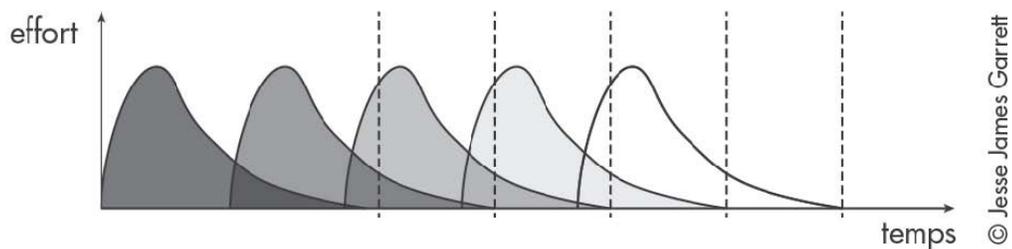
Le DOUBLE DIAMANT par le BRITISH DESIGN COUNCIL propose une amélioration<sup>5</sup>. Il est représenté par deux losanges successifs, qui forment un aller-retour sur le travail de recherche vers le développement final. Le besoin de cette action est la conséquence de plusieurs facteurs comme celui du changement dans la commande, ou bien la découverte du DÉVELOPPEMENT d'une solution différente. Ce schéma est composé de quatre grandes directions : (1) DÉCOUVRIR, la première partie du modèle, est le moment où on définit les problèmes qui doivent être résolus et où on regroupe les informations et où on recueille des idées. (2) DÉFINIR, la deuxième partie, est la représentation. Elle sert à identifier les objectifs fondamentaux de la conception, mais aussi donner un sens à toutes les

---

<sup>5</sup> *ibid.*, p.90

possibilités. Son objectif est d'affiner son hypothèse initiale, mais aussi de la remettre en question. (3) DÉVELOPPER, la troisième partie, est la période de développement des différentes solutions où des conceptions, prototypes, tests et itérations sont créés. Le processus d'aller-retour entre essais et erreurs aide à améliorer la conception, mais aussi à affiner les idées. (4) La dernière partie est DÉLIVER/LA LIVRAISON. C'est le résultat du projet (un produit, un service...) la finalité, le lancement du produit. C'est avec l'arrivée de l'outil informatique que l'on observe une avancée fulgurante au processus de design et de la méthode.

Figure 1.3 Modèle du chevauchement selon J.J. Garrett



On voit apparaître un chevauchement comme pour le modèle selon J.J GARRETT<sup>6</sup>. Il nous présente une dimension beaucoup moins linéaire avec des étapes se superposant avant la fin de l'une d'elles. Une phase ne commence pas une fois que la précédente est terminée, mais plutôt au moment où il y a assez d'information pour en commencer une nouvelle.

---

<sup>6</sup> *ibid.*, p.92

La technologie entre en jeu dans plusieurs phases du processus de design. Tout d'abord, elle apparaît dans la phase RECHERCHE, grâce à l'apparition de l'ordinateur qui permet d'analyser une quantité accrue de données, mais encore plus avec l'arrivée d'internet, qui a permis de lier l'ensemble des recherches à l'échelle mondiale. Puis, elle se manifeste par l'outil informatique, notamment dans les phases de conception, de développement et de prototypage, grâce à une puissance de calcul qui réduit significativement le temps du traitement de données. On vient donc raccourcir le cheminement entre simulation et validation. La simulation est un outil majeur dans le DÉVELOPPEMENT du projet. Elle vient réduire la durée de délai entre chaque étape du processus, et elle augmente le nombre de solutions possibles. Cela permet aujourd'hui de voir le processus de design et de la méthode d'un nouvel angle.

On constate des similitudes entre ces trois modèles : tout d'abord, ils ont la particularité d'être segmentés DISCOVER, DEFINE, DEVELOP, DELIVER/RECHERCHE, CONCEPT, PROTOTYPE, DESIGN, avec différentes parties. Le dépôt, la résolution ou la finalité est un point qu'ils ont aussi tous en commun, car chaque méthode a une finalité. Leur sens de lecture est représenté à l'horizontale, suivant leurs parties, ou par une ligne du temps. Cependant, ces modèles se distinguent par leur idée de la conception, chaque méthode représentant un processus. Il est représenté comme une généralité applicable au domaine du design, mais il est toutefois dirigé/inspiré par la profession de son créateur. On peut donc faire facilement le pont entre la méthode et le domaine d'application spécifique.

Hugh DUBBERLY<sup>7</sup> regroupe bon nombre de modèles dans son livre *how do you design ?*<sup>8</sup> Les méthodes sont des éléments importants dans un contexte professionnel. Elles servent à guider une équipe, et elles ont aussi une vocation pédagogique pour aider à mieux comprendre et à structurer sa pensée.

Ces trois modèles ont vu le jour de 2002 à 2005. Ils ne sont pas nés d'une évolution, mais simplement d'une analyse de plusieurs méthodes de travail différentes. Ils sont apparus à l'intérieur de la révolution numérique, d'où le rapport entre les technologies et les modèles de pensée. Peut-on dire que la technologie a métamorphosé notre méthode de travail ? La certitude est qu'elle transforme notre rapidité à prendre des décisions, mais aussi à trouver de nouvelles solutions. Notre travail change de plus en plus vite grâce à l'évolution technologique qui ne fait que s'accroître d'année en année. Ce changement dans la conception du projet devient un facteur de découverte. Les outils, ou une puissance de calcul supplémentaire, permettent l'incorporation d'une étape de réflexion additionnelle. Ils permettent un supplément de créativité, de réponse, de solution au design final. On peut donc confirmer que la technologie a un impact sur notre manière de travailler. Mais encore faut-il que les utilisateurs soient capables de la comprendre et de l'incorporer à leur méthode de travail.

---

<sup>7</sup> *ibid.*, p.93

<sup>8</sup> Comment concevez-vous vos design?

Aujourd'hui, nous avons fait entrer dans nos méthodes de fabrication assister par ordinateur comme l'impression 3D (plastique, métal, bois...), la découpe laser, la modélisation 2D/3D, ainsi que l'analyse en DEEP LEARNING, GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS (GAN). Nous sommes à l'ère du design génératif où l'intelligence artificielle (design algorithmique) prend une place dans de nombreux domaines tels que la santé, l'ingénierie et plus récemment le design de l'objet. Elle permet de faire évoluer notre vision des choses au sein de toutes les branches du design au plus profond de notre cheminement de pensée, notamment entre designers, mais aussi avec d'autres professions satellites.

Un des enjeux est de représenter par le schéma la méthode de projet en design en incluant les changements propres à l'époque actuelle dont l'accès à une puissance de calcul, la capacité accrue à simuler et l'intelligence artificielle. Par le schéma, je tenterai de démontrer l'impact de ces changements sur la pensée structurelle du designer.

## PROBLÉMATIQUE

Les designers évoluent en concordance réciproque des nouvelles techniques de fabrications et leurs possibilité créatrices se développent en même temps qu'elles. Le designer, le créateur, l'ingénieur, ou encore l'architecte font face à un enjeu important avec l'émergence du design génératif en 2015 dans le domaine des technologies numériques, et plus particulièrement face à l'intégration de l'intelligence artificielle dans les logiciels de conception.

LE « GENERATIVE DESIGN » EST UNE TECHNOLOGIE QUI SE SERT DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (ALGORITHMES) ET DE LA PUISSANCE DE CALCUL DU CLOUD POUR

EXPRIMER DES SOLUTIONS RÉPONDANT AUX DIFFÉRENTES CONTRAINTES DU CRÉATEUR (Alexandre RIVAUX, 2013).<sup>9</sup>

En effet, ils ont dû comprendre dans un premier temps cette intelligence non-humaine, pour ensuite être en mesure de l'intégrer à leur travail et d'en faire un nouvel outil innovant. Le designer se doit de suivre l'évolution numérique et de collaborer avec les nouvelles techniques pour faire progresser le processus de conception. En réalité, le défi n'est pas tant d'adapter l'intelligence artificielle au processus de conception, mais de comprendre comment une intelligence non humaine peut être capable de collaborer à créer des objets répondant aux besoins de l'Homme.

Le problème est l'interaction d'une intelligence non humaine dans un processus de conception/création. Comment penser un objet dédié à l'habitat humain par le biais d'une intelligence non humaine ? On constate un enthousiasme naissant pour l'intelligence artificielle dans plusieurs domaines d'activités comme l'architecture, l'ingénierie (d'industrie, mécanique, robotique, aéronautique, automobile) et le graphisme.

Apporter une capacité d'analyse autre que celle de l'Homme peut être une bonne chose pour le domaine du design de l'objet, ou au contraire avoir un effet inverse. Dans quel but devons-nous partager notre processus de création avec une intelligence dénuée de compréhension de l'histoire, de la

---

<sup>9</sup> bonjourlab, et Alexandre Rivaux. « Design Génératif et Expériences Interactives [Introduction et support] ». *[ixD].education* (blog), 12 octobre 2013. <http://ixd.education/2013/10/digital-lab-design-generatif-et-experiences-interactives-introduction-et-support/>.

sensibilité propre à l'humain, et qui par conséquent passe à côté de l'inspiration désincarnée de son contexte ? Incorporé au processus de conception, un assistant doué d'une intelligence neutre.

La liaison de ces deux entités pourrait proposer une ouverture sur la méthode de création, et plus particulièrement dans la mise en forme des objets et espaces en donnant naissance à un nouveau genre d'objets.

Ma recherche repose sur l'exploration de la relation de co-crédation entre un designer et une nouvelle technologie (processus algorithmique, I.A.) comme facteur d'évolution dans le processus de design en objet. Je m'intéresse à l'impact que peut engendrer cette relation sur le développement de produit. L'objectif étant de développer de nouveaux processus de conception. Alors que les interrogations ci-dessus, encore sans réponses à ce stade, soulignent le caractère novateur de mon projet de recherche, j'ai fait le choix de me focaliser sur les questions suivantes :

- Comment le design génératif permet-il au designer de faire évoluer son processus de conception du design d'objet, mais également le design de l'objet ? Si c'est le cas, le design génératif va-t-il transformer la pratique du design ?
- Comment un designer peut-il intégrer l'I.A. dans le processus de conception et/ou la fabrication des objets ?
- Lorsqu'un designer fait usage de l'I.A., comment doit-on comprendre et/ou approcher cette interaction ?
- Quels sont les contextes d'intervention pour lesquels un processus de design tire parti de l'I.A. ?

- Sommes-nous ici face à une véritable co-crédation avec l'IA ? Et cette co-crédation devient-elle une réalitéd concrète ?

Cette problématique suscite des interrogations sur l'innovation à travers l'utilisation d'outils et sur la pertinence d'une penséd artificielle. L'volution de cette innovation provient de l'intégration de l'intelligence artificielle dans le domaine du design qui remet en question la position du designer face à l'outil. On peut s'interroger sur le bénéfice de l'usage du design génératif à l'échelle de l'objet et les différences entre la théorie et la pratique. Cette analyse, par ses expérimentations me permettra de statuer sur les interrelations entre le designer, le design génératif, le design algorithmique et la co-crédation dans un contexte de design de l'objet.

Dans le cadre de ma recherche, je m'intéresse à la pratique de co-crédation dans une relation en utilisant l'intelligence artificielle et le design génératif. Pour clarifier ma position par rapport à ces concepts clés exprimés par J.J. Garrett, Damien Newman et dans le Design Council (DÉCOUVRIR, DÉFINIR, DÉVELOPPER, DÉLIVER ), il est essentiel d'examiner comment ils sont liés entre eux et comment ils peuvent être utilisés ensemble de manière efficace pour améliorer les processus de co-crédation et de collaboration. L'intelligence artificielle peut être utilisée pour automatiser les tâches fastidieuses ou répétitives, permettant ainsi aux participants de se concentrer sur les tâches les plus créatives et importantes. En effet, la communication entre le designer et l'intelligence artificielle est primordiale dans ce processus. Ainsi, ma problématique vise à comprendre comment l'utilisation de l'intelligence artificielle peut être considérée comme de la co-crédation et comment ces concepts peuvent être intégrés de manière optimale dans les processus de conception d'objets.

## CHAPITRE I

### ÉVOLUTION DES AVANCÉES TECHNOLOGIQUES

Afin de mieux comprendre le contexte d'application, il est nécessaire de replacer le design algorithmique (intelligence artificielle) dans son contexte numérique et de le distinguer de quelques pratiques proches, mais distinctes : le design numérique, le design numériquement assisté et le design d'interaction. On doit se rappeler ce à quoi renvoient le « design numérique », « l'interaction » et la « co-création », pour comprendre mon intérêt à étudier le design génératif dans le processus de création et saisir comment le designer collabore, interagit avec le numérique, et comment celui-ci remet en question le travail du designer.

Le design numérique est un concept d'actualité qui fait débat, car il est souvent confondu avec le « design d'interaction », le « design interactif », et même le « design d'interactivité ». En effet, il ne renvoie pas à l'intégration d'une matière informatisée à un processus de création, car le numérique n'est pas un moyen dans ce processus, mais un choix, une volonté. Stéphane VIAL définit le design numérique de cette façon :

ACTIVITÉ CRÉATRICE CONSISTANT À CONCEVOIR DES EXPÉRIENCES-À-VIVRE À L'AIDE DE FORMES INTERACTIVES PRODUITES DANS DES MATIÈRES INFORMATISÉES ET ORGANISÉES AUTOUR D'UNE INTERFACE (VIAL, 2010, P. 96).

L'objectif du design numérique est donc de créer des expériences interactives entre l'objet créé et l'homme, grâce à des matières informatisées. Il est en réalité plus facile de se mettre d'accord sur ce que le design numérique n'est pas, plus que sur ce qu'il est. Stéphane VIAL rapproche ce concept du « design numériquement assisté » pour l'en distinguer. Le « design numériquement assisté » correspond à toute pratique de conception ayant recours à la matière informatisée comme instrument de création, et ayant pour but de donner vie à des usages pour lesquels on va donner forme à des matériaux, et notamment des matériaux informatiques (Stéphane VIAL 2012). Il est utilisé comme méthode ou instrument au même titre que le crayon, la peinture, la règle. Il est employé notamment dans la création d'objets avec un logiciel, ou pour créer un logiciel avec un autre logiciel. Cette pratique relève du « design numériquement assisté », car le numérique apparaît ici dans le procédé, mais pas forcément dans le produit.

Contrairement au « design numériquement assisté », le numérique intervient dans le procédé, mais également dans le produit. Le « design numérique » désigne donc toute pratique de conception ayant recours à la matière informatisée comme matière à modeler en elle-même et pour elle-même, avec l'intention d'expérimenter des usages et donnant forme principalement à des matériaux informatisés (Stéphane VIAL 2012). Le résultat du design numérique sera la matière informatisée. On peut donc l'identifier comme un site web ou une application mobile. Il peut être perçu comme un tout, comme l'écrit Stéphane VIAL : « LE DESIGN NUMÉRIQUE APPARAÎT COMME UN NOUVEAU CHAMP, À SAVOIR LE VASTE ENSEMBLE

DES PRATIQUES DE CONCEPTION IMPLIQUANT LA MATIÈRE INFORMATISÉE. » (Vial, 2017, p.106)<sup>10</sup>

C'est parce qu'il englobe plusieurs choses qu'il est difficile de le définir. Le « design numérique » sera présent dans le procédé, mais aussi dans le produit, contrairement au « design numériquement assisté » qui quant à lui se manifeste dans le procédé, mais pas toujours dans le projet. Je suis donc plus à même de choisir la notion de « design numériquement assisté » qui reflète davantage mon travail sur les apports du logiciel dans le domaine du design.

---

<sup>10</sup> Vial, Stéphane. « Qu'appelle-t-on « design numérique » ? » *Interfaces numériques* 1, n° 1 (12 décembre 2017): 106-106. <https://doi.org/10.25965/interfaces-numeriques.163>.

## 1.1 L'intégration de l'intelligence artificielle

Alors que l'intégration de l'intelligence artificielle dans le domaine du design, et notamment dans le processus de conception, est relativement récente, certains designers ont déjà fait usage d'outils fondés sur l'intelligence artificielle dans la conception d'objets de mobilier. En effet, « la collection AI.(fig1.4), est le fruit d'un travail commun entre l'intelligence artificielle et l'intelligence humaine ». Philippe STARCK, KARTELL et AUTODESK ont travaillé en 2019 dans le but de réaliser une chaise conçue avec l'intelligence artificielle. STARCK définit le travail comme une « intelligence naturelle » qui dépasse les compétences humaines, mais surtout « qui respecte les exigences d'origine, c'est-à-dire être un siège confortable, ayant les conditions structurelles requises de résistance » (STARCK, 2022)<sup>11</sup>. L'objectif de cette démarche de conception en co-création est d'une part de prendre l'archétype une chaise comme but, qu'elle soit résistante avec le moins de matière possible, et d'autre part de comprendre les relations entre l'Homme et

Figure 1.4 A.I. for KARTELL by STARCK powered by AUTODESK (KARTELL)



---

<sup>11</sup> STARCK Site web officiel. « A.I. for Kartell by Starck Powered by Autodesk (Kartell) ». Consulté le 12 septembre 2022. <https://www.starck.com/a-i-for-kartell-by-starck-powered-by-autodesk-p3534>.

la machine, après avoir encodé des informations au logiciel.

Ces informations apparaissent sous forme de questions formulées par le designer. Elles ne sont qu'un langage propre à l'Homme-designer. Tandis que, le design génératif ou l'intelligence artificielle ne comprend qu'une seule sorte de langage, soit le code source. La question qui a été communiquée par Starck est la suivante : « A.I. saurais-tu reposer notre corps avec le minimum de matière ? » (STARCK, 2020)<sup>12</sup>

Bien évidemment, le design génératif et l'intelligence artificielle sont liés. Le design génératif est l'union des règles qui permettent de générer le contenu et les modèles numériques grâce à un système informatique. Les règles régissent des données identifiées par le designer, qui sont elles-mêmes transformées en algorithmes. Ces règles utilisent des données exigées par le designer, qui sont elles-mêmes transformées en algorithmes, le langage propre à la machine/l'outil. Nous avons donc deux langages.

Alexandre RIVAUX dans l'œuvre *Design génératif et expérimentations interactives* publiée en 2011, confirme la définition d'une partie du processus du design génératif lorsqu'il écrit :

LE PROCESSUS DE CRÉATION GÉNÉRATIF PERMET UN NOUVEAU SCHÉMA. LE DESIGNER DOIT DANS UN PREMIER TEMPS FORMALISER L'IDÉE SOUS FORME DE RÈGLES, COMPORTEMENTS, OU ALGORITHMES. — IL DÉFINIT À PARTIR DE CES RÈGLES UN CODE

---

<sup>12</sup> STARCK Site web officiel. « A.I. for Kartell by Starck powered by Autodesk (Kartell) ». Consulté le 21 avril 2020. <https://www.starck.fr/a-i-for-kartell-by-starck-powered-by-autodesk-kartell-p3534>.

SOURCE QUI SERA L'ÉQUIVALENT DE SON CARNET DE CROQUIS. CE CODE SOURCE LUI PERMETTRA À LA FIN DE GÉNÉRER SON «DESIGN » (RIVAUX, 2013) <sup>13</sup>

D'après RIVAUX, le design génératif prendrait la place du dessin dans le processus créatif. Il explique que l'avantage du logiciel est la rapidité d'expérimentation des différentes solutions possibles.

Le design génératif et l'intelligence artificielle ont tous deux des origines communes dans le traitement de données. On définit l'intelligence artificielle ou I.A., comme étant la construction de programmes informatiques travaillant sur des tâches bien précises qui ne peuvent être accomplies par l'Homme. Le côté artificiel vient de l'usage de l'outil informatique, de sa puissance de calcul et de ses processus électroniques élaborés. Celui de l'intelligence a pour but d'imiter le comportement, le langage, la perception, aussi bien visuelle qu'auditive, ou par d'autres outils mis à sa disposition comme la robotique. Cette définition est celle de son créateur Marvin Lee MINS<sup>14</sup>, cofondateur du groupe d'intelligence artificielle du MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT). On définit aussi l'intelligence artificielle comme ayant pour objectif d'avoir les apparences de l'intelligence humaine au niveau de son fonctionnement, c'est-à-dire

---

<sup>13</sup> bonjourlab, et Alexandre Rivaux. « Design Génératif et Expériences Interactives [Introduction et support] ». *[ixD].education* (blog), 12 octobre 2013. <http://ixd.education/2013/10/digital-lab-design-generatif-et-experiences-interactives-introduction-et-support/>.

<sup>14</sup> « Marvin Minsky — Wikipédia ». Consulté le 30 mai 2022. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Marvin\\_Minsky](https://fr.wikipedia.org/wiki/Marvin_Minsky).

qu'elle doit être rationnelle ou être le modèle idéal d'intelligence sans être forcément humaine.

D'après la définition et l'explication ci-dessus de Alexandre RIVAUX, le travail de Philippe STARCK couplée à l'intelligence artificielle a un tout autre sens. La question posée n'est en réalité qu'une base de données. Elle est construite dans le seul objectif de créer une chaise dédiée à la consommation, car elle répond par des objectifs définis par le manufacturier, plus particulièrement ceux de KARTELL, c'est-à-dire la posture assise, l'optimisation de sa structure, la matérialité et son taux de recyclage. L'archétype de la chaise a-t-il un sens louable pour l'évolution de cette technologie ? Et si, au contraire, il était prématuré de développer des objets dans le seul but de satisfaire l'envie de travailler avec l'outil d'intelligence artificielle dans le seul but d'être précurseur dans le domaine du design, sans atteindre la maîtrise de l'outil. Cet apprentissage serait bénéfique pour la profession du design. Une fois acquis, cet outil pourrait développer différentes parties du processus ou bien le travail avec plusieurs entités différentes. Il ouvrirait la voie vers des possibilités autres qu'une simple production archétypale d'objets.

On peut en déduire que STARCK n'a pas entretenu un simple dialogue au sens strict du terme, puisqu'il a encodé son propre questionnement par rapport à sa volonté de créer à partir d'une intelligence non-humaine, dans le logiciel utilisé par AUTODESK.

On se demande quel concept est le plus adapté pour parler du travail effectué entre « intelligence naturelle » (STARCK 2019) et « L'homme augmenté » (DAVID et HAMILA 2019), l'Homme qui a acquis une compétence créative supplémentaire par le biais de l'algorithme. Le designer évoluerait, créativement parlant, mais ferait aussi évoluer sa

profession, donnant lieu à de nouvelles typologies de métiers. L'I.A. est donc l'assistant du designer par le biais du processus algorithmique. L'idée de co-crédation avec la machine est porteuse d'imagination étendue et permet donc de dépasser nos limites avec la machine. Encore faut-il savoir l'intégrer dans notre processus de création.

## 1.2 Qu'est-ce que la « co-crédation »

Plusieurs notions autour du « co » sont présentes, mais il subsiste une grande difficulté à expliquer clairement ce que cela implique et signifie. La pratique du « co » est certes en forte augmentation dans le domaine du design au sein même des entreprises qui développent un processus de création autour du co-design et de co-crédation. Dalila MADINE fondatrice du FUTURE ACADEMY donne une définition du « co » quand elle dit :

« LES EXPRESSIONS QUI COMMENCENT PAR "CO" SIGNIFIENT "AVEC" EN LATIN, CE QUI APPUIE LA NOTION DE REGROUPEMENT ET DE COLLABORATION DANS L'ACTION QUI SUIT. CO-CRÉATION = CRÉER AVEC ... LES PARTIES PRENANTES / CO-DESIGN = DESIGNER AVEC ... / CO-DÉVELOPPEMENT = DÉVELOPPER UNE SOLUTION ENSEMBLE ...».

On voit le « co » comme un outil pour concevoir de nouveaux objets qui s'adaptent aux besoins changeants de notre quotidien. Il est constitué d'une démarche plus fragmentée, mais qui rassemble diverses forces créatives et productrices nouvelles. Ce préfixe ne fait que se développer aux soins du design dans des processus qui se voyaient déjà collectifs. Il représente le « faire ensemble », mais il n'est pas guidé par qui s'occupe de quoi, donc il reprend un acte de contribution et de participation de chacun *dans* une et *pour* une création. La définition du terme création est un exercice complexe. Il y a tout d'abord la définition proposée par le Larousse (2021) : « vient du latin créatif qui signifie action de créer, de tirer

du néant, mais aussi action d'établir, de fonder quelque chose qui n'existait pas encore ». (Larousse, 2022)<sup>15</sup>

Dans la création ou l'acte de créer, cela représente un cheminement d'élaboration basé sur plusieurs facteurs qui engendrent une finalité créatrice. Le processus est donc une succession d'étapes de réflexion créatives pour en venir à résoudre une ou plusieurs suites de problèmes créatifs. La création pour ce cas-ci est une finalité aux projets, aux dessins. Les notions de travail collaboratif et de conception participative que reflète la co-création ne sont pas nouvelles. Elles ont pris leur essor à l'ère industrielle, essentiellement dans les pays d'Europe du Nord. À ce moment-là, elle était incarnée par l'échange d'information ou de savoir-faire des travailleurs à l'employeur pour l'optimisation du travail. Ce n'est que pendant les années 1970 que la communauté de recherche trouve une pertinence à la notion de conception participative, avec pour objectif de proposer des services de meilleure qualité pour les utilisateurs. Cela ne s'arrête pas là, car les chercheurs viennent exploiter cette nouvelle méthode de travail, ils la formalisent et l'enrichissent.

