

Mémoire de fin d'études : "L'intelligence artificielle "text-to-image" comme outils de support à l'idéation en conception architecturale."

Auteur : Yüksek, Gizem

Promoteur(s) : de Boissieu, Aurélie

Faculté : Faculté d'Architecture

Diplôme : Master en architecture, à finalité spécialisée en art de bâtir et urbanisme

Année académique : 2022-2023

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/16936>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



UNIVERSITÉ DE LIÈGE – FACULTÉ D’ARCHITECTURE

L’INTELLIGENCE ARTIFICIELLE « TEXT-TO-IMAGE »
COMME OUTIL DE SUPPORT À L’IDÉATION EN
CONCEPTION ARCHITECTURALE

Travail de fin d’études présenté par Gizem YÜKSEK en vue de l’obtention du grade de
Master en Architecture

Promotrice : Prof. Aurélie de BOISSIEU

Jury : Gaëlle BAUDOUX, Thomas DISSAUX, Prof. Sylvie JANCART & Prof. Gilles
LOUPPE

Année académique 2022 - 2023

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier très chaleureusement ma promotrice Aurélie de Boissieu pour ses précieux conseils, son soutien inconditionnel et surtout sa patience qui ont été essentiels à la réussite de ce travail. Je lui suis infiniment reconnaissante de m'avoir encouragé à participer à de nombreux workshops et séminaires. Ceux-ci m'ont donné l'occasion d'apprécier la recherche autour du numérique en architecture, dans laquelle j'espère évoluer.

Un tout grand merci à Madame Sylvie Jancart et Thomas Dissaux pour leur soutien, leur bienveillance, et surtout pour leurs retours encourageants et motivants qui m'ont accompagné durant la réalisation de ce travail.

Mes remerciements vont également aux membres de mon jury, Prof. Gilles Louppe et Gaëlle Baudoux, pour leur enthousiasme et nos riches discussions.

Je remercie également Xaviera Calixte (ULiège) et Louis Roobaert (UCL) pour les échanges enrichissants qui ont été bénéfiques pour l'élaboration de ce travail.

Enfin, je souhaiterais remercier mes proches pour leur soutien, mes amis de la Faculté d'Architecture avec qui j'ai partagé de précieux moments, ainsi que ma maman qui a toujours été présente pour me motiver et m'encourager.

Table des matières

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Introduction..... | 8 |
| 2 | Lexique..... | 10 |
| 3 | État de l’art..... | 12 |
| 3.1 | L’intelligence artificielle..... | 12 |
| 3.1.1 | Contexte historique : l’apparition de l’intelligence artificielle | 12 |
| 3.1.2 | Définition de l’ « intelligence artificielle »..... | 14 |
| 3.1.3 | Machine learning..... | 15 |
| 3.1.4 | Deep learning | 18 |
| 3.2 | Le numérique et les modèles d’intelligence artificielle en architecture | 22 |
| 3.2.1 | Le design computationnel | 22 |
| 3.2.2 | Les modèles d’intelligence artificielle existant en architecture..... | 24 |
| 3.2.3 | Le système d’intelligence artificielle text-to-image | 27 |
| 3.3 | Idéation | 30 |
| 3.3.1 | Définition de la notion d’idéation | 30 |
| 3.3.2 | La conception architecturale | 31 |
| 3.3.3 | Les représentations internes et externes..... | 32 |
| 3.3.4 | Les outils d’idéation..... | 33 |
| 4 | Questions de recherche et hypothèses..... | 37 |
| 4.1 | Objectifs et questions de recherche | 37 |
| 4.2 | Hypothèses..... | 37 |
| 5 | Méthodologie de recherche..... | 39 |
| 5.1 | Méthodologie de recherche | 39 |
| 5.2 | Description de la méthode de recherche qualitative..... | 40 |
| 5.3 | Protocole de l’expérimentation..... | 40 |
| 5.3.1 | Motivation et contenu de l’expérimentation | 40 |
| 5.3.2 | Déroulé de l’expérimentation..... | 41 |
| 5.3.3 | Expérience 0..... | 43 |
| 5.4 | Questionnaire..... | 44 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.5 | Volet éthique..... | 45 |
| 5.6 | Traitement des données par encodage et analyse par théorie ancrée | 45 |
| 6 | Analyse et résultats..... | 47 |
| 6.1 | Données récoltées | 47 |
| 6.2 | Catégories d'actions identifiées par le codage par induction | 49 |
| 6.3 | Motifs récurrents des actions identifiées | 51 |
| 6.3.1 | Analyse des premières phases d'idéations et des premières productions de représentations externes | 51 |
| 6.3.2 | Perception de l'outil par les étudiants : analyse du questionnaire | 64 |
| 7 | Discussions..... | 68 |
| 7.1 | Retour sur la question de recherche suite aux résultats d'expérience | 68 |
| 7.2 | Constatations et recommandations | 69 |
| 8 | Conclusions..... | 71 |
| 9 | Bibliographie..... | 73 |
| 10 | Annexes | 76 |
| 10.1 | ANNEXE 1 formulaire de consentement | 76 |
| 10.2 | ANNEXE 2 énoncé de l'expérience et plan d'implantation | 77 |
| 10.3 | ANNEXE 3 tableau de codage | 79 |
| 10.4 | ANNEXE 4 esquisses sur papiers | 115 |

Tables des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1. Diagramme des relations entre l'intelligence artificielle et le machine learning (Leach ,2022, p.17). | 16 |
| Figure 2. Comparaison entre les productions des algorithmes de machine learning et celles des experts (Güzelci, 2022). | 18 |
| Figure 3. Diagramme des relations entre l'intelligence artificielle, le machine learning et le deep learning (Leach, 2022, p.17). | 18 |
| Figure 4. Architecture d'un réseau de neurones (De Matteis, L. et al., 2022). | 19 |
| Figure 5. Exemple d'une utilisation de réseaux de neurones convolutifs (CNN) (De Matteis, L. et al., 2022). | 20 |
| Figure 6. Architecture d'un modèle auto-encodeur (Chaillou, 2021, p.57). | 20 |
| Figure 7. Architecture d'un modèle de réseaux de neurones génératifs adverses (Chaillou, 2021, p. 56). | 21 |
| Figure 8. « Résultats de détection par deep learning a), comparés avec une expertise des images de microscopie b) pour un zoom x20. » (Hurmane et al., 2019). | 22 |
| Figure 9. « From Computer-aided to Computational » (de Boissieu, 2022). | 23 |
| Figure 10. Système paramétrique (de Boissieu, 2022). | 24 |
| Figure 11. Système génératif (de Boissieu, 2022). | 24 |
| Figure 12. Interface de configuration d'Archistar pour la génération d'études de faisabilité (source : https://www.archistar.ai/for-property-developers-legacy%20/) | 25 |
| Figure 13. Interface de configuration d'Archistar pour la génération d'études sur la lumière, la ventilation et la séparation des bâtiments (source : https://www.archistar.ai/for-property-developers-legacy%20/). | 25 |
| Figure 14. Modèle ArchiGAN http://stanislaschaillou.com/thesis/GAN/unit_program/ | 26 |
| Figure 15. « Paires d'images : « input » à gauche et « output » à droite » (Chaillou, 2021, p. 53). | 26 |
| Figure 16. Phase d'entraînement (Chaillou, 2021, p.53). | 27 |
| Figure 17. Exemples de génération d'images à partir de textes intégrant la conception architecturale (exploré par Neil Leach source : https://www.instagram.com/neilleach14/?hl=fr). | 28 |
| Figure 18. Exemple de génération d'images à partir de textes (OpenAI, 2021). | 28 |
| Figure 19. Phase d'entraînement d'un modèle CLIP (OpenAI, 2021). | 29 |
| Figure 20. Processus de la description d'une idée (Gonçalves & Cash, 2021). | 30 |
| Figure 21. L'environnement d'esquisse Hypersketch II (Safin, 2011). | 34 |
| Figure 22. L'environnement d'esquisse Electronic Paper (Safin, 2011). | 34 |

| | |
|--|----|
| Figure 23. L'environnement immersif d'esquisse Hybrid Ideation Space (Safin, 2011). | 35 |
| Figure 24. Schéma des relations potentielles entre les modèles text-to-image et l'idéation..... | 36 |
| Figure 25. Méthodologie de travail. | 39 |
| Figure 26. Tableau reprenant le contenu du questionnaire. | 45 |
| Figure 27. Exemples de données recueillies | 48 |
| Figure 28. Exemple d'un codage réalisé. | 48 |
| Figure 29. Légende de couleurs utilisées pour l'identification de pattern..... | 50 |
| Figure 30. Symboles de codage pour ; a- l'entrée d'un prompt, b- la génération d'image, c- la génération de variante. | 51 |
| Figure 31. Récurrences d'activités d'idéation en phase I du brainstorming (encadrés orange)..... | 52 |
| Figure 32. Brainstorming par esquisse sur feuille A3..... | 53 |
| Figure 33. Réalisation de représentations externes (plans, coupes, élévations, axonométries) avec annotations. | 54 |
| Figure 34. Réalisation de représentations externes (plan, coupes, élévations et axonométries) sans annotations. | 55 |
| Figure 35. Insertion des annotations réalisées dans la phase I du brainstorming dans le prompt en phase II du brainstorming | 55 |
| Figure 36. Image générée par le groupe orange avec le prompt « <i>Tree climbing bar guinguette lake shelter in the tree architecture shelter leaf rooftop stair balcony nature family children photorealistic recycled materials wood palet - v 4</i> ». | 56 |
| Figure 37. Evolution du prompt des groupes bleu et violet. | 57 |
| Figure 38. Récurrence d'activités de la conception du prompt. | 58 |
| Figure 39. Activité axée fortement sur le travail du prompt. | 58 |
| Figure 40. Emergence d'idées après collaboration. | 59 |
| Figure 41. Représentation externe après ajout de référence à un architecte. | 60 |
| Figure 42. Apparition d'une activité d'idéation après avoir ajouté des références au prompt. | 60 |
| Figure 43. Récurrences des activités liées à l'idéation après la génération et variation de représentations externes..... | 61 |
| Figure 44. Emergence d'idées après la variation de l'image. | 62 |
| Figure 45. Représentations externes générées avec Pinterest et contenant l'approche technique pour la guinguette démontable..... | 62 |
| Figure 46. Représentations externes (images générées au-dessus, variantes des images en-dessous) ne contenant pas le niveau de technique souhaité. | 63 |
| Figure 47. Apparition des activités liées aux problèmes techniques et interventions d'une personne externe..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Figure 48. Nombre d'étudiants ayant utilisé Midjourney. | 65 |
| Figure 49. Niveau de difficulté de l'écriture d'un prompt évalué par les groupes. | 65 |
| Figure 50. Manque d'activité d'idéation avec Midjourney | 67 |
| Figure 51. Evolution et confirmation du diagramme. | 70 |

1 Introduction

Dans le cadre de ce mémoire, il apparaît important de situer l'évolution des nouvelles technologies au cours du temps. Nous constatons que l'intelligence artificielle apparaît dans les années 1950, suivis par le développement des logiciels de conception assistée par ordinateur en 1960, l'introduction au paramétrisme se réalise dans les années 1990 ainsi que l'apparition récente des data sciences et des nouveaux modèles d'intelligence artificielle (Chaillou, 2021, pp.18-19).

Ce travail de fin d'études est le résultat d'un questionnement autour d'une nouvelle vague technologique fort médiatisée actuellement, celle de l'intelligence artificielle (IA). Aujourd'hui, elle est intégrée dans de nombreux secteurs et nombreux la reconnaissent sous ses différentes applications qui changent notre quotidien, comme le modèle conversationnel chat GPT développé par OpenAI qui suscite un véritable engouement par les médias en raison de ses performances, la reconnaissance d'images et de voix de Siri ou encore la traduction d'une langue à une autre de Google Translate ou DeepL.

Parmi ces développements qui suscitent l'engouement, l'un d'eux semble tout particulièrement interpeller pour l'architecture : le « **text-to-image** ». Ces développements sont souvent médiatisés par les noms suivants : Dall-e, Midjourney, Stable Diffusion, et bien d'autres. Ce nouveau système d'IA consiste à la génération d'images, parfois surprenante, à partir d'un prompt (une description textuelle). C'est l'usage de ce nouveau système qui a éveillé ma curiosité et qui interroge ce travail de fin d'études.

De façon modeste, cette recherche interroge l'intégration de ces nouveaux outils comme support pendant le processus d'idéation dans la discipline architecturale.

Ce TFE s'organise en trois parties. Dans un premier temps, un état de l'art situe les enjeux de l'intelligence artificielle et ses modèles pour l'architecture, ainsi que de l'idéation. Puis, une méthodologie de recherche basée sur une expérimentation et un questionnaire est proposée. Et, enfin, les analyse et résultats sont présentées.

L'expérience élaborée dans ce travail est axée sur l'étude des activités cognitives et particulièrement des interactions entre les représentations internes et externes supporté par

un système d'IA « text-to-image » pendant l'idéation. L'objectif de cette recherche est de pouvoir relever les éventuelles potentialités qui apparaîtront dans les activités cognitives du concepteur lors de la réalisation d'une conception architecturale.

2 Lexique

Algorithme : « Suite d'instructions à exécuter. Le plus souvent, ces instructions sont exécutables par un ordinateur et incluent des opérations mathématiques, des tests, des boucles, etc. » (Le Cun, 2019).

Algorithme génétique : « Cet algorithme applique les principes biologiques de mutation, sélection et héritage génétique pour trouver les solutions optimales. » (Dissaux, 2018).

Assisté par ordinateur : « Processus traditionnels soutenus par des outils informatiques » (de Boissieu, 2022)

Classification : Action dont l'objectif est de sélectionner une classe à travers un champ de possibilités (De Matteis, L. et al., 2022).

Clustering : Algorithme qui permet d'étiqueter des données automatiquement par le regroupement des entrées en familles (De Matteis, L. et al., 2022).

Code : « L'écriture ou la spécification d'un algorithme dans un langage informatique » (Le Cun, 2019).

Convolution : « Opération mathématique de filtrage. Les réseaux convolutifs utilisent l'opération de convolution discrète qui consiste à calculer une somme pondérée sur une fenêtre (un morceau d'image ou d'un signal quelconque) et à faire glisser cette fenêtre sur l'ensemble du signal d'entrée (par exemple de l'image), tout en enregistrant les résultats dans le signal de sortie. » (Le Cun, 2019).

Logiciel : « Ensemble de programmes qui forment une application » (Le Cun, 2019).

Numérisé : « Qui concerne les nouveaux processus rendus possibles par les ordinateurs » (de Boissieu, 2022)

Programme : « Morceau de code qui effectue une fonction particulière » (Le Cun, 2019).

Régression : Apparaît quand la sortie à prédire est une variable réelle (De Matteis, L. et al., 2022).

Segmentation sémantique : Attribution d'une étiquette à une chaque unité de pixel d'une image (Hurmane et al., 2019).

Système paramétrique : « *Est une association de règles et de contraintes claires dans un ordre spécifique. Les entrées peuvent être introduites dans le système, et les règles et contraintes sont alors résolues en propageant ces entrées à travers chaque règle qui en dépend, ce qui permet la production de résultats cohérents* » (de Boissieu, 2022).

3 État de l'art

3.1 L'intelligence artificielle

3.1.1 Contexte historique : l'apparition de l'intelligence artificielle

Pour la plupart des auteurs (Leach, 2022, Le Cun, 2019) la capacité de l'ordinateur à raisonner comme l'humain n'aurait pas vu le jour si Leibnitz n'avait pas tenté de réduire la pensée humaine au calcul ou sans la logique booléenne élaborée par George Boole qui soutient l'informatique. Dans le champ de l'Intelligence Artificielle (IA), on pourrait faire remonter ses premières approches au travail de plusieurs mathématiciens : Alan Turing et Walter Pitts (Leach, 2022).

En 1943, le mathématicien Walter Pitts conçoit le premier ordinateur faisant intervenir l'utilisation de réseaux de neurones inspirés du cerveau humain par ses recherches et celles du neurologue Warren McCulloch. Pour ce faire, ils ont assemblé la logique binaire de l'ordinateur de Turing avec la logique propositionnelle « vrai/faux » du philosophe Bertrand Russell et également la structure « marche/arrêt » des synapses neuronales examinées par le neurophysiologiste et cybernéticien Charles Sherrington. Boden explique que « *les valeurs vrai/faux de la logique ont été mises en correspondance avec l'activité on/off des cellules cérébrales, et le 0/1 des états individuels dans la machine de Turing* » (Leach, 2022, p.44).

En 1950, Turing s'intéresse à la possibilité de développer des machines capables de penser. Il publie alors un article intitulé « Computing Machinery and Intelligence » dans lequel il expose une technique déterminant si l'intelligence d'une « machine à penser » pouvait atteindre le même niveau d'intelligence que celui de l'être humain. Celle-ci est mieux connue sous le nom du « jeu de l'imitation » et se répand par le « Test de Turing ». D'un point de vue pratique, le Test de Turing est un jeu simple qui se joue entre un juge, un être humain et un programme. Ce dernier affronte l'être humain en participant à une conversation et en répondant aux questions du juge. Il réussira le Test de Turing uniquement s'il parvient à convaincre le juge qu'il est humain (Leach, 2022, p.43, Louppe 2022). Le test de Turing se concentre donc sur les erreurs d'ordre humaines plutôt que sur le questionnement des

principes qui sous-tendent l'intelligence, sans forcément impliquer la reproduction d'un modèle (Loupe, 2022).

Au cours des années 1950, deux champs de la recherche axés sur la modélisation informatique se croisent, l'une se penche sur le comportement adaptatif et l'autre sur la pensée logique. Ultérieurement, elles se sont distinguées par la cybernétique et l'informatique symbolique. Boden apporte davantage de précision en écrivant que ceux qui portent un intérêt à la vie se trouveront dans le champ de la cybernétique et ceux qui se préoccupent de l'esprit s'orienteront plutôt vers le calcul symbolique (Leach, 2022, p.45).

En 1969, les chercheurs Seymour Papert et Marvin Minsky publient un livre portant sur les limites de la machine apprenante, qui suscite un retentissement. Cependant, les financeurs décident de mettre fin aux subventions à destination des recherches sur l'intelligence artificielle. En conséquence, la communauté scientifique décide d'abandonner les théories liées à l'élaboration des machines intelligentes apprenantes et s'oriente vers des recherches plus concrètes. Parmi celles-ci, les chercheurs développent le « filtrage adaptatif » à partir des réseaux de neurones, sans celui-ci nous ne posséderions pas de téléphones avec haut-parleur ou de modem qui rend possible à un ordinateur de communiquer à un autre via une ligne de communication (Le Cun, 2019, pp. 34-35).

Le champ de l'intelligence artificielle s'anime de nouveau avec l'essor d'internet dans les années 1990 et les performances informatiques. Les systèmes d'IA sont entraînés de façon plus précise suite à l'émergence du Big data (qui sont de grandes quantités de données) (De Matteis, L. et al., 2022).

L'intelligence artificielle tire profit d'un événement qui a fait couler beaucoup d'encre à la fin des années 1990, celui de la victoire de l'ordinateur Deep Blue conçu par IBM contre le champion du monde d'échecs Garry Kasparov (Le Cun, 2019, pp. 30-31).

Par la suite, de nouvelles collaborations industrielles ayant pour objectif le développement de l'intelligence artificielle prennent naissance. Parmi celles-ci, ImageNet, Human Connectome Project et OpenAI offrent des bases de données et des algorithmes pour contribuer au développement de l'IA. En 2010, ImageNet met en place un concours qui durera sept ans, dont l'objet portait sur la classification des éléments dans les images naturelles par

la conception de logiciels. Durant ce concours, les jeux de données récoltées contribueront à l'expérimentation sur de nouveaux algorithmes d'apprentissage automatique (De Matteis, L. et al., 2022).

Aujourd'hui, nous pouvons constater la présence des algorithmes d'intelligence artificielle dans des domaines extrêmement divers (De Matteis, L. et al., 2022) tels que :

- Le traitement d'image ;
- Le traitement automatique du langage ;
- La reconnaissance vocale ;
- La traduction automatique ;
- La prédiction d'évolution temporelle.

3.1.2 Définition de l' « intelligence artificielle »

Le terme d' « intelligence artificielle » à proprement dit apparaît en 1956 lors de la conférence de Dartmouth organisée par Marvin Minsky et John McCarthy (Le Cun 2019). Marvin Minsky s'intéresse aux machines capables d'apprendre et en 1951, il conçoit le SNARC, une des premières machines neuronales. Il s'agit d'un petit circuit électronique, un réseau de neurones qui possède une capacité d'apprentissage élémentaire avec 40 synapses. John McCarthy construit lui le LISP, un langage de programmation. Lors de la conférence, une vingtaine de chercheurs échangent sur l'informatique naissante et la cybernétique, et plus précisément, sur l'exploration des régulations dans les systèmes naturels et artificiels, le traitement complexe de l'information et les réseaux de neurones. Ainsi, le terme d'intelligence artificielle émerge à la suite de la déclaration de principes établie par ce rassemblement de chercheurs (Le Cun, 2019, p.28).

Le chercheur français Yann Le Cun, mondialement reconnu dans le champ de l'IA, la définit comme une machine possédant des activités similaires à celle de l'Homme et de l'animal, qui serait capable de percevoir, raisonner et agir. Il ajoute que « *les systèmes d'intelligence artificielle ne sont que des circuits électroniques et des programmes informatiques très sophistiqués* » (Le Cun, 2019, p.22). La machine, par l'intelligence artificielle, possède la

capacité de reconnaître une image, de transcrire une voix d'une langue à une autre ou encore d'automatiser la conduite d'une voiture (Le Cun, 2019, p.8).

Une approche sur les sciences cognitives semble essentielle car elle porte sur l'étude de l'esprit humain ainsi que de ses processus. Une architecture cognitive dispose non seulement une capacité à raisonner similaire à celle de l'homme mais aussi d'une efficacité dans la génération de prédiction instable telle que le temps d'attente pendant la résolution de problèmes (Louppe, 2022).

Ce sont dans les champs de l'informatique et des mathématiques que l'intelligence artificielle apparaît. Concrètement, elle se caractérise par l'union des techniques algorithmiques et des procédés qui rendent les machines capables de résoudre des phénomènes complexes en imitant l'intelligence humaine (De Matteis, L. et al., 2022).

L'intelligence artificielle générale se définit donc par une machine qui possède la capacité à exécuter toute activité identique à celle qu'accomplit l'humain (Louppe, 2019). Or, il est essentiel qu'un modèle informatique acquière une connaissance de base pour accomplir des actions réalisées par l'esprit humain (Louppe, 2022).

3.1.3 Machine learning

Le machine learning ou l'apprentissage automatique (apprentissage-machine) est une sous-catégorie de l'intelligence artificielle (Figure 1) et consiste en une série de procédés permettant d'entraîner un système plutôt que de le programmer. En effet, si le but est d'obtenir une intelligence similaire à celle de l'humain, il faut rendre cette machine capable d'apprendre (Le Cun, 2019, pp.19-20).

Dans l'anatomie humaine, le cerveau est composé de 86 milliards de neurones liés les uns aux autres. Le phénomène d'apprentissage apparaît grâce à la synapse, qui représente la connexion entre neurones. En ce qui concerne l'apprentissage-machine, la logique consiste à se rapprocher du modèle humain par la fabrication d'un réseau de neurones artificiels. Ces derniers permettent l'apprentissage par leur modification. Toutefois, un neurone artificiel

n'est simplement qu'une opération mathématique exécutée par un ordinateur (Le Cun, 2019, p.8).

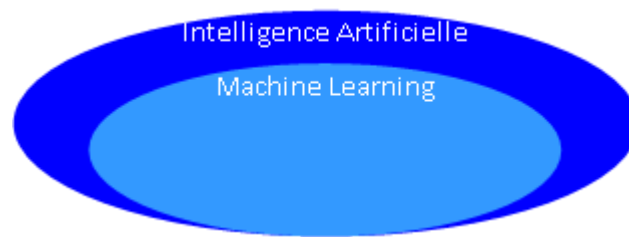


Figure 1. Diagramme des relations entre l'intelligence artificielle et le machine learning (Leach ,2022, p.17).