En 2000, les professeurs PRAHALAD et RAMASWAMY de l'Université du Michigan font une remarque sur le concept de co-création au sujet de la relation entre le client et l'entreprise. L'apport d'information vient maintenant des intervenants externes comme un échange de données sur

---

<sup>15</sup> Larousse, Éditions. « Définitions : création - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 30 mai 2022.  
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cr%C3%A9ation/20297>.

les produits et services, et offre un avantage pour l'entreprise qui fabrique des biens ou des services. On assiste à l'incorporation du concept de co-création au processus de design, car le client n'est plus passif, mais bel et bien actif. On vient donc impliquer le client dans la conception. Mais PRAHALAD et RAMASWAMY ne définissent pas ce qu'est le concept de la co-création, et on constate que cette notion n'est liée à aucun auteur ou travail particulier. Ce n'est pas un terme qui résulte d'une théorisation ; il apparaît sans savoir par qui ou comment, ni d'où.

Lorsqu'on recherche, dans la littérature les relations avec « co-création », on obtient « what is co-creation » et « co-création définition ». Il s'agit d'une théorie mal structurée, car de nombreuses disciplines proposent des définitions distinctes, qui ne décrivent pas toutes le même processus. Toutefois, on peut relever quelques définitions pertinentes de la co-création, notamment avec celle de PILLER et AL. (2012) qui représente la co-création comme un processus de partage actif, créatif et social entre les fabricants (détaillants) et les clients-utilisateurs et qui est facilité par l'entreprise. O'HERN et RINDFLEISCH (2009) considèrent que la co-création découle de la collaboration à développer de nouveaux produits, de façon à donner une contribution active aux consommateurs et à la sélection des nouveaux produits à mettre sur le marché. La définition de ZWASS (2010) fait participer le consommateur et les producteurs à la création d'une valeur ajoutée pour le marché. Des points communs émergent. La co-création représente une activité ou un processus entre les entreprises et le client. Pourquoi cette collaboration entre ces deux parties ? Peut-on aller plus loin dans la collaboration externe ou interne en utilisant des outils numériques comme collaborateurs ? Peut-on considérer que le facteur entreprise est signifié par le designer et que le client soit représentée par l'intelligence artificielle ou inversement ?

### 1.3 La co-création au centre du processus créatif

À notre époque, la co-création est une notion essentielle au travail de designer, car aujourd'hui on se retrouve limité par ces outils, quand auparavant tout était à découvrir. De nos jours, la technologie nous permet d'aller bien plus loin dans notre réflexion créative face à l'outil numérique, informatique et mécanique, là où les processus de création dits classiques n'ont plus besoin de prouver leur efficacité pour notre domaine qui est le design de l'objet. Les nouvelles technologies, comme l'intelligence artificielle, s'intègrent dans une nouvelle typologie de traitement des informations. Il sera donc envisageable d'intégrer plusieurs acteurs humains ou non humains au processus de co-création. Est ainsi créée une place à un système d'échange différent. Ce système/processus serait toujours géré par le demandeur comme l'entreprise ou le designer. L'échange se ferait par le biais d'un processus dédié à la co-création, segmenté en différents acteurs composés exclusivement d'intelligence d'artificielle. Ces acteurs utiliseraient des calculs différents pour traiter plusieurs objectifs. Nous allons pouvoir collaborer à la fois entre *interne* (designer ou expert d'un domaine) et *externe* (public non averti). Des bases de données refléteraient des solutions envisagées en interne de la demande, mais elles pourraient aussi engendrer des propositions dénuées de toute inspiration en lien avec la demande.

#### 1.4 Collaboration, une notion interne et externe

Le LAROUSSE<sup>16</sup> donne une définition du terme COLLABORATION comme étant un mot qui vient du latin COLLABORATIONIS. Il est l'action de collaborer, de participer à une œuvre avec d'autres. Cette définition représente le champ général, mais comment ce terme est-il défini dans le champ du design ? La collaboration est en vérité entièrement liée à la co-création, car c'est une notion qui fait partie intégrante et réunifie les différentes pensées créatives. Dans la majorité des cas en design de produits, la collaboration fait appel à l'échange de l'expérience entre plusieurs interlocuteurs-créateurs sur un même thème. On vient échanger, dialoguer pour augmenter notre créativité, notre création, nos dessins pour engendrer une meilleure conception comme un catalyseur.

Le processus de collaboration idéal commencerait par un dessin (croquis, prototypes...) non abouti, en exposant ce dessin pour échanger sur des solutions et sur des stratégies de conception par un dialogue entre deux ou plusieurs personnes. Puis, on planifie des rencontres pour échanger sur les éventuelles évolutions qui découlent de ces dialogues. On crée donc un groupe de conception collaborative. Cependant, il existe plusieurs types relevés par Gary P. PISANO et Roberto VERGANTI (2018)<sup>17</sup>. Pour eux, il y

---

<sup>16</sup> Larousse, Éditions. « Définitions : collaboration - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 31 mai 2022. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/collaboration/17137>.

<sup>17</sup> Harvard Business Review. « Quel type de collaboration vous convient le mieux ? », 1 décembre 2008. <https://hbr.org/2008/12/which-kind-of-collaboration-is-right-for-you>.

a quatre façons de collaborer : un réseau fermé et hiérarchique (cercle d'élite), un réseau ouvert et hiérarchique (centre commercial d'innovation), un réseau ouvert et plat (communauté d'innovation) et un réseau fermé et plat (consortium).

Les types de collaboration peuvent être classés dans quatre modèles différents : ouverts ou fermés, et plats ou hiérarchiques. Le modèle OUVERT a pour avantage de s'ouvrir sur un plus grand nombre de résolutions de problèmes selon Gary P. PISANO et Roberto VERGANTI. Dans ce cas de figure, il n'est pas nécessaire d'identifier les meilleurs experts dans les domaines les plus appropriés pour trouver la solution. Cette ouverture n'implique pas de connaître toutes les personnes qui vont contribuer, grâce à l'ouverture pour tous. Les solutions peuvent venir de partout et tirer parti de solutions innovantes, intéressantes, en provenance de personnes que nous ne pourrions imaginer. Toutefois, son efficacité n'est pas la meilleure en comparaison au modèle FERMÉ surtout dans les résolutions de projet à grande complexité. Dans le cadre d'un projet bien spécifique de création d'objet complexe, il est préférable d'utiliser une méthode dite FERMÉE pour introduire des intervenants plus spécifiques pour le travail, mais aussi pour obtenir de meilleures solutions ciblées. C'est pourquoi la méthode FERMÉE jouit d'un environnement où les personnes peuvent interagir étroitement. Elle est davantage appliquée dans des collaborations en inter-entreprises, où les participants sont choisis par un responsable. Par contre, la distinction entre une forme HIÉRARCHIQUE et une forme PLATE de gouvernance consiste en une personne qui a la capacité de définir le problème et décider de la solution à adopter. Dans la forme HIÉRARCHIQUE, il n'y a qu'une seule personne ou une organisation qui a la responsabilité de la prise de décision. La personne ou organisme a pour responsabilité de déterminer le niveau des défis et des tâches accordées à chaque participant, et donc les participants ont leurs propres

objectifs au sein de la hiérarchie. Sous la forme PLATE, c'est un peu l'inverse qui s'applique. Tous les participants peuvent prendre part au processus de prise de décision, il n'y a pas de décideur responsable. De plus, les différentes tâches sont assignées à quiconque, et tous les participants répondent aux défis et prennent les décisions ensemble. Et enfin, la définition des objectifs du projet doit être acceptée par toutes les parties prenantes pour que cela puisse réussir. En résumé<sup>18</sup> :

#### Ouvert et hiérarchique

Les contributions ne sont pas limitées, tout le monde peut y contribuer. Toutefois, la personne ou l'entreprise reste le décideur en charge du projet, mais aussi des idées ou des solutions à développer pour le projet.

#### Ouvert et plat

Toutes les solutions et résultats ou innovations obtenus peuvent être exploités et poussés par n'importe laquelle des personnes de même que les décisions, à savoir quelle innovation va-t-on pousser plus loin.

---

<sup>18</sup> Salonen, Essi. « Designing Collaboration | How to structure, design and understand collaboration ». Designing Collaboration | How to structure, design and understand collaboration. Consulté le 5 avril 2022. <https://designingcollaboration.com>.

### Fermé et hiérarchique

Les idées à développer ont été choisies par une personne ou une entreprise, tout comme le choix des participants.

### Fermé et plat

Les participants ont été choisis par une personne ou une entreprise, mais les idées et les prises de décisions et contributions se font tous ensemble.

La différence entre la collaboration et la co-crédation est au niveau des prises de décision. La collaboration emploie quatre différents types (ouvert, fermé, plat, hiérarchique) qui donnent davantage de possibilités d'échange. La co-crédation quant à elle, implique particulièrement des acteurs externes choisis par le demandeur. Ce demandeur est une personne ou une entreprise, et il reste le propriétaire et le responsable de la main-d'œuvre de co-crédation. Il est donc le seul décideur en charge du projet. Il est maître des solutions, des choix et des directions à venir au sein du groupe de personnes travaillant dans/pour le projet. Dans les deux cas, la collaboration et la co-crédation, on a comme sujet des personnes ou des entreprises.

Mais, l'outil, la machine (la technologie) a sa place dans un système d'échange de solutions, d'innovation et de projet. La technologie est aujourd'hui un facteur dans le changement de nos méthodes de travail, dans notre processus, et également entre nous. En tant que créateurs, nous nous devons d'évoluer *par* et *avec* le développement technologique. C'est aussi ce qui nous a menés à développer des protocoles d'échange de collaboration et de co-crédation. N'est-il pas maintenant temps d'inclure

l'outil, cette technologie, à la table des échanges de la collaboration et de réfléchir au sujet de notre humanité?

## 1.5 De l'humanité, au design centré sur l'humanité

Dans un premier temps, une version littérale du terme « HUMANITÉ » est à définir. Le Larousse (2022)<sup>19</sup> propose comme définition un ensemble des êtres humains, considéré parfois comme un être collectif ou une entité morale, mais aussi une disposition à la compréhension, à la compassion envers ses semblables, qui porte à aider ceux qui en ont besoin. Rie NØRREGAARD (2018)<sup>20</sup> exprime l'humanité comme une signification de la somme de tous les peuples, dû à une vertu spécifique dont la qualité première de compassion est essentiellement humaine. C'est ce qui fait de nous la meilleure version de nous-mêmes. « L'humanité signifie nous tous, et le meilleur en nous. Nous devons trouver un moyen de concevoir pour les deux ». (Ssir, 2022)<sup>21</sup>

Rie NORREGAARD est directrice générale de la création chez SYPARTNERS, ce qui fait d'elle une actrice impliquée dans le domaine de la création/design. C'est pour cela que le *pourquoi* est un besoin, celui de comprendre notre implication en tant que designers/concepteurs de tous les niveaux (industrie, logiciel, web, graphique, ...) et à l'intégration de l'humanité dans notre méthode, langage, processus. Peut-on relier la notion d'humanité à

---

<sup>19</sup> « Définitions : humanité, humanités - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 31 mai 2022. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/humanit%C3%A9/40625>.

<sup>20</sup> « Design Thinking for Social Innovation (SSIR) ». Consulté le 30 mai 2022. [https://ssir.org/articles/entry/design\\_thinking\\_for\\_social\\_innovation](https://ssir.org/articles/entry/design_thinking_for_social_innovation).

<sup>21</sup> *ibid.*

celle d'habitabilité d'Alain FINDELI quand il dit : « La fin ou le but du design est d'améliorer ou au moins de maintenir l'habitabilité du monde dans toutes ses dimensions. » (Gauthier, Philippe, Sébastien, Stéphane, 2015, p.120-22)<sup>22</sup>

Il parle de « MONDE », mais est-ce que cela implique l'humanité? D'après cette phrase, le design est voué à améliorer ou plutôt à maintenir son habitabilité dans toutes ses dimensions. Toutefois, en intégrant l'Humanité au centre du design, nous pourrions, selon Rie NORREFAARD, trouver des moyens pour concevoir dans toutes les dimensions et pour le meilleur de notre monde. L'habitabilité implique une considération de l'espace habitable de notre monde, contrairement à l'Humanité qui représente l'ensemble des êtres humains. Dans la notion HABITABILITÉ d'Alain FINDELI, il exprime l'amélioration de cet espace habitable. Selon lui, nous ne devons pas prendre en compte les êtres humains et les changements au fil du temps pour permettre de maintenir cette habitabilité, et donc on peut considérer un concept de design centré sur l'Humanité. Don MORMAN quant à lui, pratique le design centré sur l'humanité. Sa pratique a pour point de départ la compréhension des besoins, mais aussi les capacités des gens. On crée donc des solutions basées sur les besoins et les résultats finaux sont lisibles, efficaces et abordables. Cela implique d'être en relation constante avec le système ou les personnes pour qu'ils soient satisfaits des

---

<sup>22</sup> Gauthier, Philippe, Sébastien Proulx, et Stéphane Vial. « Manifeste pour le renouveau social et critique du design ». *Que sais-je?*, 5 février 2015, 120-22.

solutions, ainsi que de continuer à tester les solutions à travers de multiples itérations, afin de donner lieu à la solution la plus optimale.

Le but de ce concept du design centré sur l'Humanité est de changer la façon dont la technologie est considérée, de voir les outils non plus comme la simple demande à une tâche, mais de l'inverser en incluant la machine à notre processus. Je cite Don MORMAN (2018):

« ... DEMANDEZ AUX MACHINES DE TRAVAILLER EN TERMES HUMAINS. LES GENS ET LA TECHNOLOGIE DEVIENDRAIENT ALORS DES PARTENAIRES. CETTE APPROCHE POURRAIT ABOUTIR À DES SYSTÈMES OÙ LA COMBINAISON DES PERSONNES ET DE LA TECHNOLOGIE PEUT ÊTRE PLUS INTELLIGENTE, MEILLEURE ET PLUS CRÉATIVE... » (The interaction design foundation,2022)<sup>23</sup>

Par ce concept, on envisage un objectif de collaboration (co-création) entre l'humain et la machine (la technologie) pour de nouvelles solutions innovantes et créatives pour faire encore mieux que l'on pourrait le faire sans elle. On ouvre un champ des possibles pour nous permettre d'améliorer notre espace dont l'habitabilité, en incluant les besoins humains au centre des solutions et des décisions de la satisfaction de ces besoins.

---

<sup>23</sup> The Interaction Design Foundation. « What Is Humanity-Centered Design? » Consulté le 6 avril 2022. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/humanity-centered-design>.

## 1.6 Pertinence et impertinence

Dans les sous-chapitres précédents, j'ai exploré plusieurs concepts et notions en lien avec la prise de décision ou le changement. Le designer joue le rôle de décideur pour le projet. Il juge de ce qui demeure pertinent ou non, et accepte ou non un changement ou un retour en arrière. C'est donc un facteur essentiel à la finalité du projet. Le designer prend cette décision en partie avec son expérience, ce qu'il comprend, ce qu'il voit et ce qui comporte l'innovation. On peut dire qu'une couche d'analyse inconsciente se met en place au moment où il juge de ce qui est pertinent. Autant dans la co-création que pour un processus plus solitaire, le concepteur a la responsabilité de savoir ce qui est innovant, beau, fonctionnel mais celui-ci n'est pas une source de raison, d'exactitude. C'est justement cette inexactitude qui en fait un acteur essentiel dans le processus de design en général.

Le designer est un humaniste, ce qui fait de lui une pièce essentielle au sein du processus de création en objet. On peut considérer que la ou les méthodes utilisées pour créer en groupes ou seul sont pensées et réalisées par l'Homme, et elles ne permettent pas de remplacer celui-ci par un outil ou une machine. Notre choix de la pertinence ou de l'impertinence est dicté par notre passé, notre vécu. Il est la représentation de notre évolution sociale, et il permet de dicter la direction que doit prendre le projet ou de son évolution dans notre environnement social.

Nous parlons ici de l'éthique et de l'humanité du designer, de prise de décision à une étape du projet ou la validation du projet lui-même. Mais qu'en est-il de la pertinence du facteur extérieur (outil, machine)? Nous dictons notre travail avec les processus de fabrication et d'évolution de la

technologie. La technologie affecte en tous sens le résultat dans notre processus, et par conséquent la finalité du projet. Dans une méthode de création dite classique, le designer maîtrise la pertinence du projet depuis le départ. C'est seulement avec l'inconnue que le résultat doit chercher sa pertinence vis-à-vis de l'objectif de départ. La structure du processus de conception est la source de toute pertinence créatrice, de découverte. Le traitement algorithmique de l'intelligence artificielle a la faculté d'engendrer une ou plusieurs inconnues au sein de notre processus de création.

La naissance d'une multitude de modèles, de solutions créées par un processus algorithmique pourrait créer un doute sur la pertinence de la production générée par l'I.A. au design. Sur quel(s) facteur(s) pourrions-nous nous baser pour juger de la pertinence formelle d'un objet pour notre société? La technologie avance bien plus vite que notre société n'est prête à l'accepter. Le designer doit donc se fier à des codes de jugement du présent ou (passé) pour lui permettre l'acceptation de son travail par celle-ci.

## 1.7 Clarification de termes portant à confusion

Dans ce chapitre, nous allons explorer les trois termes qui portent à confusion dans le monde la conception en objet : le design paramétrique, le design génératif et le design algorithmique. D'abord, la notion de DP est la notion la plus utilisée dans la littérature, de 1978 à 2018. Elle est définie par L'OXFORD DICTIONARY comme «*un facteur numérique ou un autre facteur mesurable formant l'un d'un ensemble qui définit un système ou définit les conditions de son fonctionnement*», ou comme «*une limite [...] qui définit la portée d'un processus ou d'une activité particulière*». Le LAROUSSE définit le paramétrique comme «*une équation algébrique dans laquelle l'un au moins des coefficients dépend d'un paramètre.*».

En se basant sur les définitions littérales, le Design paramétrique est un processus traitant des règles et paramètres dans le but de créer les contraintes du projet. Il est également associé à un concept de création géométrique et topologique (Gerber et Pantazis, 2016, Oxman, 2017, Oxman, 2006, Qian, 2009), car il établit des liens directs dans la conception.

Ainsi, le Design paramétrique est exclusivement dédié à la création utilisant des paramètres. On utilise des facteurs comme des longueurs, des hauteurs et des épaisseurs, pour définir un projet. Ce sont ces propriétés qui, une fois paramétrées, représenteront une forme, un objet ou une structure. Cette approche comporte un champ d'application vaste. Elle est notamment utilisée dans l'architecture pour concevoir des murs ou une famille d'objets, mais aussi dans le domaine graphique pour créer des images ou une répétition graphique. Le domaine du design industriel utilise lui aussi le design paramétrique pour développer des éléments, suites, formes ou

répétitions de manière plus ou moins complexe. On résume parfaitement cette notion dans «Computational design in architecture Inês Caetano, Luís Santos, António Leitão 2020 » en disant «*si une conception dépend de paramètres, c'est Design paramétrique*».

Ensuite, c'est au tour de la notion de design génératif. Elle est définie selon le CAMBRIDGE DICTIONARY comme la «*capacité de produire ou de créer quelque chose*». Comme expliqué précédemment, le design génératif a dans son processus un réseau algorithmique de description plus autonome que celui qu'utilise le design paramétrique. Le fonctionnement du design génératif est de traiter les demandes, instruction ou contraintes sous forme de code jusqu'à sa réussite ou sa résolution. Alors, l'avantage de cette méthode est d'avoir la facilité de générer de nombreuses itérations complexes avec peu de contraintes. Toutefois le design génératif est limité dans ses capacités, car ce système de conception évolue plus particulièrement dans des domaines où les demandes sont davantage portées sur des performances structurelles et de densité. Le plus grand avantage du design génératif est sa faculté à produire des résultats inattendus par la création d'une vaste librairie de modèles alternatifs à la solution demandée. Il génère ainsi des idées que l'auteur n'aurait pas pu envisager initialement lors de sa demande.

Puis, enfin, il existe la notion de design algorithmique. Ce terme soulève beaucoup d'incompréhension quant à sa définition et il est donc très difficile d'en trouver une dans la littérature disponible. Certains avancent l'idée qu'elle est constituée d'un chevauchement du design paramétrique et du design génératif, tandis que d'autres comme (BUKHARI, 2011) affirment que le design paramétrique est fusionné avec le design génératif. Nous pouvons autant considérer que le design paramétrique soit la même chose que le design génératif. Comment est-elle représentée plus

particulièrement dans le domaine du design en objet ? Peut-on reprendre la définition d'une intelligence artificielle (IA) le ? À travers le travail d'exploration des méthodes de création, on constate que le design algorithmique n'est pas un chevauchement du design paramétrique et du design génératif, ni une fusion avec le design génératif, mais il a pour vocation d'améliorer le processus du design génératif. Dans la création de produits, le design algorithmique a comme sous-ensemble le design génératif pour lui permettre d'apporter des solutions plus pertinentes.

## CHAPITRE II

### LES NOUVELLES APPROCHES DU DESIGN

Le premier chapitre a eu pour but d'encadrer la recherche, de situer le travail et de lui donner une direction, plus particulièrement en s'intéressant aux notions de co-création, de design génératif et d'intelligence artificielle. Nous avons également décrit les processus, les outils et les machines qui ont fait évoluer la discipline du design.

La structure du deuxième chapitre est la suivante : nous explorerons d'abord l'utilisation des outils numériques dédiés au prototypage pour la conception en design d'objets. Puis, nous évoquerons les différentes approches de design génératif et de co-création, pour tenter d'explorer de nouvelles façons de les exploiter. Cela afin de les fusionner en un seul processus créatif, pour tenter de démontrer et comprendre comment la cohabitation entre un concepteur humain et un concepteur numérique (intelligence artificielle) peut se faire. Nous présenterons par la suite les changements proposés au cours de cette recherche par rapport à un processus dit classique en objet.

## 2.1 Simulation et analyse de performance par le prototype

Dans chaque processus de création, que ce soit le modèle du Design Squiggle selon D. NEWMAN, le modèle du chevauchement selon J.J. GARRETT ou le double diamant selon le Design COUNCIL, on remarque qu'ils ont tous une phase qui est accordée au prototypage. C'est aussi bien un outil pour servir le processus créatif qu'une démarche importante pour le designer. Le prototypage désigne dans la littérature, une démarche qui consiste à créer un prototype<sup>24</sup>. Il serait l'exemple concret mais non définitif du développement d'une idée de ce que le projet final pourrait être. Dans le design, la méthode ou phase de prototypage n'est pas seulement une représentation non définie du projet, mais bien une fonction essentielle à la recherche et au cheminement d'idées au même titre que les dessins/croquis, mais la différence est le temps nécessaire à l'obtention du résultat. La notion de temps joue un rôle essentiel dans l'élaboration d'un projet en design d'objet. Les dessins nous permettent d'itérer rapidement une idée, de la développer concrètement et d'y revenir à volonté. Avant l'avènement des technologies décrites ci-après, le prototypage ne bénéficiait pas de cette facilité, car pour modifier son idée, il fallait créer un nouveau modèle ou effectuer une nouvelle itération en maquette physique. Cela rendait le processus fastidieux, mais essentiel pour valider un concept. Le prototypage est également utilisé pour effectuer des tests de fonctionnement, des études de proportions et pour recueillir les retours des

---

<sup>24</sup> « Prototypage ». In Wikipédia, 23 mars 2021. <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Prototypage&oldid=181153379>.

utilisateurs afin de mieux comprendre les éventuels problèmes liés à l'objet. Il constitue donc un élément essentiel, en particulier lors de la validation du projet par le designer seul ou en équipe.

C'est dans sa méthode/application à retranscrire une idée en objet matériel, que ce changement se fait ressentir drastiquement au même titre que la maquette<sup>25</sup>. On voit donc changer l'effort investi au prototypage aussi rapidement que les technologies avancent. Le designer doit à chaque fois réinventer sa méthode de travail en fonction des avancées techniques et technologiques. On observe le même phénomène pour la vitesse d'exécution dans le développement de produit. Notre environnement change plus vite qu'on s'adapte à lui. La phase de prototypage dans le design est transformée par un outil d'exécution bien différent de la simple mousse à sculpter, du carton, du papier, du plâtre, etc. L'apport de l'outil numérique a permis de développer des processus de fabrication par fraisage comme la CNC (Computer Numerical Control<sup>26</sup>). Alors qu'il fallait une heure pour sculpter une mousse, l'outil numérique quant à lui peut sculpter trois mousses en une heure. Les prototypes sont encore plus réalistes, avec la possibilité pour le designer de produire des pièces dans un fini proche de l'objet final. Ce n'est pas tout, car avec la rencontre de

---

<sup>25</sup> « Maquette » est mot similaire à prototypage, mais contrairement au celui-ci, il désigne plutôt une méthode de fabrication en plusieurs étapes du prototype.

<sup>26</sup> Commande numérique par ordinateur

l'outil informatique et plus particulièrement des logiciels de création 2D et 3D avec le designer, le prototype numérique peut être lui aussi poussé plus loin. C'est une véritable révolution dans le développement d'une idée qui se voit être concrétisée presque instantanément. On peut alors se demander ; quelle place a aujourd'hui le prototypage physique ? Celui-ci est relégué au second plan, mais demeure un besoin fondamental pour le designer. Il devient donc un réconfort, une sécurité, une validation à la fin du projet. L'arrivée de l'impression 3D crée une grande avancée dans les technologies liées à la conception de prototypage numérique en 3D. Elle permet au designer d'imprimer en temps réel le prototype généré par l'ordinateur, ce qui réduit le temps de développement, de validation. Par la même occasion, le processus de création se voit lui aussi accéléré de façon significative dans son ensemble. Dans ce cas, le designer garde le contrôle de l'idée de base du projet, en passant par la recherche, vers le prototypage numérique, jusqu'à la réalisation d'un prototype proche de la finalité.

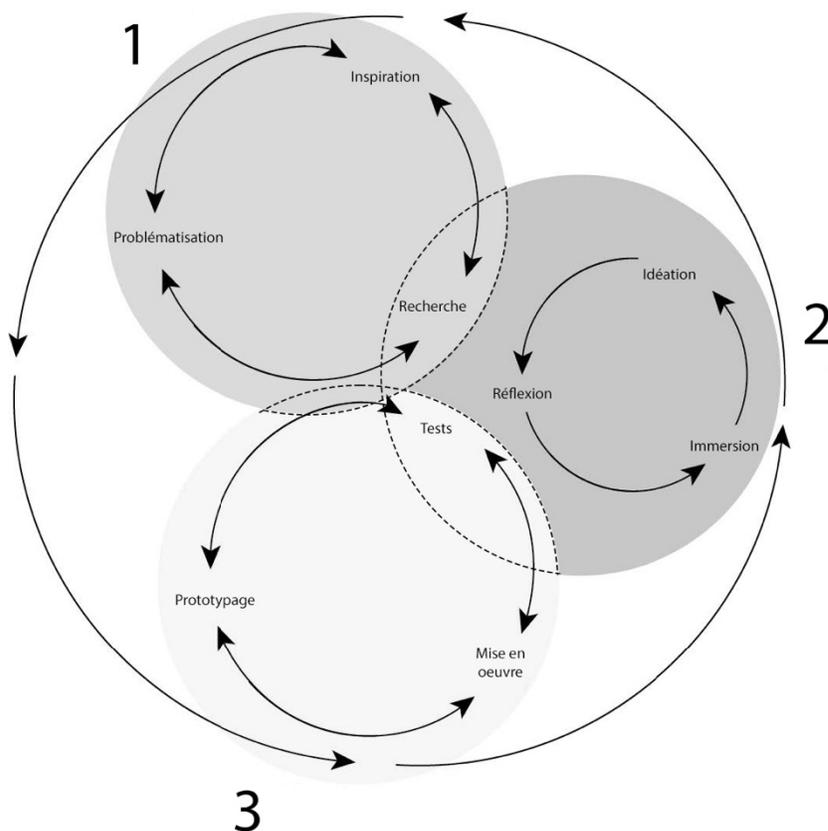
Nous sommes passés de la méthode de prototypage (classique) au processus de fabrication de prototype physique (maquette) vers une méthode numérique-assistée par la machine (ordinateur). Aujourd'hui, on vit donc une avancée d'une part dans la matérialisation de l'idée, de la recherche et du développement, et d'autre part dans la traduction physique du prototypage rapide (impression 3D). Une couche supplémentaire se met en œuvre, avec l'apparition de la technologie algorithmique d'intelligence artificielle. La méthode de production algorithmique est entièrement dépendante de la puissance que peut avoir l'outil (ordinateur) à la disposition du designer. Le travail de l'algorithme est basé sur la résolution de problème et de développement. Selon la demande du designer, il peut être un atout majeur dans la création de projet, car il a la faculté d'analyse et de générer bien plus d'itérations d'un même projet, que le designer peut le faire. Les avantages sont tout d'abord temporels, la méthode dite

classique avait un échéancier de semaines, voire de mois, pour la production d'un prototype proche de la finalité. Or, en une matinée la méthode algorithmique peut explorer plusieurs demandes en générant un grand nombre d'itérations parmi lesquelles on choisit les plus pertinentes pour le projet qui seront ensuite imprimées en 3D ou fraisées numériquement. La technologie nous aide à penser différemment, à aller plus loin dans la réflexion de notre projet. Le développement par algorithme fait reculer les limites de l'outil pour le designer. Il lui fait prendre du recul sur son processus de création en raison de sa capacité à simuler le futur. Nous sommes en marge de donner la main au design algorithmique sur le développement de projet en co-création avec le designer. On ne sait pas encore quelles parties utilise ou méthode (recherche, prototypage) du processus de design seront affectées par le traitement du design algorithmique. Dans le futur, à qui appartiendra le contrôle de la création dans le design de projet ? Qui sera la force créatrice derrière les idées utiles à la création?

## 2.2 Approche de co-création.

Le travail de co-création a pour objectif de pouvoir générer de nouvelles idées pour apporter une ou plusieurs solutions à un problème. Ce qui distingue la co-création d'une création dite standard c'est l'intégration de facteurs externes faisant partie du processus créatif tout au long du projet. Cela débute à partir de la définition du problème, jusqu'à la mise en œuvre de la solution, car la principale volonté de cette approche est d'innover. Il est également important de proposer une nouvelle organisation de méthode de travail, tout en répondant à la demande du client/utilisateur. Voici un schéma du processus de co-création.

Figure 2.1 Processus de co-création par Amaury D'Hulst

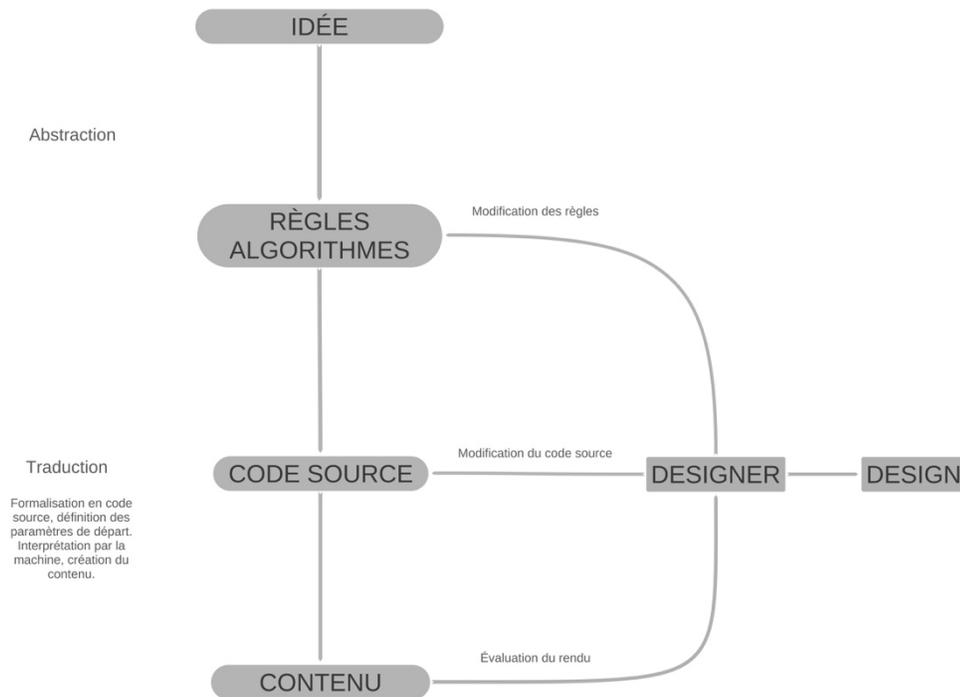


On observe trois espaces distincts dans le schéma : (1) le premier est PROBLÉMATISATION, RECHERCHE et INSPIRATION (elle cible et développe les situations qui donneraient lieu à des problèmes à résoudre). L'espace suivant (2) est IDÉATION, RÉFLEXION ET IMMERSION (on engendre et développe des réponses au problème par des tests). Puis, le dernier espace est TEST, PROTOTYPE et MISE EN ŒUVRE (on exploite les solutions identifiées, en allant jusqu'à la mise en marché de ces mêmes solutions). La notion d'espace joue un rôle important pour la co-création, car elle permet de supprimer la linéarité des processus classiques. Cette approche est constituée de plusieurs boucles définies par leur action. Elles sont toutefois vouées à se répéter autant de fois que demande la problématique du projet. De plus, ce processus permet une remise en question de la globalité du travail, car une fois arrivé au troisième espace, on peut retourner au premier espace de PROBLÉMATISATION, RECHERCHE et INSPIRATION. L'approche de co-création porte sur la valorisation du savoir-faire individuel centré sur l'humain, tout en valorisant l'interdisciplinarité, le travail d'équipe, et les échanges.

### 2.3 Approche centrée sur le design génératif.

Le design génératif centré sur l'objet commence la plupart du temps comme la co-création avec une inspiration, une problématique ou une idée. Ensuite, cela est traduit par des recherches, des dessins, des formes, puis par des résolutions de problème. L'approche centrée sur le design génératif se distingue des autres, car on doit arriver à traduire une problématique, idée ou forme en une suite de règles et d'algorithmes sous forme de code source. À l'aide de différents paramètres, il se forme un maillage de chaînes dans lesquelles peut modifier un maillon dans le but d'obtenir des variations sans toutefois devoir revenir chaque fois au point de départ. Les designers ont donc la possibilité de changer le cours du traitement de données pour changer le résultat, pour l'affiner et obtenir les itérations souhaitées. Par cette prise de contrôle, le designer est l'acteur principal du processus du projet de création.

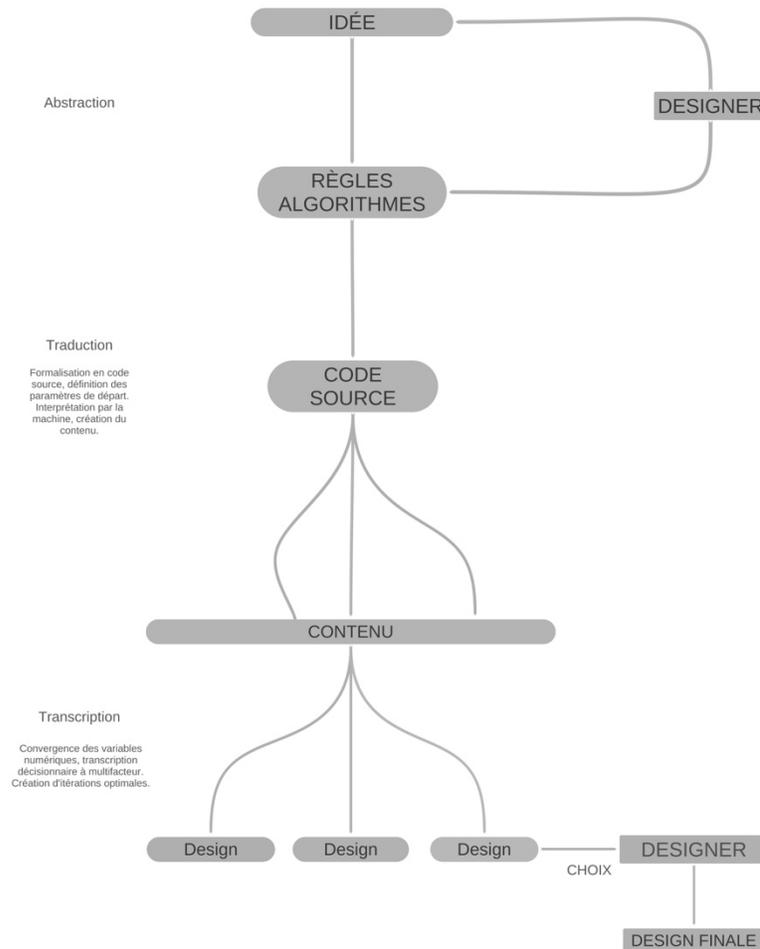
Figure 2.2 Processus de design génératif par Amaury D'Hulst



On peut observer sur le schéma ci-dessus que le designer introduit l'idée, modifie les règles et les paramètres que constitue le code source. Il évalue le rendu et le contenu pour y changer des paramètres afin de parfaire la boucle de création. Il est donc maître de L'ABSTRACTION (mise à jour et définition des règles générales) et de la TRADUCTION (extériorisation d'une idée de l'esprit dans le domaine perceptif). Cette application du processus du design génératif est utilisée dans des logiciels paramétriques de conception à 2 ou 3 dimensions. Lors du premier stade d'un travail de conception du projet avec l'outil numérique, on observe la formation d'un code source qui est défini par un organisme externe comme une compagnie de logiciels privée telle que AUTODESK pour FUSION360.

Toutefois, cette approche a déjà commencé à évoluer, allant vers de nouvelles couches de traitement supplémentaires. Ce processus donne à l'outil numérique davantage de possibilités qui joueront un véritable rôle dans la conception. En donnant ainsi libre choix aux différentes formes, dimensions, et structure du futur projet, le designer ne garde pas le contrôle de toutes les phases, mais seulement de l'idée, problème, forme ou dessin en y ajoutant des règles et des paramètres. Le design/contenu résultant n'est plus qu'une seule itération dans chaque demande, mais le processus de design génératif s'occupe de générer de multiples choix pour suggérer seulement les plus pertinents au designer.

Figure 2.3 Processus de design génératif (option 2) par Amaury D'Hulst



On peut observer sur le schéma ci-dessus non plus deux grandes phases, mais plutôt trois : ABSTRACTION, TRADUCTION et TRANSCRIPTION. Celles-ci sont les grandes lignes du traitement effectué à l'aide des algorithmes. ABSTRACTION a pour vocation de traduire notre idée en étape claire, de créer une ou des données qui peuvent être de l'ordre d'une « image de synthèse », d'une représentation en 3D, grâce à la mise en place des règles et algorithmes pour parvenir à l'idée voulue. En résumé, nous

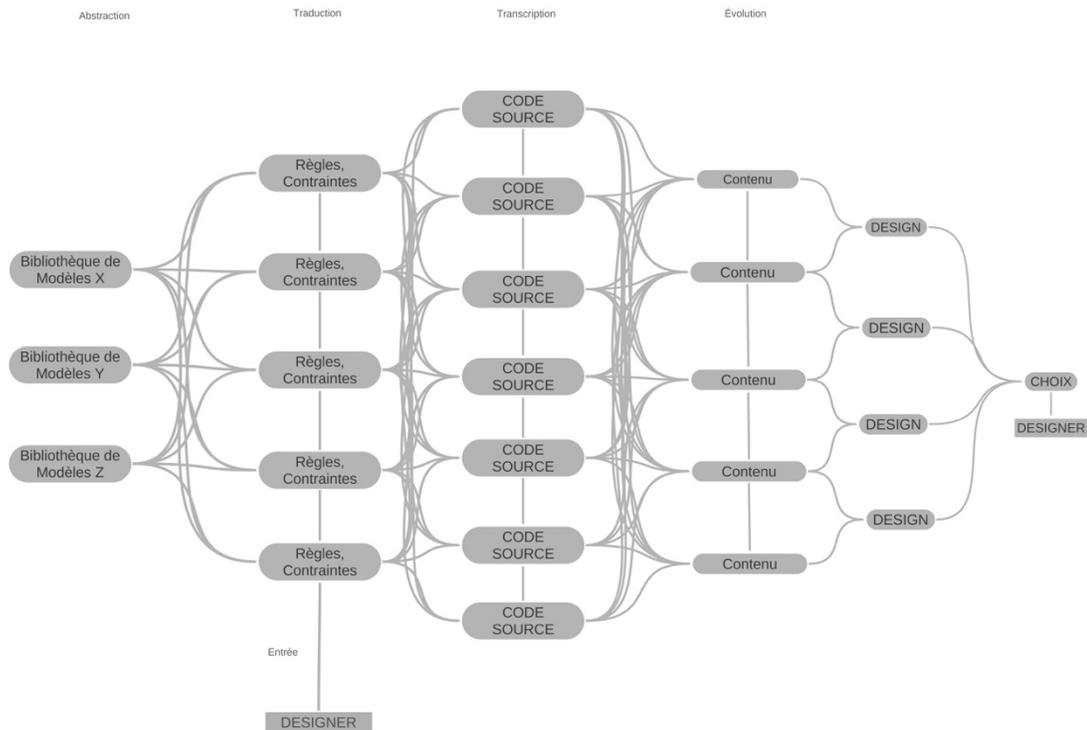
nourrissons la machine d'un savoir pour qu'elle puisse comprendre et travailler pour nous. TRADUCTION prend en compte les codes source ainsi que la traduction des informations/règles demandées par le designer pour qu'elles deviennent compréhensibles pour la machine. C'est alors que tout un échantillonnage de calcul algorithmique se met en place afin de traiter correctement et aussi rapidement que possible les contenus. Dans la phase TRANSCRIPTION, on obtient une conversion des contenus de la phase précédente en données physiques par des volumes de données numériques ; cela exprime un langage commun. De plus, l'analyse décisionnaire lors de la phase de TRANSCRIPTION reprend les règles et demandes de départ établies par le designer, donc celles-ci sont essentielles au processus de design génératif. Elle va pousser à développer des séquences d'itérations optimales en créant une proposition de suite de modèles pour le design final.

Cependant, ce processus reste fondé sur un traitement linéaire d'itérations. Ce n'est que le début de l'évolution du traitement par intelligence artificielle dans la création en objet. Les deux processus décrits précédemment sont aujourd'hui introduits dans nos logiciels de création 2D et 3D, dans différents domaines que nous explorerons dans un paragraphe ci-après. Ce ne sont en vérité que des ouvertures sur l'évolution d'un processus qui ne cesse de se développer grâce aux puissances de calcul informatique de plus en plus exponentielles. L'intelligence artificielle au sein de la création n'en est qu'aux prémices de ce qu'elle peut apporter à notre profession.

Aujourd'hui, la plupart du temps les objets créés par les designers du monde entier sont produits via un outil de simulation 3D, dans le but d'écourter le processus de création. Cela forme une importante base d'objets 3D numériques qui représentent les différent courant de pensée présents dans l'évolution de l'histoire du design qui n'attend qu'à être

exploitée, ce qui représente doc de la donnée pure pour un éventuel traitement par un système algorithmique. On peut ainsi émettre l'idée ou l'hypothèse d'une autre option de processus de création en design génératif/algorithmique. Les deux processus décrits précédemment utilisent seulement des règles, des bases de données, des valeurs ou idées préétablies par le designer. Dans ces cas, l'objectif est de cibler un contenu qui représente les valeurs établies dès l'identité de départ. Cela ne laisse pas la place à une inspiration externe lors des itérations. D'après cette observation, nous posons la question suivante : Le designer a-t-il la possibilité de diminuer son empreinte au sein du processus de design génératif ? Est-il possible de ne plus intervenir sur l'idée de départ, mais seulement sur les règles ou paramètres à fournir à l'intelligence artificielle, en lui donnant accès à notre base de données d'objets 3D déjà établie par les designers comme repère, inspiration ? La figure suivante présente une ébauche de ce que pourrait être ce processus.

Figure 2.4 Processus de design génératif (option 3) par Amaury D'Hulst



Bien que ce processus reprenne les mêmes grandes phases que les deux autres processus existants, on peut observer un ajout de plusieurs éléments, tant dans la phase **ABSTRACTION**, que **TRADUCTION** et **TRANSCRIPTION**. Dans ce cas, si l'utilisation d'une intelligence artificielle est inspirée de la Convolution Neurale Network (apprentissage automatique, de connexion entre neurones inspiré par le cortex visuel), cela va permettre de travailler dans chaque catégorie d'objets 3D source (X, Y, Z dans le schéma).

L'**ABSTRACTION** a dans ce cas-ci pour fonction de fournir comme source des fichiers qui incluent des spécifications de chaque catégorie de modèles

(X, Y, Z). Dans le contexte du design d'objet, ces catégories sources ne se limitent pas à un seul type d'objet ; la catégorie X pourrait contenir des objets issus de la pensée du mouvement Bauhaus, la catégorie Y celle du Modernisme et pour la dernière la Z Arts and Crafts<sup>27</sup>. L'intelligence artificielle ira puiser son inspiration dans chacune des catégories, et retiendra certaines données à traiter par la suite. Il n'y a pas de limites au nombre de catégories.

Une fois la base de données établie, on passe à la phase TRADUCTION dans laquelle les règles et contraintes sont introduites comme dans les autres processus par un acteur (designer). C'est cette action qui va établir le point de départ de l'initiation de l'ensemble des règles du morphogène pour arriver à un contenu 3D lors de la TRANSCRIPTION. Cette phase représente l'étape la plus importante, car elle vient analyser les contraintes/règles et les BDM. Cela passe par la TRADUCTION perméable dans un sens, et dans l'autre, c'est-à-dire que la TRANSCRIPTION pourra puiser dans les catégories (X, Y, Z...), donc un échange s'effectue en va-et-vient entre chaque fonction, de la TRANSCRIPTION à la TRADUCTION. C'est dans ce ballet incessant d'échange de données et d'information que se consolide la morphogénèse pour donner lieu à l'élaboration du contenu de la phase ÉVOLUTION (intégration de la dynamique de l'évolution : variation, sélection et héritage). Dans l'ultime phase ÉVOLUTION, l'intelligence artificielle construit les différents modèles d'itération suggérés. Le contenu/design est établi et peut enfin être sélectionné par le designer, il

---

<sup>27</sup> Arts et artisanat

s'agit ici d'une hypothèse. Elle est basée sur des faits de création 2D qui exploitent des bases de données numériques. Toutefois, c'est une semi-réalité d'un dénouement proche de notre propre processus de création.

## 2.4 Impacts sur le projet de design développement du projet

La principale démarche traditionnelle du designer est de projeter ou d'exprimer le phénotypique de son idée dans un matériau voulu. L'introduction à la création de la morphogénèse s'effectue en plusieurs étapes. La première est manuelle ; elle représente la mise en production de l'environnement dessin. La seconde étape quant à elle est traduite dans l'environnement physique. Tel qu'expliqué précédemment dans l'introduction, le développement du projet par le processus dit classique est exprimé seulement par le designer. Ensuite, une fois la finalité atteinte, s'il n'est pas satisfait du résultat, le designer recommence en élaborant des variations en rapport avec le travail en amont. Il applique la notion manuelle du processus d'essais et d'erreurs, il tire parti de ses nombreux essais pour aboutir à un contenu/design satisfaisant.

Dans le processus traditionnel (classique), le designer utilise des outils comme le crayon ou l'ordinateur. Ceux-ci sont plus communément appelés des extensions de la main. Ils ne produisent aucun ou peu de changement dans le développement d'une finalité. Un designer — un processus — une finalité. Le changement/mouvement s'effectue dans une variation qui vise à agir, sur, avec ou pour, le designer. Dans le processus traditionnel, le designer a l'exclusivité envers sa méthode de design en objet. Quand la méthode s'ouvre à des éléments extérieurs, comme des machines ou des individus, des variations plus importantes sont observables dans le projet grâce aux apports de ces nouveaux acteurs. Les changements générés apportent une pertinence accrue sur la finalité du projet. Comme pour l'exemple de la co-création, les acteurs internes rattachés au processus créent un mouvement radical dans la méthode. Elle n'est plus exprimée par un processus linéaire comme le design traditionnel, mais s'exprime en

boucles tridimensionnelles. L'essai/erreur n'est plus seulement validé une fois arrivé à la finalité de la conception, mais dans chaque espace ou boucle ainsi qu'à la fin lorsque nécessaire.

À l'avenir, le processus traditionnel linéaire pourra être remplacé en incorporant le design génératif au sein de son processus, mais il demeurera moins important que le processus de co-création. Le mouvement/développement dans le domaine du design d'objet se fera grâce à l'apport d'une nouvelle technologie qui donnera lieu à de nouvelles méthodes, mais aussi une autre façon de concevoir. La méthode de processus de création dite classique est basée sur notre faculté à résoudre des problèmes en tant que designer, mais aussi sur notre sens de la créativité. Les technologies de design génératif basées sur des algorithmes ouvrent la voie à un développement différent de la morphogenèse. Cet ajout de technologie algorithmique au sein d'un outil/machine comme extension de la main du designer a l'avantage de générer de nouvelles façons de créer. Elle apporte aussi une quantité de solutions inédites en comparaison au processus de design traditionnel.