Il existe trois types d'apprentissage (De Matteis, L. et al., 2022) :

1. **L'apprentissage supervisé.** Il consiste à l'entraînement d'une machine dans le but de réaliser une tâche et s'applique lorsque l'on détient des données d'entraînement étiquetées (connaissance de la donnée en sortie). Ce mode d'apprentissage est pratiqué pour de la régression ou de la classification.
2. **L'apprentissage non supervisé.** Cet apprentissage n'implique pas l'utilisation de données étiquetées. Les données d'entrées sont connues alors que celle liées à la sortie ne le sont pas. Les algorithmes pratiqués dans ce type d'apprentissage sont ceux de regroupement (clustering).
3. **L'apprentissage par renforcement.** Il s'agit d'un entraînement sur base d'une interaction avec son environnement. Il fonctionne par essais et erreurs et plus précisément par itération durant laquelle les tâches conçues par le modèle sont évaluées par l'attribution d'un score. Un bon score influencera les paramètres vers des valeurs qui permettront d'aboutir à un résultat désiré. Dans cet apprentissage ce sont les algorithmes génétiques qui sont appliqués.

Le machine learning se scinde en deux phases (De Matteis, L. et al., 2022) :

1. **La phase d'entraînement ou d'apprentissage.** Durant celle-ci, le système se confronte à un apprentissage sur base d'une quantité de données considérable.
2. **La phase d'inférence.** Un nouvel usage du modèle entraîné peut être accompli à partir de nouvelles entrées.

Pour illustrer le machine learning supervisé, on peut citer en exemple le travail du chercheur Orkan Zeynel Güzelci au sujet de la méthode Pix2pix, sous-catégorie des réseaux adverses génératifs conditionnels (cGANs). Le processus s'explique par le transfert d'informations d'une image d'un réseau à un autre tout en intégrant les tâches d'apprentissage et de synthèses des données introduites pendant la constitution des réseaux de neurones (Güzelci, 2022). Le modèle GAN employé dans cette étude, Pix2Pix, est une méthode qui permet de traiter des images basées sur des pixels. Celui-ci a été choisi pour sa capacité à fournir des données en sortie. L'objectif de l'étude est de prédire les coupes des structures funéraires (kümbet) dont la typologie s'inscrit dans la période seldjoukide d'Anatolie (1077-1307). Pour la réalisation de cette recherche, des plans et coupes de structures funéraires ont été recueillis.

L'entraînement de l'apprentissage automatique s'est effectué avec une base de données comptant 80 coupes de structures funéraires. Le modèle a été entraîné en lui fournissant des images d'espaces intérieurs et d'enveloppes extérieures des tombeaux. Le but de cet entraînement est d'obtenir les parties manquantes des tombeaux via sa capacité à prédire des algorithmes d'apprentissage. Dans un premier temps, le chercheur entame la phase de validation en fournissant au modèle trois kümbets dégradés. Ensuite, le modèle Pix2pix génère en sortie des images prédisant des coupes d'enveloppes extérieures. Dans un second temps, il élabore une comparaison (à l'aide de la méthode SSIM) entre les images générées et les restitutions de plans et coupes d'experts. Les valeurs atteintes pour les structures funéraires se rapprochent fortement de la valeur de similitude (Figure 2).

Le chercheur conclut que la méthode utilisée dans cette recherche possède un potentiel intéressant pour le domaine de la rénovation notamment comme un outil d'aide à la décision en matière de conception (Güzelci, 2022).

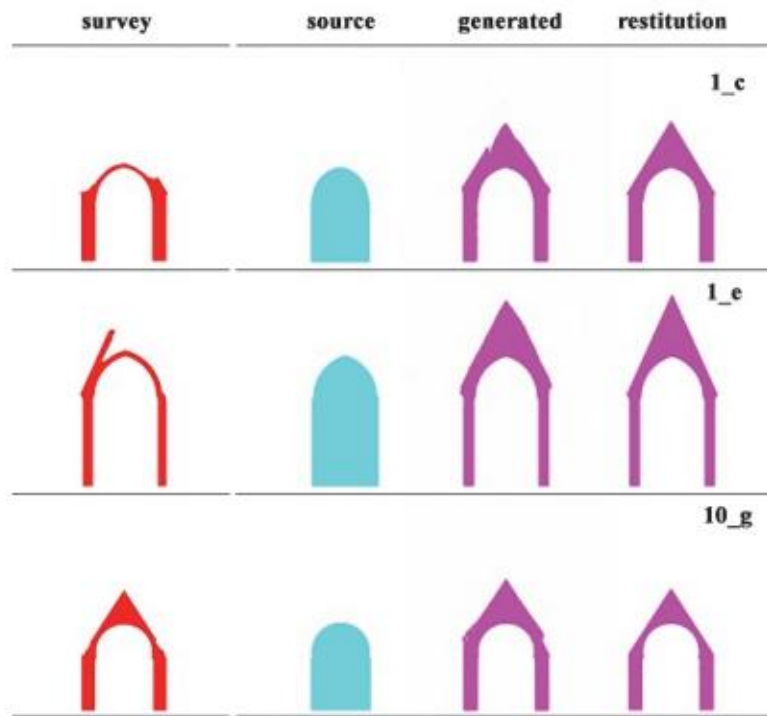


Figure 2. Comparaison entre les productions des algorithmes de machine learning et celles des experts (Güzelci, 2022).

3.1.4 Deep learning

Le deep learning ou l'apprentissage profond est une sous-catégorie du machine learning (Figure 3), et se définit comme un ensemble de techniques d'apprentissage se concentrant sur « *des réseaux de modules paramétrés interconnectés* » (Le Cun, 2019). En d'autres termes, les réseaux de neurones sont déterminés comme une combinaison hiérarchique d'opérations élémentaires (Loupe, 2019).

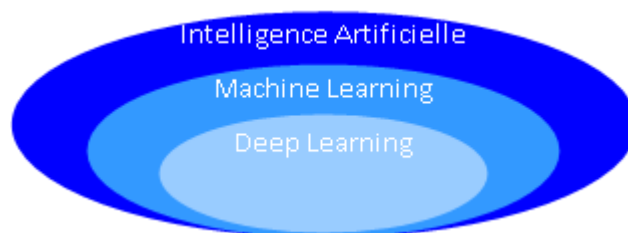


Figure 3. Diagramme des relations entre l'intelligence artificielle, le machine learning et le deep learning (Leach, 2022, p.17).

Le deep learning est constitué d'un réseau de neurones artificiels et s'inspire du cerveau, de son architecture et de son fonctionnement. Les réseaux de neurones sont interconnectés, à l'instar des neurones du cerveau humain (Le Cun, 2019).

Selon Le Cun (2019), le rôle des réseaux de neurones artificiels est de calculer une somme pondérée de signaux d'entrée, et de créer un signal de sortie pour être ensuite dirigé vers l'entrée d'une autre couche (Le Cun, 2019, p.166). Ces réseaux de neurones artificiels sont hiérarchisés en multicouches, c'est la raison pour laquelle la terminologie deep ou profond s'ajoute à l'apprentissage (Le Cun, 2019).

Les réseaux de neurones, appelés également perceptron multicouche (MLP), permettront de traiter des phénomènes complexes. L'architecture d'un réseau de neurones effectue des transformations grâce à plusieurs couches (Figure 4). La première couche d'entrée accueillera le vecteur d'entrée x , ensuite les vecteurs intermédiaires seront transférés vers la couche cachée pour être renvoyés vers la couche de sortie qui, transmettra à son tour un vecteur de sortie y (De Matteis, L. et al., 2022).

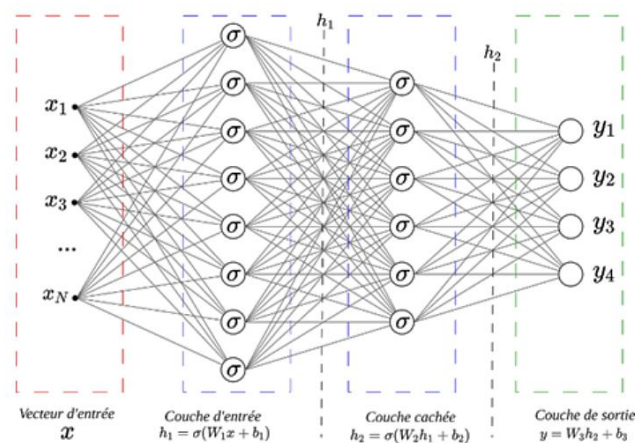


Figure 4. Architecture d'un réseau de neurones (De Matteis, L. et al., 2022).

Il existe des réseaux de neurones appelés réseaux de **neurones convolutifs (CNN)**, qui possèdent une meilleure efficacité dans le traitement d'images (Figure 5). Les différences avec les autres réseaux de neurones résident dans le remplacement des transformations linéaires du MLP par des convolutions 2D qui ne font pas intervenir de grandes quantités de paramètres, ainsi que sur la tolérance des translations d'objet sans conséquence sur le processus du réseau de neurones (De Matteis, L. et al., 2022).

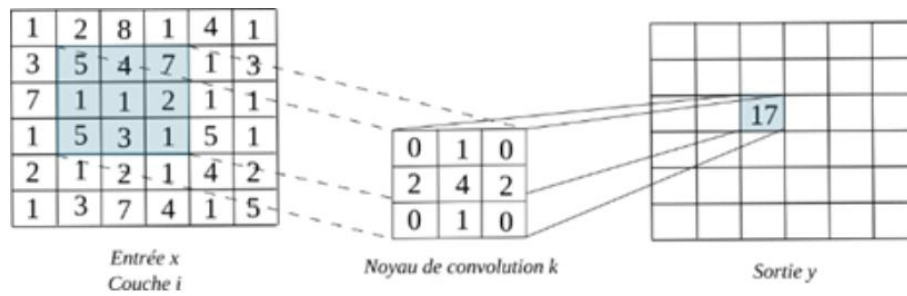


Figure 5. Exemple d’une utilisation de réseaux de neurones convolutifs (CNN) (De Matteis, L. et al., 2022).

Il est pertinent d’aborder également la pratique des **algorithmes auto-encodeurs (AE)** qui est également assez répandue. Ces réseaux de neurones consistent en l’encodage d’une quantité conséquente de dimensions pour une image dans un vecteur qui abrite moins de données. Celui-ci procède à un décodage pour aboutir de nouveau à l’information d’origine (De Matteis, L. et al., 2022). Ici, l’apprentissage se perçoit comme une synthèse, car l’information est condensée pour ensuite être stockée (Figure 6) (Chaillou, 2021, p.57).

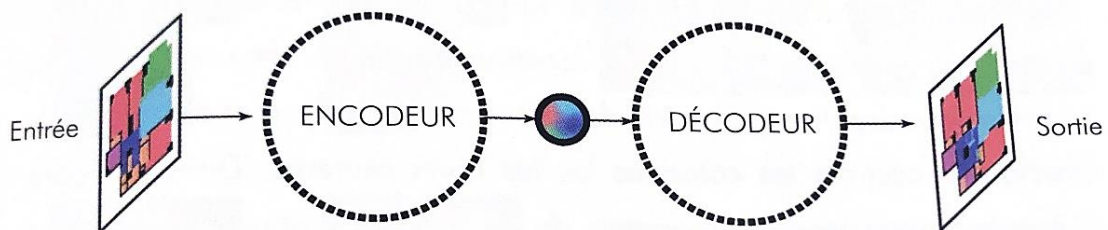


Figure 6. Architecture d’un modèle auto-encodeur (Chaillou, 2021, p.57).

Les **réseaux de neurones génératifs adverses (GAN)** se composent d’un générateur et d’un discriminateur (Chaillou, 2021). Leur fonctionnement est simple : le générateur produit des images et le discriminateur les évalue. L’évaluation est réalisée à partir d’une comparaison entre la vraisemblance de l’image générée et celle obtenue par la base de données. Les images vont progresser et se perfectionner par les allers-retours entre le générateur et le discriminateur pour obtenir un résultat ressemblant à celui tiré du jeu de données (Figure 7) (Chaillou, 2021, p.56).

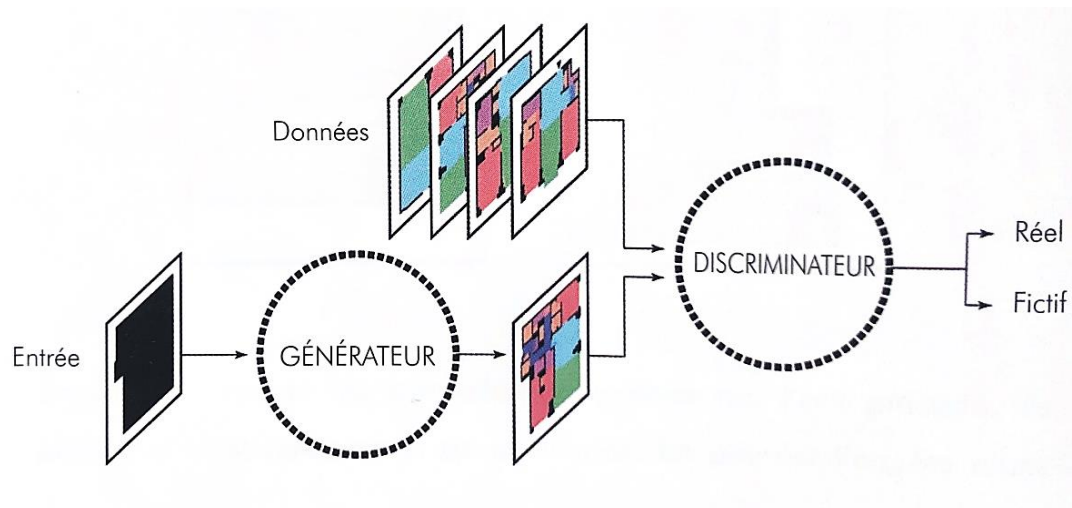


Figure 7. Architecture d'un modèle de réseaux de neurones génératifs adverses (Chaillou, 2021, p. 56).

Actuellement, la communauté industrielle et scientifique porte un grand intérêt à l'apprentissage profond et ce champ ne cesse de progresser. Des résultats significatifs peuvent être observés dans plusieurs domaines, en particulier dans ceux de (De Matteis, L. et al., 2022):

- La reconnaissance d'objets ;
- La localisation de défauts dans les chaînes de production ;
- La détection de maladies grâce à l'imagerie médicale ;
- Le traitement du langage naturel (GPT-3, développé par OpenAI) ;
- La robotique ;
- La reconnaissance vocale (Siri) ;
- La stabilisation du plasma dans le réacteur à la fusion ITER.

Dans le champ du deep learning, un exemple d'application de la reconnaissance d'images dans le domaine architectural est celui d'une recherche sur la reconnaissance d'endommagements dans les matériaux composites (Figure 8). L'expérience s'est réalisée sur un algorithme (U-net) capable d'apprendre à partir de la segmentation sémantique pour la détection des fissures avec des microscopes optiques. Le processus de l'entraînement du réseau comprend une quantité de données composées d'une série de microscopies dans lesquelles les fissures sont identifiées (Hurmane et al., 2019).

Dans un premier temps, l'apprentissage se concentre sur un ensemble d'échantillons bénéficiant d'un fort grossissement. Ensuite, si l'échantillon d'images s'avère satisfaisant,

l'opération se relance avec de nouvelles images, avec des zooms différents. L'algorithme peut alors reconnaître les fissures présentes dans le matériau.

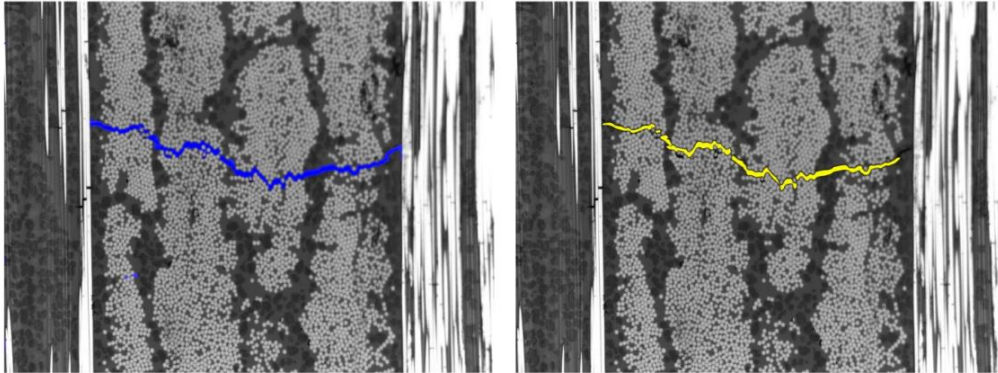


Figure 8. « Résultats de détection par deep learning a), comparés avec une expertise des images de microscopie b) pour un zoom x20. » (Hurmane et al., 2019).

3.2 Le numérique et les modèles d'intelligence artificielle en architecture

Le numérique prend de multiples formes en architecture. Dans cette section, nous nous intéressons en particulier aux enjeux numériques en conception architecturale avec le « Computational Design » et aux modèles d'intelligence artificielles existant pour les architectes.

3.2.1 Le design computationnel

Le design computationnel (DC) se caractérise par des pratiques de conception directement connectées à la computation numérique et à sa culture et offre de nouvelles perspectives aux architectes et à la discipline (de Boissieu, 2020). Même si les pratiques de DC divergent elles émergent depuis un tronc commun : l'informatique et sa pensée.

Negronporte introduit un concept dans les années 60, celui de la séparation entre « assisté par ordinateur », « informatisé » ou « numérisé ». Un autre chercheur, Terzidis décide d’approfondir ce concept en faisant place à la notion de « computationnel », il élabore celle-ci en dissociant les utilisations de la technique « *Computer aided* » et celles du paradigme de pensée « *Computation* » (Figure 9) (de Boissieu, 2022).

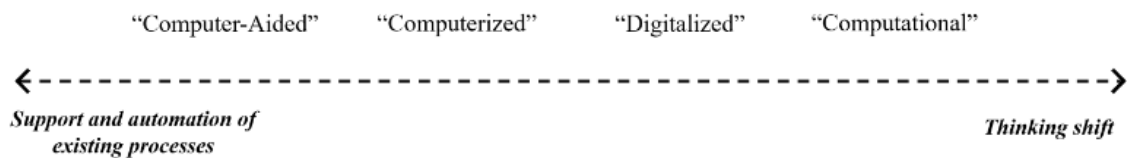


Figure 9. « *From Computer-aided to Computational* » (de Boissieu, 2022).

Le DC bouscule les modes de pensée relatifs à la conception et au projet par les potentiels résidant dans la conception en général et en étant particulièrement focalisé sur « *la modélisation paramétrique, les algorithmes génératifs, les outils de simulation et d’optimisation, l’intelligence artificielle ou encore la fabrication numérique* » (de Boissieu, 2020). Trois courants apparaissent au sein de cette pratique (de Bossieu, 2022) :

1. **La conception paramétrique** qui se caractérise par la conception et la modélisation de systèmes paramétriques. Elle est fondée sur un ensemble de paramètres et de règles qui favorisent l’ensemble du système plutôt que la forme aboutie (Figure 10).
2. **La conception générative** est élaborée à partir d’un système comprenant des règles et des paramètres. L’objectif est de fournir une exploration automatique en ce qui concerne les espaces de solutions pour enfin aboutir à l’optimisation souhaitée (Figure 11).
3. **La conception algorithmique** limite moins dans l’équilibre entre l’intention et l’émergence ce qui n’était pas forcément le cas dans les deux conceptions citées ci-dessus.

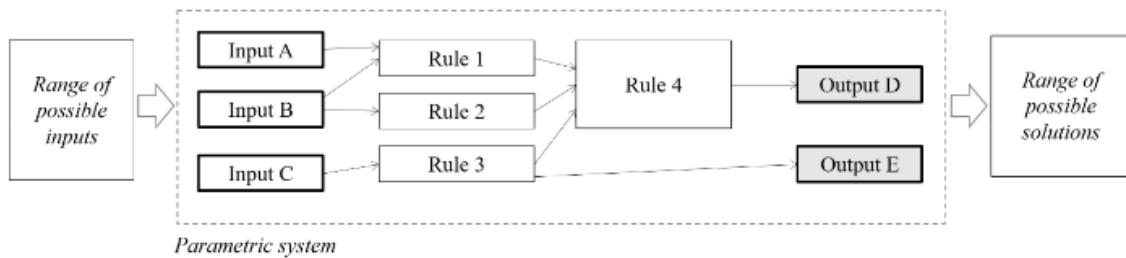


Figure 10. Système paramétrique (de Boissieu, 2022).

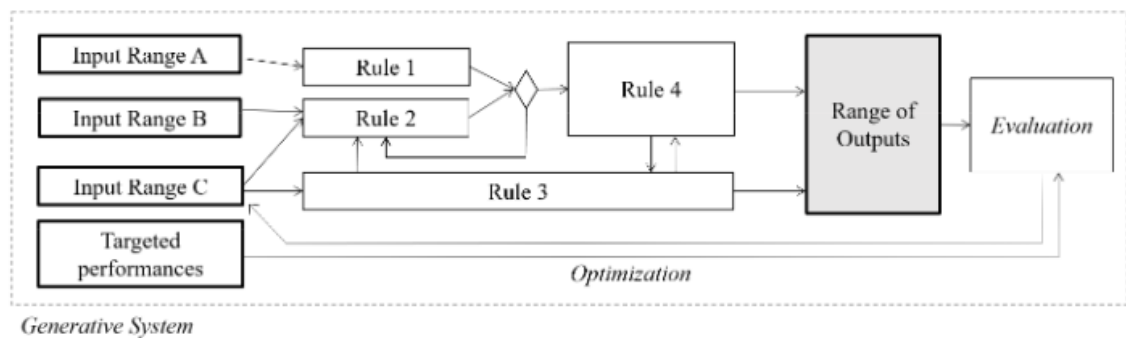


Figure 11. Système génératif (de Boissieu, 2022).

3.2.2 Les modèles d'intelligence artificielle existant en architecture

Cette vague technologique (IA) se présente aujourd'hui dans plusieurs domaines et soutient également la discipline architecturale. De nombreux modèles d'intelligence artificielle se manifestent en architecture. Les outils les plus significatifs sont abordés dans cette partie : Spacemaker, ArchiStar et ArchiGAN.

Les logiciels **Spacemaker** et **ArchiStar** sont développés sur l'informatique en nuage dans le but de rendre des services de DC. Ces outils possédant des algorithmes puissants permettent de générer différentes configurations de bâtiments, d'évaluer la faisabilité urbaine, etc (Figure 12). Ces plateformes sont accessibles aux néophytes du DC et visent un large public d'utilisateurs, tel que les architectes, les ingénieurs, les promoteurs immobiliers, les urbanistes, etc. (de Boissieu, 2022).

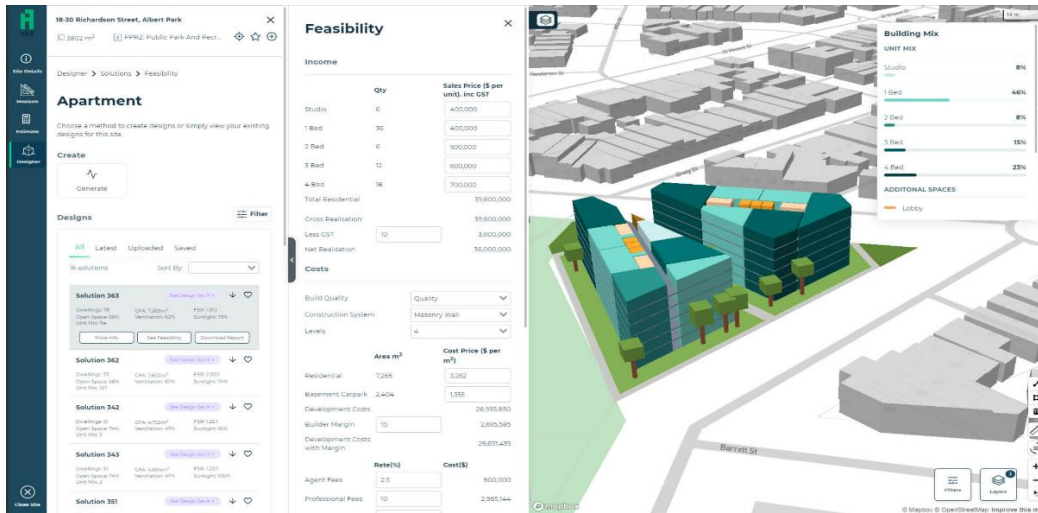


Figure 12. Interface de configuration d'Archistar pour la génération d'études de faisabilité (source : <https://www.archistar.ai/for-property-developers-legacy%20/>)

L'utilisation de ces plateformes s'appuie sur quelques étapes à partir desquelles il sera demandé à l'utilisateur d'effectuer un choix sur le site de construction et des paramètres principaux du ou des bâtiments visés (programme, performances visées, etc.) La plateforme génère et évalue ensuite une grande quantité d'options de conception en tenant compte des performances souhaitées et des critères axés sur les réglementations ou les facteurs environnementaux (Figure 13). Spacemaker et ArchiStar souhaitent intégrer l'IA dans leurs algorithmes de génération et d'optimisation. Cependant, il faut souligner la grande quantité de données à fournir à l'IA, que ne possède pas le secteur de la construction (de Boissieu, 2022).



Figure 13. Interface de configuration d'Archistar pour la génération d'études sur la lumière, la ventilation et la séparation des bâtiments (source : <https://www.archistar.ai/for-property-developers-legacy%20/>).

En 2019, Stanislas Chaillou développe le modèle **ArchiGAN** (Figure 14). Ce modèle GAN a été entraîné avec un jeu de données de 700 plans abritant des paires d'images (Figure 15). Il s'agit d'une combinaison entre une emprise au sol et la répartition programmatique dans un plan. Le modèle développé par l'architecte Stanislas Chaillou apprend progressivement par une phase d'entraînement durant environ 16 heures (Figure 16) (Chaillou, 2021, p.53).

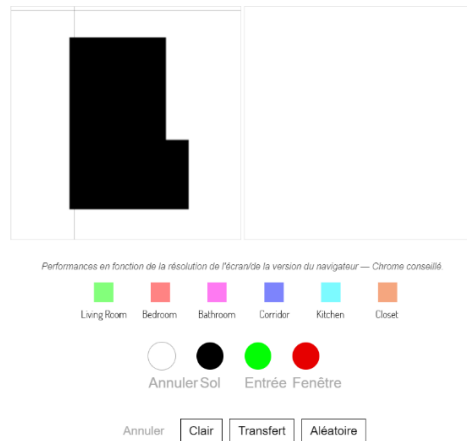


Figure 14. Modèle ArchiGAN http://stanislaschaillou.com/thesis/GAN/unit_program/

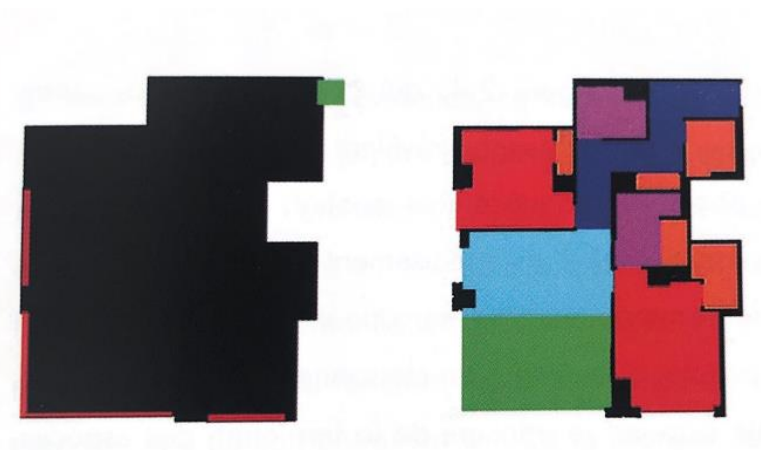


Figure 15. « Paires d'images : « input » à gauche et « output » à droite » (Chaillou, 2021, p. 53).



Figure 16. Phase d'entraînement (Chaillou, 2021, p.53).

Cette plateforme permet de générer une série d'aménagements intérieurs et plus particulièrement de la conception de plans d'appartements. Dans un premier temps, le concepteur introduit des données en entrée « *input* » : la configuration de l'emprise au sol, la position de l'entrée principale et l'emplacement des fenêtres (Figure 15, à gauche). Ensuite, en sortie « *output* » des plans sont suggérés par le modèle en y intégrant des unités colorées la répartition des pièces (salon, chambre, salle de bain, couloir, cuisine, placard et balcon), les cloisons et également les éléments structurels (Figure 15, à droite) (Chaillou, 2021, pp.58-59).

3.2.3 Le système d'intelligence artificielle text-to-image

Un autre aspect de l'intelligence artificielle à fort potentiel pour la conception architecturale est le champ de la visualisation par ordinateur : le système d'intelligence artificielle « text-to-image ». C'est à ce système que nous nous intéresserons dans ce travail. Le système d'IA est rendu possible par une série d'images légendées et récupérées depuis Internet (Ramesh et al., 2022). Actuellement, les systèmes text-to-image très médiatisés et répandus sont : Midjourney (Figure 17) qui permet de générer des images et de créer des variantes de l'image initiale ou encore Dall-e2 (Figure 18), Stable Diffusion, etc. L'explication de la pratique de ces systèmes est expliquée dans les paragraphes suivant à travers le cas de Dall-e 2 développé par OpenAI.



Figure 17. Exemples de génération d'images à partir de textes intégrant la conception architecturale (exploré par Neil Leach source : <https://www.instagram.com/neilleach14/?hl=fr>).



Figure 18. Exemple de génération d'images à partir de textes (OpenAI, 2021).

Le système CLIP, développé par OpenAI, repose sur la combinaison de texte et d'images collectionnés depuis Internet en utilisant la logique de la supervision. Le but principal est que le système puisse être capable de reconnaître toute une série d'éléments présents dans une image pour ensuite les faire correspondre à leurs noms. En pratique, si l'action d'un

jeu de données est d'organiser les images d'un objet A par rapport à un objet B, une vérification a lieu afin de vérifier que le modèle CLIP prédit une description textuelle correcte de « photo de l'objet A » (Figure 19).

CLIP consiste à un apprentissage sur une base de données non filtrées avec une variation et un bruit important. Cependant, le processus pour ce type de système demande une très grande quantité de calculs d'entraînement. Les développeurs se sont penchés sur l'intervention d'algorithmes dans le but de perfectionner l'efficacité de l'outil. Après de nombreux essais, les experts ont favorisé le modèle « Vision Transformer » qui est entraîné sur une période de deux semaines à partir de 256 GPU (OpenAI, 2021).

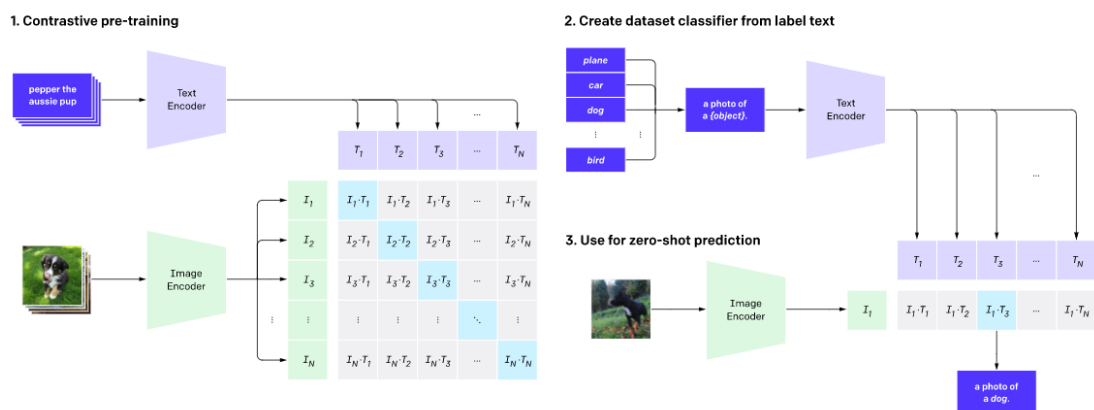


Figure 19. Phase d'entraînement d'un modèle CLIP (OpenAI, 2021).

Ces modèles text-to-image ont de grandes potentialités pour la conception architecturale. De nombreux exemples de leur usage dans le monde de l'art ont déjà été médiatisés, et nous voyons apparaître des cas d'usage pour la conception architecturale.

3.3 Idéation

Comme nous avons pu le voir dans la partie précédente, nous voyons apparaître de plus en plus d'outils génératifs pour les architectes. Nous pouvons nous interroger sur l'impact que ces différents outils ont sur la conception architecturale et en particulier sur la génération et le développement d'idées.

3.3.1 Définition de la notion d'idéation

L'idéation se situe au « cœur du processus d'innovation » et plus précisément au croisement du processus de conception et de la cognition (Gonçalves & Cash, 2021).

Par définition le processus de l'idéation peut s'expliquer par « le moment d'émergence du processus créatif, de déploiement et d'échange d'idées nouvelles » (Baudoux & Leclercq, 2022). L'idéation se définirait donc par l'apparition successive des idées telles que les idées émergentes durant la conception d'une solution en design (Dorta et al., 2008). Le processus d'idéation comprend deux échelons principaux (Gonçalves & Cash, 2021) :

1. **La création.** La façon dont les idées gagnent en maturité au fur et à mesure du temps.
2. **Le jugement.** Le diagnostic des idées générées dans leur contexte.

Les deux échelons permettront de construire la description d'une idée (Figure 20) qui progresserait comme ci-dessous :

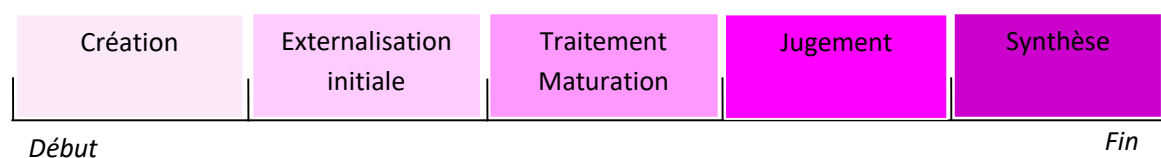


Figure 20. Processus de la description d'une idée (Gonçalves & Cash, 2021).

Il existe, cependant, quelques contradictions concernant la création et l'évolution des idées (Gonçalves & Cash, 2021) :

- **La « relation entre la quantité d'idée et la créativité ».** Elle suppose que le processus créatif comprend l'aboutissement à une solution créative en générant une quantité importante d'idées (Osborn, 1953; Parnes, 1961; Paulus et al., 2011, cité par Gonçalves & Cash, 2021).
- **La « difficulté à prédire l'adoption des idées ».** Très fréquemment la majorité des nouvelles idées sont abandonnées (Rietzschel et al., 2010), cité par Gonçalves & Cash, 2021).

Dans le cadre d'une recherche, une expérience pour encourager l'idéation a été menée par Hu, M., Shealy, T., Milovanovic, J., et Gero, J. Elle consistait en des observations des activations neurocognitives des étudiants lorsqu'ils sont dans une phase de brainstorming. Cette expérience conclut que le brainstorming est un processus d'idéation essentiel mais que les idées apparaissent au début de la phase de brainstorming et se déclinent au fur et à mesure du temps (Hu et al., 2022).

3.3.2 La conception architecturale

Safin propose une définition de la conception architecturale comme « *un processus complexe, faisant appel à de nombreux modes de raisonnement et possédant un caractère situé* ». Il donne de l'importance aux représentations externes telles que les plans, maquettes, etc. Celles-ci sont primordiales dans les activités cognitives impliquées dans la conception (Safin, 2011).

Lebahar (1983, cité par Safin, 2011) explique que le début de la conception architecturale comprend un « *dialogue et une interaction constante entre les représentations internes (modèle mental) et externes (esquisses, notes), tendant vers un mouvement global et progressif de la réduction de l'incertitude* », donc plus les esquisses seront détaillées plus le modèle mental obtiendra un meilleur niveau de certitude (Safin, 2011).

3.3.3 Les représentations internes et externes

Pour les architectes, la créativité se manifeste dans leur conception et particulièrement dans la représentation de leurs idées à travers l'esquisse, telle qu'une interaction entre l'esprit et l'esquisse (Eckert & Stacey, 2000).

En architecture les dessins, les plans et même les annotations sont des outils d'idéation et de création. Ces derniers sont définis comme des représentations externes dans les activités cognitives. Cependant, lors d'une activité cognitive le concepteur adoptera deux types de représentations (Safin, 2011) :

1. **La représentation externe**, qui est extérieure à la pensée, est identifiée par un ou plusieurs supports physiques contenant l'information et traités par le système perceptif.
2. **La représentation interne (mentale)**, qui active le système mnésique, un processus cognitif lié à l'individuel orienté vers des buts ou des actions.

Selon Safin (2011), lorsque le mécanisme de mémorisation est actif une représentation externe peut muter en interne, et le contraire a lieu par le processus d'externalisation. Cox (1999) explique que l'externalisation d'une représentation consiste en la traduction sous une différente configuration. En effet, la conception du dessin ne correspond pas au double de l'image mentale et il n'est pas question d'une projection entre l'image interne et l'image générée, explique Safin (2011). À la suite d'une étude portant sur l'imagerie mentale avec et sans support de dessin menée Anderson et Helstrup, les chercheurs concluent que l'imagerie mentale est potentiellement le moment où naît la découverte et la synthèse (Cox, 1999).

L'objectif de la représentation externe est d'être complémentaire à la représentation interne par la figuration d'informations (Safin, 2011). Par exemple, une raison qui encouragerait un individu à opter pour une représentation externe pourrait être son aide apportée au niveau mnémonique. Il est donc important de souligner que l'efficacité et l'efficacités des activités cognitives s'améliorent par la présence des représentations externes (Kirsh, 2010, cité par Safin, 2011). De plus, les activités cognitives des représentations externes permettent par l'organisation des données de réduire la charge de la mémoire de la recherche ainsi que du travail (Cox, 1999).

L'activité mentale ou la cognition est un domaine en interaction permanent avec son environnement, c'est pour cette raison que lorsque l'humain pense il exploite des éléments extérieurs. En ce qui concerne les rôles cognitifs de ces représentations externes, Safin (2011) établit quatre catégories présentes dans les activités humaines (Safin, 2011) :

1. **Alléger la charge mentale** : consiste à amoindrir la mémoire et offrir un traitement perceptif.
2. **Structurer le comportement** : il s'agit de définir les stratégies et les modes d'actions.
3. **Matérialiser l'information** : se caractérise par la quantité de bénéfices offerts tels que « *l'indépendance de l'information à l'auteur, la persistance et la confrontation aux lois physiques du monde* » (Safin, 2011).
4. **Étendre la cognition** : est l'improbabilité de l'élaboration de traitements cognitifs sans les représentations externes.

Les représentations externes peuvent s'élaborer sous formes graphiques, textuelles, figuratives ou encore interactives (Safin, 2011). Cependant, les auteurs Stenning & Oberlander (1995, cité par Cox, 1999) insistent sur le fait que les représentations graphiques sont moins expressives que leurs modèles phrasés. Ils illustrent ce propos par l'exemple suivant : « *on peut dire que la cuillère est au-dessus de l'assiette et le couteau à côté de l'assiette, mais on ne peut pas schématiser cette situation sans indiquer si le couteau est à droite ou à gauche de l'assiette* » (Cox, 1999). Le degré d'expressivité peut donc être atteint par des représentations graphiques contenant des textes, un exemple serait notamment le diagramme annoté (Cox, 1999).

Une représentation externe s'élabore lors de la rencontre des modèles externes et des modèles mentaux établis par des itérations et des interactions dynamiques, énonce Cox (1999). Celui-ci il ajoute que l'observation de Vygotsky explique bien l'importance d'intégrer des signes dans une action, car ils apportent une aisance au niveau des manœuvres qui sont irréalisables sans leurs interventions.

3.3.4 Les outils d'idéation

De nombreux outils informatiques tentent d'adapter les outils traditionnels pratiques dans le cadre de la conception architecturale (papier, calques, crayons, gommes, etc.).

HyperSketch II (Figure 21) est un exemple d'un environnement d'esquisse offrant la possibilité de rassembler des dessins interconnectés dans le but de dessiner les étapes de la conception. Cependant, il ne possède pas une capacité à interpréter (Safin, 2011).

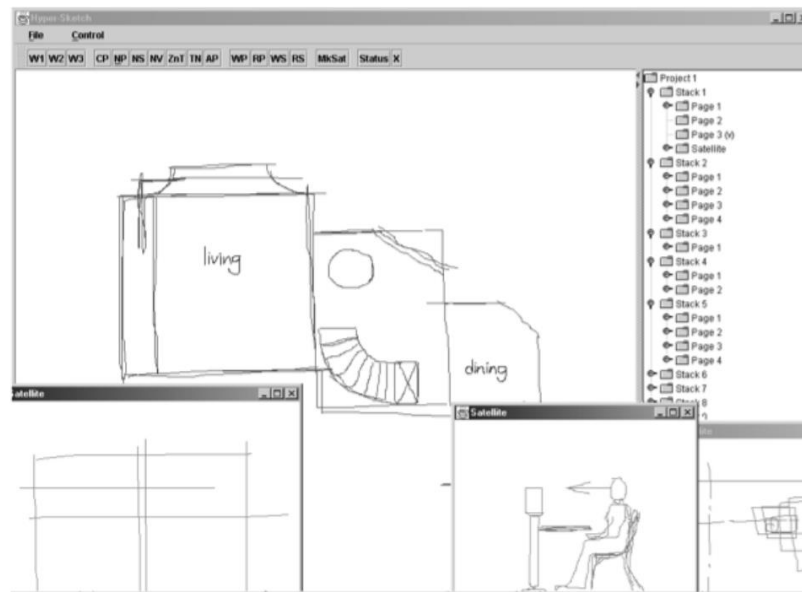


Figure 21. L'environnement d'esquisse Hypersketch II (Safin, 2011).

Un environnement multimodal développé par Electronic Paper (Figure 22) combine le « *le geste le papier réel et virtuel, (le) dessin et (les) interfaces tangibles* » dans un but de soutenir la conception en proposant plus de « *manipulation et l'annotation d'images* » (Safin, 2011).

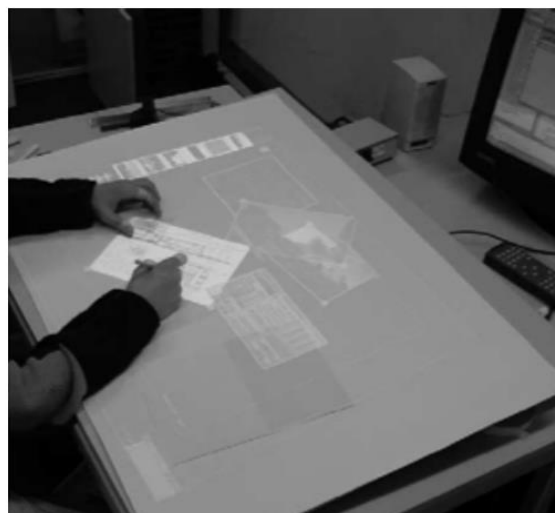


Figure 22. L'environnement d'esquisse Electronic Paper (Safin, 2011).

Une troisième plateforme pourrait être l'Hybrid Ideation Space (HIS) (Figure 23) construit par Dorta (2008). Ce dispositif propose à l'utilisateur une expérience immersive dans son esquisse. Plus concrètement, le processus intègre l'esquisse à main levée sur une tablette graphique qui est en parallèle projetée en taille réelle. L'objectif serait d'être confronté à la réalité du dessin conçu par le concepteur et d'avoir une perception des éléments en grandeur réelle (Safin, 2011).

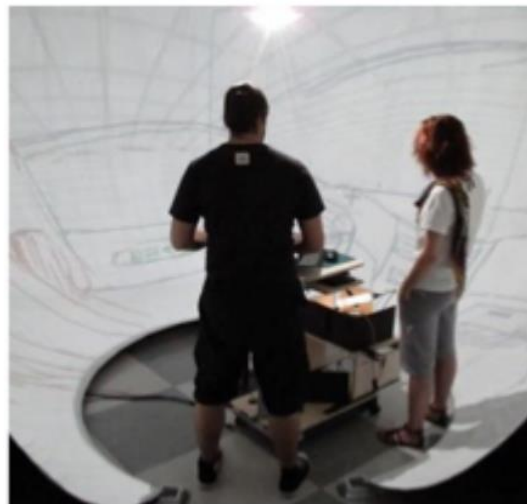


Figure 23. L'environnement immersif d'esquisse Hybrid Ideation Space (Safin, 2011).

L'intelligence artificielle médiatisée actuellement par les systèmes **text-to-image** tels qu'énoncés préalablement dans l'état de l'art manifeste un réel potentiel dans l'apparition et l'évolution d'une idée, plus précisément dans le processus d'**idéation** auquel fait face le concepteur tout au long de son projet.

Nous avons vu que les idées d'un architecte apparaissent, évoluent et se traduisent aux moyens de **représentations internes et externes**. Après avoir défini et caractérisé les deux types de représentation, il a semblé intéressant de construire un schéma (Figure 24) illustrant les relations possibles entre le système text-to-image ainsi que les différents types de représentations.

Pour ce faire, une expérience a été réalisée dans le but d'observer et d'analyser de plus près les différents potentiels résidant dans la relation entre les modèles text-to-image et le processus d'idéation.

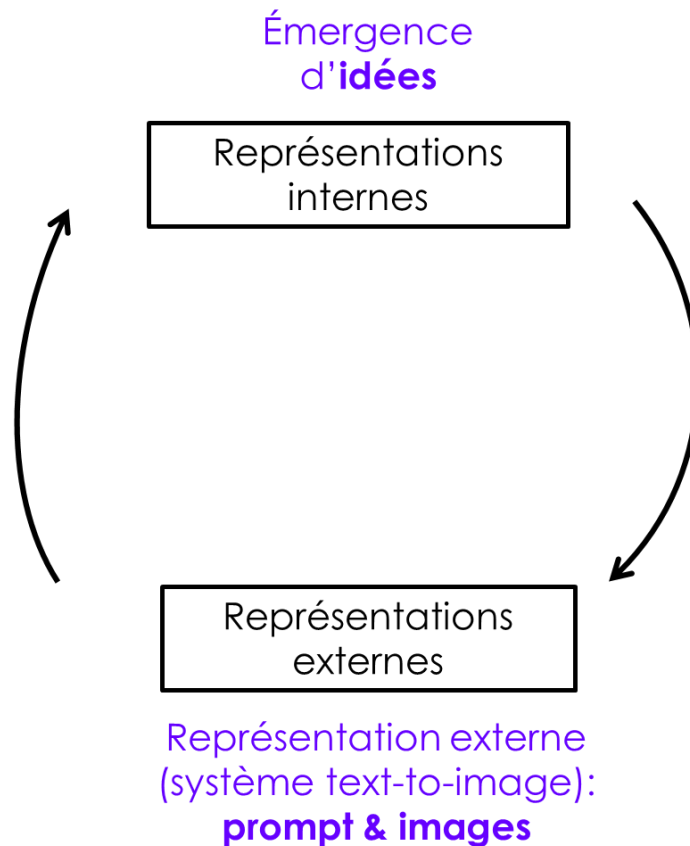


Figure 24. Schéma des relations potentielles entre les modèles text-to-image et l'idéation

4 Questions de recherche et hypothèses

4.1 Objectifs et questions de recherche

L'objectif de cette recherche est d'interroger le potentiel support des outils d'intelligence artificielle pour la phase d'idéation en conception architecturale, et d'interroger les enjeux cognitifs qui s'y déploient pour le concepteur. La problématique formulée dans le cadre de ce travail est la suivante :

Comment les systèmes d'intelligence artificielle peuvent-ils supporter l'idéation en conception architecturale ? Quels sont les enjeux cognitifs pour l'architecte utilisateur des systèmes text-to-image en phase d'idéation ?

Plusieurs sous-questions y sont associées :

- Comment le prompt évolue pendant l'idéation ? Quel dialogue s'établit entre les représentations internes et externes via le travail sur le prompt ?
- Quelles activités cognitives sont impliquées lors de l'utilisation du prompt en phase d'idéation ?
- Sous quelle forme se présente une représentation interne pendant l'externalisation de l'idée ?

4.2 Hypothèses

Dans ce travail, nous émettons les hypothèses suivantes (Figure 24, ci-dessus) :

- L'itération des images donne l'occasion d'explorer de nouvelles idées pour le concepteur.
- Le travail sur le prompt devient une nouvelle façon de générer des représentations externes, il ne s'agit donc pas d'une simple référence.

- Les représentations internes se concrétisent et s'affinent grâce au travail sur le prompt qui s'étoffe au fur et à mesure.
- La génération d'images offrirait au concepteur un gain de temps considérable pour la réalisation de certains types de documents, comme des collages pour représenter l'ambiance du projet.