La co-création et le design génératif ont un tronc commun, c'est-à-dire d'avoir comme point de départ le phénotypique du designer sur la matérialité du projet. Cette dernière est perçue comme une obligation pour le designer, elle doit être implicitement choisie par le créateur en donnant sens à son utilité pour le projet final. Cependant, le design algorithmique face au design traditionnel ouvre le champ en offrant la possibilité au designer de devenir un acteur passif des choix sur la matérialité du projet. Toutefois, le processus de design algorithmique a l'avantage d'intégrer le processus évolutif et l'automatisation créative du design génératif. Donc le design génératif laisse au design algorithmique l'expertise lors de plusieurs

phases de la création dans l'optimisation la demande, et dans l'analyse de l'expression de la matérialité.

Tableau 2.5 Implications au sein du processus de design par Amaury D'Hulst

Processus de Design	Recherche	Concept	Prototype	Design
Design Traditionnel	Humain	Humain	Humain	Humain
Co-création	Humain (Goupe)	Humain (Goupe)	Humain (Goupe)	Humain
Design Génératif	Humain	Humain Machine	Machine	Machine
Design Algorithmique (Intelligence Artificielle)	Machine	Machine Humain	Machine	Machine

Alors que le processus de design traditionnel a longtemps été utilisé par les designers d'objet, la technologie évolue dans la société par les outils et les machines capables d'une puissance de calcul de plus en plus grande. Nous ne pouvons plus faire abstraction de l'apparition de l'intelligence artificielle dans notre processus créatif. L'applicabilité de ce processus de design algorithmique a déjà fait ses preuves dans plusieurs secteurs d'activité, notamment dans l'architecture, tel que décrit par Jacqueline ROHRMANN dans « Design Optimization in Early Project Stages ». On peut observer la capacité du design algorithmique dans son exploitation des solutions dans l'organisation d'un bâtiment sur un terrain donné, où son organisation

structurelle de bureau doit être contenue dans un environnement bâti restreint. Dans les professions d'ingénierie, la puissance de calcul trouve et développe des solutions pour exploiter des itérations dans le traitement des charges et des volumes. On retrouve l'utilisation du design algorithmique dans plusieurs autres domaines tel que la pharmaceutique, l'aérospatial ou même l'agricole, car c'est un processus créatif qui a une forte pertinence pour des multitudes d'actions et possibilités dans son utilisation.

## CHAPITRE III

### PROCESSUS DE DESIGN ALGORITHMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT DE PROJETS

Le temps qu'on octroie aux différentes étapes du processus est généralement limité. Le designer ne peut explorer toutes les éventualités de conception, mais il a la faculté de tester et d'améliorer un certain nombre de concepts avant de prendre la décision finale. Avec les nouvelles technologies telles que le design algorithmique (I.A.) naît une relation entre le designer et l'outil. I.A. à la faculté d'avoir une grande puissance de calcul pour parvenir à résoudre un grand nombre de problèmes dans les différentes étapes que constitue le processus de conception. Le designer quant à lui peut compter sur son intuition, sa créativité et son expérience, ce qui lui permet de déterminer ce qui est une bonne conception.

Tout réside dans le lien étroit entre l'outil et le designer, et cette coopération ne peut exister qu'à partir d'un processus de création qui détermine et lie les deux acteurs à un même but. Cela conduirait finalement à générer des solutions de conception non attendu. Une démarche d'interprétation des étapes du processus en co-création avec I.A., c'est donc la liaison de l'ancienne et la nouvelle méthode.

### 3.1 Développement

L'intégration du design algorithmique dans le processus de conception est principalement axée sur des tâches spécialisées et récurrentes. Cependant, depuis avril 2021, plusieurs publications ont émergé, explorant l'utilisation de l'intelligence artificielle dans le domaine du design d'objets. L'IA offre aux designers la possibilité de créer des objets de manière plus efficace en automatisant certaines tâches telles que la génération de modèles 3D, l'optimisation de la forme et l'analyse des données.

Dans l'article "ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models" de Roberto Gozalo-Brizuela et Eduardo C. Garrido-Merch'an<sup>28</sup>, ils présentent une illustration convaincante de cette évolution, avec la figure 3.1. Cette figure présente une chronologie des modèles publiés qui utilisent l'intelligence artificielle (IA) dans leur fonctionnement. Cependant, il est important de noter l'absence d'un modèle majeur, Midjourney<sup>29</sup>, publié le 12 juillet 2022, qui n'est pas répertorié dans leur tableau. Midjourney est pourtant un acteur essentiel dans la création d'images à partir de textes.

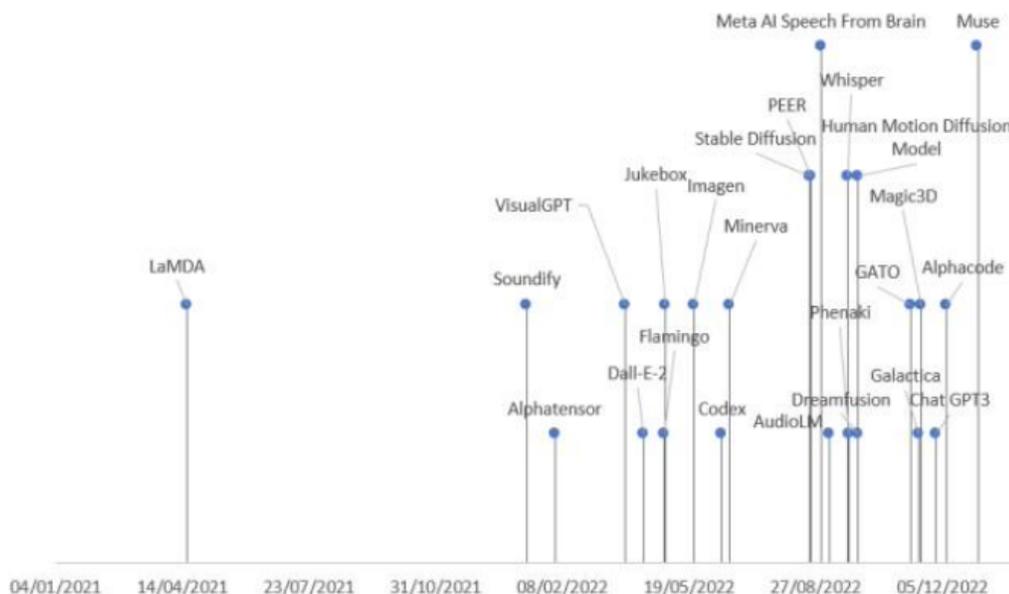
---

<sup>28</sup> Gozalo-Brizuela et Garrido-Merchan, ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models.

<sup>29</sup> Midjourney. « Midjourney ». Consulté le 18 mars 2023.  
<https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F>.

Dans leur tableau, Roberto Gozalo-Brizuela et Eduardo C. Garrido-Merch'an<sup>30</sup> classent les différents modèles dans plusieurs catégories, dont la catégorie des modèles texte-image, où Midjourney trouve sa place. Cette catégorie englobe divers modèles capables de générer des images à partir de descriptions textuelles comme DALL-E 2, développé par OpenAI, utilise le réseau neuronal CLIP<sup>31</sup>.

Figure 3.1 Modèles couverts par date de publication. Tous les modèles ont été mis sur le marché en 2022, à l'exception de LaMDA, qui a été mis sur le marché en 2021, et de Muse, qui a été mis sur le marché en 2023. Par Roberto Gozalo-brizuela et Eduardo C. Garrudi-Merchan



<sup>30</sup> Gozalo-Brizuela et Garrido-Merchan, ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models. Pages 6-6.

<sup>31</sup> CLIP signifie "Contrastive Language-Image Pre-Training".

C'est un modèle de vision par ordinateur et de traitement de langage naturel qui a été développé par OpenAI en 2021<sup>32</sup>. Contrairement aux modèles de vision par ordinateur traditionnels qui nécessitent un grand nombre d'images annotées pour s'entraîner, CLIP a été entraîné sur un grand nombre d'images et de phrases<sup>33</sup>. Grâce à cela, il est capable de comprendre et de classifier une grande variété d'images en fonction de leur contenu, sans avoir besoin de données supplémentaires<sup>34</sup>. Le modèle CLIP utilise une architecture de réseau de neurones à transformer, similaire à celle utilisée dans le modèle de traitement du langage naturel GPT<sup>33</sup>. Cette architecture permet à CLIP d'apprendre des représentations de haut niveau pour les images et le texte, qui peuvent être utilisées pour les tâches de classification d'image et de recherche de texte<sup>35</sup>. Le réseau CLIP est capable de réaliser des tâches de vision par ordinateur telles que la classification d'images, la détection d'objets et la segmentation sémantique<sup>36</sup>. Il peut également être utilisé pour des tâches de traitement de langage naturel telles que la génération de texte à partir d'images, la classification de texte et la recherche de texte<sup>37</sup>. Le modèle CLIP a été formé sur un ensemble de

---

<sup>32</sup> « CLIP: Connecting text and images ». <https://openai.com/research/clip>

<sup>33</sup> Gozalo-Brizuela et Garrido-Merchan, ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models.

<sup>34</sup> « CLIP: Connecting text and images ». <https://openai.com/research/clip>

<sup>35</sup> Ibid.

<sup>36</sup> Ibid.

<sup>37</sup> Ibid.

données massif appelé ImageNet, qui contient des millions d'images classées dans des catégories<sup>38</sup>. Le modèle a également été formé sur un grand nombre de phrases provenant de diverses sources, telles que des sous-titres de films, des descriptions de produits, des textes de presse<sup>39</sup>. C'est avec le réseau neuronal CLIP que l'on va générer des images authentiques et réalistes en combinant différents concepts, attributs et styles. Imagen, développé par Google, est basé sur de grands modèles de langage transformatifs et est efficace dans l'encodage de texte pour la synthèse d'images. Stable Diffusion est un modèle de diffusion latente open-source développé par le groupe CompVis de LMU Munich, qui permet de modifier l'image en effectuant des opérations dans son espace latent. Muse est un modèle de transformation texte-image qui permet de générer des images de pointe tout en étant plus efficace que les autres modèles. L'article comprend des exemples d'images générées par chaque modèle. Le modèle DreamFusion de Google Research utilise une distribution de texte-image pré-entraînée pour effectuer la synthèse de texte 3D, tandis que Magic3D de NVIDIA Corporation résout les problèmes de temps de traitement long et de qualité d'image faible en utilisant une structure de grille 3D clairsemée pour optimiser un modèle de maillage texturé 3D. Magic3D obtient de meilleurs résultats que DreamFusion en termes de géométrie et de texture.

---

<sup>38</sup> « ImageNet ». Consulté le 18 mars 2023. <https://image-net.org/>.

<sup>39</sup> Gozalo-Brizuela et Garrido-Merchan, ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models.

En ce qui concerne la catégorie sur les modèles texte-3D<sup>40</sup>, DreamFusion et Magic3D sont deux exemples de modèles cités par Roberto Gozalo-Brizuela et Eduardo C. Garrido-Merch'an, qui utilisent des techniques différentes pour générer des modèles 3D à partir de texte. Bien que DreamFusion utilise une distribution de texte-image pré-entraînée, Magic3D utilise une structure de grille 3D clairsemée pour accélérer le processus d'optimisation et améliorer la qualité des images générées. Ces modèles montrent comment la technologie peut être utilisée pour créer des modèles 3D de haute qualité à partir de simples instructions textuelles. Les modèles texte-3D sont des techniques récentes de synthèse de texte en trois dimensions, qui permettent de générer des formes géométriques et des textures en utilisant des descriptions textuelles comme entrée. Ces modèles utilisent des approches d'optimisation pour produire des résultats de haute qualité, tels que Dreamfusion de Google Research et Magic3D de NVIDIA.

La prochaine catégorie correspond aux modèles texte à texte qui sont des modèles de de modèles de traitement de langage naturel qui prennent un texte en entrée et produisent un texte en sortie. Contrairement aux modèles texte à image ou texte à 3D, les modèles texte à texte n'ont pas besoin de produire des représentations visuelles, mais se concentrent plutôt sur la production de texte de qualité à partir d'un texte d'entrée donné. Ces modèles sont utilisés pour une variété de tâches, telles que la traduction automatique, la réponse automatique, la génération de texte

---

<sup>40</sup> *ibid.*P. 8, 10.

créatif. Les modèles de langage textuel que j'ai décrits sont ChatGPT, LaMDA, PEER et Meta AI Speech from Brain. ChatGPT est un modèle d'OpenAI qui utilise un transformateur et l'apprentissage par renforcement pour interagir de manière conversationnelle. LaMDA est un modèle de langage pour les applications de dialogue qui est spécialisé dans le dialogue et qui peut comporter jusqu'à 137 milliards de paramètres. PEER est un modèle de langage collaboratif développé par Meta AI research, entraîné sur des historiques d'édition pour aider à la rédaction d'un article en plusieurs sous-tâches.

Enfin, Meta AI Speech from Brain est un modèle qui décrypte le langage à partir d'enregistrements cérébraux non invasifs pour aider les personnes incapables de communiquer par la parole, la dactylographie ou les gestes. Il en suit deux catégories traitées par Roberto Gozalo-Brizuela et Eduardo C. Garrido-Merch'an que sont le Modèles de conversion de texte-to-vidéo représenté par PHENAKI, SOUNDIFY puis Modèles de conversion de texte-to-code que contient CODEX et ALphacode. Mais aussi texte-to-audio avec AUDIOLM, JUKEBOX et WHISPWE. En fin le Modèles "du texte-to-science qui englobe GALACTICA et MINERVA. Ce sont trois catégories qui ne sont pas représentatives pour notre travail.

Avec ces nouveaux modèles d'intelligence artificielle (IA), nous ouvrons de nouveaux champs de possibilités dans beaucoup de secteurs d'activité dont le secteur de la créativité/conception. Cependant, ces IA sont encore confrontées à plusieurs limitations. Par exemple, la plupart des modèles

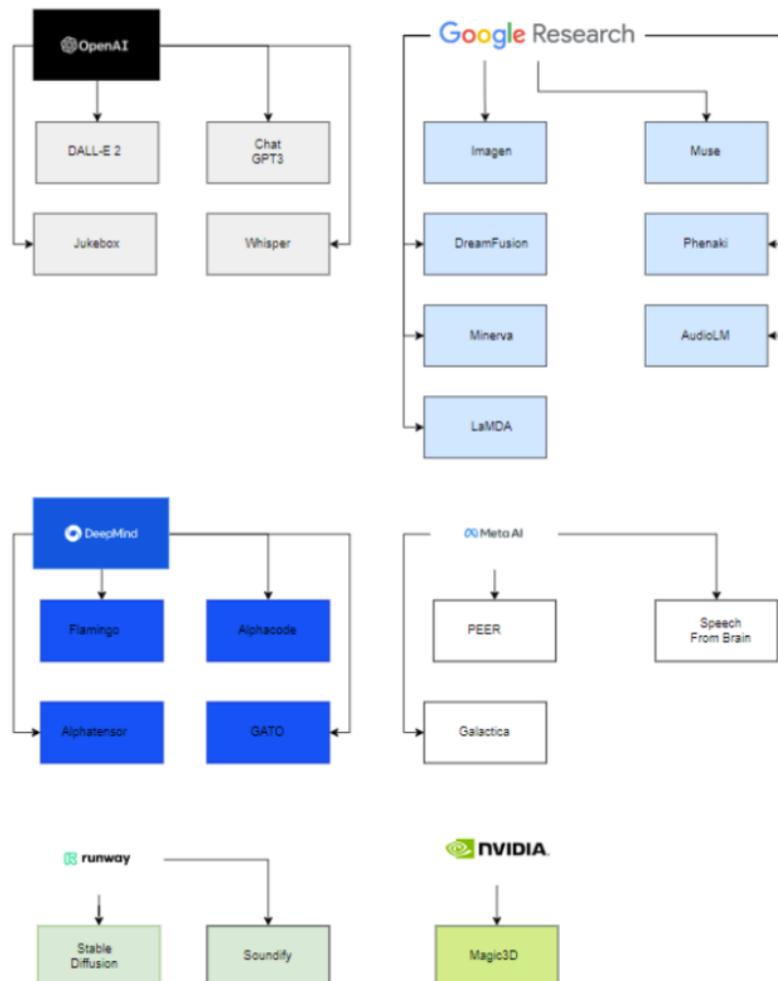
utilisent des réseaux de neurones<sup>41</sup> pour l'apprentissage, ce qui nécessite une grande quantité de données. De plus, le temps de calcul est un facteur important, chaque modèle ayant besoin d'une forte puissance de calcul. Il y a également des biais provenant des données. Les biais provenant des données sont des distorsions dans les données utilisées pour entraîner les modèles d'IA, qui peuvent entraîner des résultats incohérents ou injustes. Ce qui pose des difficultés pour le développement de cette technologie, car seules les entreprises capables de fournir suffisamment de puissance de calcul peuvent entreprendre ce type de projet. Parmi ces entreprises, on peut citer OpenAI, Google Research, MetaAI (Facebook), Deepmind, Runway et Nvidia. La figure 3.2, présentée par Roberto Gozalo-Brizuela et Eduardo C. Garrido-Merch'an, montre tous les modèles développés par ces entreprises, que nous avons évoqués précédemment.

---

<sup>41</sup> Réseaux de neurones par apprentissage : sont un type de modèle d'IA qui imitent le fonctionnement des neurones dans le cerveau humain pour apprendre à partir de données. Ils sont souvent utilisés pour des tâches telles que la classification d'images, la reconnaissance vocale et la traduction automatique.

L'utilisation de ces modèles peut offrir de nombreux avantages, mais les designers doivent être conscients des considérations éthiques importantes telles que le risque de partialité des algorithmes, le potentiel de l'IA à prendre les décisions de conception et la confidentialité et la sécurité des données, et doivent prendre des mesures pour résoudre ces problèmes. (Vois le chapitre 3.6 pour plus de détails.)

Figure 3.2 Modèles par développeur. Par Roberto Gozalo-brizuela et Eduardo C. Garrudi-Merchan



### 3.2 Modification de l'objet par le design pour l'espace habité : Point de départ

Pour bien débuter, nous devons définir le contexte/scénario dans lequel nous allons introduire un processus universel, c'est-à-dire qui peut s'appliquer dans d'autres types de scénarios/contextes. Cette étude exploratoire traite de l'éventuel travail en co-création entre Designer (humain) et I.A. (Machine). Pour ce faire, il est préférable de procéder à l'analyse d'un produit créé en amont avec des algorithmes. Le produit analysé ici est celui de la chaise I.A. voir (figure 2.1) de Philippe STARCK pour KARTELL et le travail de production (Text-to-image) par Éric Groza avec Midjourney.

Cette réalisation porte sur un objectif défini : comment supporter le poids de l'humain avec le moins de matière possible. Les attentes observables sont la légèreté et l'optimisation, tandis que les attentes intangibles sont d'ordre écologique grâce à l'utilisation de matériaux responsables, ainsi que leur optimisation dans la fabrication (utiliser moins pour faire plus). Ceci a pour but de rendre la fabrication moins énergivore pour un seul produit. Tout cela sans oublier qu'il faut réfléchir au confort et la résistance. Tous ces points constituent le contexte dans lequel évolue la fabrication de ce projet. La mise en œuvre de ce contexte tient en trois points : l'outil, sa matière et la/sa technologie. La technologie utilisée, le design génératif, est une solution dédiée à la réduction de masse et l'augmentation de la rigidité. Malgré que ce soit une technologie algorithmique, elle reste néanmoins un système déterministe qui réagira toujours de la même façon. Elle est donc partiellement adaptée pour répondre aux objectifs d'utilité souhaités pour la chaise, soit l'application de moins de matière et une plus grande légèreté.

Pour passer du « contexte » à la « réalisation », la chaise I.A. utilise le logiciel *Fusion 360*, plus particulièrement l'option de design génératif d'Autodesk. C'est un logiciel de conception 3D, de simulation, de fabrication et de collaboration. Ce que l'on appelle "Dreamcatcher" est un outil de design génératif qui permet aux utilisateurs de spécifier des critères de conception, puis de laisser l'algorithme générer automatiquement des solutions optimales. Le projet a été utilisé pour concevoir des pièces de mobilier et des structures architecturales dont la chaise I.A. Le programme de design génératif demande d'encoder de multiples options liées à une ou plusieurs problématique(s) définie(s) par le contexte. Dans ce cas-ci, on rappelle que la problématique est de créer une chaise dans le but de supporter un corps avec le moins de matière possible. On demande donc d'utiliser son option d'optimisation de la matière. Pour ce faire, elle a besoin d'un point de départ, une forme (figure 3.2) qui sera la représentation du contexte. Celle-ci sera créée en amont dans le logiciel *Fusion 360*, puis mise en relation dans l'option de design génératif (Dreamcatcher). L'étape suivante est de sélectionner tous les objectifs que l'option demande pour arriver à l'étape de générer différents types de modèles. Le premier objectif est de sélectionner la ou les géométries conservatrices. Ce sont des endroits où le produit a un contact ou une relation avec une autre forme ou structure, comme la base de la chaise entre le piétement et le sol. Puis, on passe à la sélection de la ou les

Figure 3.3 Forme de départ utilisée par le design génératif par AUTODESK pour STARCK



géométries obstacles qui sont la représentation d'un volume ou forme que l'on souhaite éviter. Pour ce projet, on peut y voir comme obstacle le corps d'un être humain en position assise. On peut ou non également demander de travailler avec une forme de départ, ce qui influencera la forme finale de la conception. Ensuite viennent les contraintes structurelles. Elles peuvent être fixes (empêcher tout mouvement dans les directions sélectionnées), fixer (empêcher tout mouvement dans les directions radiale, axiale ou tangentielle), sans fortement (empêcher tout mouvement dans la direction normale à la surface) et distant (empêcher tout mouvement dans les directions sélectionnées. Cette dernière est similaire à une contrainte de fixité, sauf qu'elle est située à un emplacement distant. Une fois les contraintes structurelles appliquées, on y ajoute les contraintes de charges. Ce sont les forces externes qui s'appliquent à la conception, comme le poids du corps ou/et le poids de chaque chaise empilée. Les deux derniers objectifs à définir sont ceux de la méthode de fabrication et de la représentation de sa matière. Dans ce cas-ci, la chaise I.A. est fabriquée en plastique moulage sous pression. On peut enfin demander au design génératif de générer les solutions.

Figure 3.4 Échantillonnage de modèles par AUTODESK pour STARCK



On peut observer ci-dessus un échantillonnage des différents modèles générés par l'option de design génératif. On voit apparaître une évolution de la forme qui s'apparente au biomimétisme ; on constate, de la première forme en haut à gauche allant à celle du milieu de la deuxième rangée une réaction fluide, liquide ou même proche des branches d'un arbre. Cette transformation est due au retrait de matière et au développement d'une structure alternative à la soustraction de masse, sur le modèle de départ (figure 3.1). Le but du traitement pour le design génératif est de produire une/des solution(s) qui correspondent à une chaise avec le moins de matière possible. Le logiciel doit trouver des solutions pour consolider la structure du modèle, ce qui révèle l'apparition d'un comportement proche du biomimétisme, mais sans l'inspiration propre à la nature. Cette technologie n'a pas la possibilité de s'inspirer de quoi que ce soit. Elle travaille seulement avec des paramètres définis par le designer. C'est donc

un comportement déterministe, car elle fonctionne toujours de la même façon sur n'importe quel modèle donné. La dernière itération (en bas à droite de la figure) représente la finalité du travail du design génératif. On voit le raffinement qui a été effectué sur le modèle avec l'adoucissement des formes courbes. Pour un outil dénué d'inspiration, ce dernier modèle se rapproche esthétiquement de ce qu'on connaît déjà comme objet comparativement aux autres itérations. On émet un doute sur l'apport que pourrait avoir un designer à modifier l'esthétique du visuel de la chaise éditée par le logiciel. Le travail de co-création avec le designer n'est pas une réalité ; le logiciel produit un ou plusieurs échantillons de modèles demandés par des paramètres établis par le designer. Il n'y a pas de réel échange, ce n'est qu'un outil de production déterministe. On vient simplement remplir des cases d'information les unes à la suite des autres pour chaque étude, pour chaque nouveau travail de modèle 3D. On ne voit aucune forme de dénouement aléatoire pour la machine ou d'échange d'information entre l'acteur designer et la machine. L'utilité de cette option/méthode de design dans le domaine de la création d'objets a une place très spécifique. Elle se place dans une catégorie de développement d'ingénierie de structure d'une forme créative. Cette option de design génératif facilite un travail sur la légèreté et la résistance structurelle dans le domaine du design d'objets.

En conclusion, cette étude exploratoire a mis en lumière l'utilisation de l'intelligence artificielle en co-création avec les designers humains, en se concentrant sur un exemple concret de la chaise I.A. de Philippe STARCK pour KARTELL. Nous avons vu que l'utilisation de l'outil de design génératif permet de réduire la quantité de matière nécessaire à la fabrication tout en optimisant la rigidité et en offrant une plus grande légèreté. Cependant, malgré son utilité dans ce contexte, le design génératif reste un système déterministe qui ne peut pas répondre complètement aux attentes du

design. C'est pourquoi une approche hybride de co-création entre l'humain et l'IA semble être la meilleure solution pour créer des produits efficaces tout en respectant les contraintes environnementales.