5 Méthodologie de recherche

5.1 Méthodologie de recherche

Afin de répondre à la question de recherche et aux sous-questions énoncées dans la partie 4 du travail, ce travail propose une analyse qualitative des activités cognitives se manifestant lors de la phase d'idéation et faisant suite aux images générées par un système d'intelligence artificielle, text-to-image. Une expérience complétée d'un questionnaire ont été mis en place afin de pouvoir observer et analyser ces activités cognitives.

La méthodologie de recherche est décrite dans la section 5.1, le protocole d'expérience est abordé dans la section 5.3, le contenu du questionnaire, conçu dans ce travail, est expliqué à la section 5.4, le traitement des données par encodage et analyse par théorie ancrée sont présentées dans la section 5.6, et enfin, l'analyse et résultats sont présentés dans la partie 6 de ce travail.

Ci-dessous figure un schéma (Figure 25) résumant le processus de recherche expérimenté dans ce travail :

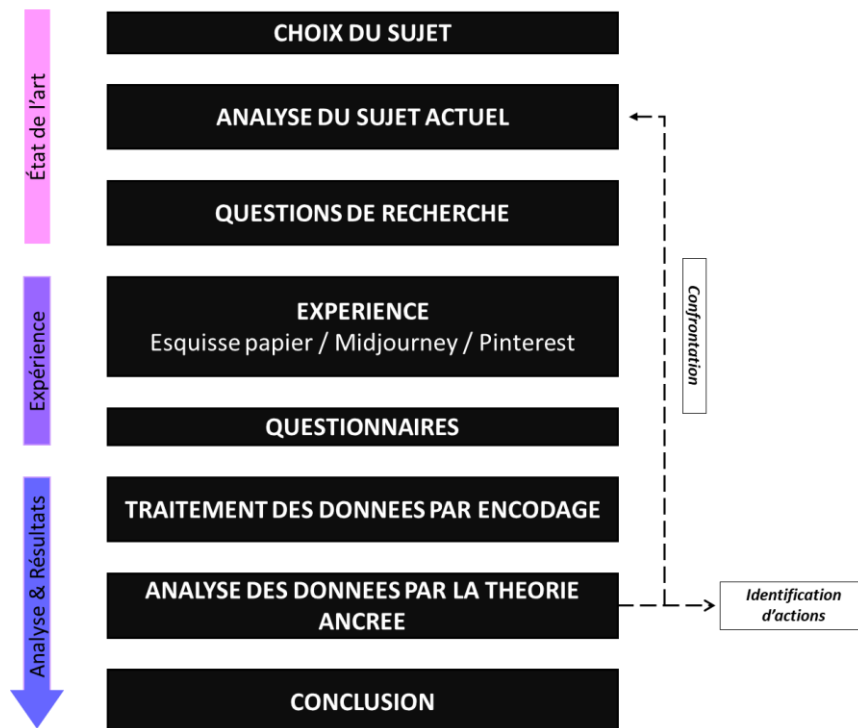


Figure 25. Méthodologie de travail.

5.2 Description de la méthode de recherche qualitative

L'étude a été menée à travers une recherche qualitative dont le but est de fournir une description détaillée du sujet de recherche. Plus précisément, cette méthode de recherche se réalise par une observation en profondeur des données recueillies (visuels, audio, vidéo, etc.) au sujet des comportements des participants pendant l'intégration d'un outil d'intelligence artificielle lors de la conception architecturale.

La démarche visée dans cette recherche s'élabore par la compréhension du phénomène étudié tout en intégrant les activités cognitives des acteurs. En effet, la recherche qualitative permettra de mettre en évidence les « *potentialités* ». Néanmoins, le risque de cette méthode réside dans le « *biais de confirmation* ».

Dès lors, les techniques employées pour la recherche qualitative sont les suivantes (Schneider, 2001) :

1. **Une observation directe.** Elles permettent d'approfondir la compréhension du contexte étudié pour ensuite le décrire.
2. **Une transcription des interactions.** Il s'agit d'une transcription des conversations entre acteurs.
3. **Un codage.** Il consiste à poursuivre la recherche à l'aide de l'analyse par induction.
4. **Un questionnaire.** Il permettra de comprendre la perception de l'acteur vis-à-vis de l'activité à laquelle il est soumis.

5.3 Protocole de l'expérimentation

5.3.1 Motivation et contenu de l'expérimentation

L'objectif de cette expérimentation était de mettre des étudiants en architecture en situation d'usage de l'IA dans le cadre d'un exercice d'idéation architectural. L'expérimentation a été conçue pour se dérouler sur un temps défini. Les étudiants étant tous

relativement débutant dans l'usage de l'IA, ils ont travaillé par groupe de 2 ou 3 et les bases de l'IA leur ont été rappelées au début de l'expérience.

L'exercice demandé était la conception d'une guinguette démontable sur le site du Jardin Botanique de Liège, permettant ainsi de travailler la petite échelle. Un nombre de contraintes et de lignes directrices ont été élaborés par la réalisation de la conception de la guinguette en 3 phases distinguant les supports utilisés : le papier, le système d'IA text-to-image et Pinterest. Une phase de brainstorming avec Pinterest, que les étudiants manipulent avec aisance, a été intégrée dans l'expérience dans le but de pouvoir relever les différences entre les représentations externes fournies par une IA et par un moteur de recherche visuel basé sur des productions existantes.

5.3.2 Déroulé de l'expérimentation

Dans un premier temps, une présentation théorique sur l'intelligence artificielle a eu lieu afin d'introduire le sujet du mémoire et la nature de l'expérience. Après avoir introduit et défini brièvement l'intelligence artificielle et ses quelques modèles, l'objectif et les modalités de l'expérience sont évoqués. Ensuite, un formulaire au sujet du consentement pour l'utilisation des données à caractère personnel est complété par les participants (Annexe 1).

Dans un second temps, dans le but d'initier les participants à la pratique de l'outil et particulièrement à l'écriture d'un prompt, un « **prompt-battle** » a été organisé. Le système d'IA utilisé dans cette étape était Dall-E 2. La confrontation réalisée entre deux binômes consistait à générer une image en 60 secondes à partir d'un prompt (description textuelle) sur base de deux mots clés fournis au préalable. Une fois les 60 secondes écoulées, les images (projetées sur les murs de la salle) ont été jugées par un vote avec l'ensemble des participants.

Dans un troisième temps, l'expérience est introduite aux participants. Il est énoncé que l'expérience portera sur la conception d'une guinguette démontable sur le site du Jardin Botanique de Liège. L'énoncé et le plan d'implantation du site (Annexe2) sont distribués aux étudiants. Ensuite, les différentes phases sont abordées.

Tout d’abord, chaque groupe procède à une phase de **brainstorming pendant 10 minutes sur une feuille A3** (fournie après les explications) avec leurs instruments de dessin. Les étudiants démarrent un enregistrement vocal qui s’arrêtera en fin d’expérience. Lors de cette phase aucun support informatique n’est rendu accessible aux étudiants.

Ensuite, les groupes passent à une seconde phase, celle de la deuxième étape du **brainstorming de 30 minutes avec comme support une feuille A3 et un ordinateur**. C’est durant cette phase que les étudiants démarrent l’enregistrement d’écran à l’aide de l’application **Camtasia**. Trois groupes entament l’étape par l’utilisation d’un système text-to-image **Midjourney pour** continuer leur brainstorming pendant 25 minutes pendant que les deux autres groupes débutent avec **Pinterest** durant 5 minutes. Une fois le temps écoulé, les participants changent d’outil, ceux qui étaient sur Midjourney continuent le brainstorming avec Pinterest et inversement.

Enfin, les étudiants achèvent l’expérience en consolidant sur une slide leur brainstorming, qu’ils présenteront pendant 5 minutes devant les autres participants, mais avant la présentation chaque étudiant répond individuellement au questionnaire.

Synthèse des étapes :

| Étape | Durée | Support | Description |
|--|--------|---|---|
| 1 INTRODUCTION | 30 min | -Projecteur -Ordinateur (projection des slides) | Introduction sur le sujet de mémoire et découverte par une approche théorique de l’IA et ses modèles |
| Démarrage de l’enregistrement vocal | | | |
| 2 INITIATION <i>au système « text-to-image »</i> | 20 min | -Deux ordinateurs -Deux projecteurs | Exploration du système « <i>text-to-image</i> » pour la compréhension du fonctionnement de l’écriture d’un prompt (description textuelle) |
| Démarrage de l’enregistrement d’écran | | | |

| | | | |
|---|--------|--|---|
| 3 BRAINSTORMING I | 10 min | -Feuille A3 -Instruments de dessin | Brainstorming de la conception d'une « <i>guinguette démontable sur le site du Jardin Botanique de Liège</i> » sans ordinateur. |
| 4 BRAINSTORMING II | 30 min | -Feuille A3 -Instruments de dessin -Ordinateur, souris, clavier -Midjourney -Pinterest | Brainstorming de la conception d'une « <i>guinguette démontable sur le site du Jardin Botanique de Liège</i> » avec ordinateur (Midjourney et Pinterest). |
| 5 CONSOLIDER | 5 min | -Ordinateur, souris, clavier -Powerpoint | Consolider sur une slide. |
| Fin de l'enregistrement vocal et d'écran | | | |
| 6 QUESTIONNAIRE | 5 min | -Ordinateur, souris, clavier | Répondre au questionnaire individuellement. |
| Démarrage de l'enregistrement vocal et d'écran | | | |
| 7 PRESENTATION | 5 min | -Ordinateur et projecteur | Présentation par groupe du brainstorming réalisé pour la conception de la guinguette démontable. |

5.3.3 Expérience 0

Une expérience 0 a été testée avec deux étudiants de la faculté d'Architecture de l'Université de Liège quelques jours avant l'expérience. L'objectif de ce test à blanc était de

confirmer le bon fonctionnement du protocole mis en place. Suite à cette expérience 0 des modifications ont été apportées :

- Prolongement de la durée estimée pour chaque étape.
- Organisation d'une étape intermédiaire pour la découverte du système « *text-to-image* ».
- Vérification d'une application d'enregistrement d'écran sur les ordinateurs de la salle informatique.
- Inscription au discord de Midjourney avant l'expérience

5.4 Questionnaire

En complément avec l'expérimentation, nous avons voulu connaître les connaissances préalables des étudiants en termes d'IA ainsi que de leurs perceptions après la découverte de ce nouvel outil.

C'est la raison pour laquelle, il est apparu évident de mettre en place un questionnaire. Celui-ci a été entièrement anonymisé. Cependant, dans le but de construire des liens entre leurs réponses et leurs productions réalisées au cours de la séance, il a été demandé de mentionner à la première question le nom du groupe attribué.

Le questionnaire a été conçu dans le but d'analyser la perception des étudiants après avoir exploré le système text-to-image. Il a donc été demandé aux participants d'y répondre en fin d'expérimentation.

Celui-ci comprenait : deux questions ouvertes concernant l'identification du groupe ainsi que l'impact de l'outil sur la conception et deux questions fermées au sujet de l'exploration préalable de l'outil et l'écriture du prompt (voir tableau figure 26).

| |
|--|
| Quelle était la couleur attribuée à votre groupe ? |
| Avant l'expérience, aviez-vous utilisé Midjourney ? |
| Avez-vous trouvé l'écriture du prompt compliquée ? |
| Comment décririez-vous l'impact de Midjourney sur la conception de la guinguette ? |

Figure 26. Tableau reprenant le contenu du questionnaire.

5.5 Volet éthique

En ce qui concerne l'approche du volet éthique de la recherche, un formulaire relatif au consentement (Annexe 1) a été complété en amont de l'expérience par les étudiants. Au début de la séance, les étudiants ont été avertis que l'expérience et ses résultats s'inscrivaient dans le cadre d'un mémoire.

Les conversations entre les étudiants et leurs réponses au questionnaire ont été rendues anonymes. L'anonymat a été réalisé via l'attribution à chaque étudiant d'un même groupe une couleur (orange, rouge, vert, bleu et violet). Dans les codages, les étudiants sont identifiés par des lettres (le premier étudiant prenant la parole = A, second étudiant B, ...).

5.6 Traitement des données par encodage et analyse par théorie ancrée

L'expérience est traitée par une analyse profonde des dialogues entre participants enregistrés pendant l'expérience. L'objectif serait d'aboutir à une catégorisation des activités identifiées potentiellement intéressantes dans le cadre de ce travail. Pour cela, les données seront traitées par un codage, qui sera entamé par la transcription des conversations et s'enchaînera par l'identification des relations entre les différentes catégories mises en évidence. Le codage s'établit par induction à l'aide de la théorie ancrée (Schneider, 2001).

La théorie ancrée permet d'entamer l'analyse de façon inductive. Le processus s'entame par un codage comportant un jeu de données restreint et qui s'étoffera au fur et à mesure de l'émergence de la théorie (Schneider, 2001).

Lors de la l'élaboration de l'analyse, trois types de codage par induction, proposés par la théorie ancrée (Schneider, 2001), ont été appliqués :

1. « **Le codage ouvert** ». Il permet de regrouper les éléments ressemblant dans une seule catégorie. Dans cette étape, la transcription des conversations est lue et des parties de textes sont étiquetées.
2. « **Le codage axial** ». Le processus consiste à placer les relations dans une catégorie et des sous catégories. Lors de cette phase, les codes étiquetés vont être alliés et les catégories et sous-catégories vont apparaître.
3. « **Le codage sélectif** ». Cette méthode propose de mettre une catégorie en évidence pour les besoins de l'analyse.

6 Analyse et résultats

6.1 Données récoltées

L'expérience a été réalisée en décembre 2022 dans le cadre du cours « culture numérique et conception orientée Data » du Prof. Sylvie Jancart à l'ULiège. Quinze étudiants y ont participé, ils étaient répartis en six équipes par groupe de deux ou trois :

1. Groupe jaune : 3 étudiants
2. Groupe orange : 3 étudiants
3. Groupe rouge : 2 étudiants
4. Groupe violet : 3 étudiants
5. Groupe bleu : 2 étudiants
6. Groupe vert 2 étudiants

Tous les enregistrements ont été recueillis. Cependant, l'expérimentation du groupe jaune n'a pas été considérée comme valide suite à un manque de production en lien avec l'exercice demandé, dû à un manque d'implication et de concentration à l'expérience. Le manque de matière ne permettait pas d'effectuer une analyse pertinente dans le cadre de l'étude.

Dans le cadre de cette expérience, plusieurs données ont été recueillies (Figure 27) :

- Les feuilles A3 pour la première phase du brainstorming ;
- Les images générées sur Midjourney et Pinterest ;
- Les enregistrements vocaux des échanges entre étudiants durant toute l'expérience ;
- Les enregistrements d'écran pour les phases d'expérience intégrant l'utilisation de l'ordinateur ;
- La slide de présentation consolidée par les étudiants ;
- Les réponses au questionnaire.



Figure 27. Exemples de données recueillies

En premier lieu, une synthèse sous forme de tableaux (Annexe 3) a été réalisée pour chaque groupe afin de coordonner 1- les conversations retranscrites depuis les enregistrements vocaux, 2- les feuilles A3 sur lesquelles étaient réalisée la première étape du brainstorming ainsi que 3- les prompts (description textuelle) conçus des brainstormings sur Midjourney et Pinterest (voir Annexe 3).

Dans ces tableaux, la conversation retranscrite a été fragmentée toute les 30 secondes approximativement puis analysée et codée en fonction des différentes actions identifiées par induction grâce à la théorie ancrée (Figure 28).

Enfin, les réponses au questionnaire ont été étudiées afin d’approfondir ou de mettre en perspective les résultats obtenus.

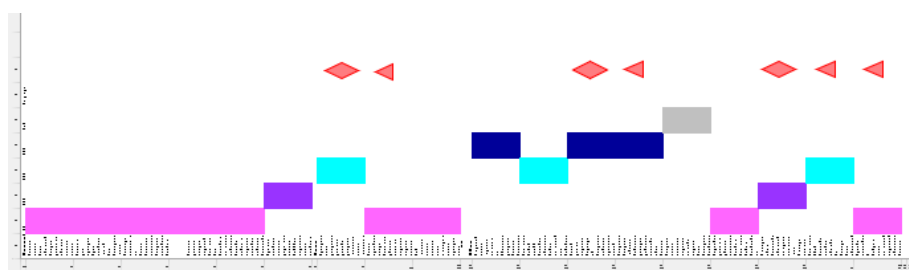


Figure 28. Exemple d’un codage réalisé.

6.2 Catégories d'actions identifiées par le codage par induction

La théorie ancrée propose la méthode du codage par induction (cf. section 5.6) (Schneider, 2001). C'est principalement à l'aide de cette dernière qu'a été réalisé le codage ouvert, axial et sélectif, dans cette étude, pour l'ensemble des groupes. Dès que la transcription a eu lieu, une réflexion s'en est suivie et les premières catégories d'actions ont commencées à émerger. Certaines ont été combinées dans une même catégorie.

Cinq catégories d'actions ont été identifiées, chacune a été associé à un codage (Figure 29) :

- **IDE** (code rose fuchsia) : Regroupant les actions liées à l'idéation, comprenant :
 - Suggestion d'une idée/concept/intention ;
 - Convergence d'une idée précédente avec une nouvelle intention d'intervention ;
 - Approche technique, structurelle, fonctionnelle (de nouvelles idées, concernant la conception formelle et fonctionnelle de la guinguette, surviennent suite aux contraintes technique et structurelle) ;
 - Approbation positive/négative d'une idée ;
 - Externaliser une idée pendant un dialogue ;
 - Sensibilisation écologie/ environnementale (la sensibilité écologique fait émerger de nouvelles idées dans la réalisation de la guinguette comme intégrer les espaces verts dans la conception) ;
 - Référence à des architectes (en s'inspirant d'un style architectural, des idées ont été influencées et de nouvelles sont apparues) ;
 - Retour à l'idée d'origine.

- **HUM** (code mauve) : Regroupant les actions relatives aux émotions ou au travail collaboratif :
 - Ressentis et émotions de l'étudiant ;
 - Remise en question ;
 - Mise en commun, collaboration.

- **REP** (code bleu turquoise): Regroupant la conception de représentation externe :
 - Discussion/ Décision sur les choix des moyens de communication et représentations de l'idée ;
 - Conception du prompt ;
 - Approbation positive/négative des représentations générées / produites.

- **EXT** (code bleu marine): Regroupant la résolution d'un problème technique, l'apprentissage du fonctionnement de l'outil ou le retour à l'énoncé pour obtenir des informations (orientation nord-sud, déroulé de l'expérience, organisation du travail, etc.) :
 - Fonctionnement de « Midjourney » ;
 - Intervention de « Deepl » pour la traduction français-anglais ;
 - Remise en question sur l'orthographe d'un mot ;
 - Intervention de Deepl comme pense-bête ;
 - Adaptation à l'outil (les participants s'adaptent au système d'IA, ils arrivent à estimer le temps de génération d'une image, ils parviennent à trouver la source d'un problème qui survient soudainement, etc.) ;
 - Retour à l'énoncé, aux caractéristiques de la guinguette démontable.

- Intervention d'une personne externe (code gris)

Chacune de ces catégories d'action a été utilisée dans le codage des expérimentations (Figure 28 et 29).

| IDE | HUM | REP | EXT | Intervention d'une personne externe |
|-----|-----|-----|-----|-------------------------------------|
| | | | | |

Figure 29. Légende de couleurs utilisées pour l'identification de pattern.

Pour établir des potentiels liens avec les patterns d'actions, on identifie également les actions clefs suivantes :

- 1- L'entrée d'un prompt (Figure 30 a)
- 2- La génération d'une image initiale à partir d'un prompt (Figure 30 b)
- 3- La génération d'une variante de l'image initiale à l'aide des paramètres de variations sur Midjourney (Figure 30 c)

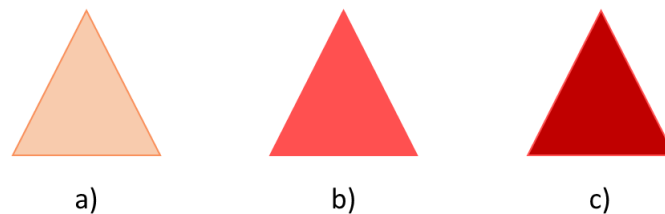
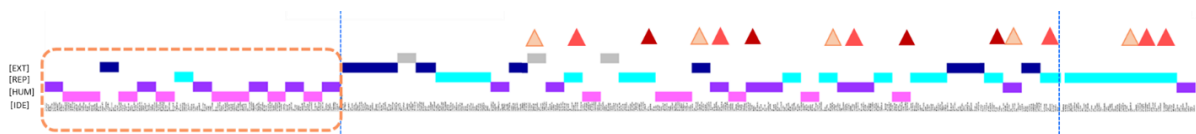


Figure 30. Symboles de codage pour ; a- l'entrée d'un prompt, b- la génération d'image, c- la génération de variante.

6.3 Motifs récurrents des actions identifiées

6.3.1 Analyse des premières phases d'idéations et des premières productions de représentations externes

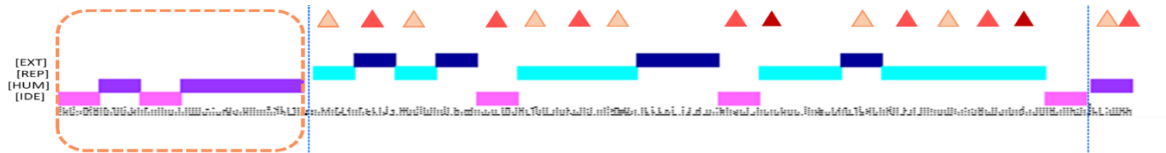
Lors de l'analyse, nous constatons que l'idéation croît considérablement en début d'expérience et plus exactement durant la phase I du « brainstorming » imposée aux étudiants. Ce phénomène est assez récurrent dans tous les groupes (cf. encadrés oranges dans la figure 31). Nous pouvons émettre l'hypothèse que ce phénomène est probablement lié à la conception de l'expérimentation (cf. section méthodologie de recherche).



Groupe orange



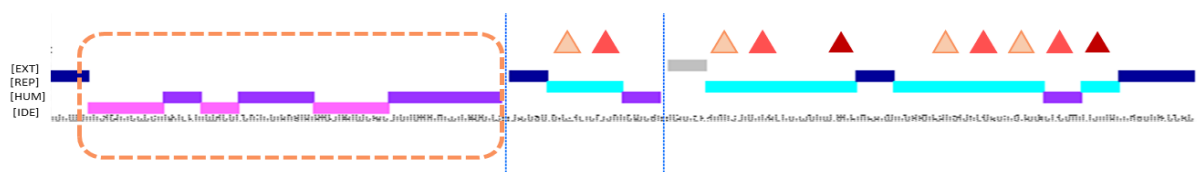
Groupe rouge



Groupe violet



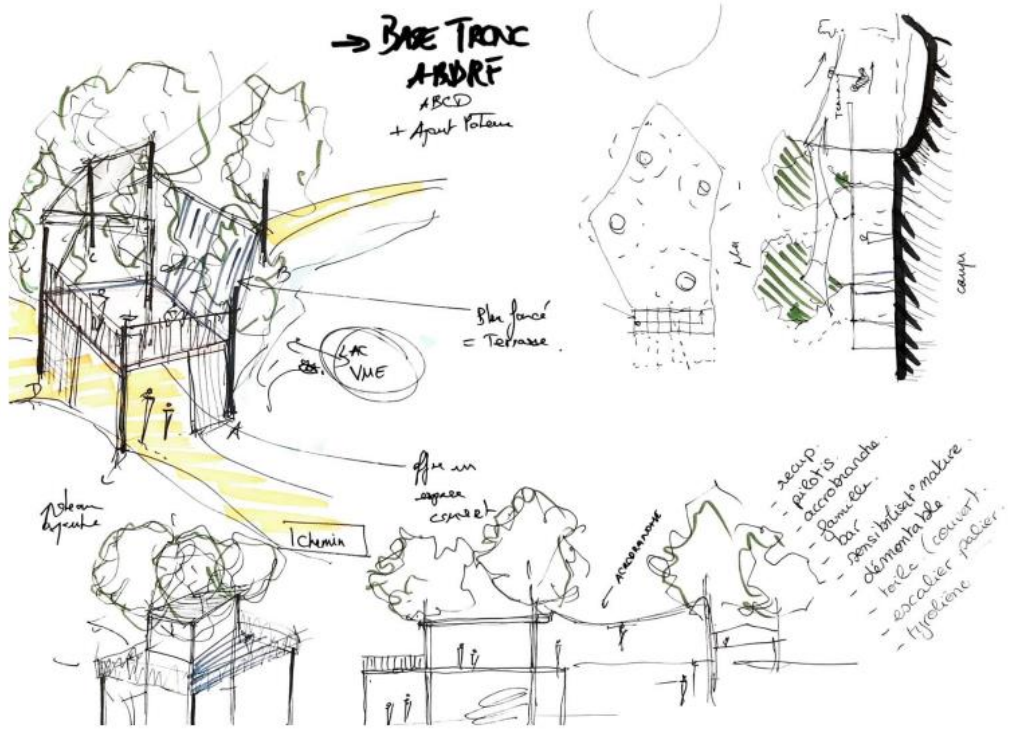
Groupe bleu



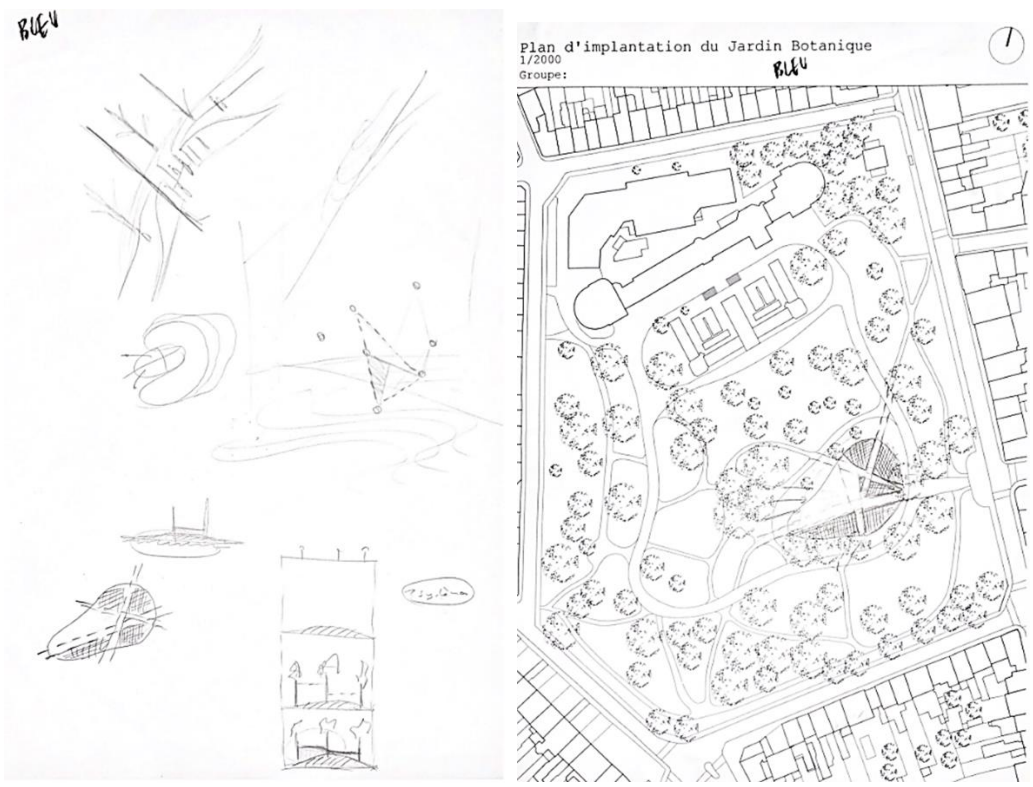
Groupe vert

Figure 31. Récurrences d'activités d'idéation en phase I du brainstorming (encadrés orange).

Cette forte présence des activités d'idéation en début d'expérimentation (code rose fuchsia), en parallèle du travail d'esquisse sur papier (Figure 32, Annexe 4), dériverait de l'étape **d'externalisation initiale de l'idée** (Gonçalves & Cash, 2021).



Groupe orange



Groupe Bleu

Figure 32. Brainstorming par esquisse sur feuille A3.

C'est à ce moment de la collaboration en équipe qu'émergent les premières idées et ces **représentations mentales**, ainsi que les premières **représentations externes**. Il semble que l'on retrouve ici ce qu'identifie Safin, c'est-à-dire que les représentations externes sont produites dans le but d'alléger la charge mentale, de structurer le comportement, de matérialiser l'information et d'étendre la cognition (Safin, 2011).

Les groupes adoptent des approches assez différentes pour alléger leur charge mentale et le propos de Cox apparaît dans l'augmentation d'expressivité des représentations externes par l'intégration d'annotations. Nous constatons que les actions des groupes orange et violet confirment cette théorie quand ils accompagnent leur plan, coupe, élévation ou axonométrie par des annotations textuelles (Figure 33), alors que les groupes rouge, vert et bleu réalisent les mêmes représentations externes sans les compléter par des annotations textuelles (Figure 34).

Nous remarquons lors de la deuxième phase de l'expérimentation, que les groupes orange et violet tirent profit de cette réalisation d'annotations pour la conception de leur prompt (Figure 35).

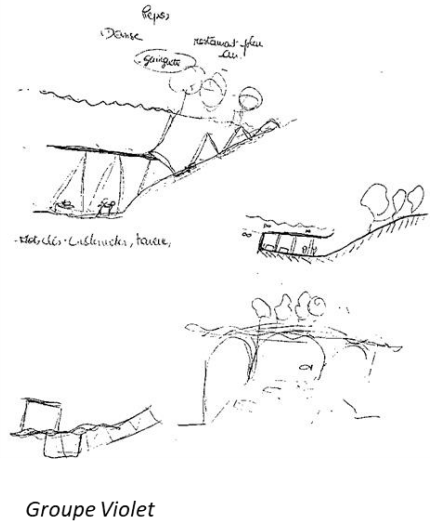
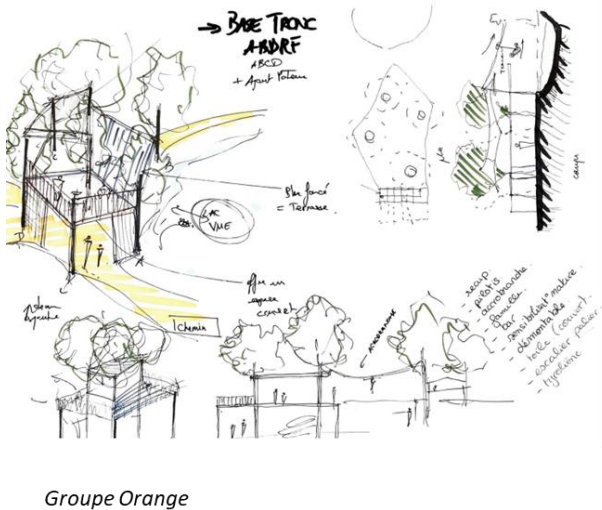
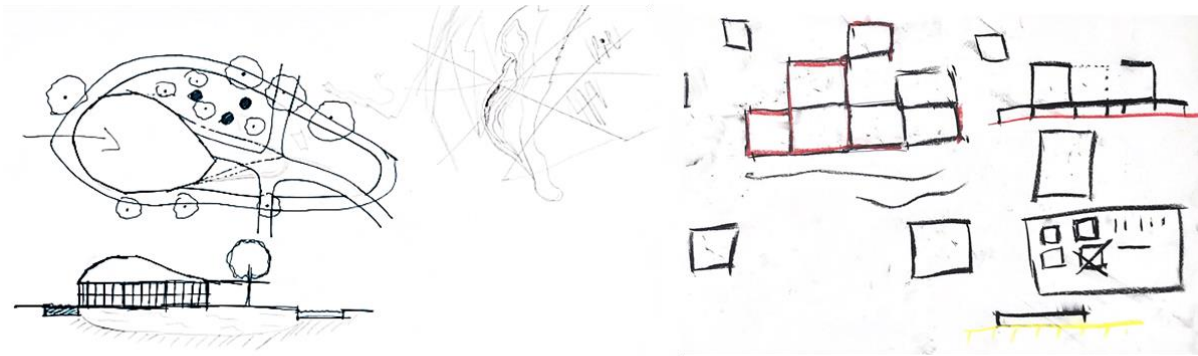
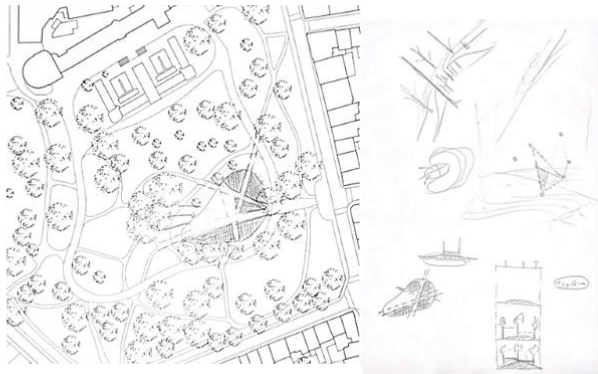


Figure 33. Réalisation de représentations externes (plans, coupes, élévations, axonométries) avec annotations.



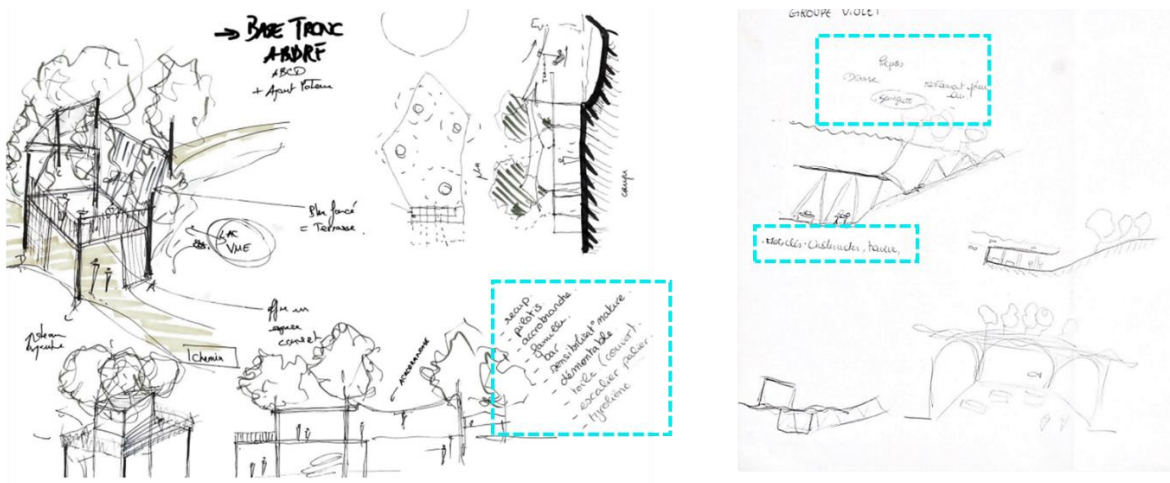
Groupe Rouge

Groupe Vert



Groupe Bleu

Figure 34. Réalisation de représentations externes (plan, coupes, élévations et axonométries) sans annotations.



Prompt: "Tree climbing bar guinguette lake shelter in the tree architecture shelter leaf rooftop stair balcony nature family children photorealistic recycled materials wood palet --v 4"

Groupe Orange

Prompt: "Underwater tavern, warm lightning, people dancing, slim column"

Groupe Violet

Figure 35. Insertion des annotations réalisées dans la phase I du brainstorming dans le prompt en phase II du brainstorming

Les représentations externes apportent une dimension complémentaire à la compréhension de la représentation interne. Un des membres du groupe orange avance « *je vois les arbres sortir et ce qui est abrité au-dessus* ». Le groupe semble donc retrouver sa représentation mentale qu'il avait tenté d'esquisser (Figure 33) dans la représentation externe fournie par Midjourney suite au prompt qu'ils ont introduit (Figure 36).



Figure 36. Image générée par le groupe orange avec le prompt « *Tree climbing bar guinguette lake shelter in the tree architecture shelter leaf rooftop stair balcony nature family children photorealistic recycled materials wood palet - -v 4* ».

Par l'observation des codages (encadrés dans la figure 38), nous remarquons, dans tous les groupes, un fort travail de conception du prompt après la génération d'image par Midjourney. Ici, nous pouvons faire l'hypothèse que la volonté des étudiants est d'aboutir à une représentation externe se rapprochant au plus de leurs représentations mentales, donnant lieu à un travail considérable sur le prompt afin de le faire évoluer. Par exemple, dans le codage du groupe vert nous remarquons rapidement ce qui vient d'être énoncé (Figure 38). Pendant l'expérimentation les membres du groupe vert n'approuvaient pas les images générées et ont décidé d'apporter des modifications (en gras) sur leurs prompts :

1. Bâtiment pliable, ouvert et couvert
2. **Pavillon démontable parc**
3. Pavillon démontable **pour manger**
4. **Bar couvert pliable**
5. **Restaurant** pliable
6. **Cube** pliable **architecture**
7. Cube architecture **dépliable**
8. **Restaurant dans** un cube dépliable

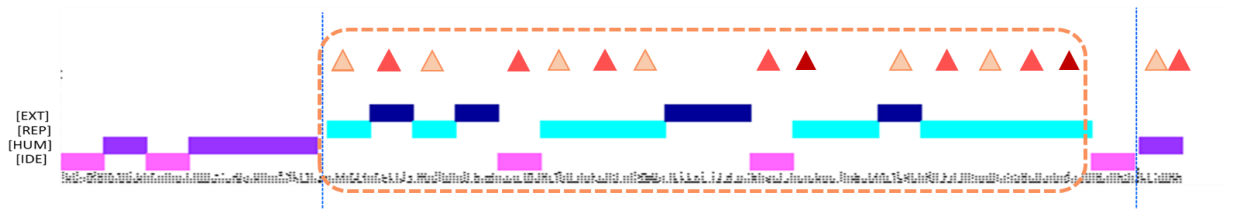
Ce même phénomène est également observé dans le codage du groupe bleu et violet mais contrairement au groupe vert, ici, les étudiants progressent dans la conception du prompt par des approbations positives des représentations externes (Figure 37) et ainsi, peaufinent leur prompt jusqu'à obtenir une image se rapprochant de leur représentation mentale. Les étudiants semblent favoriser le travail du prompt à la variation d'une image dans le but d'atteindre les caractéristiques de la conception souhaitée par une description détaillée du projet dans le prompt.

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Topography park, different levels, trees, spaces to laydown under the trees on top of the topography, on top of topography of grass different layers of stretched canvas connecting trees, shades, atmospheres, --v 4 2. Topography park, spaces to laydown under the trees on top of the grass topography, on top different layers of floating stretched canvas connecting trees creating shades, atmospheres, --v 4 3. Topography park with spaces to laydown under the trees on top of the grass topography, on top different layers of floating stretched canvas connecting trees creating shades, hut design, atmospheres, --v 4 4. Topography grass park with underneath the topography different huts, different levels, under trees 4 5. Different topographies creating a continuity with the park with the under the topography huts, --v 4 6. Different topographies creating a continuity with the park in the city the under the topography huts, terrace zen, spaces to lay down under the trees and on top of the topography, --v 4 7. Different topographies creating a continuity with the park in the city the under the topography huts, terrace zen, spaces to lay down under the trees and on top of the topography, people laying down and playing--v 4 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Underwater tavern, warm lightning, people dancing, slim column 2. Tavern under a lake, in park, people dancing, warm light, glass roof, column rigid like 3. Tavern underwater, under a lake in park, people dancing, warm light, glass roof, column rigid like --v4 4. Tavern underwater, under a lake in park, people dancing, warm light, bright day light, glass roof, column fishbone like inside the tavern --v4 5. Tavern underwater, under a lake in park, people dancing, warm light, bright day light, glass roof, column fishbone of building --v4 6. Tavern underwater, under a lake in park, people dancing, warm light, bright day light, glass roof, inside view, camera close to people --v4 7. A view inside a underwater glass roof tavern, under a lake with people dancing, warm light during a bright day 8. A realistic view inside a underwater glass roof tavern, under a lake with people dancing, warm light during a bright day 9. A hyperealistic view inside a underwater glass roof tavern, under a lake with people dancing, warm light during a bright day HD, HDR, 8K, --ar3:2 --uplight --v 4 |
|--|--|

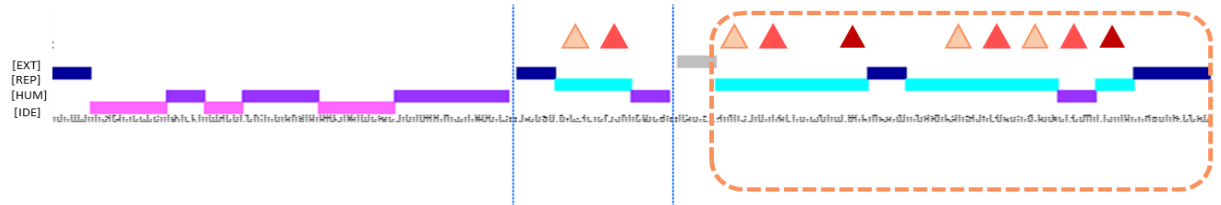
Groupe bleu

Groupe violet

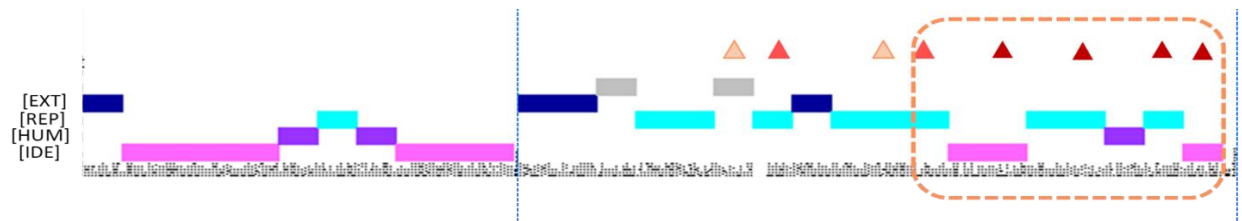
Figure 37. Evolution du prompt des groupes bleu et violet.



Groupe violet



Groupe vert



Groupe bleu

Figure 38. Récurrence d'activités de la conception du prompt.

Lorsque les images générées ne conviennent pas aux représentations internes des étudiants, nous remarquons que ces derniers concentrent fortement leurs activités sur le travail du prompt (flèche rouge dans la figure 39).

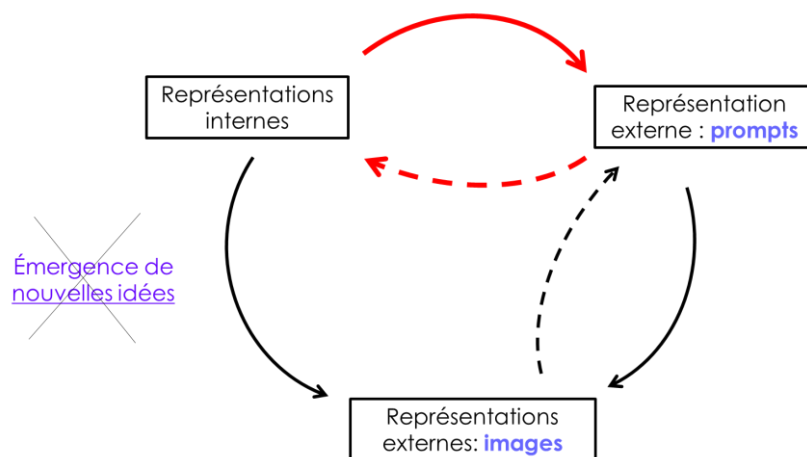
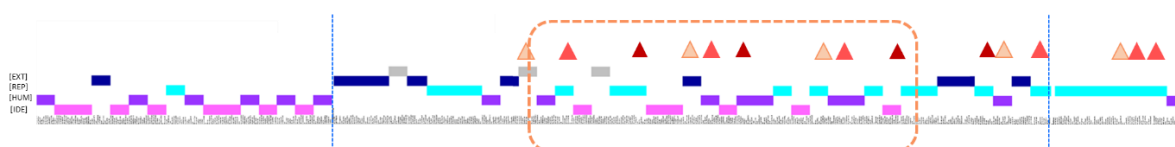


Figure 39. Activité axée fortement sur le travail du prompt.

Après la phase de conception du prompt réalisée par les étudiants, nous identifions par les actions HUM (code mauve) la nécessité de collaborer entre les membres du groupe après avoir obtenu la représentation externe fournie par Midjourney. Par exemple, les étudiants du groupe orange (cf. encadré orange dans la Figure 40) introduisent leur prompt et collaborent en remettant en question des éléments de l'image obtenue pour ensuite aboutir à l'émergence d'une idée.



Groupe orange

Figure 40. Emergence d'idées après collaboration.

Par ailleurs, nous pouvons saisir une influence provenant des autres prompts défilant dans le chat discord de Midjourney sur le prompt des étudiants. Le cas se présente pour le groupe violet qui s'aperçoit qu'un prompt contient des types de résolution augmentant la qualité de l'image c'est pourquoi dans le dernier prompt (cf. figure 37) nous verrons « *HD, HDr, 8K, --ar3:2 --uplight* ».

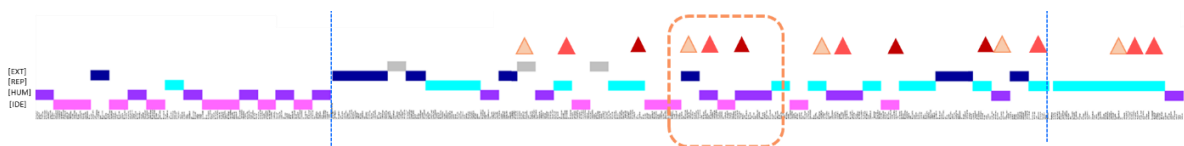
Toujours sur le travail du prompt, nous constatons que le groupe orange fait intervenir des références d'architectes dans la conception du prompt afin d'obtenir une image contenant des ressemblances avec le style architectural de l'architecte en question. L'étudiant propose cette intervention en avançant « *est-ce qu'on ne mettrait pas un architecte qui fait un peu des choses qui ressemblent à ça, comme ça il pourra voir l'idée* ». Après avoir intégré une référence au prompt : « *rope, sun happy, sustainable, **Shigeru ban**, tree climbing bar guinguette lake shelter in the tree architecture shelter leaf rooftop stair balcony nature family children photorealistic recycled materials wood palette* », les étudiants s'interrogent sur la forme organique du pavillon (Figure 41) et déduisent qu'elle émane probablement de la référence.



Figure 41. Représentation externe après ajout de référence à un architecte.

De plus, les activités liées à l'idéation (code fuchsia) dans le codage (encadré orange dans la figure 42) apparaissent lorsque les étudiants ajoutent une référence à leur prompt :

« *Rope, sun happy, sustainable, **Shigeru ban**, tree climbing bar guinguette lake shelter in the tree architecture shelter leaf rooftop stair balcony nature family children photorealistic recycled materials wood palette* ».



Groupe orange

Figure 42. Apparition d'une activité d'idéation après avoir ajouté des références au prompt.

Dans les codages (encadrés orange dans la figure 43), nous remarquons que les activités liées à l'idéation (code fuchsia) de quatre groupes émergent à la suite d'une génération d'images ou de sa variation sur Midjourney (Figure 44), à partir du prompt fourni par les différents groupes. Par exemple, après avoir obtenu la représentation externe sur base d'un prompt, nous constatons par le dialogue entre deux étudiants du groupe violet « A : est-ce qu'on garde ce côté voûté ou un truc plus carré ? C : oui, j'aime bien le côté voûté » que le groupe intègre l'idée suggérée par le système text-to-image dans sa conception de la guinguette.