Dans une prochaine étude, nous allons explorer comment Midjourney, un laboratoire de recherche indépendant, produit un programme d'intelligence artificielle pour la création d'images à partir de descriptions textuelles. Le générateur de text-to-image de MidJourney<sup>42</sup> est basé sur une architecture de réseau de neurones appel e Generative Adversarial Networks (GAN). Les réseaux GAN sont constitués de deux parties : un générateur qui crée les images et un discriminateur qui évalue la qualité de ces images. Les deux parties sont form es de manière à s'opposer l'une à l'autre, ce qui permet d'améliorer la qualité des images g n r es.

Midjourney utilise également une technique appel e "Attention Mechanism"<sup>43</sup>. C'est une technique utilis e dans les réseaux de neurones pour se concentrer sur les parties importantes d'une entrée donn e, telle qu'une description textuelle<sup>44</sup>. Dans le cas de la synthèse d'images à partir de textes, l'Attention Mechanism permet au réseau de neurones de se

---

<sup>42</sup> « Midjourney », Midjourney, consulté le 18 mars 2023, <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F>.

<sup>43</sup> American\_express, « A Comprehensive Guide to Attention Mechanism in Deep Learning for Everyone », Analytics Vidhya (blog), 20 novembre 2019, <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/11/comprehensive-guide-attention-mechanism-deep-learning/>.

<sup>44</sup> Bahdanau et al., 2014

concentrer sur les parties les plus importantes de la description textuelle pour générer une image plus précise et de meilleure qualité<sup>45</sup>.

Concrètement, l'Attention Mechanism permet de calculer une pondération pour chaque mot dans la description textuelle, en fonction de son importance pour la génération de l'image. Ces pondérations sont ensuite utilisées pour pondérer les caractéristiques de l'image en cours de génération, de manière à accorder plus d'importance aux parties de l'image qui correspondent aux mots les plus importants de la description textuelle<sup>46</sup>.

Les résultats de Midjourney ont montré une nette amélioration par rapport aux méthodes précédentes, en termes de qualité et de diversité des images générées. Cette méthode a également la capacité de contrôler le processus de génération d'images en utilisant des techniques telles que la régularisation des codes latents, ce qui permet aux utilisateurs de contrôler les attributs des images générées.

L'objectif de cette technologie est d'explorer de nouveaux moyens de pensée et d'élargir l'imagination humaine<sup>47</sup>. Elle est beaucoup utilisée dans la génération d'images graphiques, notamment dans la production de paysages, d'environnements, personnages ou animaux fantastiques de

---

<sup>45</sup> Xu et al., 2015

<sup>46</sup> Vaswani et al., 2017

<sup>47</sup> « Midjourney », Midjourney, consulté le 18 mars 2023, <https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F>.

divers styles, de réalistes à différents univers graphiques et permettent de développer un imaginaire créatif. On voit quelques exemples en annexe G, en dessous de chaque image il y a les textes qui étaient utilisés ainsi que leur auteur. Avec ces exemples on peut voir des styles différents, mais parle-t-on vraiment d'élargissement de l'imagination humaine ? ou bien juste de développer des images de ce que l'on connaît déjà avec l'exploitation de sujet différent ?

Éric Groza est directeur artistique chez McCann Worldgroup. Il a expérimenté le traitement de Midjourney en travaillant sur une collaboration entre différentes marques qui n'avaient jamais travaillé ensemble auparavant. Dans cette étude de cas, il n'y a pas encore de documentation scientifique sur le sujet de Midjourney et son développement de text-to-image dans le domaine de la création de contenu. Les données recueillies pour cette étude de cas seront basées sur des publications via des réseaux professionnels et des vidéos produites par l'auteur lui-même. Éric Groza, trouve des avantages aux différentes images créées sont vraiment intéressants pour le marketing<sup>48</sup>. Cependant, l'approche qui a été utilisée va bien au-delà d'une simple image de marketing. Pour commencer, son point de départ a été de trouver des marques avec des valeurs communes, qui pourraient explorer de nouveaux territoires pour les deux marques. Il a choisi de développer un "prompt" (message) sur une collaboration entre Ikea et Patagonia. Selon Éric Groza,

---

<sup>48</sup> Eric GROZA, « Don't let AI steal your job – How agencies and marketing can leverage image generation. - YouTube », 23 janvier 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=Q5vGgJm2aVI>.

Ikea pourrait repousser ses limites dans la création de ses meubles tandis que pour Patagonia, ce serait le confort des produits de la marque et leur durabilité à l'intérieur de nos maisons. Pour générer une première visualisation, il a commencé son processus par rédiger un premier prompt :

Patagonia collaboration with Ikea to create sustainable out-door furniture. Displayed in an Ikea showroom. In the style of a behance portfolio render<sup>49</sup>.

Cette première entrée dans Midjourney a donné l'image ci-dessous.

Figure 3.5 Échantillonnage d'images par Éric Groza avec Midjourney V3



---

<sup>49</sup> *ibid.*, Patagonia collabore avec Ikea pour créer des meubles durables pour l'extérieur. Présenté dans une salle d'exposition Ikea. Dans le style d'un rendu de portfolio behance

L'échantillonnage de 4 images que l'on peut voir sur la figure 3.5 n'est pas concluant pour atteindre l'objectif que souhaitait obtenir Éric Groza. La demande a été effectuée dans la version V3 de Midjourney. À ce stade, on peut observer la couleur jaune d'Ikea, mais il n'y a pas de collaboration réelle dans cette image ni de création d'objet. Par la suite, Midjourney a développé la version 4 de leur intelligence artificielle. En lui donnant le même prompt, on obtient un résultat différent.

Figure 3.6 Échantillonnage d'images par Éric Groza avec Midjourney V4



Avec cette option d'image, une amélioration significative par rapport à la première image de la figure 3.5 est observable. On peut constater que les codes couleurs sont présents dans les quatre images, tant pour Ikea que pour Patagonia. Sur les images du bas, les objets produits sont plutôt génériques et pourraient être retrouvés dans notre magasin actuellement. En revanche, pour les images du haut, il y a quelques Objets intéressants concernant la demande formulée. La première image en haut à gauche

montre un banc de style extérieur en face d'un fauteuil en cuir avec une structure en métal, qui ressemble à une chaise pliante de camping, dans un environnement intérieur. On peut observer de par ces échantillons images la proximité avec la demande formulée. Ce qui est intéressant dans l'image en haut à droite est l'objet en premier plan : une sorte de pouf constitué d'une enveloppe qui ressemble à une doudoune. On peut voir le début d'une approche de collaboration, mais peut-on réellement appeler cela un nouveau produit issu des deux mondes d'Ikea et de Patagonia ? Je ne pense pas.

Après avoir généré ces images, Éric Groza a écrit un nouveau texte d'entrée pour Midjourney, qui est le suivant:

Patagonia and Ikea collaboration on a multi-purpose backpack/chair from vegan leather. In a clean showroom. In the style of a behance<sup>50</sup>.

Dans un premier temps, il ajoute une spécification sur les objets (Backpack et chair). Il demande donc une proposition et/ou des informations sur les objets demandés. Ensuite, il demande du cuir végétalien (vegan leather) pour obtenir un effet de texture supplémentaire. Une fois la demande envoyée à Midjourney V4, il a obtenu les images suivantes.

On constate que le résultat n'est pas celui attendu. Midjourney a créé une fusion multiple, avec l'utilisation de différentes codes couleurs de deux

---

<sup>50</sup> *ibid.*, Collaboration entre Patagonia et Ikea pour un sac à dos/chaise polyvalent en cuir végétal. Dans une salle d'exposition propre. Dans le style d'un behance

marques, ainsi qu'une fusion entre une chaise et un sac. Bien que la création de nouveaux types de produits soit intéressante, la fonctionnalité des éléments créés n'est pas efficace d'un point de vue design. On constate que les mots utilisés dans le texte ont une importance cruciale dans la génération d'images par Midjourney.

Figure 3.7 Échantillonnage d'images par Éric Groza avec Midjourney V4



Dans son prochain texte, Éric Groza porte son attention sur la production d'une chaise. Selon le fonctionnement de Midjourney qui se base sur des bases de données, il évoque la théorie selon laquelle un grand nombre de bases de données de chaises serait utilisé par Midjourney. Comme Philippe Starck dans l'étude de cas précédente, il a également utilisé la chaise pour

exploiter la technologie développée par Autodesk. Éric Groza écrit la formule suivante :

Patagonia and Ikea collaboration on a multi-purpose chair. In a clean showroom. In the style of a Behance render -ar 3:2 -v4<sup>51</sup>.

Avec ce texte il a produit deux échantillons d'images ci-dessous.

Figure 3.8 Échantillonnage d'images par Éric Groza avec Midjourney V4



On observe un problème dans toutes les images fournies. Dans ces images, on peut voir des objets promotionnels plutôt qu'une collaboration. La compréhension du texte avec ce que l'on souhaite obtenir est tout autre. La difficulté réside dans la compréhension entre l'humain et l'IA, Midjourney

<sup>51</sup> *ibid.*, Patagonia et Ikea collaborent sur une chaise polyvalente. Dans une salle d'exposition épurée. Dans le style d'un rendu Behance -ar 3:2 -v4 .

a sur la compréhension du texte pour permettre de simplifier le dialogue entre la demande et la fabrication. Mais encore faut-il trouver la bonne méthode ou le bon langage pour réussir à traduire ce que l'on souhaite obtenir. Éric Groza explique que le résultat obtenu est dû au fait que la machine a compris qu'il fallait représenter les deux marques imprimées sur la chaise, plutôt que de représenter une collaboration entre les deux pour la création d'une chaise. Ainsi, la collaboration se situe au niveau de l'impression sur la chaise, mais pas de la chaise en elle-même<sup>52</sup>. Il a donc changé un terme dans son texte :

Patagonia and Ikea collaboration **to create** a multi-purpose outdoor chair. In a clean showroom. In the style of a behance render -ar 3:2<sup>53</sup>

Il a remplacé le terme "on a" par "to create". En ne changeant que ce terme, il a réussi à obtenir des résultats qui ont généré des objets plus cohérents.

---

<sup>52</sup> *ibid.* 9 :50 /18 :58,

<sup>53</sup> Patagonia et Ikea collaborent pour créer une chaise d'extérieur polyvalente. Dans un showroom épuré. Dans le style d'un rendu behance -ar 3:2

En comparant les différents échantillonnages obtenus du premier texte utilisé à celui utilisé pour la figure 3.8, on constate que cette dernière se rapproche le plus des objets présentés sur la figure 3.6. Dans le cadre du travail visant à associer le textile et une structure de mobilier (fauteuil), les

Figure 3.9 Échantillonnage d'images par Éric Groza avec Midjourney V4



couleurs et les formes des rembourrages des différents textiles ont été prises en compte. Dans un premier temps, la structure du mobilier dans les quatre images semble fonctionnelle et réalisable, ce qui est une bonne chose dans le développement d'un tel projet, notamment dans les deux images qui simulent un mobilier pliable. Cela reste à vérifier, mais cela ne fait pas d'eux des objets novateurs pour autant.

En ce qui concerne le choix des couleurs, les images en haut à droite et en bas à gauche représentent les deux couleurs de chaque marque en bas à gauche, à savoir les couleurs bleue et jaune iconiques de chez Ikea. Pour ce qui est de la couleur de l'image en haut à droite, elle est plus subtile, mais le violet, le bleu, l'orange et le noir sont présents sur le textile. Quant

aux deux autres couleurs, elles sont largement utilisées dans la palette des vêtements vendus chez Patagonia, avec une forte représentation de la nature et du sport extérieur. De même, le rembourrage des textiles a une connotation de vêtements d'extérieur hivernaux. Dans cette démarche, l'objectif est de générer une collaboration par l'objet, et on constate qu'il y a des résultats positifs à ce stade. Toutefois, le travail de conception axé sur l'innovation ne consiste pas seulement à ajouter des touches à du mobilier existant.

Dans sa dernière demande, Éric Groza a travaillé sur un texte dans le but de créer un concept de site web en y ajoutant la notion de création d'objet. Il utilise cette entrée:

Patagonia and Ikea collaboration landing page design. **Outdoors meets furniture**. UX. Website design. Beautiful design. Stunning graphic design. Behance. —ar 3:2—v4 <sup>54</sup>.

Selon lui (outdoors meets furniture<sup>55</sup>) « une pensée clé à la conception », dans la création du texte. Éric Groza nous explique aussi pour que l'intelligence artificielle donne des résultats intéressants il faut définir ce que l'on souhaite avec le moins de mots possible.

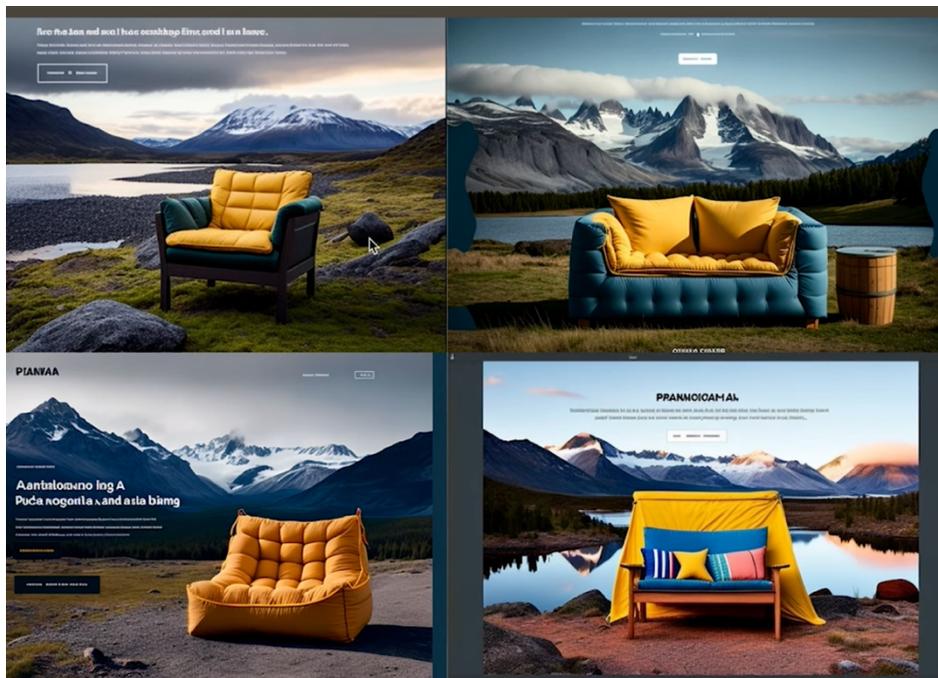
---

<sup>54</sup> *ibid.* 14:50 / 18 :58, Design de la page d'atterrissage de la collaboration entre Patagonia et Ikea. Le plein air rencontre le mobilier. UX. Conception du site web. Beau design. Design graphique époustouflant. Behance. -ar 3:2-v4

<sup>55</sup> L'extérieur rencontre l'ameublement

Ce qui est intéressant dans ce cas-ci, c'est qu'il exprime une demande ciblée sur un site web et non sur un objet. En voulant générer une page de site web l'intelligence artificielle a travaillé sur un objet pour la présentation de celui-ci. Cela donne une impression qu'il accorde une importance cruciale à la présentation extérieure au sujet principal.

Figure 3.10 Échantillonnage d'images par Éric Groza avec Midjourney V4



Dans ce dernier échantillonnage image Figure 3.9, on constate différentes topologies de produit. Cela va du classique à innovant, les deux images en haut à gauche et en bas à droite sont des objets que l'on connaît déjà et classiques. Pour ce qui est des deux autres et plus particulièrement celui de haut à gauche est la production la plus aboutie représentant le mieux l'objectif recherché. La représentation des deux marques est présente et donne une valeur ajoutée à l'objet. Les couleurs ont une forte connotation Ikea, mais pas seulement d'après ce que l'on peut voir sur les deux

piètements en bas de l'objet. Une structure en bois qui est distincte des meubles de chez Ikea serait porteuse du textile. On peut y voir une inspiration du canapé RUCHÉ de Inga Sempé pour Ligne Roset, un canapé avec une structure en bois soutenant une housse matelassée en polyester<sup>56</sup>. Toutefois le textile de cet objet créé par Intelligence artificielle représente les codes du sport extérieur et de la maque Patagonia, on pourrait y voir une doudoune qui a été enfilée sur une structure de canapé. Pour ce qui est de l'image en bas à gauche on y voit le canapé iconique de chez Ligne Roset, crée par Michel Ducary le TOGO une chauffeuse, un siège-coussins<sup>57</sup>. Ça nous laisse à penser quelles représentation/inspiration sont utilisées dans la création de c'est image, Midjourney utilise-t-il seulement des images représentant des objets dans ce cas-si d'Ikea et de Patagonia ? ou utilise l'image de marque seulement en venant puiser des images dans des produits de d'autres marques et d'autres designs pour créer notre demande ?

L'utilisation de la technologie d'intelligence artificielle dans le but de faire collaborer des marques telles que Ikea ou Patagonia présente des avantages significatifs, qui ne se limitent pas aux images générées par cette demande. Il est primordial de se concentrer sur la collaboration de la demande elle-même entre l'humain et l'IA. Nous pouvons observer une différence de compréhension dans la production d'image entre chaque

---

<sup>56</sup> « RUCHÉ de LIGNE ROSET Canapés du Designer Inga Sempé Site Officiel », consulté le 10 avril 2023, <https://www.ligne-roset.com/fr/modele/vivre/canapes/ruche/1701>.

<sup>57</sup> « TOGO de LIGNE ROSET Canapés du Designer Michel Ducaroy Site Officiel », consulté le 10 avril 2023, <https://www.ligne-roset.com/fr/modele/vivre/canapes/togo/37>.

message envoyé à l'IA, où un mot ou un groupe de mots peut tout changer sur ce que l'on cherche à obtenir. Par conséquent, il est important de se demander si l'utilisation de cet outil se fait correctement. Dans cette étude de cas, l'objectif est d'obtenir un résultat quelconque par la demande formulée. En intégrant la notion de co-crédation entre les deux parties comme une réponse ou un dialogue par image-to-texte interposé, nous pourrions envisager de développer un processus d'inspiration-crédation avec l'IA dans le but d'élargir les idées créatives dans la conception d'objets. Toutefois, il est essentiel de prendre en compte les limites de cette technologie, telles que la capacité limitée de l'IA à comprendre la culture et les valeurs humaines, ainsi que les risques de biais.

L'utilisation de l'intelligence artificielle dans l'échange de langage entre humains et machines peut apporter des avantages considérables. En effet, les machines peuvent comprendre et interpréter des informations de manière plus rapide et précise que les humains. Toutefois, il est crucial de garantir une collaboration efficace entre les deux parties pour obtenir des résultats optimaux. L'approche de co-crédation en utilisant l'image-to-texte pourrait aider à faciliter cette collaboration, permettant ainsi d'élargir les idées créatives dans divers domaines, tels que la conception d'objets. Cela montre que la collaboration entre l'homme et l'IA peut ouvrir de nouvelles perspectives et conduire à des résultats innovants. En conclusion, il est nécessaire de considérer à la fois les avantages et les limites de l'utilisation de l'IA dans la conception d'objets, afin de maximiser son potentiel et d'obtenir des résultats optimaux.

### 3.3 Mise en situation des contextes d'application

Le contexte/scénario est un élément important pour situer le travail et enclencher la démarche de recherche pour un nouveau processus de création/co-création avec de nouveaux outils d'I.A. On doit trouver des directions avec des usages multiples, dans des domaines variés et spécifiques. Dans le cadre de cette recherche, j'ai choisi de me diriger vers une exploration de scénario/contexte pour qui est le plus pertinent à générer un processus adapté à l'échange, à la co-création entre designer et I.A.

Ce contexte se situe dans l'espace privé/habitat. Il représente l'expertise dans le domaine du design qui est dirigée principalement vers l'objet et plus particulièrement le mobilier et les accessoires de nos espaces de vie privée. C'est donc un contexte qu'on ne pouvons pas négliger au sein d'une recherche sur les processus de création en design d'objet. Toutefois, les choix pour ce contexte ont été dirigés vers plusieurs groupes d'objets qui constituent trois thèmes spécifiques pour nous permettre d'explorer les avantages du domaine. Ceux-ci n'ont pas été choisis au hasard, chacun d'eux est représenté par une utilité bien distincte dans nos vies. On va pouvoir exploiter des systèmes d'objets qu'on utilise quotidiennement dans nos vies sans même se soucier de leur importance dans nos actions aux quotidiens.

Nous aborderons le thème qui concerne l'évolution des objets utilisés depuis la préhistoire jusqu'à nos jours. Ce thème est représenté par un ensemble d'objets qu'on utilise depuis la préhistoire et qui ont beau arborer des formes et matières différentes, leur fonction a toujours été la même.

Le système de contenant représente notre méthode de consommation et les changements dans notre mode de vie.

Le système de contenant est un objet/outil qu'on utilise tant comme stockage, d'objet de récolte, ou par la fonction de nous nourrir. C'est un véritable objet commun dans tous nos habitats, et il existe une représentation significative pour plusieurs générations, allant du sac en peau d'animaux pour stocker l'eau durant la période de la préhistoire, à la coupe en métal pour boire le vin au Moyen Âge, en passant par la fabrication de boîte en plastique lors de la révolution du plastique en 1955. Le système de contenant est en évolution constante face aux nouvelles technologies, ce qui en fait un sujet prédominant dans l'élaboration d'un processus de co-création avec le design algorithmique. En effet, les progrès technologiques ont permis la création d'objets plus performants, plus pratiques et plus esthétiques.

Le système de contenant représente un thème important dans l'évolution des objets utilisés depuis la préhistoire jusqu'à nos jours. Les progrès technologiques ont permis de créer des objets plus performants, mais ont également entraîné des conséquences environnementales et sociétales qu'il convient de prendre en compte dans le processus de création d'objets. Les designers doivent donc être conscients de ces enjeux et proposer des solutions innovantes et durables pour réduire l'impact écologique des objets créés.

### 3.4 Transcription des données

On peut se demander : De quelle manière pouvons-nous intégrer l'I.A./design algorithmique dans notre processus de création en objet? Devrons-nous réellement l'intégrer dans notre processus de design ou construire une réflexion sur la création d'un processus de design d'objet algorithmique propre à cette technologie? Ces recherches portant sur les contextes, et plus particulièrement sur le contexte d'espace privé/habitat, ont révélé des points essentiels à la constitution d'une réponse. Le travail produit en amont a permis de mieux comprendre comment fonctionne le design algorithmique et ainsi déceler un détail majeur pour l'élaboration de cette recherche. Pour créer un échange entre le design algorithmique et le designer, dans un but de travail en co-création entre ces deux parties, ils doivent arborer un vocabulaire partagé. Pour ce faire, un travail de traduction doit être effectué entre le langage du designer et celui des données brutes, propre au design algorithmique. C'est ce travail de conversion/traduction des données qui permet de réaliser les règles simultanément comprises par le designer et par le design algorithmique.

C'est ce que l'on appelle le traitement du langage naturel (NLP) c'est une branche de l'intelligence artificielle qui permet aux machines de comprendre, d'interpréter et de générer des textes de manière similaire à un humain. Cela implique l'utilisation de techniques de traitement statistique et de modèles de langage<sup>58</sup>. Le NLP est utilisé dans de

---

<sup>58</sup> « Speech and Language Processing », consulté le 24 avril 2023, <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>.

nombreuses applications, notamment la traduction automatique, l'analyse de sentiments, la reconnaissance de la parole, la génération automatique de textes, et bien d'autres.

Le processus de NLP est l'une des approches les plus courantes pour représenter les mots dans un modèle NLP est d'utiliser des embeddings de mots. Les embeddings de mots sont des vecteurs de nombres réels qui représentent des mots dans un espace multidimensionnel, où la distance entre les vecteurs reflète la similarité sémantique entre les mots.

Les embeddings de mots sont générés en entraînant un modèle d'apprentissage automatique à prédire les mots qui apparaissent dans le contexte d'un mot donné. Ce processus est appelé "apprentissage de représentation distribuée". En entraînant un modèle à prédire les mots qui apparaissent dans un contexte donné, le modèle apprend à capturer les relations sémantiques entre les mots. Par exemple, si le mot "chat" apparaît souvent dans le même contexte que le mot "souris", le modèle apprendra que les deux mots sont sémantiquement similaires. Une fois que les embeddings de mots sont générés, l'IA peut utiliser ces représentations vectorielles pour comprendre la sémantique des phrases et des documents. Les embeddings de mots sont souvent combinés en des embeddings de

phrases ou de documents plus larges, qui capturent la sémantique globale d'un texte<sup>59</sup>.

L'étape suivante consiste à comprendre le sens du texte, en utilisant des techniques de sémantique et de pragmatique pour interpréter le contexte et les intentions de l'auteur. Cependant, la compréhension de la sémantique de chaque mot est un défi important dans le traitement du langage naturel. Pour résoudre ce problème, les modèles de traitement du langage naturel utilisent souvent des réseaux de neurones récurrents ou des réseaux de neurones à mémoire à court terme, qui leur permettent de conserver une mémoire à long terme des phrases précédentes et de contextualiser chaque mot dans le contexte plus large de la phrase ou du document entier <sup>60</sup>.