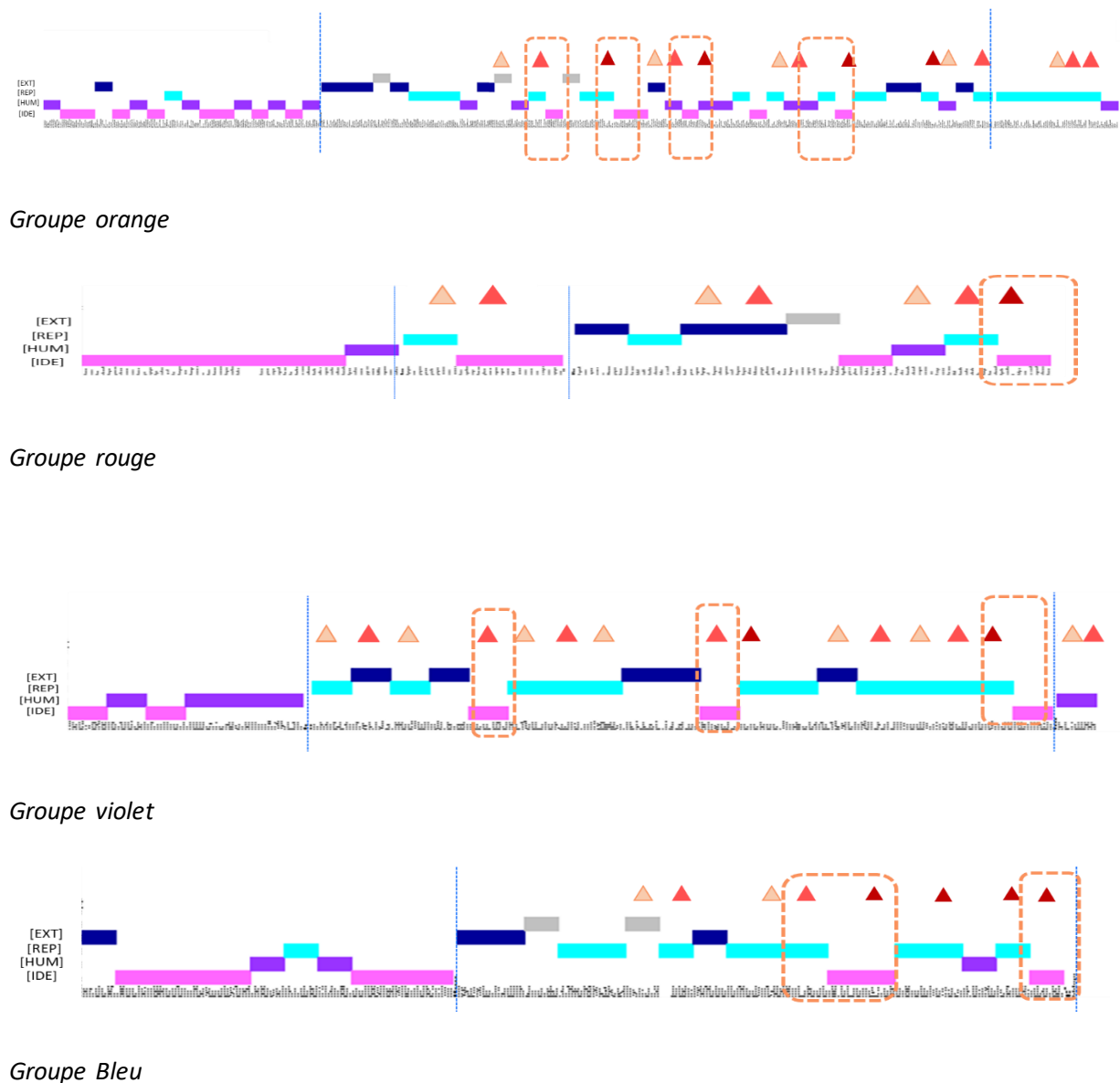


Figure 43. Récurrences des activités liées à l'idéation après la génération et variation de représentations externes.

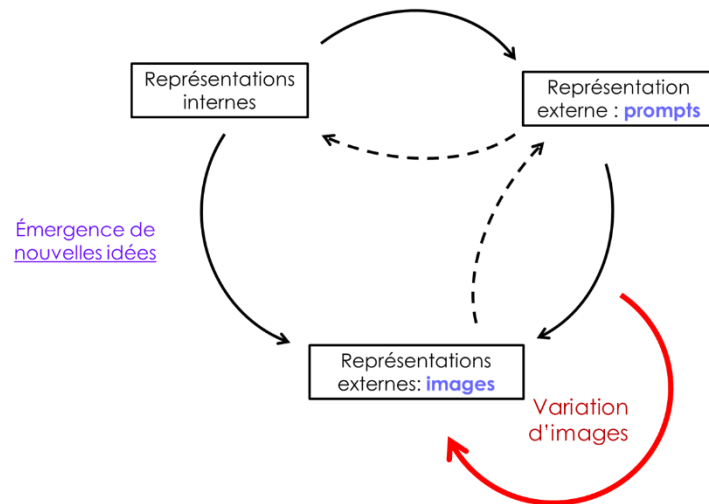


Figure 44. Emergence d'idées après la variation de l'image.

Le groupe vert a axé la conception de sa guinguette sur l'aspect démontable de celle-ci, comme mentionné dans l'énoncé de l'expérience (cf. Annexe 2). Sur Pinterest (Figure 45), les étudiants ont trouvé assez rapidement des images intégrant la technique de démontage et convenant à leur idée esquissée en phase I du brainstorming. Cependant, malgré de nombreuses tentatives de générations et de variations d'images (Figure 46) accompagnés d'un travail sur le prompt, Midjourney a été incapable de fournir des représentations externes tenant compte de l'aspect technique et structurel évoqués par le groupe vert à travers le prompt.

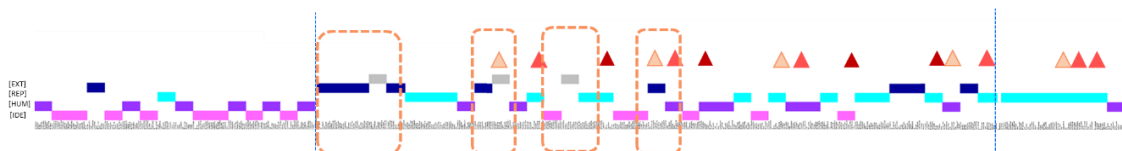


Figure 45. Représentations externes générées avec Pinterest et contenant l'approche technique pour la guinguette démontable.

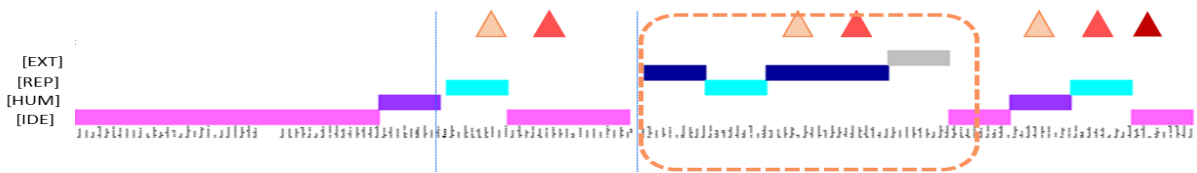


Figure 46. Représentations externes (images générées au-dessus, variantes des images en-dessous) ne contenant pas le niveau de technique souhaité.

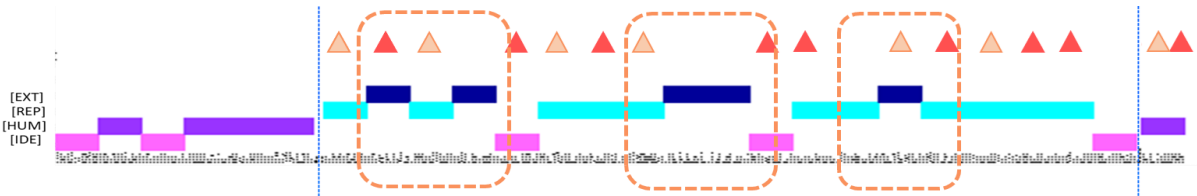
Pour tous les groupes, nous constatons que les activités liées aux problèmes et résolutions techniques (code bleu marin) ainsi que l'intervention d'une personne externe (code gris) apparaissent lors de l'utilisation de Midjourney (cf. encadrés orange Figure 47). Ceux-ci se manifestent au moment où les groupes tentent de se connecter au système ou de comprendre le fonctionnement général des paramètres : comment introduire un prompt, comment créer des variantes, comment télécharger une image, comment augmenter la résolution d'une image, etc. Cependant, nous remarquons que le groupe violet n'a pas été confronté à cette problématique. Ce phénomène peut s'expliquer par la relation établie avec le questionnaire dans lequel nous remarquons qu'un membre du groupe a évalué (faiblement) son utilisation de Midjourney avant l'expérience.



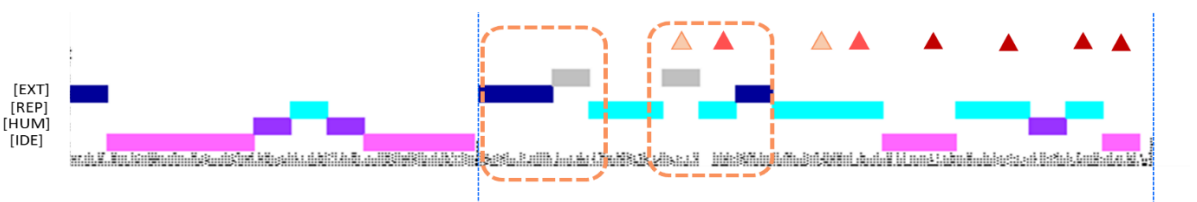
Groupe orange



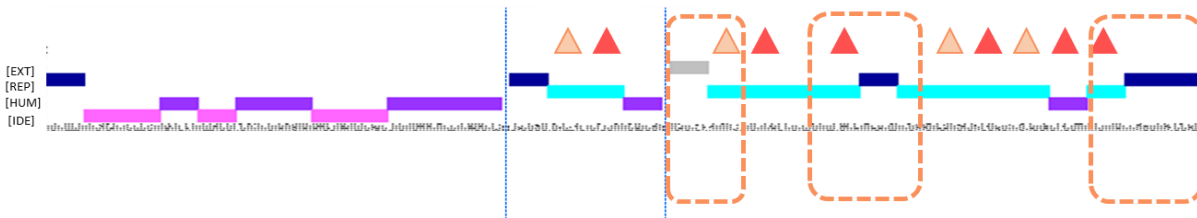
Groupe rouge



Groupe violet



Groupe bleu



Groupe vert

Figure 47. Apparition des activités liées aux problèmes techniques et interventions d'une personne externe.

6.3.2 Perception de l'outil par les étudiants : analyse du questionnaire

L'analyse du questionnaire montre la faible utilisation avant l'expérience du système text-to-image de Midjourney par les étudiants : 86,7% des participants à l'expérience n'avait

jamais utilisé Midjourney avant (Figure 48). Ce qui pourrait expliquer les récurrences des problèmes techniques apparus lors de l'expérience.

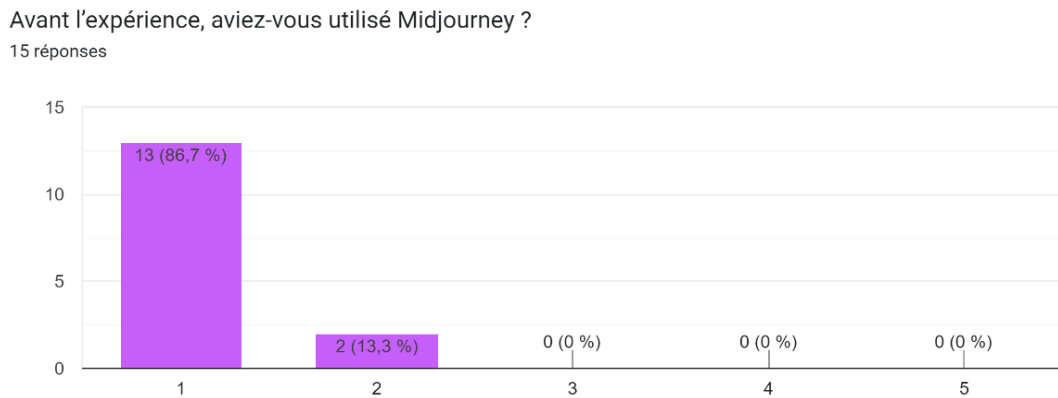


Figure 48. Nombre d'étudiants ayant utilisé Midjourney.

Il avait été demandé aux étudiants d'évaluer sur une échelle linéaire de 1 à 5 la difficulté rencontrée pendant l'écriture du prompt (Figure 49). Nous constatons que 6 étudiants sur 15 l'évaluent à 0 (pas du tout difficile) et 3 étudiants à 1. Finalement, 60 % des étudiants n'estiment pas qu'il soit compliqué de concevoir un prompt. On confirme ici la relative facilité d'utilisation du prompt, déjà identifié dans la littérature (cf. section 3), pour des utilisateurs n'ayant jamais exploré le système d'IA.

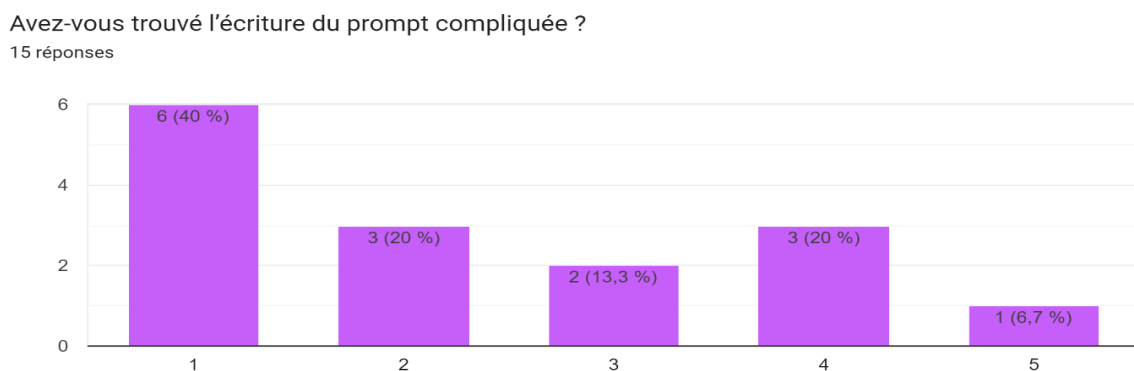


Figure 49. Niveau de difficulté de l'écriture d'un prompt évalué par les groupes.

Finalement, la dernière question du questionnaire portait sur la perception des étudiants de l'impact de Midjourney sur la conception de leurs guinguettes.

Nous constatons par le propos de deux étudiants (groupe orange) que Midjourney a permis l'évolution de leurs idées concernant la forme de la guinguette. Ce qui expliquerait le

style architectural qu'ils ont défini dans le prompt en se référant à un architecte (cf. Figure 41) :

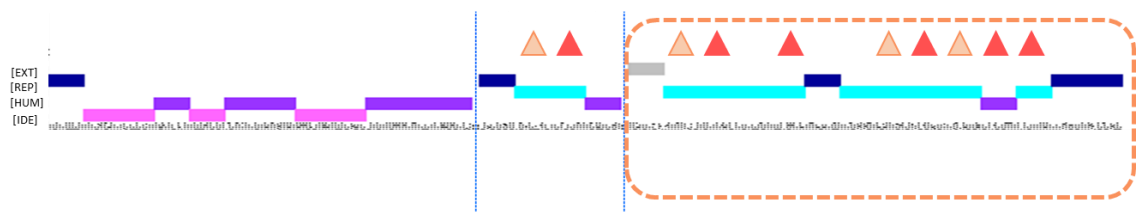
- « *Cet outil nous a été grandement utile dans deux sens : premièrement car par la **saisie de mots-clefs** pour générer les images cela nous a permis de **faire une synthèse** de notre projet en mettant un focus sur les concepts les plus importants, et deuxièmement car les différentes images qui ont été générées nous ont également permis de savoir **l'aspect formel** de la guinguette souhaitée » étudiant du groupe orange ;*
- « Elle **impacte beaucoup la forme** qu'on a imaginé de base. En 10 min sur la feuille A3, on prend le temps de penser au lieu et aux contraintes et qualités du site et seulement légèrement à la forme. Midjourney permet de développer ce côté plus volumétrique et organique du projet. C'est un **bon outil pour développer les formes** » étudiant du groupe orange.

Nous remarquons que la qualité expressive des images générées par le système text-to-image permet aux étudiants de visualiser leur conception et de faire émerger de nouvelles idées en influençant l'idée initiale :

- « Ceci m'a permis de visualiser ma conception mentale du projet et de pouvoir la développer » étudiant du groupe bleu ;
- « Il permet une plus grande **ouverture créative et conceptuelle**, car par son interprétation du prompt il permet **l'émergence de nouvelles idées** » étudiant du groupe bleu ;
- « On a d'abord eu **l'idée générale** en brainstorming **sans midjourney**, en tapant les prompts on a eu des images plus **précises et intéressantes** de notre idée. Je pense que pour cette fois ce n'est pas midjourney qui a aidé à concevoir le projet en termes d'idée, mais en termes de visuel il a **influencé l'idée**. (Par exemple on pensait à une construction sous l'eau, mais avec midjourney on a pu trouver des idées semi-immergées alors qu'on ne lui avait pas forcément demandé) » étudiant du groupe violet.

Nous constatons que les représentations externes produites par le groupe vert avec Midjourney ne convenaient pas à leurs attentes. Selon eux, leurs idées (représentations internes) traduites par le prompt (représentation externe) ne coïncidaient pas avec les images générées par Midjourney (représentations externes). Ce constat expliquerait le manque d'activités liés à l'idéation à certains moments du codage (encadré orange Figure 50).

- « La recherche dans midjourney est **compliquée**, les résultats obtenus sont souvent **éloignés** de notre conception mais si on apprend mieux à se servir de midjourney, cela peut devenir très intéressant » étudiant du groupe vert ;



Groupe vert

Figure 50. Manque d'activité d'idéation avec Midjourney

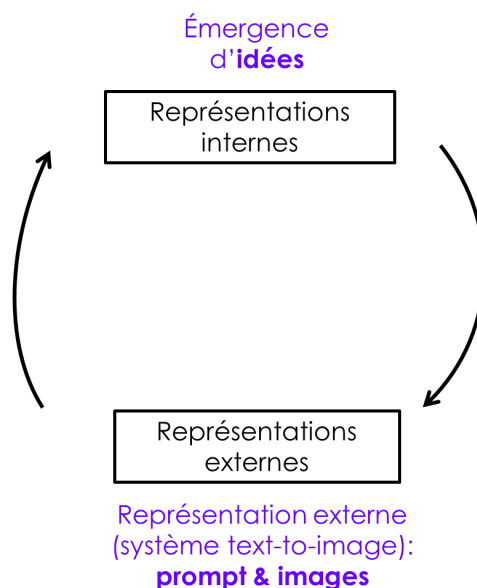
À travers ces réponses, nous constatons que les étudiants sont satisfaits des résultats obtenus par les images obtenues sur base de leurs prompts ainsi que des idées qu'ils ont pu développer avec le support de l'outil text-to-image.

7 Discussions

7.1 Retour sur la question de recherche suite aux résultats d'expérience

Les résultats obtenus après l'analyse des expérimentations et des questionnaires se rapprochent des hypothèses émises au début de la recherche et permettent de répondre aux sous-questions énoncées (cf. section 4 du travail) :

- 1- Nous avons constaté que pendant l'idéation le prompt évolue beaucoup, en particulier grâce à l'apport d'un nouveau contexte, de références à des architectes, de détails, d'ambiance, de la résolution souhaitée, de matérialité, etc. Le travail sur le prompt, qui est donc un travail sur le texte, est relativement nouveau pour l'architecte, même si on a pu le remarquer un travail d'annotation dans la phase préalable de l'expérimentation de Midjourney (Figure 33).
- 2- Parmi les activités cognitives qui se sont manifestées au cours de l'expérience, nous identifions de façon claire :
 - a. **La représentation interne** par des activités dans le système mnésique des participants dans le but d'étendre la cognition par l'externalisation de l'idée.
 - b. **La représentation externe** qui se manifeste dès que le participant extériorise l'idée au moyen d'esquisse, de génération d'images sur base d'un prompt et d'écriture du prompt.



- 3- Nous remarquons que pendant l'externalisation d'une idée, la représentation interne se traduit par des esquisses avec une mise en évidence par des couleurs, des annotations textuelles qui augmentent l'expression du dessin ainsi que par la conception de prompt, durant laquelle les étudiants enchaînent avec des idées auxquelles ils pensent.

7.2 Constatations et recommandations

À la suite des résultats obtenus par le codage à l'aide de la théorie ancrée, nous relevons plusieurs constats :

- Il est évident de déduire que la représentation externe proposée par un système d'intelligence artificielle **text-to-image** ne devient pas une simple référence mais va au-delà d'une inspiration pour les architectes/concepteurs. Ce système d'IA viendrait donc **supporter la phase d'idéation** en proposant une série d'idées qui resteront encore à évaluer par l'approbation positive ou négative des concepteurs.
- Il semble être important d'avoir un minimum de maîtrise de la plateforme pour contrer les problèmes techniques tels que survenus lors de l'expérience. Pour de prochaines expériences, il sera intéressant de laisser l'étudiant s'approprier de l'outil au préalable de l'expérience pour lui apporter une certaine aisance lors de son utilisation.
- Lors de l'analyse, nous avons également aperçu, que les images générées par une intelligence artificielle n'étaient pas en mesure de fournir une approche technique ou structurelle concernant une conception architecturale, qui s'expliquerait par le propos que Midjourney n'a probablement pas été entraîné de cette façon. A contrario, Pinterest a satisfait certains participants pour son approche plus technique. Il serait donc intéressant que l'architecte entraîne son propre système d'IA en fonction de ses besoins et de sa vision
- Il est important de noter que la mise en place des trois phases lors de l'expérimentation semble porter une influence sur certaines activités. Dans une prochaine recherche, il sera intéressant de réduire les contraintes énoncées dans le cadre de l'expérience. L'étudiant pourrait ainsi potentiellement continuer à approfondir son esquisse tout au long de l'expérience en esquissant sur papier, contrairement à ici, où les étudiants ont

abandonné l'évolution de leurs esquisses en passant à une autre phase de l'expérience. Une autre réflexion serait de filmer l'évolution du brainstorming des étudiants afin d'identifier de façon précise les moments de relations entre les représentations interne et externe.

Finalement, nous complétons le premier diagramme (cf. Figure 24) suite à l'analyse et résultats de l'expérimentation (Figure 51). Pendant l'analyse des données recueillies, il a semblé évident de dissocier les deux types de représentations externes et d'y ajouter entre une étape intermédiaire, celle de la variation d'images qui a également permis aux étudiants de continuer à faire émerger leurs idées. Cependant, il s'avère moins important de laisser en évidence (flèche grise figure 51) la relation entre une représentation interne et externe en évidence, car pendant l'expérimentation certains étudiants n'ont pas réussi (depuis leurs représentations internes) à faire émerger des idées (à travers les représentations externes).

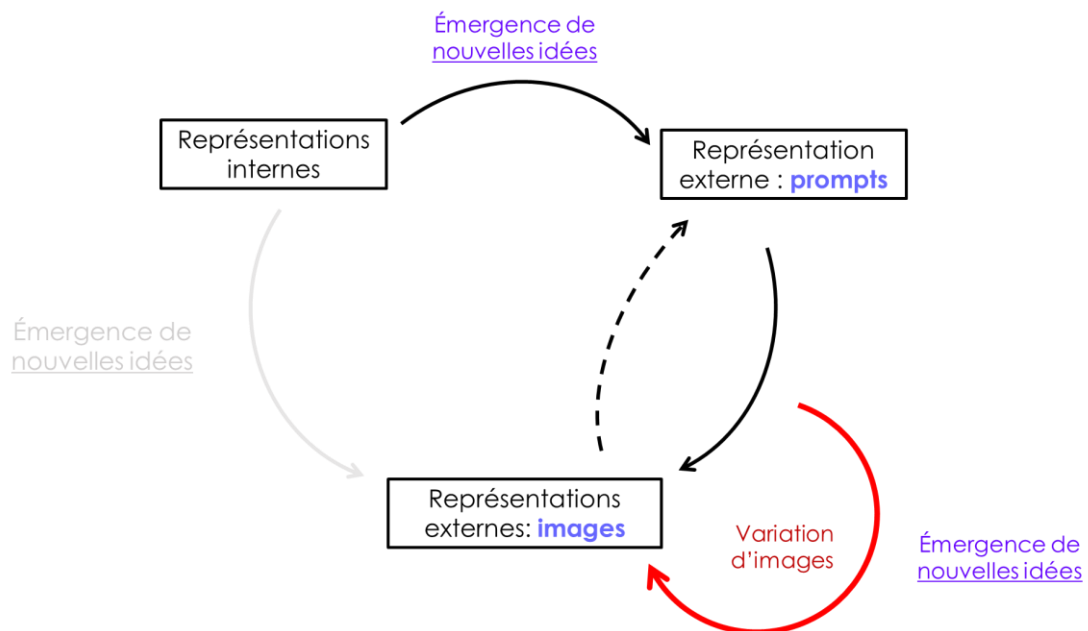


Figure 51. Evolution et confirmation du diagramme.