Dans le cas de Midjourney (texte-image), l'IA est capable de dialoguer avec le designer grâce à une technologie de NLP avancée. Elle utilise des algorithmes sophistiqués pour comprendre le langage naturel humain et produire des images adaptées à la demande du designer. Cette technologie est basée sur l'apprentissage en profondeur (deep learning), une méthode

---

<sup>59</sup> Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. arXiv preprint arXiv:1301.3781.

<sup>60</sup> Hochreiter, S., &

d'apprentissage automatique qui utilise des réseaux de neurones artificiels pour apprendre à partir de données<sup>61</sup>.

Le schéma étudié par les différents thèmes qui constituent le contexte d'espace privé/habitat fonctionne d'une façon relativement simple. Le travail est effectué, en élaborant une structure des points essentiels qui composent le sujet. Dans ce cas du système de contenant, le premier travail a été de déterminer où se situe le contexte, dans quel endroit de notre espace de vie privée (voir Annexe A). Nous avons statué sur des contenants à usage spécifique, ce qui nous permet d'identifier les éléments importants dans le cas de cette étude. Nous avons alors mis en évidence quatre catégories : la première est la cible en rouge, puis la matérialité en jaune, l'union de contenants en bleu, et enfin l'habitude en vert. La catégorie CIBLE répond à la question d'où vient l'utilisateur, quel usage on fait du produit et où on le consomme. Le facteur de la classe sociale est aussi un enjeu dans le processus de création d'objets. Il met en évidence les goûts et l'appropriation dans l'utilisation de certains produits, ainsi que la gamme de prix que le public est prêt à déboursier pour l'achat de ceux-ci. Une fois cette catégorie terminée, on vient la traduire en règles correspondant à des nombres, des matières ou des volumes/espaces. La deuxième catégorie représente la MATÉRIALITÉ, c'est-à-dire quelle matière est utilisée pour le contenant et pourquoi. Après avoir échantillonné ce qui se trouve sur le marché, puis statué sur les matières importantes pour la constitution du produit, nous avons trouvé trois possibilités optimales.

---

<sup>61</sup> LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.

Troisièmement, la catégorie en vert HABITUDE traite du comment on utilise le produit : son interaction, son usure et l'espace qu'il occupe. Ces trois catégories correspondent à la généralité des thèmes des contenants. Pour la dernière catégorie, une étude du contenu utilisé a été effectuée, et elle est représentée par les valeurs à l'annexe A en bleu (exemple les pourcentages de contenant utilisé pour un liquide). Afin de garantir une approche neutre et impartiale dans le projet, nous avons opté pour l'utilisation d'une UNION DE CONTENANTS. Nous avons développé chaque catégorie et travaillé sur sa transcription pour obtenir un langage naturel compréhensible par les deux parties, à savoir le designer et l'IA. Nous avons choisi Midjourney comme IA pour formuler un premier constat sur la pertinence du processus de co-création avec l'intelligence artificielle, dans le but de créer de nouveaux objets.

Dans un premier temps, nous allons effectuer des choix dans chaque catégorie du schéma (annexe A). Ensuite, une fois que nous avons collecté toutes les informations nécessaires, nous les formulons en textes. Dans le cas de Midjourney, il est essentiel d'avoir des textes clairs pour lui permettre de comprendre ce que nous souhaitons créer. Une fois que nous avons formulé le ou les textes (prompts), nous les soumettons à Midjourney, qui les étudie et formule une réponse sous forme d'image.

Le texte de départ doit être représentatif du schéma en annexe A, il doit comporter tous les éléments inclus dans celui-ci. Pour commencer, la première entrée sera simplement un ensemble de mots issus du schéma, puis nous ajouterons des phrases à cet ensemble par la suite.

Voici les mots de chaque catégorie qui nous ont été donnés en un seul bloc pour un début neutre. Cela va nous donner une base pour observer

comment Midjourney va travailler avec les textes ou les mots que nous allons lui donner pour notre demande de conception d'objet :

Catégorie Cible en rouge : Domicile, 32-40, récréatif, appartement.

Catégorie Matérialité en jaune : Aluminium, verre.

Catégorie Contexte ergonomique en bleu : Nombre, chaud, froid, cm.

Catégorie Habitude en vert : Rangement, prise en main, ou, usage.

*Union de contenant : domicile, 32-40, récréatif, appartement, nombre, chaut, froid, cm, rangement, pris en main, ou, usage, aluminium, verre.*

Figure 3.11 Échantillonnage d'images par Amaury D'Hulst avec Midjourney V5



Ce premier paragraphe présente les résultats de la première tentative de communication avec Midjourney, qui n'a pas été fructueuse. En effet, malgré notre intention de fournir une entrée neutre pour observer comment Midjourney peut générer des résultats à partir de simples termes, les 4 images produites étaient des vues de 3/4 d'un appartement et de plusieurs immeubles d'appartement, avec une prédominance pour les termes "appartement" et "domicile". Midjourney s'est donc orienté vers l'échelle du bâtiment plutôt que celle de l'objet, ce qui ne correspondait pas à notre demande. Dans la deuxième tentative, nous avons rédigé une phrase qui rassemble tous les éléments que nous souhaitons voir dans l'objet généré par Midjourney qui est :

*Un objet qui représente l'**union de contenant**, situé dans notre **domicile**, plus particulièrement dans un **appartement** destiné à être utilisé entre **32 et 40 ans**. Son usage sera le **rangement**, avec une **prise en main** adaptée. Il pourra être modifié en fonction de son **nombre** d'éléments et de sa taille en **centimètres**. Il pourra contenir des éléments autant **chauds** que **froids**. Il est fait de **verre** et/ou d'**aluminium**. --s 750 -v5*

Le présent texte (Prompt) a permis d'obtenir quatre autres images que l'on peut voir sur la figure 3.11. Ces images montrent une avancée dans le développement d'un objet. Contrairement à la première image générée, ces nouvelles images ont comme centre un meuble de rangement avec plusieurs unités différentes, dont la représentation serait principalement en bois. Il convient de noter que le texte ne précise pas les types d'unités de contenant, ce qui laisse une certaine liberté à l'IA pour leur représentation. Il ne faut pas oublier que l'IA est alimentée par une base de données d'images sur laquelle nous n'avons pas de contrôle, et donc nous ne pouvons pas savoir ce qu'elle inclut comme images sources.

En ce qui concerne la traduction des données entre le designer et l'IA, nous avons observé que l'IA est capable de comprendre tous les termes qui lui sont donnés, mais sans une structure adéquate pour la diriger sur la voie à prendre. Elle interprète chaque terme de manière autonome et juge de son importance pour la création d'images. Cependant, cette étape n'est pas encore suffisante pour permettre une communication fluide entre le designer et l'IA, ce qui souligne la nécessité de poursuivre l'expertise du langage designer-IA.

Figure 3.12 Échantillonnage d'images par Amaury D'Hulst avec Midjourney V5



Pour le prochain Texte (prompt) nous allons structurer et diriger davantage notre volonté à créer des objets pour contenir des liquides. Cela pourrait être de tout sorte (soupe, café, thé...) nous allons laisser la liberté à l'IA de choisir en lui laissant cette liberté.

Cette entrée se compose comme ceci :

*Un objet qui représente un **contenant**, situé dans notre **domicile**, plus particulièrement dans un **appartement** destiné à contenir du liquide autant **chaud** que **froids**. Que l'on retrouve dans nos cuisines et peut être transporté à l'extérieur. Utilisé entre **32 et 40 ans**. Son usage sera le **rangement**, avec une **prise en main** adaptée. Il pourra être modifié en fonction de son **nombre** d'éléments et de sa taille en **centimètres**. Il est fait de **verre** et/ou d'**aluminium**. --s 750 -v5*

Cette entrée dans Midjourney a donné l'image ci-dessous.

Figure 3.13 Échantillonnage d'images par Amaury D'Hulst avec Midjourney V5



On observe avec ces 4 nouvelles images une amélioration dans ce qui a été demandé, contrairement à l'image précédente où nous avions des environnements dans un appartement ou même des appartements. Ici, l'objet créé est au centre de l'image et prend toute la place. Midjourney a mieux compris ce que nous lui demandions grâce à ce nouveau texte (prompt) qui comporte plus de détails sur sa fonction, sa représentation et ce qu'il doit être. Le seul élément qui a été supprimé du texte précédent est "unité", car sa valeur textuelle, telle que représentée dans notre langage, pourrait limiter les possibilités de ce que nous souhaitons contenir dans la création. Mais cela peut également limiter la diversité des formes que Midjourney pourrait créer avec notre demande.

Pour la première fois, nous constatons la prise en compte de la matérialité demandée sur les 4 objets : en haut à gauche, un contenant en aluminium emaille ; en haut à droite, un objet verre avec un bouchon en plastique rouge ; en bas à gauche, un objet en aluminium peint ; et enfin, en bas à droite, un objet en aluminium poli. Toutefois, il y a un problème de mise à l'échelle des objets, à l'exception de l'image en haut à gauche, car l'objet y est mis en situation dans une cuisine. Nous avons du mal à savoir quelle taille ils font, en supposant qu'ils font tous la même taille que l'objet en haut à gauche. La notion de transport dans le texte n'est donc pas tout à fait appliquée. Toutefois, les deux images de droite ont des systèmes pour venir tenir l'objet, comme dans le cas des deux poignées de l'image en haut à droite et de l'anse de l'image en bas à droite.

Par ces trois propositions, on peut déjà comprendre l'importance du texte et des mots à utiliser pour obtenir une solution viable à notre demande. Le langage naturel employé dans Midjourney est intéressant, car on constate un développement complètement différent face au design génératif, comme l'option du logiciel Fusion360 d'Autodesk. La première entrée était

de fournir des données comme on pourrait le faire dans un logiciel de design génératif, mais l'IA de Midjourney n'a pas compris, dû au manque d'encadrement ou de contrainte, contrairement au logiciel de design génératif où cette contrainte est créée par son fonctionnement et son utilité. Cependant le manque de contrainte et d'encadrement dans Midjourney permet d'être plus flexible pour chaque création et de ne pas bridé sa créativité.

Pour la prochaine expérimentation nous allons essayer de contraindre et de structurer au maximum Midjourney en ajoutant plus de détail au texte.

Texte 1 :

*Un contenant transparent, fabriqué en verre et en aluminium, qui serait capable de contenir des liquides chauds. Le contenant serait équipé d'une anse pour faciliter son transport. Ce contenant serait polyvalent, adapté à une utilisation à l'intérieur comme à l'extérieur et pourrait servir pour le plus grand nombre de personnes possible. Il aurait également l'avantage d'être facilement rangé. Le contenant aurait une forme ronde, avec un diamètre maximum de 70mm et une hauteur maximale de 220mm. --s 750 -v5*

Texte 2 :

*Un contenant transparent, fabriqué en verre et en aluminium, qui serait capable de contenir des liquides chauds. Le contenant serait équipé d'une anse pour faciliter son transport. Le contenant aurait une forme ronde, avec un diamètre maximum de 70mm et une hauteur maximale de 220mm. Ce contenant serait polyvalent, adapté à une utilisation à l'intérieur comme à l'extérieur et pourrait servir pour le plus grand nombre de personnes possible. Il aurait également l'avantage d'être facilement rangé. --s 750 -v5*

Texte 3 :

*Contenant aurait une forme ronde, avec un diamètre maximum de 70mm et une hauteur maximale de 220mm. Ce contenant serait polyvalent, adapté à une utilisation à l'intérieur*

*comme à l'extérieur et pourrait servir pour le plus grand nombre de personnes possible. Il aurait également l'avantage d'être facilement rangé. Un contenant transparent, fabriqué en verre et en aluminium, qui serait capable de contenir des liquides chauds. Le contenant serait équipé d'une anse pour faciliter son transport. --s 750 -v5*

#### Texte 4 :

*Ce contenant serait polyvalent, adapté à une utilisation à l'intérieur comme à l'extérieur et pourrait servir pour le plus grand nombre de personnes possible. Il aurait également l'avantage d'être facilement rangé. Un contenant transparent, fabriqué en verre et en aluminium, qui serait capable de contenir des liquides chauds. Le contenant serait équipé d'une anse pour faciliter son transport. Le contenant aurait une forme ronde, avec un diamètre maximum de 70mm et une hauteur maximale de 220mm. --s 750 -v5*

Les présents textes se composent de trois blocs : le premier en rouge décrit l'objet, le second en vert représente sa situation d'utilisation, et enfin le troisième en bleu décrit sa forme. En modifiant l'ordre de ces blocs, nous pourrions étudier l'interprétation de la structure du texte par l'IA pour sa création. Cette approche nous permettra d'observer comment l'IA interprète et utilise les informations contenues dans le texte.

Les quatre images créées à partir des différents textes sont présentées en annexe D. On peut remarquer en premier lieu les similitudes entre chaque groupe d'images, que ce soit en termes de forme ou de taille. La grande majorité des images représentent des contenants avec un couvercle, bien qu'il n'y ait pas eu de précisions à ce sujet dans les textes. L'IA de Midjourney a considéré de sa propre initiative qu'un contenant devait ou avait un couvercle pour contenir un liquide. Cependant, deux images dans le travail avec le texte 2 ont une taille et une utilité différentes des autres.

Dans l'ensemble, la matérialité a été correctement respectée, avec tous les objets représentés en verre transparent et en aluminium, à l'exception des

deux images du texte 2 qui sont en verre. La présence des anses a été respectée uniquement dans le texte 1 et des poignées sur les couvercles apparaissent dans les images du texte 4, mais pas dans les autres images.

L'objectif de cette expérimentation est de comprendre comment l'IA de Midjourney se comporte face à des contraintes et une structure bien définies, ainsi que comment la composition du texte influence la création d'images. On constate que lorsque l'on donne une structure et des contraintes détaillées, la créativité semble bridée et ne permet pas de développer des objets aussi différents que souhaité. Chaque objet des images des textes 1, 3 et 4 sont presque les mêmes, contrairement à la figure 3.12 où chaque objet de chaque image est différent.

Ce ne sont pas seulement les contraintes ou la structure qui peuvent brider la créativité de l'IA, mais également la façon dont le texte est écrit. L'avantage de l'IA de Midjourney est qu'elle utilise le langage naturel pour permettre une communication entre le designer et l'IA. Cependant, l'inconvénient est de savoir comment l'IA peut comprendre et interpréter au mieux notre demande. On observe des similitudes dans la création avec les textes 1, 3 et 4, contrairement au texte 2. Les images créées à partir du texte 2 montrent que la façon dont le texte est structuré peut avoir un impact sur le développement créatif de l'objet dans l'image et donner une diversité de propositions.

Le développement de l'intelligence artificielle a conduit à une nouvelle façon de concevoir des objets et des interfaces. Cependant, comme toute technologie émergente, il existe encore des lacunes dans notre compréhension de son fonctionnement. Cela signifie que pour communiquer efficacement même avec l'adaptation du langage naturel adopté par IA, il est nécessaire de développer une meilleure compréhension

de la manière dont les algorithmes d'IA fonctionnent à traduction le langage commun. Cela nécessite une expertise dans le langage designer-IA, qui implique de connaître les différentes techniques et technologies d'IA ainsi que leur application dans le processus de conception.

En effet, l'IA peut être très utile dans le processus de conception en offrant des suggestions, des alternatives et des idées nouvelles qui peuvent inspirer les designers. Cependant, l'IA ne doit pas être considérée comme un remplacement direct des compétences et de la créativité humaines. Les designers doivent plutôt travailler en collaboration avec l'IA pour atteindre des résultats optimaux.

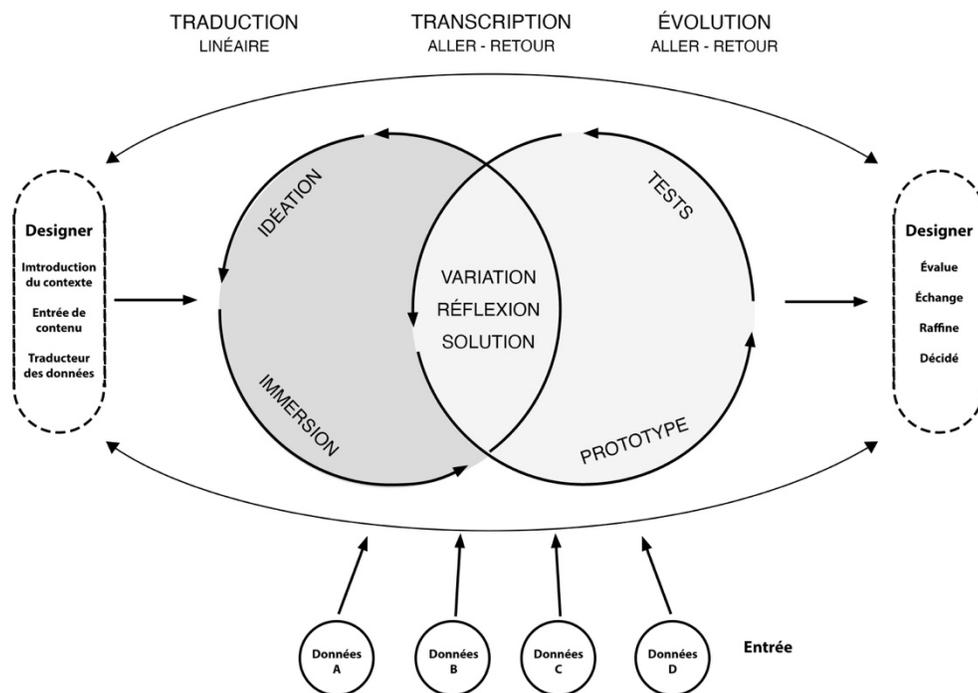
En fin de compte, l'IA peut être un outil puissant pour aider les designers à générer des idées novatrices, mais cela nécessite une communication fluide et efficace entre les deux parties. Les designers doivent donc développer une expertise dans le langage designer-IA pour pouvoir tirer pleinement parti des avantages de l'IA et créer des objets qui répondent à leurs besoins.

### 3.5 Un processus hybride

On est arrivé avec les données récoltées, de l'idée à l'élaboration des règles algorithmiques, grâce à l'élaboration de contextes, et nous avons entrepris un cheminement de recherche dans le but d'introduire et de travailler avec un design algorithmique. Contrairement au processus du design génératif présenté à la figure 2.3, le design algorithmique (IA) se place ici comme créateur de l'idée et des règles algorithmiques par la phase d'abstraction, mais aussi dans le choix du design final.

Ce qu'on cherche pour ce cas-ici est de construire une méthode non déterministe, une notion d'échange entre différents algorithmes travaillant ensemble sur la solution à la création d'objets. La partie que constitue la RECHERCHE, DÉVELOPPEMENT et INSPIRATION, n'est plus effectuée par le designer, mais par le design algorithmique, en créant une neutralité pour le processus créatif en supprimant l'inspiration. Cependant, le designer agira comme spécialiste et expert du domaine du design sur la finalité du projet, et il travaillera avec le design algorithmique pour trouver le design final. Pour y parvenir, nous avons travaillé sur la base du contexte d'espace privé/habitat sur le thème du contenant pour nous permettre d'établir la structure d'un processus de création basé sur une approche algorithmique. Cette démarche qu'on peut voir dans son ensemble à l'Annexe I reprend les trois grandes parties : TRADUCTION, TRANSCRIPTION, ÉVOLUTION (se référer au *Chapitre 2, partie 2.3* pour la définition des termes ÉVOLUTION et RÉFLEXION).

Figure 3.14 Processus hybride par Amaury D'Hulst



Tel qu'illustré sur le schéma ci-dessus, ces grandes parties fonctionnent de deux de façons différentes. La première, TRADUCTION, est linéaire. Elle a pour fonction de convertir l'idée en langage commun comme expliqué précédemment dans le Sous-chapitre 3.4. Une fois que les données sont exprimées et comprises par les deux parties (I.A. et designer), elles sont incubées dans l'I.A. pour chaque catégorie. Ensuite arrive le rôle des deux autres parties, soit TRANSCRIPTION et ÉVOLUTION, qui fonctionnent différemment. Tout d'abord, la partie TRANSCRIPTION a comme objectif de regrouper les données de chaque catégorie, puis de les faire échanger entre les I.A. de chacune des catégories. Cette action entre les diverses familles

de données (A,B,C,D...) est une boucle «*d'idéation et d'immersion*»<sup>62</sup> qui permet de créer des liens, des rapprochements et des corrélations. L'I.A. dialoguent avec elle-même dans un mouvement d'aller-retour. Ce principe a pour action de générer des variations répondant au regroupement des données qui ont été sélectionnées par l'I.A. Puis, ÉVOLUTION cherche les solutions de part et d'autre pour travailler sur l'itération de modèles à tester en utilisant le même principe de boucle. Une fois le travail terminé, l'I.A. propose des prototypes au designer, et c'est à ce moment qu'il pourra interagir avec les propositions. Le designer à un regard expert par son approche sensible du design face à l'expression de l'I.A. Pour rediriger le prototype une expression appropriée au contexte en vigueur dans le but d'arriver à une finalité. Chaque changement demandé par le designer aura comme effet de proposer une/des variante(s) valides pour l'I.A. jusqu'à l'obtention d'un design qui sera accepté.

Bien que le résultat de cette méthode/processus reste théorique, son élaboration offre des réponses à une envie profonde d'innovation. La mise en relation entre les différents acteurs Machine et Designer peut être élargie. Ce processus a pour faculté de créer des mouvements dans la conception, c'est-à-dire de générer des réactions rapides et des changements potentiellement perpétuels. Le design algorithmique a la possibilité de réagir en réponse au designer. La partie TRADUCTION n'est pas seulement dédiée à la demande d'un contexte particulier, mais elle peut être remplacée par des catégories comme l'illustre la figure 2.4. ou même

---

<sup>62</sup> Engendre, développe des réponses au problème par des tests

être augmentée en la rajoutant. L'I.A./Design algorithmique a la faculté de traiter un nombre de données qu'aujourd'hui le designer ne pourrait pas intégrer dans son processus en création d'objets. Nous faisons face non plus à un type d'outil dédié à la fabrication pour le designer, mais à une machine travaillant en collaboration avec celui-ci.

### 3.6 L'éthiques au sein de l'interaction du processus algorithmique et de l'intelligence artificielle dans la conception d'objet.

L'intégration des processus algorithmiques et de l'intelligence artificielle dans le design d'objets peut apporter de nombreux avantages au processus de conception, notamment une efficacité accrue, une meilleure qualité et une plus grande perspicacité. Cependant, il existe également des considérations éthiques importantes à garder à l'esprit lors de l'incorporation de l'IA.

L'une de ces considérations est le risque de partialité des algorithmes d'IA. Cela peut se produire lorsque l'IA est entraînée sur des données qui reflètent des préjugés ou des inégalités historiques, ce qui entraîne des résultats biaisés ou discriminatoires. Pour résoudre ce problème, les designers doivent examiner attentivement les données utilisées pour entraîner les algorithmes d'IA, mais jusqu'en 2020 et 2023, le designer était confronté à un manque d'informations concernant les sources de données utilisées par Midjourney pour sa base de données. Par conséquent, il était difficile pour le designer de connaître l'origine précise des données utilisées pour entraîner l'IA de Midjourney. Cela souligne l'importance pour les designers de s'assurer que ces données sont représentatives des

utilisateurs ciblés et d'être prêts à vérifier et à tester les algorithmes afin d'identifier tout biais potentiel<sup>63</sup>.

Une autre préoccupation éthique concerne le potentiel de l'IA à prendre les décisions de conception à la place des humains. Si l'IA peut être un outil puissant pour générer des idées et améliorer le processus de design, il est important de veiller à ce que les designers gardent le contrôle et conservent une approche du design centrée sur l'homme. Les designers doivent équilibrer les idées générées par l'IA avec leurs propres connaissances et leur expertise. Ils doivent également s'assurer que l'IA est transparente et explicable, afin qu'ils puissent comprendre et interpréter ses recommandations <sup>64</sup>.

La confidentialité et la sécurité des données est une autre considération éthique importante. L'IA s'appuie sur l'accès à de grandes quantités de données pour générer des idées, et ces données doivent être protégées pour éviter tout accès non autorisé ou toute utilisation abusive. Les designers doivent s'assurer que des mesures de protection appropriées sont en place pour protéger les données des utilisateurs et maintenir la confidentialité. Cela peut impliquer l'utilisation du cryptage ou d'autres

---

<sup>63</sup> Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. *Accountability and Transparency*, 77–91.

<sup>64</sup> Tjora, A. (2019). Artificial intelligence in product design: Opportunities, challenges, and implications for human designers. *Journal of Mechanical Design*, 141(10), 101101.

technologies sécurisées, ainsi que le respect des cadres juridiques et réglementaires pertinents<sup>65</sup>.