8 Conclusions

Ce travail traite d'un système d'intelligence artificielle « **text-to-image** » qui s'insère dans une logique du « *computational design* » par le bouleversement des modes de pensée relatifs à la conception du projet en phase d'idéation. Dans cette recherche, nous traitons particulièrement de l'éventuel potentiel qui résiderait dans ces systèmes d'IA pour l'idéation en architecture.

À travers l'expérimentation réalisée dans cette recherche nous arrivons à la conclusion que les systèmes d'intelligence artificielle text-to-image tels que Midjourney, Dall-e2 ou Stable Diffusion détiennent un réel potentiel concernant leurs capacités à pouvoir supporter l'idéation en conception architecturale.

Ces systèmes « text-to-image » permettent d'élaborer des enjeux et relations intéressants entre **les représentations internes** qui se traduisent par des **premières représentations externes** : conception d'esquisse et de prompt et de **secondes représentations externes** (images) générées sur base des prompts.

Suite à l'expérimentation qui a été élaboré dans ce travail, il est important de noter que le concept du prompt est un travail assez nouveau pour l'architecte. Dans cette étape, il doit être capable de fournir une description détaillée de sa représentation interne pour augmenter la qualité expressive de l'image générée par le système d'IA.

Lors de l'expérience, le système d'IA Midjourney n'a pas été en mesure de fournir une approche technique de la conception de la guinguette. Ce phénomène s'explique probablement par le fait qu'il n'a pas été entraîné sur base d'un jeu de données intégrant l'approche technique. Dès lors, il devient intéressant de s'interroger sur le développement de ce système d'IA dans la pratique architecturale, comme l'architecte qui entraînera son propre système en y intégrant les caractéristiques qu'il envisage faire apparaître dans la génération d'images.

Il devient évident que les images générées et les variations de celles-ci par un système d'IA ne sont pas qu'une simple référence mais détiennent un réel potentiel pour supporter la phase d'idéation.

Perspectives

Cette étude aura une suite et se complétera par de futurs travaux, notamment dans le cadre d'une thèse de doctorat pour étudier le sujet. Elle aura pour point de départ des expériences élaborées à partir des premiers retours obtenus de l'expérience réalisée dans le cadre de ce travail.

L'objectif de cette future perspective serait de proposer aux étudiants de la Faculté d'Architecture ainsi qu'aux architectes, la possibilité de pouvoir entraîner leurs propres systèmes d'intelligence artificielle, par exemple l'entraînement du système sur des détails techniques, sur des documents de collage (pour des concours), etc.

L'avantage de ce futur projet serait le gain de temps sur un projet (lors de concours par exemple). Il sera bénéfique également pour la communication des représentations internes de l'architecte vers son client et inversement. En outre, il permettrait d'optimiser et d'apporter une autre dimension au processus d'idéation, dans un but d'innovation, notamment vis-à-vis des outils traditionnels qui ne seraient pas toujours optimaux.

9 Bibliographie

- Baudoux, G., & Leclercq, P. (2022). Usability of BIM in Preliminary Design : A Study of the Relevance of the Different Representations Allowed by BIM. In Y. Luo (Éd.), *Cooperative Design, Visualization, and Engineering* (Vol. 13492, p. 305-316). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16538-2_31
- Bonnardel, N. (2006). *Créativité et conception - Approches cognitives et ergonomiques*.
- Briggs, R., & Reinig, B. (2010). Bounded Ideation Theory. *J. of Management Information Systems*, 27, 123-144. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222270106>
- Calixte, X., Ben Rajeb, S., Gronier, G., & Leclercq, P. (2019). Questionnement de la synchronisation de l'information par les usages logiciels (BIM) en conception architecturale collaborative. In *10ème colloque de Psychologie Ergonomique*. <https://hdl.handle.net/2268/238643>
- Chaillou, S. (2021). *L'intelligence artificielle au service de l'architecture*. Le Moniteur.
- *CLIP: Connecting text and images*. (2021). Consulté 22 avril 2023, à l'adresse <https://openai.com/research/clip>
- Cox, R. (1999). Representation construction, externalised cognition and individual differences. *Learning and Instruction*, 9, 343-363. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(98\)00051-6](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(98)00051-6)
- de Boissieu, A. (2022). Introduction to Computational Design : Subsets, Challenges in Practice and Emerging Roles. In M. Bolpagni, R. Gavina, & D. Ribeiro (Éds.), *Industry 4.0 for the Built Environment* (Vol. 20, p. 55-75). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82430-3_3
- de Boissieu, A. (2020). Super-utilisateurs ou super-spécialistes ? Cartographie des catalyseurs de la transformation numérique en agence d'architecture. *Cahiers de la recherche architecturale, urbaine et paysagère*, 9|10. <https://doi.org/10.4000/craup.5551>
- De Matteis, L., Janny, S., Nathan, S., & Shu-Quartier, W. (2022). *Introduction à l'apprentissage automatique*. <https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/14512/14512-introduction-lapprentissage-automatique-ensps.pdf>

- De Matteis, L., Janny, S., & Shu-Quartier, W. (2022). *Introduction à l'apprentissage profond*.
<https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/14519/14519-introduction-lapprentissage-profond-enspsb.pdf>
- Dorta, T., Pérez, E., & Lesage, A. (2008). The ideation gap : Hybrid tools, design flow and practice. *Design Studies*, 29, 121-141.
<https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.12.004>
- Eckert, C., & Stacey, M. (2000). Sources of inspiration : A language of design. *Design Studies*, 21(5), 523-538. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(00\)00022-3](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(00)00022-3)
- Gonçalves, M., & Cash, P. (2021). The life cycle of creative ideas : Towards a dual-process theory of ideation. *Design Studies*, 72, 100988.
<https://doi.org/10.1016/j.destud.2020.100988>
- Güzelci, O. Z. (2022). *Machine Learning in Predicting Section Drawings—Case of Anatolian Seljuk Kümbets*. 169-176. <https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2022.2.169>
- Hu, M., Shealy, T., Milovanovic, J., & Gero, J. (2022). Neurocognitive feedback : A prospective approach to sustain idea generation during design brainstorming. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 10(1), 31-50.
<https://doi.org/10.1080/21650349.2021.1976678>
- Hurmane, A., Roche, J.-M., Leroy, F.-H., Boulch, A., & Besneray, G. L. (2019). *Détection et reconnaissance d'endommagements dans les matériaux composites par Deep Learning*.
- Leach, N. (2022). *Architecture in the Age of Artificial Intelligence*. Bloomsbury.
- Le Cun, Y. (2019). *Quand la machine apprend : La révolution des neurones artificiels et de l'apprentissage profond*. Odile Jacob.
- Louppe, G. (2019). *Intelligence artificielle*. Paper presented at Conférence APM seniors Liège, Liège, Belgium. <https://hdl.handle.net/2268/240779>
- Louppe, G. (2022). *INFO8006 : Introduction to Artificial Intelligence*. Consulté 14 avril 2023, à l'adresse <https://glouppe.github.io/info8006-introduction-to-ai/?p=lecture0.md#1>
- Ramesh, A., Dhariwal, P., Nichol, A., Chu, C., & Chen, M. (2022). Hierarchical text-conditional image generation with clip latents. *arXiv preprint arXiv:2204.06125*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.06125>

- Safin, S. (2011). Processus d'externalisation graphique dans les activités cognitives complexes :le cas de l'esquisse numérique en conception architecturale individuelle et collective. PhD Thesis, University of Liège, Belgium.
- Saunders, R., & Gero, J. S. (2002). How to study artificial creativity. Proceedings of the Fourth Conference on Creativity & Cognition - C&C '02, 80-87.
<https://doi.org/10.1145/581710.581724>
- Schneider, D.K. (2001). *Séminaire de méthodes de recherches et de rédaction des mémoires*. Consulté 26 avril 2023, à l'adresse <http://tecfa.unige.ch/guides/methodo/IDHEAP/>

10 Annexes

10.1 ANNEXE 1 formulaire de consentement



Formulaire d'information et de consentement pour l'utilisation de données à caractère personnel (recherche en architecture)

TFE : Les algorithmes d'Intelligence Artificielle comme outils d'aide à l'idéation

Responsable de la recherche : Gizem **Yüksek**, sous la supervision du Prof. Aurélie de Boissieu

La recherche s'intéresse à l'impact de l'utilisation de l'IA « Midjourney » sur l'idéation pendant la conception architecturale. La recherche s'appuie sur une expérimentation de 50 minutes environ (des exercices enregistrés) et un court questionnaire.

1. Quelles seront les données collectées et produites ?

Seulement des **données de recherche** seront collectées.

2. À quelle(s) fin(s) ces données seront-elles collectées et produites ?

Les données collectées et produites serviront à la réalisation d'une **recherche scientifique** publiée dans un mémoire de TFE et possiblement dans des articles scientifiques.

3. Comment les données seront-elles collectées, produites et protégées durant la recherche ?

Les données seront uniquement collectées et produites par l'étudiant, sous la supervision de son promoteur. Elles seront **stockées de manière sécurisée** : (i) pour les données digitales, sur l'ordinateur personnel de l'étudiant accessible via un mot de passe personnel; (ii) pour les données papiers, dans une armoire ou un tiroir fermant à clé, au domicile de l'étudiant.

4. Ces données seront-elles rendues anonymes ou pseudo-anonymes ?

Les données seront **totalemment anonymisées** dès leur collecte.

5. Qui pourra consulter et utiliser ces données ?

Les données de recherche anonymisées pourront être rendues accessibles à la communauté scientifique.

6. Combien de temps et par qui ces données seront-elles conservées ?

Les données collectées et produites seront conservées par l'étudiante pour un **maximum de 10 ans** pour mener à bien son mémoire et pour des fins ultérieures de diffusion scientifique et de recherche visant les mêmes finalités que le présent travail.

Je déclare avoir lu et compris la page du présent formulaire et j'en ai reçu un exemplaire signé par les personnes responsables du projet. Je comprends la nature et le motif de ma participation au projet et du recueil/production/traitement de mes données à caractère personnel et ai eu l'occasion de poser des questions auxquelles j'ai reçu une réponse satisfaisante. Par la présente, j'accepte librement de participer au projet.

Nom et prénom :

Date :

Signature :

10.2 ANNEXE 2 énoncé de l'expérience et plan d'implantation

Expérience 28/11/22 - Défi II : Une guinguette à Liège



Plan d'implantation du site 1/5000

Exercice

Concevoir une guinguette démontable (cuisine, bar, espace technique, espace extérieur couvert et non couvert,...) sur le site du Jardin Botanique à Liège à l'aide de Midjourney & Pinterest.

Déroulement de la séance (Par équipe de 2-3 étudiant)

Démarrer les enregistrements: audio (téléphone) + écran (Camtasia)

I. Brainstormer sur une feuille A3 SANS ordinateur **TEMPS : 10 min**

II. a/ Brainstormer à l'aide de Midjourney via le prompt **TEMPS : 25 min**

II. b/ Brainstormer à l'aide de Pinterest **TEMPS : 5 min**

III. Consolider sur une slide (max. 2) **TEMPS : 3 min**

IV. QUESTIONNAIRE

V. Présentation orale collective **TEMPS par équipe : 5 min**

Fin de séance

Le délégué de l'équipe envoie par WeTransfer à l'adresse gizem.yukse@student.uliege.be :

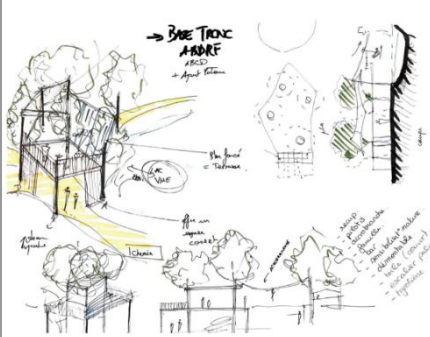
- Les enregistrements: Camtasia & Audio
- L'image sélectionnée de Midjourney & Pinterest
- Slide(s) de la présentation
- Feuilles A3

Plan d'implantation du Jardin Botanique
1/2000

Groupe:



10.3 ANNEXE 3 tableau de codage

| CODAGE : GROUPE ORANGE | | |
|--|---------|---|
| Retranscription des discussions | Prompts | Représentations générées/utilisées |
| PHASE 1 : FEUILLE A3 | | |
| <p>A : C'est là qu'il faut se mettre ? B : Oui, c'est le site de ma colloque C : du coup le périmètre rouge c'est... B : Non le périmètre rouge c'est un truc d'eau je pense C : c'est un point d'eau alors, et on peut se mettre n'importe où quoi, alors je ne suis jamais allée là du coup</p> <p>B : moi je pense que ce serait bien de se mettre à un endroit où il n'y a pas d'arbre, ou genre il ne faut pas déforester des arbres A : je suis d'accord, est-ce qu'on ne peut pas utiliser les arbres comme élément structurel tu vois ? genre on crée comme des toiles</p> <p>C : une cabane dans les arbres B : une cabane, oui, parce qu'il faut une guinguette démontable A : oui B : ok, là il y a plein d'arbres, moi je le verrai bien là A : c'est un peu ombré et tout</p> <p>B : mais pourquoi il n'y a pas d'orientation, c'est où le nord A : si s'il y a le nord B : ah du coup on saura l'orienter A : oui c'est bien orienté B : Sud- Ouest, vous êtes ok là pour l'implantation parce qu'on a que 10 minutes C : vas-y vas y</p> <p>A : là ? avec un petit plan d'eau et tout, moi je suis ok B : et si on utilisait le pavillon ? A : alors moi je suis ok de faire une cabane, en vrai c'est trop stylé B : je fais quoi là ? sketcher</p> | / |  |

| | | |
|---|--|--|
| <p>A : il faut sketcher, sketcher, peut-être on met des mots clefs, cabanes</p> <p>B : met des mots on a dix minutes, il y a combien d'arbres ?</p> <p>A : je suis stressé, je ne sais pas comment faire, qui suis-je, où ai-je, bon moi je mets des mots clefs</p> <p>B : on a droit qu'à une a3 ?</p> <p>A : cabane dans les bois ? dans les arbres plutôt ? Moi j'aurai bien mis un truc avec des éléments de bois récupérés comme des planches</p> <p>B : des palettes</p> <p>A : des palettes, un truc un peu en mode écolo</p> <p>B : regardez on relie les quatre troncs</p> <p>A : on relie les quatre troncs</p> <p>C : wow</p> <p>B : il y a quatre arbres là</p> <p>A : je suis ok</p> <p>B : et après on déborde</p> <p>A : on met un porte à faux</p> <p>B : on met un poteau</p> <p>A : on ne met pas un truc qui genre une terrasse qui donne sur l'eau</p> <p>B : sur pilotis sur pilotis</p> <p>A : on s'étend sur l'eau</p> <p>B : oui et la terrasse qui donne point de vue sur l'eau, vas-y vas-y je sketch vite fais</p> <p>A : coupe, axono</p> <p>B : faites coupe faites coupe, ah mais ça c'est trop grand, quelqu'un a une gomme ?</p> <p>A : ok moi je continue</p> <p>C : mais du coup la cabane ressemble à quoi</p> <p>A : y a l'eau</p> <p>C : elle est ronde, carré, losange</p> <p>A : déjà c'est en été ou en hiver</p> <p>B : attends je pense qu'il faut mettre un nouveau poteau là</p> <p>C : été je pense</p> <p>B : les gars les gars il faut mettre un nouveau poteau et comme ça en dessous ça va recouvrir</p> <p>C : le chemin ?</p> <p>B : oui</p> <p>C : ah parce que c'est en hauteur c'est vrai</p> <p>A : on peut faire un truc comme ça non ?</p> <p>C : il faut des escaliers hein</p> | | |
|---|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| <p>A : oui, est ce qu'on ne garde pas le feuillage comme</p> <p>B : comme toit</p> <p>A : oui</p> <p>C : on peut faire une sorte d'acrobranche pour les enfants</p> <p>A : oui, pendant que les parents boivent un petit coup</p> <p>C : oui</p> <p>B : ça fait combien de temps là ? je stress la</p> <p>A : attend on va mettre une petite échelle, un escalier, ah mais attends, peut être que l'escalier on le fait comme un amphithéâtre, en fait c'est une superposition de palette, genre tu peux t'asseoir mais en même temps monter tu vois ce que je veux dire</p> <p>B : moyen, en c'est trop nul pourquoi ce n'est pas un carré</p> <p>C : récup vas-y je mets les mots clefs moi acrobranche</p> <p>A : après il faut quand même faire un bar tu vois ?</p> <p>B : ah oui mais il faut un truc démontable c'est ce qu'elle a dit, attends et là imagine un autre poteau</p> <p>A : il faut faire un détail pour savoir comment c'est démontable</p> <p>C : c'est pour qui ? les parents ? les gens qui viennent</p> <p>A : parents et enfant non ?</p> <p>B : c'est une guinguette, tu bois de l'alcool</p> <p>A : est-ce qu'on ne fait pas un truc en mode sensibilisation à la nature, mais où sont les palettes</p> <p>C : il faut du contexte, récup</p> <p>A : moi j'aurai dit bar, pour boire un verre quoi manger un bout, et comment c'est démontable parce que, faudrait que ce soit autour des arbres, tu as les arbres qui passent là, là c'est les poteaux</p> <p>B : c'est mieux en coupe, en axono c'est nul</p> <p>G : il vous reste 3 minutes</p> <p>B : 3 minutes ?!</p> <p>C : il faut que ça soit couvert ?</p> <p>A : c'est quoi la couverture ?</p> <p>C : une toile non ?</p> <p>B : ça c'est couvert, là il y a un monsieur, là il y a des chemins, c'est où les chemins</p> | | |
|--|--|--|

| | | |
|---|--|--|
| <p>A : comment ça s'appelle la marque qui fait des sacs avec des trucs de récup, genre des toiles de bateau, met un petit bonhomme</p> <p>B : ça c'est de la structure, ça s'est ajouté pour qu'elle comprenne, la base c'est le tronc de l'arbre</p> <p>A : est-ce qu'on fait un escalier en colimaçon qui tourne autour d'un tronc</p> <p>B : l'arbre A B C D ça c'est le lac c'est bleu, je n'aime pas du tout cet exercice c'est beaucoup trop rapide</p> <p>A : trop de stress, peut-être qu'il y a une acrobranche qui part de là là là</p> <p>B : je n'ai jamais fait un croquis aussi dégueulasse</p> | | |
| <u>PHASE 2a : MIDJOURNEY</u> | | |
| <p>A : C'est où ? Sign in ?</p> <p>C : sign in je crois</p> <p>A : « ah te revoilà », non c'est la première fois, tu as mis groupe orange ?</p> <p>B : est-ce que tu arrives à comprendre mieux parce que même moi j'ai du mal là il y a des chemins donc c'est là que ça passe donc là ça offre une autre terrasse c'est couvert et tu peux fermer là avec des palettes et après là t'as une autre partie où t'avais une vue sur le lac et là t'avais les quatre troncs sauf que on arrive pas à voir les quatre troncs où c'est couvert et on rajoute que trois poteaux en plus</p> <p>A : ce n'est pas ça ? tu es sûr tu n'as pas oublié une lettre ?</p> <p>X : vous commencez par midjourney</p> <p>B : oui, oui mais on essaye de se connecter</p> <p>C : j'essaye</p> <p>A : donc nous il faut qu'on génère des images c'est ça ?</p> <p>C : oui c'est ça, bon j'essaye un autre mot de passe</p> <p>A : si non écris le à côté et copie colle, ouvre ton truc on va là-bas</p> <p>C : mais je ne sais pas si ça marchera</p> <p>B : mais il faut que tu enregistres, du coup ça donne ça</p> <p>A : mais de toute façon là on est sur ordi on a plus besoin de sketch</p> <p>G : ils sont prêts eux ?</p> | | |

X : ils n'arrivent pas à se connecter
G : si non recréer vous un compte ça ira plus vite
A : je vais mettre mon adresse mail
C : c'est quoi le truc qui enregistrerait l'écran ?
A : camtasia, j'autorise c'est bon j'ai l'impression que c'est bon, je me suis inscrit et il beug là
X : je vais peut-être essayer avec mon compte

B : c'est un échec
C : ça ne marche pas
X : c'est relancé du coup tu es avec ton compte
A : ah ok
X : Gizem pour la première utilisation
G : /imagine et introduire un mot
A : on fait pareil on met /imagine
X : oui /imagine et vous notez dans prompt

A : on met quoi c'est quoi les mots clefs
B : de notre truc là
A : oui
B : met accrobranche, palette
A : comment on dit accrobranche en anglais
B : tu ne veux pas que je cherche d'ici
A : comme ça moi j'ai juste à copier-coller
C : avec deux c non ?
B : accrobranche c'est avec deux c
A : tree climbing, bar
B : met tree ah mais il y a déjà, met sable eau
C : sable ?
B : je ne sais pas on va dire qu'il y a du sable
A : il faut qu'on mette architecture, élément architecturale

C : met guinguette
B : met poteau, met palette, met dalle comment on dit dalle
C : dalle ?
B : la base de la terrasse
C : cabane dans les arbres, j'ai perdu tous les mots en anglais
A : tree house architecture
B : met enfant children

C : met shelter au lieu de house, house ça va te faire une grosse maison



A : ah oui, alors que nous c'est plus un abri, c'était où déjà shelter tree ? shelter in the tree ?

B : met lac

A: accrobranche on l'a mis

B : met feuille d'arbre

A : leaf c'est ça ?

C : oui

B : met rooftop

C : escalier

A : stair

B : met balcony met windows

C & A: windows ?

C: mais y a pas de windows

A : est-ce qu'on met parc pour le contexte ?

B : met nature

C : sensibilisation genre enfant famille je n'en sais rien

B : là on met des mots random

A : on met en mode photo réaliste et tout

B : ah oui mais photo réaliste, met France

C : France ?

B : parce que guinguette c'est français, y a des guinguettes en Belgique ? n'y a pas guinguette

C : j'avoue il n'y a pas guinguette, y a bar

A : y a bar mais on va mettre guinguette

B : guinguette c'est très français

A : genre pavillon

B : non ça va nous donner un grand truc pavillon, mais juste guinguette il va réfléchir en français

C : on a mis matériaux de récupération

A : je copie colle tout au cas où, matériau de récupération on n'a pas mis palette c'était bien palette

B : tu as mis wood bois

C: wood palette

B: wood palette, franchement si le robot il arrive à sortir un truc comme ça c'est intelligent, on lance ou pas, ou pire on ajoutera des truc ou on enlèvera des trucs

A : et là il n'y a pas un truc qu'il faut mettre v4

B : à la fin il faut mettre v4 ?

G : oui vous n'êtes pas obligé, c'est - - v4

B : okay, c'est nous ça

A : non c'est aux gens, mais je suis sûr il va prendre mille heures



Tree climbing bar
guinguette lake
shelter in the tree
architecture
shelter leaf
rooftop stair
balcony nature
family children
photorealistic
recycled materials
wood palet - -v 4

B : mais on est où nous ?

A : attendez on va essayer de réfléchir sur les autres mots en attendant qu'est-ce qu'on n'a pas mis, moi j'aurai dit corde tendue

B : corde

A : rope c'est ça

B : poteau

A : toile tendue

B : met soleil

A : soleil genre sun, happy

C : oui happy l'ambiance

A : ecological

C : sustainable

A: sustainable what else, ah toile tendu on a pas mis

B: on a un truc ou pas

A : on est où

B : je ne sais pas descend

A : c'est ça

C : c'est ça ?

B : oh pas mal hein

A: pas trop mal hein ?

C : c'est cool

A : ça ressemble beaucoup à, celui-là il est trop

C : il y a deux fins il y a plusieurs étages

B : vas-y clique dessus

A : attends comment on enregistre

B : voilà moi je vois les arbres sortir du truc genre qui abrite dessus

C : après il y a qu'un seul arbre

A : organique est-ce qu'on met organique ?

B : comment on enregistre ?

A : normalement j'ai réussi

B : là on a extrait notre premier quatre ?