En ce qui concerne la finalité du projet, les designers doivent tenir compte des questions de paternité et de propriété dans le processus de co-création entre les designers et l'IA. Des accords clairs et transparents entre le concepteur et le système d'IA peuvent aider à résoudre les problèmes de paternité et à garantir que les rôles et les responsabilités sont attribués et protégés de manière appropriée <sup>66</sup>.

Les designers doivent être attentifs aux considérations éthiques liées à l'intégration de l'IA dans la conception d'objets. En abordant ces questions, les designers peuvent s'assurer que l'incorporation de l'IA dans le design d'objets apporte des avantages au processus de conception tout en respectant les normes éthiques.

---

<sup>65</sup> European Union Agency for Cybersecurity. (2020). Artificial intelligence cybersecurity challenges and solutions.

<sup>66</sup> Banjo, O., & Mayol-Cuevas, W. (2019). Co-creation with artificial intelligence: A framework for designer-AI collaboration. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–13.



## CONCLUSION

Cette exploration a eu pour but d'ouvrir la voie sur l'application de nouvelles technologies algorithmiques et d'intelligence artificielle remettant en question le processus de design des objets. La technologie de l'I.A. a la faculté de ne plus être seulement un outil purement déterministe, mais une entité de liaison, pour parvenir à établir une connexion différente entre l'outil et la pensée du designer, de profiter des possibilités naissantes qu'offrent les relations entre l'intelligence humaine et non-humaine. Le projet de recherche explore plusieurs possibilités d'intégrer l'I.A. comme acteur à part égale dans un processus de création d'objets.

Jusqu'à aujourd'hui la technologie du design génératif intégrant l'algorithme dans son processus de traitement, est perçue comme un simple outil pour le designer. Il a malgré tout permis de percevoir les potentiels d'une méthode de construction novatrice par rapport à ce qu'on peut avoir l'habitude de produire. Cependant, le design génératif reste ancré dans une catégorie de développement dite d'ingénierie. Les logiciels de design génératif nous contraignent par une méthode déterministe qui limite le travail par des options préétablies d'optimisation, comme par exemple, l'amincissement de l'enveloppe et du renforcement de sa structure (enveloppe) par la programmation du logiciel. Il ouvre la voie sur la place du design algorithmique dans notre processus de création en objet. Ce processus est composé de diverses phases, et l'I.A. a la puissance nécessaire pour s'approprier une ou plusieurs phases de la pensée créative. Le designer peut déléguer des tâches dans le développement d'une partie

du projet. Le rôle de l'I.A. pourrait passer de la conception, au prototypage et même exprimer un prototype final. Mais le processus de co-création va bien plus loin. Dans un processus de co-création traditionnelle, l'implication de plusieurs acteurs travaillant ensemble sur un projet de création d'objet se fait avec des intelligences humaines par le biais de spécialistes. Quand le designer travaille avec l'I.A., cette dernière agit comme un expert qui aide le designer à trouver un résultat pertinent. C'est donc conjointement et en co-création que le designer interagit avec cette technologie. Dans ce cas, on parle d'une unique I.A. Or, l'IA dans le processus de conception d'objet permet une co-création entre plusieurs acteurs non humains, chaque acteur étant affecté à un rôle spécifique dans le processus. Le designer joue le rôle de répondant aux actions de chaque I.A., assurant ainsi une communication efficace et cohérente entre les différents acteurs. Cette co-création à multiples acteurs permet d'atteindre un objectif commun de création d'objet, où chaque acteur apporte son expertise pour générer des résultats pertinents et innovants. Cependant, pour que cette collaboration soit efficace, il est nécessaire de développer une meilleure compréhension et expertise dans le langage designer-IA pour permettre une communication fluide et efficace.

Les résultats de la recherche ont permis de déterminer les domaines d'application potentiels de l'IA, ainsi que les moyens de collaborer efficacement avec elle. Les chercheurs ont observé que l'IA pouvait s'adapter à différents contextes de travail, ce qui ouvre de nombreuses perspectives d'utilisation. En outre, contrairement au design génératif qui est principalement déterministe, le design algorithmique est capable de rassembler les données fournies par le designer, de les relier entre elles et de trouver des correspondances pour produire des variables de modèles. Cela permet d'explorer une plus grande variété de solutions de conception potentielles.

Le monde de la fabrication a connu une évolution considérable ces dernières années grâce à l'utilisation de nouveaux outils de conception telle que l'impression 3D, le fraisage numérique et la découpe laser. Cependant, pour exploiter pleinement le potentiel de l'IA dans la création, il est nécessaire de construire une passerelle entre les techniques de fabrication traditionnelles et les nouvelles approches basées sur la co-création entre l'IA et le designer. L'IA a une grande capacité de création, mais elle ne maîtrise pas les techniques de fabrication, qu'elles soient traditionnelles ou technologiques. Cependant, en donnant à l'IA accès à une base de données de matériaux avec leurs contraintes, poids, limites, densités, etc... Et en l'informant sur les différentes techniques de fabrication disponibles, nous pourrions obtenir des résultats plus réalistes et réalisables.

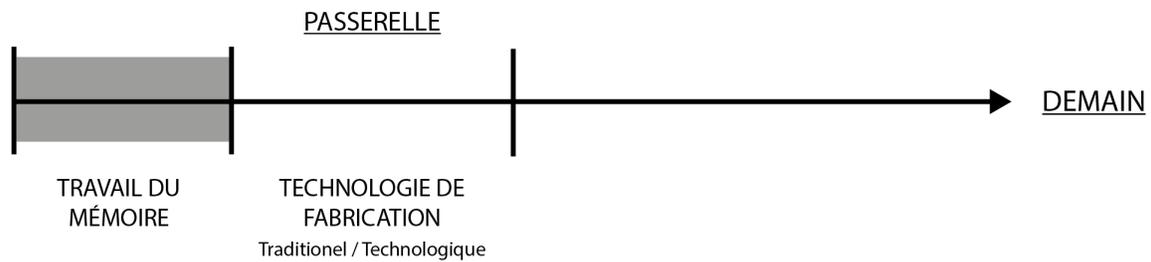
En effet, l'IA est capable de générer des idées innovantes pour la création d'objets, mais sans connaître les contraintes liées à la fabrication, ces idées peuvent rester purement théoriques et difficiles à réaliser. En ajoutant des données spécifiques sur les matériaux et les techniques de fabrication, l'IA pourrait être en mesure de proposer des solutions qui répondent à ces contraintes tout en restant créatives et novatrices.

De plus, en prenant en compte les contraintes de fabrication dès le début du processus de conception, nous pourrions éviter des erreurs et gagner du temps dans le développement d'objet. En outre, l'IA deviendrait un expert en fabrication et travaillerait en étroite collaboration avec le designer pour créer des objets réalistes, fonctionnels et esthétiques.

Les avancées dans le domaine de l'IA et du design algorithmique ouvrent de nouvelles perspectives pour la pratique du design et la manière dont nous concevons les objets de demain. Cela peut conduire à des designs

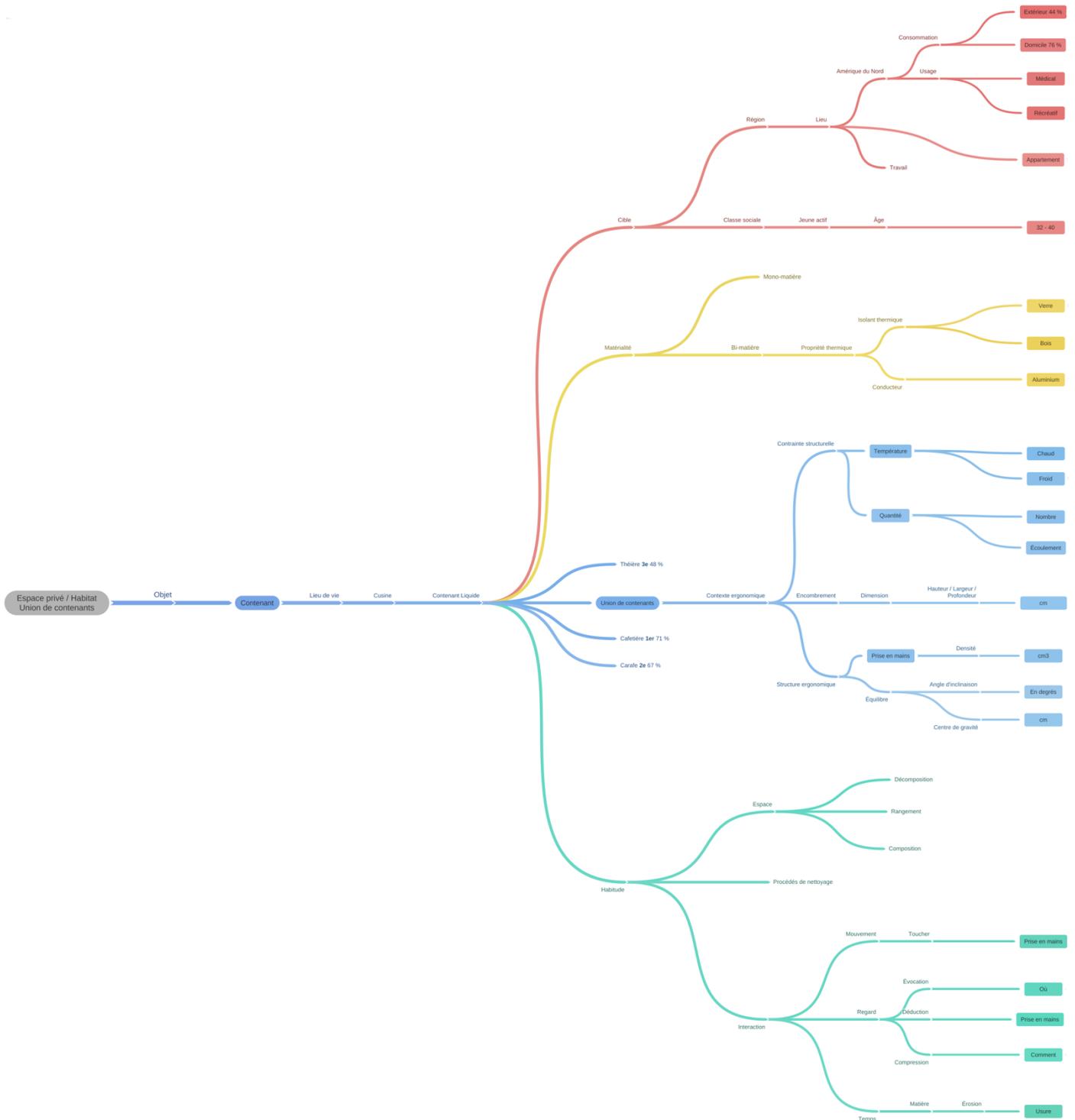
plus innovants, plus pertinents et plus adaptés aux besoins des utilisateurs, ainsi qu'à des processus de conception plus collaboratifs et plus fluides.

Figure 3.15 Schéma du développement futur par Amaury D'Hulst

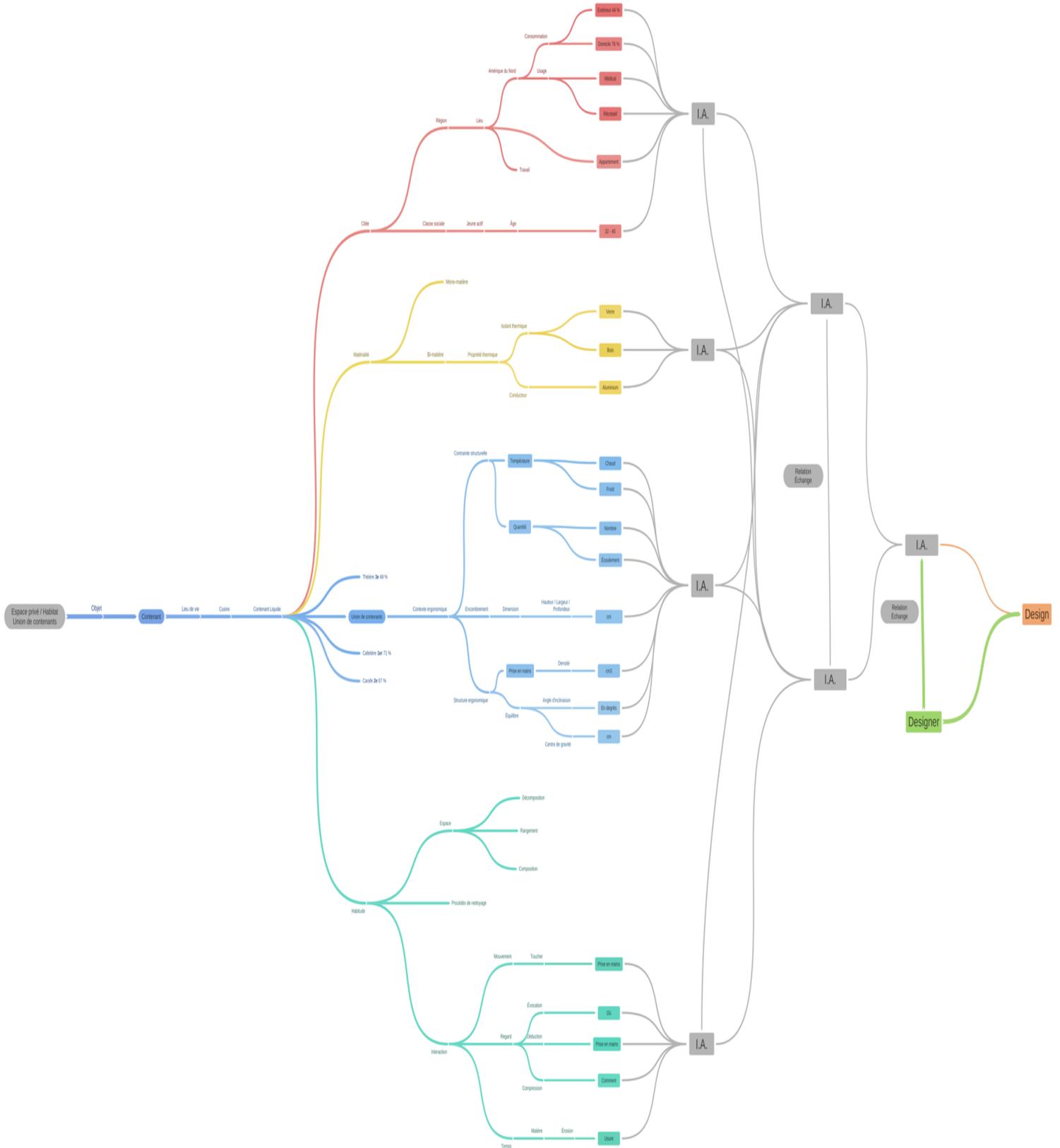




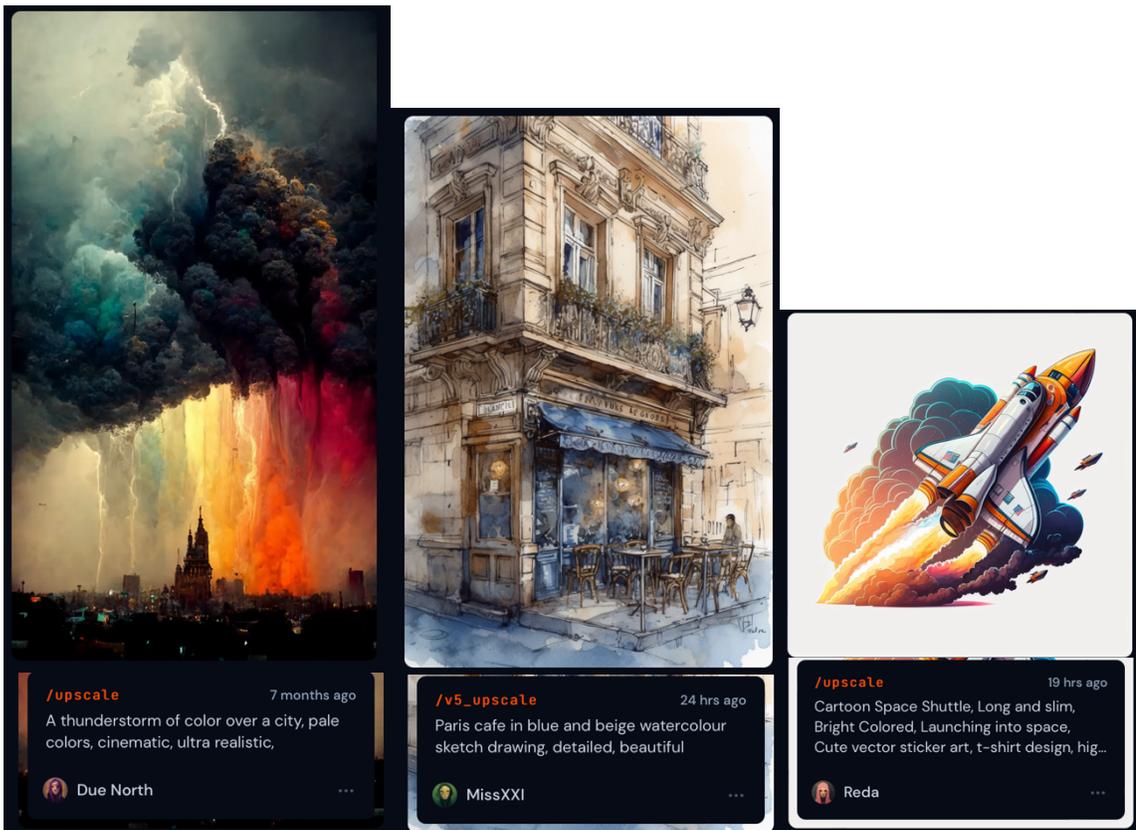
# ANNEXE A - SCHÉMA ESPACE PRIVÉ (UNITÉ DE CONTENANT)



# ANNEXE B - PROCESSUS DE DESIGN HYBRIDE



ANNEXE C – IMAGE GENERE PAR MIDJOUREY



**/upscale** 7 months ago  
A thunderstorm of color over a city, pale colors, cinematic, ultra realistic,  
Due North

**/v5\_upscale** 24 hrs ago  
Paris cafe in blue and beige watercolour sketch drawing, detailed, beautiful  
MissXXI

**/upscale** 19 hrs ago  
Cartoon Space Shuttle, Long and slim, Bright Colored, Launching into space, Cute vector sticker art, t-shirt design, hig..  
Reda

ANNEXE D – IMAGE GENERE PAR AMAURY D’HULST DANS MIDJOUREY



Texte 1



Texte 2



Texte 3



Texte 4

## BIBLIOGRAPHIE

Leclercq, David, et Ismaïl Hamila. « L'Intelligence Artificielle au service du Design de demain », mai 2018, 164.

2019, Jimmy Xi dit:29 mars. « MIT media lab's mediated matter group creates "aguahoja" pavilion ». designboom | architecture & design magazine, 29 mars 2019.

<https://www.designboom.com/technology/mit-media-lab-mediated-matter-group-aguahoja-pavilion-03-28-2019/>.

Abdelsalam, Mai. « The Use of the Smart Geometry through Various Design Processes: Using the programming platform (parametric features) and generative components ». In *Digitizing Architecture: Formalization and Content [4th International Conference Proceedings of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design (ASCAAD 2009) / ISBN 978-99901-06-77-0]*, Manama (Kingdom of Bahrain), 11-12 May 2009, pp. 297-304. CUMINCAD, 2009. [http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?ascaad2009\\_mai\\_abdelsalam](http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?ascaad2009_mai_abdelsalam).

MEDIATED MATTER. « Aguahoja ». Consulté le 7 janvier 2020. <https://mediatedmattergroup.com/aguahoja>.

« Aguahoja: the organic composite that will save us from plastic ». Consulté le 7 janvier 2020. <https://www.domusweb.it/en/design/2019/03/25/aguahoja-the-organic-composite-that-will-save-us-from-plastic.html>.

STARCK Site web officiel. « A.I. for Kartell by Starck powered by Autodesk (Kartell) ». Consulté le 21 avril 2020. <https://www.starck.fr/a-i-for-kartell-by-starck-powered-by-autodesk-kartell-p3534>.

Arida, Saeed. « Contextualizing Generative Design ». Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2004. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/17917>.

- Wired. « Artist Refik Anadol Turns Data Into Art, With Help From AI ». Consulté le 25 janvier 2020. <https://www.wired.com/story/artist-refik-anadol-turns-data-art-help-ai/>.
- Bassereau, Jean-François, Régine Charvet Pello, Jenny Faucheu, et David Delafosse. « Les objets intermédiaires de conception / design, instruments d'une recherche par le design ». *Sciences du Design* n° 2, n° 2 (2015): 48. <https://doi.org/10.3917/sdd.002.0048>.
- Beyaert-Geslin, Anne. « Introduction ». *Formes sémiotiques*, 2012, 1-18.
- . *Sémiotique du design*. Formes sémiotiques. Paris cedex 14: Presses Universitaires de France, 2012. <https://www.cairn.info/semiotique-du-design--9782130608028.htm>.
- BOHNACKER, Hartmus, Benedikt GROB, et Julia LAUB. *Design génératif*. Paris: PYRAMYD, 2010.
- bonjourlab, et Alexandre Rivaux. « Design Génératif et Expériences Interactives [Introduction et support] ». *[IXD].education* (blog), 12 octobre 2013. <http://ixd.education/2013/10/digital-lab-design-generatif-et-experiences-interactives-introduction-et-support/>.
- Bot, Florent Le. *L'Homme-machine I: Le travailleur machine*. Editions L'Harmattan, 2018.
- Bot, Florent Le, Olivier Dard, Claude Didry, Camille Dupuy, et Cédric Perrin. « Introduction. Des discours aux pratiques : femme, enfant, et homme-machine au travail ». *L'Homme la Societe* n° 205, n° 3 (2017): 19-26.
- Bourmeau, Sylvain. « Quand le design participe des humanités numériques », 26 mai 2018. <https://www.franceculture.fr/emissions/la-suite-dans-les-idees/la-suite-dans-les-idees-du-samedi-26-mai-2018>.
- « b-pers-front-warm-black.jpg (2000×1250) ». Consulté le 21 avril 2020. <https://www.starck.fr/00DATA/cms/design/kartell-ai-2019/b-pers-front-warm-black.jpg>.
- Caetano, Inês, Luís Santos, et António Leitão. « Computational Design in Architecture: Defining Parametric, Generative, and Algorithmic Design ». *Frontiers of Architectural Research* 9, n° 2 (1 juin 2020): 287-300. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.12.008>.

- . « Computational Design in Architecture: Defining Parametric, Generative, and Algorithmic Design ». *Frontiers of Architectural Research* 9, n° 2 (1 juin 2020): 287-300.  
<https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.12.008>.
- Cañas, José J. « The Future of Interaction Research: Interaction Is the Result of Top-Down and Bottom-Up Processes ». In *Future Interaction Design II*, édité par Hannakaisa Isomäki et Pertti Saariluoma, 55-68. London: Springer, 2009.  
[https://doi.org/10.1007/978-1-84800-385-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-84800-385-9_3).
- « Chapitre IV. Le projet en design et sa méthode | Cairn.info ». Consulté le 30 mai 2022. <https://www-cairn-info.proxy.bibliotheques.uqam.ca/le-design--9782715405646-page-77.htm>.
- « Cocreation - Définition et exemples – En apprendre plus sur la co-création ». Consulté le 30 mai 2022. <https://cocreation.fr/>.
- Conception centrée sur les personnes (non axée sur la technologie) | Essai de Don Norman. « Conception centrée sur les personnes (non axée sur la technologie) | Essai de Don Norman », 22 octobre 2020. <https://delhipages.live/fr/divers/people-centered-not-tech-driven-design-2118618>.
- Coventry, Ross Lovegrove, Design Corporation, James. « Ross Lovegrove at Milan Furniture Fair ». Ross Lovegrove. Consulté le 16 janvier 2020. <http://www.rosslovegrove.com/ross-lovegrove-at-milan-furniture-fair/>.
- « CTMKT\_741609\_CTMKT\_for\_Emerging\_Tech\_Hype\_Cycle\_LargerText-1.png (1224×1164) ». Consulté le 11 février 2020.  
[https://blogs.gartner.com/smarterwithgartner/files/2019/08/CTMKT\\_741609\\_CTMKT\\_for\\_Emerging\\_Tech\\_Hype\\_Cycle\\_LargerText-1.png](https://blogs.gartner.com/smarterwithgartner/files/2019/08/CTMKT_741609_CTMKT_for_Emerging_Tech_Hype_Cycle_LargerText-1.png).
- Curl, James Stevens, et Susan Wilson. « parametric design ». In *A Dictionary of Architecture and Landscape Architecture*. Oxford University Press, 2015.  
<https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780199674985.001.0001/acref-9780199674985-e-6825>.
- Machine Design. « Data, AI and the Generative Design Revolution », février 2020. <https://www.machinedesign.com/3d-printing->

cad/article/21121975/data-ai-and-the-generative-design-revolution.

David LECLERCQ, et Ismail HAMILA. « Le futur du design avec l'intelligence artificielle ». L'Intelligence Artificielle au service du Design de demain, mai 2018. <http://futureofdesign.ai/>.

Village BIM. « [Découvrir] Le « Generative Design », une nouvelle phase chez Autodesk ». Consulté le 26 avril 2020. <https://villagebim.typepad.com/villagebim/2019/01/découvrir-le-generative-design-une-nouvelle-phase-chez-autodesk.html>.

« Définition de la conception générative ». Consulté le 2 février 2020. <https://www.autodesk.fr/redshift/definition-conception-generative/>.

« Définitions : humanité, humanités - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 31 mai 2022. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/humanit%C3%A9/40625>.

« Définitions : pertinence - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 6 juin 2022. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pertinence/59839>.

« Définitions : pertinence - Dictionnaire de français Larousse », s. d. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pertinence/59839>.

« Design et IA : où en est-on ? - ADMIRABLE DESIGN ». Consulté le 25 septembre 2020. <http://admirabledesign.com/?p=12104>.

« Design génératif : Vers un déplacement des techniques de créations | LinkedIn ». Consulté le 2 février 2020. <https://www.linkedin.com/pulse/design-g%C3%A9n%C3%A9ratif-vers-un-d%C3%A9placement-des-techniques-de-lalanne/>.

« Design Thinking for Social Innovation (SSIR) ». Consulté le 30 mai 2022. [https://ssir.org/articles/entry/design\\_thinking\\_for\\_social\\_innovation](https://ssir.org/articles/entry/design_thinking_for_social_innovation).

« Designing Interactions: EBSCOhost ». Consulté le 11 mai 2020. <http://web.a.ebscohost.com.proxy.bibliotheques.uqam.ca/ehost/detail/detail?vid=0&sid=9ed6bded-1743-4880-9496-11469482321a%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbm9ZnImc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=186773&db=e000xna>.

- Drouin, A.-M. « Le modèle en questions ». *Aster*, n° 7 (1988).  
<https://doi.org/10.4267/2042/9214>.
- Dubois, Louis-Etienne. « Le pilotage de la genèse de communautés créatives par le co-design: contextes, dynamiques et organisation. », s. d., 267.
- Dubreuil, Marthe. « L'objet, de la relation « avec » à la relation « à », chez Freud ». *Figures de la psychanalyse* n° 18, n° 2 (2009): 55-75.
- Findeli, Alain. *Design : savoir & faire. Savoir pour mieux faire et faire pour mieux savoir - Bernard Darras, Alain Findeli*, 2015.  
[https://www.decitre.fr/ebooks/design-savoir-faire-9782353718870\\_9782353718870\\_2.html](https://www.decitre.fr/ebooks/design-savoir-faire-9782353718870_9782353718870_2.html).
- Fischer, T. and Herr. « Teaching Generative Design ». In *Soddu, C., ed. (2001). The Proceedings of the Fourth International Conference on Generative Art 2001. Milan, Italy: Generative Design Lab, DiAP, Politecnico di Milano University*. CUMINCAD, 2001.  
<http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?c78f>.
- Frazer, J. H. « Towards a Generative System for Intelligent Design Support ». In *CAADRIA '99 [Proceedings of The Fourth Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia / ISBN 7-5439-1233-3] Shanghai (China) 5-7 May 1999, pp. 285-294*. CUMINCAD, 1999. <http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?5377>.
- Gardette, Hervé. « L'intelligence artificielle va-t-elle créer un art plus humain ? », 17 octobre 2018.  
<https://www.franceculture.fr/emissions/du-grain-a-moudre/lintelligence-artificielle-va-t-elle-creer-un-art-autonome>.
- Gauthier, Philippe, Sébastien Proulx, et Stéphane Vial. « Manifeste pour le renouveau social et critique du design ». *Que sais-je?*, 5 février 2015, 120-22.
- « generative ». Consulté le 9 juin 2022.  
<https://dictionary.cambridge.org/fr/dictionnaire/anglais/generative>.
- « Generative design and the future of creativity (II) ». Consulté le 11 mars 2020. <https://www.thisisgrey.com/post/generative-design-and-the-future-of-creativity-ii>.

- Girling, Rob. « AI and the future of design: What skills do we need to compete against the machines? » O'Reilly Media, 14 décembre 2016. <https://www.oreilly.com/radar/ai-and-the-future-of-design-what-skills-do-we-need-to-compete-against-the-machines/>.
- Glanville Ranulph. « Try again. Fail again. Fail better: the cybernetics in design and the design in cybernetics ». Édité par Ranulph Glanville. *Kybernetes* 36, n° 9/10 (1 janvier 2007): 1173-1206. <https://doi.org/10.1108/03684920710827238>.
- Gruber, Thomas R, et Daniel M Russell. « Generative Design Rationale: Beyond the Record and Replay Paradigm », s. d., 24.
- Hallgrimsson, Bjarki, Jean-Louis Clauzier, et Laurence Coutrot. *Prototypage et design produit: des procédés aux matériaux*. Malakoff: Dunod, 2020.
- Hara, Kenya. *Designing Design*. Springer, 2007.
- Hart, Mark A. « Designing Interactions by Bill Moggridge ». *Journal of Product Innovation Management* 25, n° 2 (2008): 203-5. [https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00294\\_1.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00294_1.x).
- Howarth, Dan. « Un logiciel de conception générative donnera aux concepteurs des "super pouvoirs" », s. d., 17.
- Hyunjin, Chun. « A Study on Application of Generative Design System in Manufacturing Process ». *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 727 (janvier 2020): 012011. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/727/1/012011>.
- « IA design : L'intelligence artificielle, créative | BMW.com ». Consulté le 28 janvier 2020. <https://www.bmw.com/fr/design/ia-design-et-art-numerique.html>.
- Industrie-techno. « Les cinq meilleures applications industrielles du design génératif montrées à l'Autodesk University », 25 novembre 2019. [/article/les-cinq-meilleures-applications-industrielles-du-design-generatif-montrees-a-l-autodesk-university.58074](https://www.industrie-techno.com/article/les-cinq-meilleures-applications-industrielles-du-design-generatif-montrees-a-l-autodesk-university.58074).
- JARRE, Chloé. « Le Design Génératif : La Machine à Invention ». Medium, 13 mars 2018. [https://medium.com/@c\\_jarre/le-design-g%C3%A9n%C3%A9ratif-la-machine-%C3%A0-invention-1beecd92c3e3](https://medium.com/@c_jarre/le-design-g%C3%A9n%C3%A9ratif-la-machine-%C3%A0-invention-1beecd92c3e3).

- Joulain, Patrick. « Créativité, création, processus créateur ». *Cahiers jungiens de psychanalyse* N° 135, n° 1 (21 juillet 2012): 43-61.
- Julienre. « Conception générative - Wikipedia ». Consulté le 3 février 2020.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Generative\\_design?oldid=845955452](https://en.wikipedia.org/wiki/Generative_design?oldid=845955452).
- « Justification de la conception générative: au-delà du paradigme d'enregistrement et de relecture ». DÉPARTEMENT DES SCIENCES INFORMATIQUES, UNIVERSITÉ STANFORD, s. d.
- Jutant, Camille, et Julien Bobroff. « Objets de médiation de la science et objets de design. Le cas du projet « Design Quantique » ». *Communication & langages* 2015, n° 183 (mars 2015): 9-24.  
<https://doi.org/10.4074/S0336150015011023>.
- Knapton, Doug, et Senior Designer. « How Collaboration Makes Us Better Designers: 6 Inclusive Best Practices ». *Constructive* (blog). Consulté le 5 avril 2022.  
<https://constructive.co/insight/collaborative-design-process-best-practices/>.
- Krish, Sivam. « A Practical Generative Design Method ». *Computer-Aided Design* 43, n° 1 (1 janvier 2011): 88-100.  
<https://doi.org/10.1016/j.cad.2010.09.009>.
- KWON, Hyunchul. « CurVoxels | SPATIAL CURVES | Portfolio | 2014-2015 ». Issuu, 2015 2014.  
[https://issuu.com/hyunchulkwon/docs/curvoxels\\_final\\_portfolio\\_issuu](https://issuu.com/hyunchulkwon/docs/curvoxels_final_portfolio_issuu).
- Architonic. « La pertinence du design danois : BoConcept et Morten Georgsen ». Consulté le 6 juin 2022.  
<https://www.architonic.com/fr/story/nick-compton-la-pertinence-du-design-danois-boconcept-et-morten-georgsen/20216633>.
- Y.SPOT. « La place des prototypes dans les processus design ». Consulté le 22 août 2022. <https://yspot.fr/Archives/la-place-des-prototypes-dans-les-processus-design/>.
- Larousse, Éditions. « Définitions : collaboration - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 31 mai 2022.  
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/collaboration/17137>.

- . « Définitions : création - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 30 mai 2022. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cr%C3%A9ation/20297>.
- . « Définitions : impertinence - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 6 juin 2022. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/impertinence/41881>.
- . « Définitions : paramétrique - Dictionnaire de français Larousse ». Consulté le 9 juin 2022. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/param%C3%A9trique/57956>.
- Le design*. Consulté le 6 avril 2020. <https://www.cairn.info/le-design--9782130799658.htm>.
- Leclercq, David, et Ismaïl Hamila. « L'Intelligence Artificielle au service du Design de demain », mai 2018, 164.
- « L'IA et l'homme : partenaires plutôt que concurrents ? » Consulté le 11 mars 2020. <https://usbeketrica.com/article/l-ia-et-l-homme-partenaires-plutot-que-concurrents>.
- « L'intelligence artificielle nous a-t-elle donné le prochain grand mouvement artistique? Les experts disent ralentir, le «champ est à ses balbutiements» ». Consulté le 28 janvier 2020. <https://news.artnet.com/art-world/ai-art-comes-to-market-is-it-worth-the-hype-1352011>.
- BDM. « L'intelligence artificielle va-t-elle remplacer les designers ou les aider à libérer leur créativité ? », 23 août 2019. <https://www.blogdumoderateur.com/place-intelligence-artificielle-design/>.
- Mansuri, Shahid. « Design collaboration: The most effective approach for creating products with top-notch design ». Peerbits, 21 janvier 2022. <https://www.peerbits.com/blog/design-collaboration-enables-to-create-products-with-top-notch-design.html>.
- Marache-Francisco, Cathie, et Éric Brangier. « Gamification and human-machine interaction: a synthesis ». *Le travail humain* Vol. 78, n° 2 (29 juin 2015): 165-89.

- Marchesnay, Michel. « Ce que sait la main – la culture de l’artisanat, Richard Sennett, Albin Michel, 2010 (édition anglaise : *The Craftsman*, Yale University Press, 2008), 400 p. » *Revue internationale P.M.E.* 26, n° 2 (2013): 129-31.  
<https://doi.org/10.7202/1024325ar>.
- Marinov, Martin, Marco Amagliani, Tristan Barback, Jean Flower, Stephen Barley, Suguru Furuta, Peter Charrot, et al. « Generative Design Conversion to Editable and Watertight Boundary Representation ». *Computer-Aided Design* 115 (1 octobre 2019): 194-205.  
<https://doi.org/10.1016/j.cad.2019.05.016>.
- Martin, Nicolas. « Art et IA : ceci n’est pas un bit », 28 novembre 2018.  
<https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/la-methode-scientifique-du-mercredi-28-novembre-2018>.
- Maruéjols, Patrick. « Quel avenir pour les designers à l’ère de l’Intelligence Artificielle ? - Web2day 2018 | LinkedIn », 26 juin 2018. <https://www.linkedin.com/pulse/quel-avenir-pour-les-designers-%25C3%25A0-l%25C3%25A8re-de-artificielle-maru%25C3%25A9jols/>.
- « Marvin Minsky — Wikipédia ». Consulté le 30 mai 2022.  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Marvin\\_Minsky](https://fr.wikipedia.org/wiki/Marvin_Minsky).
- Masure, Anthony, et Nicolas Thély. *Design et humanités numériques*. 1 édition. Paris, France: B42, 2020.
- Maurice, Cyrielle. « L’intelligence artificielle va-t-elle remplacer les designers ou les aider à libérer leur créativité ? - BDM », 23 août 2019. <https://www.blogdumoderateur.com/place-intelligence-artificielle-design/>.
- McCormack, Jon, Alan Dorin, et Troy Innocent. « Generative Design: A Paradigm for Design Research », s. d., 8.
- Dezeen. « Mediated Matter Group designs robotically fabricated structure using organic matter », 17 octobre 2019.  
<https://www.dezeen.com/2019/10/17/aguahoja-i-mediated-matter-group-design/>.
- Mogas-Soldevila, Laia, Jorge Duro-Royo, Daniel Lizardo, Markus Kayser, Sunanda Sharma, Steven Keating, John Klein, Chikara Inamura, et Neri Oxman. « Biomaterial Templating of Structural, Manufacturing, and Environmental Performance », 2015, 9.

- Monperrus, Martin. « La mesure des modèles par les modèles: une approche générative », s. d., 152.
- Moutat, Audrey. « Le croquis ou l'art de penser par l'image ». *Signata. Annales des sémiotiques / Annals of Semiotics*, n° 10 (30 juin 2019). <https://doi.org/10.4000/signata.2310>.
- ArchDaily. « Neri Oxman and MIT Develop Programmable Biocomposites for Digital Fabrication », 27 mai 2018. <https://www.archdaily.com/894979/neri-oxman-and-mit-develop-programmable-biocomposites-for-digital-fabrication>.
- Nirchio, Lisa. « Les aléas du design ou l'aléatoire dans le processus de création », 19 septembre 2018, 90.
- Noreegaard, Rie. « Designing for Humanity: Do we need a new design frame? | by Rie Nørregaard | Posted by SYPartners | Medium ». Consulté le 6 avril 2022. <https://medium.com/posted-by-sypartners/designing-for-humanity-do-we-need-a-new-design-frame-21fd8206b108>.
- Oh, Sangeun, Yongsu Jung, Seongsin Kim, Ikjin Lee, et Namwoo Kang. « Deep Generative Design: Integration of Topology Optimization and Generative Models ». *arXiv:1903.01548 [cs]*, 20 mai 2019. <http://arxiv.org/abs/1903.01548>.
- « olats.org > LES BASIQUES : QU'EST-CE QUE LE DESIGN D'INTERACTION ? » Consulté le 21 mai 2020. [https://www.olats.org/livresetudes/basiques/designinteraction/1\\_basiquesDI.php](https://www.olats.org/livresetudes/basiques/designinteraction/1_basiquesDI.php).
- Papanek, Victor. *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. 2nd édition. Chicago, Ill: Academy Chicago Publishers, 2005.
- Petit design pour grande humanité (fr) - Geoffrey Dorne, Design & Human - Droidcon Paris 2014*, 2014. <https://www.youtube.com/watch?v=mwF4qk9OMe8>.
- Dezeen. « Philippe Starck, Kartell and Autodesk unveil "first production chair designed with artificial intelligence" », 11 avril 2019. <https://www.dezeen.com/2019/04/11/ai-chair-philippe-starck-kartell-autodesk-artificial-intelligence-video/>.

- Pi, Janelle. « La Pertinence Du Design: Une Remise En Question Perpétuelle ». *Medium* (blog), 20 avril 2019.  
<https://medium.com/@janellepi/la-pertinence-du-design-une-remise-en-question-perp%C3%A9tuelle-aa23f44a7556>.
- « Piano • Client Dashboard ». Consulté le 5 avril 2022.  
[https://buy.tinypass.com/checkout/template/cacheableShow?aid=mbs77qtzUz&templateId=OTP80PZQW5ON&templateVariantId=OTVTJT9I6K718&offerId=fakeOfferId&experienceId=EXKXS3HNJTI4&iframeId=offer\\_7f463661a4db90161aa8-0&displayMode=inline&widget=template&url=https%3A%2F%2Fhbr.org](https://buy.tinypass.com/checkout/template/cacheableShow?aid=mbs77qtzUz&templateId=OTP80PZQW5ON&templateVariantId=OTVTJT9I6K718&offerId=fakeOfferId&experienceId=EXKXS3HNJTI4&iframeId=offer_7f463661a4db90161aa8-0&displayMode=inline&widget=template&url=https%3A%2F%2Fhbr.org).
- Piolle, Guillaume. « Intelligence Artificielle Symbolique », s. d., 109.
- Pisano, Gary P., et Roberto Verganti. « Which Kind of Collaboration Is Right for You? » *Harvard Business Review*, 1 décembre 2008.  
<https://hbr.org/2008/12/which-kind-of-collaboration-is-right-for-you>.
- « Project Dreamcatcher | Autodesk Research ». Consulté le 25 janvier 2020. <https://autodeskresearch.com/projects/dreamcatcher>.
- MIT Media Lab. « Project Overview < Aguahoja ». Consulté le 7 janvier 2020. <https://www.media.mit.edu/projects/aguahoja/overview/>.
- « Prototypage ». In *Wikipédia*, 23 mars 2021.  
<https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Prototypage&oldid=181153379>.
- « Qu'est-ce que la conception générative et pourquoi c'est l'avenir de la fabrication | Récapitulatif des nouveaux équipements ». Consulté le 14 janvier 2020. <https://www.newequipment.com/research-and-development/article/22059780/what-generative-design-is-and-why-its-the-future-of-manufacturing>.
- « Qu'est-Ce Que Le Co-Design ? – French Future Academy ». Consulté le 30 mai 2022. <https://frenchfutureacademy.com/co-design-definition/>.
- R, MarieHeleneR. « Une brochure en hommage à nos chers bancs publics, à ceux qui les utilisent et à ceux qui les fabriquent, est offerte avec le numéro de décembre de la revue d'architecture, D'a (D'architectures). » Consulté le 13 août 2020.  
<https://www.ameublement.com/fr/article/bancs-de-service-public>.

- IndustryWeek. « (Re)Designing the Future with Generative Design », juillet 2018. <https://www.industryweek.com/technology-and-iiot/digital-tools/article/22026007/redesigning-the-future-with-generative-design>.
- Renard, Laurent, et Martin Cloutier. « Design, Science et Technologie : quels modèles et idéaux types pour la recherche en science du design ? » *Projectics / Proyectica / Projectique* n°20, n° 2 (2018): 63-89.
- Rohrmann, Jacqueline. « Design Optimization in Early Project Stages A Generative Design Approach to Project Development », mars 2019. Technical University of Munich. Master Thesis for the Master of Science Program Civil Engineering.
- Salonen, Essi. « Designing Collaboration | How to structure, design and understand collaboration ». Designing Collaboration | How to structure, design and understand collaboration. Consulté le 5 avril 2022. <https://designingcollaboration.com>.
- « San Francisco Design Week 2017 | TrendNomad.com ». Consulté le 25 janvier 2020. <http://trendnomad.com/tag/san-francisco-design-week-2017-en/>.
- designboom | architecture & design magazine. « shizuka tatsuno uses japanese pottery tradition in hiiro ceramic water carafes », 17 juillet 2019. <https://www.designboom.com/design/shizuka-tatsuno-hiiro-ceramic-water-carafes-daikura-07-17-2019/>.
- Stereolux. « Cycle IA - Conférence "Design et Intelligence Artificielle" », 23 novembre 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=NZf8Pee31XU>.
- Strouse, Emily Elizabeth. « Collective Creativity through Enacting: A Comparison of Generative Design Research Methods ». The Ohio State University, 2013. [https://etd.ohiolink.edu/pg\\_10?0::NO:10:P10\\_ACCESSION\\_NUM:osu1374072488](https://etd.ohiolink.edu/pg_10?0::NO:10:P10_ACCESSION_NUM:osu1374072488).
- Harvard Business Review. « The Next Wave of Intelligent Design Automation - SPONSORED CONTENT FROM AUTODESK », 4 juin 2018. <https://hbr.org/sponsored/2018/06/the-next-wave-of-intelligent-design-automation>.

- Tyflopoulos, Evangelos, Flem David Tollnes, Martin Steinert, et Anna Olsen. « State of the Art of Generative Design and Topology Optimization and Potential Research Needs ». DS 91: Proceedings of NordDesign 2018, Linköping, Sweden, 14th - 17th August 2018, 2018.  
<https://www.designsociety.org/publication/40924/State+of+the+art+of+generative+design+and+topology+optimization+and+potential+research+needs>.
- « Une brochure en hommage à nos chers bancs publics, à ceux qui les utilisent et à ceux qui les fabriquent, est offerte avec le numéro de décembre de la revue d'architecture, D'a (D'architectures). » Consulté le 9 juillet 2020.  
<https://www.ameublement.com/fr/article/bancs-de-service-public>.
- Vial, Stéphane. « Chapitre IV. Le projet en design et sa méthode | Cairn.info », 2017. <https://www-cairn-info.proxy.bibliotheques.uqam.ca/le-design--9782130799658-page-79.htm>.
- . *Court traité du design*. Presses Universitaires de France, 2010.  
<https://doi.org/10.3917/puf.cheri.2010.01>.
- . *L'être et l'écran*. Presses Universitaires de France, 2013.  
<https://doi.org/10.3917/puf.vials.2013.01>.
- . « Qu'appelle-t-on « design numérique » ? » *Interfaces numériques* 1, n° 1 (12 décembre 2017): 106-106.  
<https://doi.org/10.25965/interfaces-numeriques.163>.
- . « Qu'appelle-t-on « design numérique » ? » *Interfaces numériques* 1, n° 1 (12 décembre 2017): 106-106.  
<https://doi.org/10.25965/interfaces-numeriques.163>.
- . « What is called " digital design? " ». *Interfaces numériques, De l'interactivité aux interaction(s) médiatrice(s)*, 1/1 (janvier 2012): 91-106. <https://doi.org/10.3166/rin.1.91-106>.
- Vial, Stéphane, Jocelyne Le Bœuf, Philippe Gautier, Annie Gentès, et Sébastien Proulx. « Éditorial ». *Sciences du Design* n° 10, n° 2 (6 décembre 2019): 9-13.
- « VIDEO | curvoxels ». Consulté le 1 février 2020.  
<https://www.curvoxels.com/show-reel>.

Vilém, Flusser. « Petite philosophie du design - Vilém Flusser - Librairie Ombres Blanches ». Consulté le 6 avril 2020. <https://www.ombres-blanches.fr/arts-et-spectacles/design/livre/petite-philosophie-du-design/vilem-flusser/9782842421458.html>.

« VoxelChair : la conception pour le comportement et les propriétés du matériau – OWDIN ». Consulté le 1 février 2020. <https://owdin.live/2017/10/21/voxelchair-la-conception-pour-le-comportement-et-les-proprietes-du-materiau/>.

The Interaction Design Foundation. « What Is Humanity-Centered Design? » Consulté le 6 avril 2022. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/humanity-centered-design>.

Zay, Danielle. « Penser le jeu interactif entre réflexion-pratique-partenariat ». *Carrefours de l'éducation* n° 12, n° 2 (2001): 12-38.

« Révolution industrielle ». In *Wikipédia*, 24 août 2022. [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9volution\\_industrielle&oldid=196376041](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9volution_industrielle&oldid=196376041).

Harvard Business Review. « Quel type de collaboration vous convient le mieux ? », 1 décembre 2008. <https://hbr.org/2008/12/which-kind-of-collaboration-is-right-for-you>.

Gozalo-Brizuela, Roberto, et Eduardo Garrido-Merchan. *ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models*, 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.04655>.

american\_express. « A Comprehensive Guide to Attention Mechanism in Deep Learning for Everyone ». *Analytics Vidhya* (blog), 20 novembre 2019. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/11/comprehensive-guide-attention-mechanism-deep-learning/>.

« CLIP: Connecting text and images ». Consulté le 18 mars 2023. <https://openai.com/research/clip>.

« Deep learning | Nature ». Consulté le 24 avril 2023. <https://www.nature.com/articles/nature14539>.

« Deep learning | Nature ». Consulté le 24 avril 2023.  
<https://www.nature.com/articles/nature14539>.

GROZA, Eric. « Don't let AI steal your job – How agencies and marketing can leverage image generation. - YouTube », 23 janvier 2023.  
<https://www.youtube.com/watch?v=Q5vGgJm2aVI>.

« ImageNet ». Consulté le 18 mars 2023. <https://image-net.org/>.  
Midjourney. « Midjourney ». Consulté le 18 mars 2023.  
<https://www.midjourney.com/home/?callbackUrl=%2Fapp%2F>.

Mikolov, Tomas, Kai Chen, Greg Corrado, et Jeffrey Dean. « Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space ». arXiv, 6 septembre 2013. <http://arxiv.org/abs/1301.3781>.

Radford, Alec, Jong Wook Kim, Chris Hallacy, Aditya Ramesh, Gabriel Goh, Sandhini Agarwal, Girish Sastry, et al. « Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision ». arXiv, 26 février 2021.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.00020>.

« RUCHÉ de LIGNE ROSET Canapés du Designer Inga Sempé Site Officiel ». Consulté le 10 avril 2023. <https://www.ligne-roset.com/fr/modele/vivre/canapes/ruche/1701>.

« Speech and Language Processing ». Consulté le 24 avril 2023.  
<https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>.

« TOGO de LIGNE ROSET Canapés du Designer Michel Ducaroy Site Officiel ». Consulté le 10 avril 2023. <https://www.ligne-roset.com/fr/modele/vivre/canapes/togo/37>.