A : et donc il faut qu'on choisisse c'est ça ?

G : ici c'est pour choisir une image (U) et V1-2-3-4 c'est pour les variations et pour enregistrer tu peux faire un clic droit mais elles seront de toute façon enregistrées dans la bibliothèque

A : ok nickel, donc on choisit laquelle là ?

B : moi j'aime bien la 3

C : oui la 3 est pas mal

A : celle-là ?

B : oui je trouve que ça rend bien dans le site j'imagine bien

A : moi j'aime bien lui

C : oui il est joli



| | | |
|---|---|--|
| <p>B : au pire on teste la variation de la première c'est v1, et en fait ça fait quoi ? A : je n'ai rien compris B : mais attend</p> <p>A : ah il faut peut-être faire refresh C : va en bas si non, ah voila A : j'ai appuyé mille fois B : ça ne change pas beaucoup hein ? C : pas des masses A : J'ai appuyé mille fois, bon on fait d'autres B : oui vas y C : mais en fait il faudrait plusieurs heures parce que là il n'y en a qu'un seul</p> <p>B : met amazonie C : met trees, amazonie ? B : oui juste pour voir ce que ça donne, relance met avec que ça A : est-ce qu'on ne mettrait pas un architecte qui fait un peur des trucs qui ressemble à ça comme ça il pourra voir l'idée</p> <p>B : met Shigeru Ban A : oui j'avoue B : c'est h-i-g-, Shigeru A : Shigeru , je le met devant, il n' y a pas d'autres archi qui font des truc comme ça B : Tadao Ando A : oui mais est-ce que c'est beaucoup nature ? c'est beaucoup concrete B : oui ce n'est pas très nature</p> <p>A : on est bon B : vas-y on lance un truc comme ça juste pour voir A : est-ce qu'on ne mettrait pas trou genre à travers les trucs, oui non vous n'aimez pas C : il n'y a pas de u c'est g-e Shigeru B : et tu cliques une seule fois s'il te plaît A : attend on va voir les versions qu'ils ont fait</p> <p>B : elle elle est stylé A : ça pas mal, ça non, ça trop triste B : mais là on va mettre sun donc ça va peut-être aller A : mais family il n'a pas trop pris en compte A : attend c'est /imagine C : et après c'était - - v 4</p> | <p>rope, sun happy, sustainable, Shigeru ban, tree climbing bar guinguette lake shelter in the tree architecture shelter leaf rooftop stair balcony nature family children photorealistic recycled materials wood palette</p> | |
|---|---|--|

A : moi je pense qu'on a des trucs qui se rapproche

A : on va rechercher architectes

C : architecte récupération, après c'est plus dans les associations

B : ah si alejandro aravena

A : c'est ça ?

B : lui il fait 4 des trucs avec des matériaux récupérés

C : ça c'est du récup de portes

B : mais lui il est connu aussi pour faire de l'architecture modulaire, il a déjà fait des blocs un coté des blocs il y a tout ce qui est basique et de l'autre côté toutes les personnes peuvent faire comme ils veulent

A : alors est ce qu'on est bon ? nous c'est ça

B & C : ooohh

B : stylé et lui là aussi

A : celui-là j'aime beaucoup

B : ah j'aime beaucoup, pourquoi il y a un truc rond

A : je ne sais pas mais ils ont aimé rope

C : et tu as mis organique ?

A : non je n'ai pas mis organique

C : pourquoi ça fait un rond comme ça

A : je ne sais pas, mais je pense que c'est Shigeru Ban

B : c'est fort probable, vas-y on teste ça

A : on dit combien ?

B : moi j'aurai dit 4

C : oui 4 ou 2

A : le truc c'est qu'il n'y a pas trop family et tout

B : met fiesta

C : oui met fête, party

B : ça donne des trucs stylés, j'adore

A : party, on met futurist aussi

B : avec récup ?

C : on peut essayé

A : on avait dit quoi ?

B : on avait dit party

A : comment on peut dire en mode récup. ?

B : not expensive

A : cheap, non

C : je vois pas ce que tu veux dire

A : ok, qu'est-ce qu'on pourrait mettre d'autre alors ? regroupement ?

B : mais je pense que party ça va déjà marcher



Party, people,
rope, sun happy,
sustainable,
aravena, Shigeru
ban, tree
climbing bar
guinguette lake
shelter in the tree

C : c'est le bar il ne l'a pas trop du coup
A : oui, genre la fonction
B : met restaurant
A : restaurant, oui j'avoue

C : avec des tables et tout ?
B : oui
C : table, chair
A : met on avait déjà mis rooftop ? oui, chair
B&C : met un s
A : chaises, on met futuristic ou pas ?
C : vas-y on peut essayer hein

B : je pense que là on a déjà suffisamment de truc, attend vois ce que ça a donné
A : l'autre version ?
B : oui, descend
C : ok
B : en fait il a juste ajouté des oiseaux

C : non mais tu as mis v ou u ?
A : j'ai juste appuyé sur u
C : ok ça n'a pas changé quoi
B : attend t'as oublié de mettre v4 machin
A : attend je refais
B : oui comme ça on verra ce que ça donne
A : comme ça, on verra la différence

B : on ne voit rien du tout
A : déjà y a plus de contexte et j'ai l'impression qu'il y a un pavillon, ça va être ignoble ce qu'on fait
B : c'est dégueulasse j'aime pas du tout
C : c'est parce qu'il n'y a pas le v4
B : mais la différence quand il n'y a pas le v4
C : j'avoue,
A : c'est où le v4

C : là ça charge, ahh ça fait un passage
A : c'est le futuristic, en vrai ça pourrait être un truc sur l'eau
C : oui
B : oulala
A : tu vois ça c'est déjà mieux c'est v4, attend il est en cours ça veut dire que l'autre il doit avoir fini
C : attend tu vas trop loin
A : ah voilà les deux

C : on dirait des choux de Bruxelles
B : et là-bas on dirait des sapins de Noël

architecture
shelter leaf
rooftop stair
balcony nature
family children
photorealistic
recycled materials
wood palette



A : c'est du grand n'importe quoi, ceux-là sont trop stylé, celui-là est dingue, c'est v4 on a juste mis v4 et ça a tout changé

B : ohlala c'est incroyable j'adore et là y a plus de personnes et donc ça fait vraiment guinguette, surtout lui avec les chemins et tout

A : moi je trouve que celui-là est dingue

B : moi je trouve qu'ils sont tous dingue, c'est comme si tu étais à l'intérieur, il faut qu'on en choisisse une

C : celle-là on voit bien les toiles, celui-là est vraiment bien

A & B : oui mais..

B : ce n'est pas trop sur l'arbre alors que lui là il est vraiment dans l'arbre

C : ah oui

B : oui mais faut savoir que c'était ça notre idée de base, là on s'emballe avec des images incroyable, test la variabilité de lui

A : donc u v 2

B : ça veut dire quoi u

A : u c'est lui quoi

C : tu prends

A : c'est la photo 1

C : et v c'est quand tu veux une autre alternative

B : mais t'as cliqué sur deux trucs non ?

C : mais sur quoi t'as cliqué encore ?

B : sur u et sur v, sur u ça fait un truc et sur v ça fait un autre truc

A : c'est quand qu'on passe à Pinterest là ?

C : quoi d'autres ? est-ce qu'on a d'autres choses ?

B : je pense que là on est bon

A : on rajoute organique ou quoi

C : démontable on l'a mis ? ah celle-là elle est pas mal

A : je l'enregistre

B : mais ça enregistre dans la bibliothèque c'est ce qu'elle a dit

C : celui-là il s'accroche à un arbre

B : en fait là on dirait que la toile est liée

A : on rajoute d'autres trucs

B : moi je pense que ça va


C : on a mis démontable ou pas ?

B : vas-y test avec démontable, ajoute juste démontable

A : removable, est-ce qu'on met modulaire ?

removable,
modular, party,
amazonie,
people, rope, sun
happy,
sustainable,
aravena, shigeru
ban, trees
climbing bar
restaurant chairs
futuristic lake
shelter in the
trees architecture
shelter leaf
rooftop stair
balcony nature
family children
photorealistic
recycled materials
wood palet -v4



| | | |
|--|--|--|
| <p>B : oui vas y A : moi j'avais bien aimé amazonie mais ça va faire trop B : oui parce que là il n'y a pas trop d'arbre, vas-y on test C : après je ne sais pas si c'est très Liège B : oui mais là y a beaucoup d'arbre A : je mets liane B : non non c'est bon A : ok je lance vous êtes sur ? B : oui c'est le dernier, mais t'as vu tout ce qu'on lui a donné, on ne peut même pas faire une phrase avec ça, ah ça n'a pas marché</p> <p>C : tu n'as pas mis le /imagine A : vous savez quoi je vais faire un prompt pour mon projet C : comment est-ce qu'on peut mettre une image et que ça nous met un truc en plus sur l'image qu'on avait de base A : de quoi ? C : genre on a une image on la met dans le truc et ça modifie l'image B : tu veux faire ça pour ton projet C : oui</p> <p>A : c'est ça ? B : tu as mis v4 là ? enh c'est dégueulasse A : aie aie aie B : c'est futuriste ils ont mis l'Amazonie sur une table A : ça c'est catastrophe</p> | | |
| PHASE 2b : PINTEREST | | |
| <p>A : on met quoi alors ? on prend les mêmes mots B : vas-y reprend tout C : je pense que pinterest ne va pas aimer A : je pense qu'il faut sélectionner C : on peut mettre en anglais aussi B : on peut retirer shigereu et aravena je pense que sur pinterest ça va plus beuguer qu'autres choses</p> <p>A : ok, peut être party B : amazonie aussi C : people aussi B : happy aussi je pense que tu peux le retirer C : chairs tu peux l'enlever aussi je pense A : on garde juste restaurant alors, je mets quoi shelter</p> | <p>(Arrêt de l'enregistrement d'écran)</p> |  |

B : vas-y colle tout pour voir, au pire après on commence à retirer des trucs

C : photoréaliste tu peux l'enlever

A : j'enlève family, in the tree futuristic

C : tout ça Pinterest va aimer ? je pense pas

B : mets pilotis architecture

A : modular lake

C : non non c'est trop

B : après mets guinguette tout simplement

C : il faut mettre un truc tout simple, Pinterest il n'aime pas

A : recycle guinguette ?

C : oui voilà

B : mets juste guinguette et bar

C : sustainable bar, open air bar, ça ne va pas te mettre dans le même ordre mais in trees peut être

B : mets trees oui ou parc ou sur le lac, non non mets juste architecture là, architecture in tree

A : oui je suis d'accord

B : ouvre un truc comme ça et ça va nous donner des options en plus, mets pavillon

C : mais il faut que tu cliques, il faut chercher un truc plus petit

A : y avait celui-là aussi, ça ?

B : yes

A : ça ?

C : oui c'est pas mal ça

B : mets accrobranche

A : comment on avait dit cabane ?

C : shelter

A : c'est déjà un peu mieux

B : c'est peut-être un peu trop organique celui là

A : oui

B : on est bon là

A : oui on prend quelles images

B : on prend toutes les images, extrait toutes les images



Participants et personnes externes :

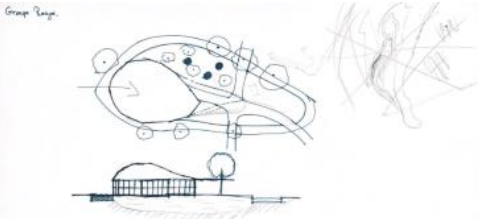
A= étudiant A du groupe orange

B= étudiant B du groupe orange

C= étudiant C du groupe orange

G= Gizem X= étudiant moniteur

CODAGE : GROUPE ROUGE

| Retranscription des discussions | Prompts | Représentations générées/utilisées |
|---|---|--|
| <u>PHASE 1 : FEUILLE A3</u> | | |
| <p>A : tu as une entrée là B : ce sont les chemins ça ? A : on peut peut-être mettre le bâtiment ici avec un espace extérieur là face au parc B : le nord il est</p> <p>A : une forme plutôt organique B : plutôt arrondie, on met la limite ? A : oui B : est-ce qu'on met une entrée vu que c'est un chemin, et ici tu as l'espace extérieur, on va mettre des petits arbres, on fait tout sur un étage plateau ? A : oui</p> <p>A : on ne ferait pas un truc comme ça B : oui oui A : la toiture elle continue, et ici des espaces avec des assises, des chemins comme ça, connecter les chemins</p> <p>B : on fait une porte à faux, une grosse casquette ? A : comme ça B : plus</p> <p>A : et les chemins comme ça, il faut faire des assises aussi B on fait des ronds comme ça, peut être rajouter de la verdure aussi A : oui c'est fait, des arbres tu veux dire ? B : oui</p> <p>A : pas mal, si on arrive déjà à faire ça sur le programme, en fait c'est l'eau B : ahh bon tant pis elle sera sur l'eau, elle prend la forme de l'eau</p> | |  |
| <u>PHASE 2a : PINTEREST</u> | | |
| <p>A : guinguette sur l'eau, guinguette sur pilotis, si tu mets à la place de guinguette maisonnette sur l'eau ou maison en forme de goutte d'eau sur l'eau, tu imagines il sort vraiment notre projet A : est-ce qu'on doit enregistrer les images qui nous intéressent G : oui</p> | <p>Guinguette sur l'eau</p> <p>Guinguette sur pilotis</p> <p>Maison en forme de goutte d'eau sur un lac</p> | |

A : si tu fais un clic droit ça enregistre directement la photo, c'est exactement ce qu'il nous faut, pour les parcelles je veux dire, maintenant mets bâtiment en forme de goutte d'eau, mets un peu bâtiment aérodynamisme pour avoir une forme comme la voiture

B : ah oui

A : bâtiment organique sur eau, voila

B : nickel

A : ok maintenant il faut une référence intérieure, aménagement intérieur organique, ce n'est pas vraiment organique ça

B : mais l'aménagement intérieur on s'en fou

A : si parce qu'on doit faire cuisine bar espace technique, mets un peu toiture débordante

Bâtiment en forme de goutte d'eau

Restaurant goutte d'eau

Bâtiment organique sur eau

Aménagement intérieur organique



PHASE 2b : MIDJOURNEY

B : imagine, ah non c'est /imagine, et là il faut mettre les mots-clés

A : house, non guinguette

B : restaurant

A : restaurant on the lake, comment on dit en forme de, in the shape of a drop

B: ultra réaliste hyper réaliste

A : comment on dit arbre ? wood ?

B : wood c'est arbre, non tree

A: with trees, comment on dit toiture débordante

B : in the roof

A: qu'est-ce qu'on pourrait dire

B : overhanging roof pour la toiture débordante

A : vas y lance on va voir ce qu'on a, il fallait mettre -v

4 je crois

A : invalid parameter, copie-colle

B: je peux pas, ah si

A : c'est peut-être le v4 il faut un espace entre le v et le 4

B : ok, pas mal ça

A : on l'a perdu remonte, ok donc il faut jouer avec ça si j'ai bien compris, appuies sur un truc la

A : c'est quoi la v

B : c'est pour la modifier je crois

A : la deux, est-ce qu'on peut partir de celle-là et rajouter des choses

B : je ne crois pas

A : ce qui était intéressant avec l'autre c'est qu'il y avait vraiment des casquettes

B : ici aussi

A : est-ce qu'on doit choisir une seule image ou plusieurs pour la présentation ?

G : c'est une slide et vous y mettez ce que vous voulez

A : reprends un peu la même phrase et tu rajoutes avec des chemins

B : comment on dit chemin

A : (recherche) ways

B : mais il n'y a pas les chemins

A : il nous faut des chemins, road, ne met pas un restau mais une maison

Restaurant in the shape of a water drop on the lake with trees all around, overhanging roof, hyper realistic -v4

Restaurant in the shape of a water drop on the lake with trees all around, overhanging roof and paths on water, hyper realistic -v4

Restaurant in the shape of a water drop on the lake with trees all around, overhanging roof and ways on water, hyper realistic -v4

Restaurant in the shape of a water drop on the lake with trees all



B : mais ce n'est pas une maison non plus

A : mais pas un restau non plus

B : si une cuisine comme un restau

A : ok d'accord

B : comment on dit bois ?

A : in wood, of wood c'est chemins de bois

Tu enregistres hein à chaque fois ?

B : oui j'espère

A : pas mal celle là

B : il n'y a pas les chemins, on ne les aura jamais

A : prend la variante de la 3

B : ah pas mal celle-là, comment on dit un ponton ? la 4 il y a un truc là

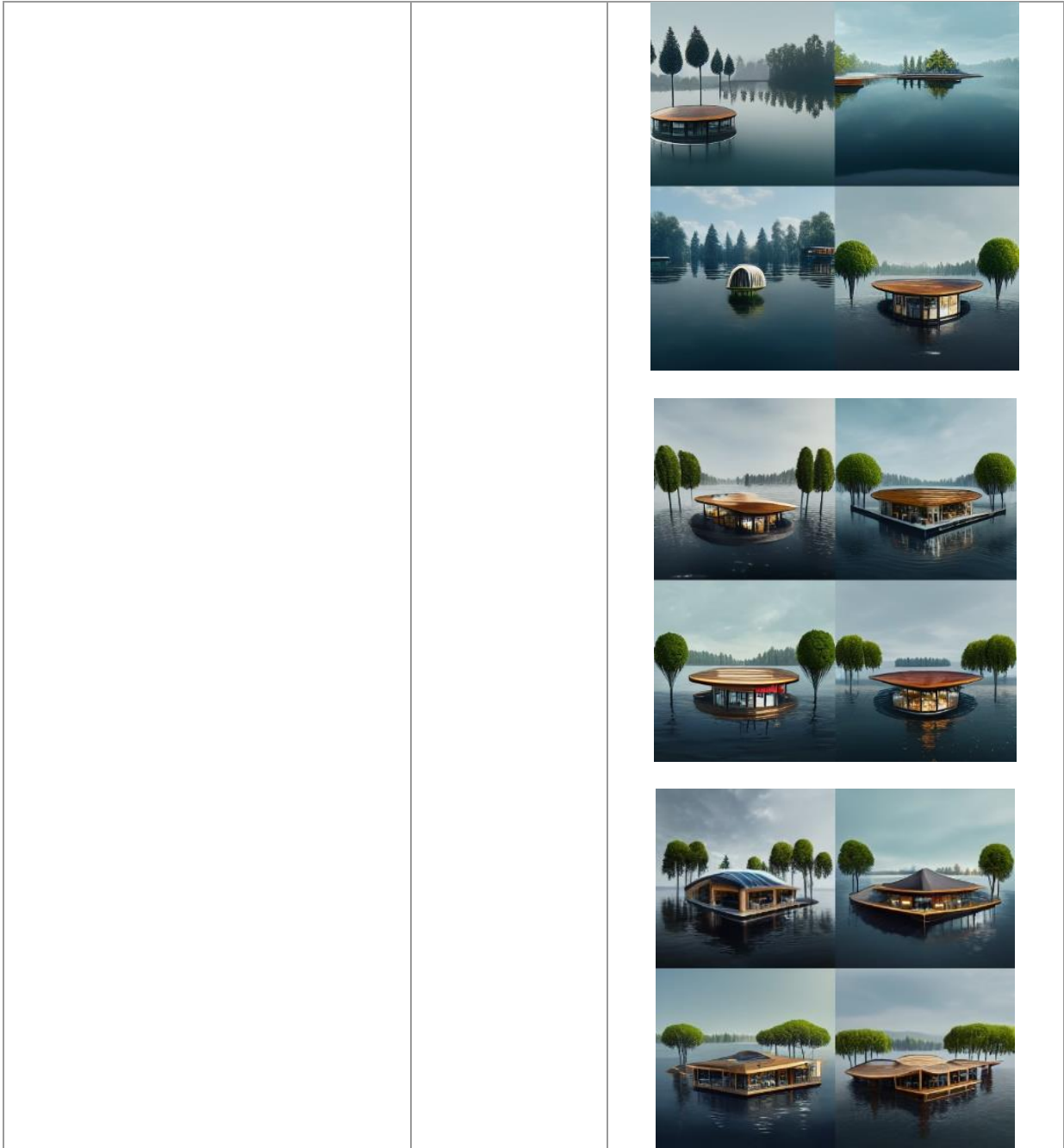
A : on peut mettre quelques choses qui n'a rien à voir, revêtement sur l'eau avec des chemins, avec des parcelles, fait un peu ça

around,
overhanging roof
and ways on
water, hyper
realistic -v4

Restaurant in the
shape of a water
drop on the lake
with trees all
around,
overhanging roof
and multiple
roads of wood on
water hyper
realistic -v4

Restaurant in the
shape of a water
drop on the lake
with trees all
around,
overhanging roof
and pontton on
water hyper
realistic -v4





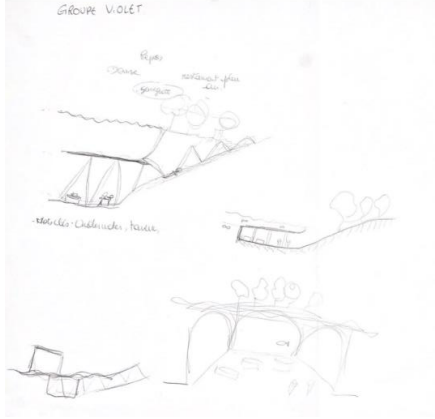
Participants et personnes externes :

A= étudiant A du groupe rouge

B= étudiant B du groupe rouge


G= Gizem

CODAGE : GROUPE VIOLET

| Retranscription des discussions | Prompts | Représentations générées/utilisées |
|--|---------|--|
| <u>PHASE 1 : FEUILLE A3</u> | | |
| <p>A : moi au niveau du positionnement je me mettrai quelques parts au milieu ou près du lac</p> <p>B : limite on fait quelque chose enterré</p> <p>C : ou semi enterré</p> <p>B : on a aucune contrainte à part ça donc on fait ce qu'on veut et le soir quand tu éclaires le truc ça éclaire en même temps le lac</p> <p>A : on doit faire un brainstorming en disant ce qu'on pense faire comme guinguette et ce qu'on considère comme guinguette</p> <p>B : oui, la guinguette elle prend toute la place</p> <p>A : un mot qui représente la guinguette ?</p> <p>B : un restaurant en pleine air, c'est un snack avec 3-4 tables</p> <p>C : moi je mettrai repos</p> <p>A : moi j'aurai dit danse, dans les guinguettes ils ne bougent pas les tables et ils dansent ?</p> <p>B : si un peu, c'est tout simple tu as trois tables une bonne bière avec un bon plat de tapas</p> <p>C : du coup on aurait une vue sur l'eau et on a parlé d'un truc enterré mais je ne sais pas comment, du coup il faut que ce soit protégé, comment est-ce qu'on peut faire quelque chose d'enterré mais pas enterré</p> <p>B : un truc enterré pas enterré, tu fais une allée un peu fine qui s'enterre progressivement et tu fais à moins 4 mètres c'est vraiment une allée et tu peux jouer sur les seuils, vous voyez le Lascaux 4, et donc faire quelques choses en dessous du lac</p> <p>C : tu voulais être en dessous du lac ? je n'avais pas compris ça comme ça</p> <p>A : je pensais qu'on était à côté du lac</p> <p>B : on peut le faire</p> <p>C : on peut faire les deux, mais comment tu veux être en dessous d'un lac ?</p> <p>B : tu demandes à l'intelligence artificielle, non mais il y a bien des</p> | |  |

| | | |
|---|--|--|
| <p>aquariums où c'est complètement vitrés, ça serait la meilleur guinguette du monde</p> <p>C : oui c'est intéressant mais il faut comme un truc extérieur</p> <p>C : je suis perdue dans mon dessin, ça c'était les arbres sur le truc, la ce serait une vitre, la on peut descendre par là ensuite il faut quand même qu'il y ait une toiture ou un truc comme ça</p> <p>B : mais pourquoi une toiture ?</p> <p>C : je ne sais pas je vois un peu ça comme un pavillon, du coup la danse on peut la danser là, on peut même faire profiter d'une pente qu'on creuse pour mettre des trucs de repos dans la pente</p> <p>B : allez</p> <p>C : c'est compliqué comme machin, mais qu'est-ce qu'on fait d'architecturale là-dedans à part un trou dans le sol</p> <p>B : en même temps c'est une guinguette fait en 10 minutes</p> <p>C : oui mais il faut quand même une structure quelconque</p> | | |
|---|--|--|

PHASE 2a : MIDJOURNEY

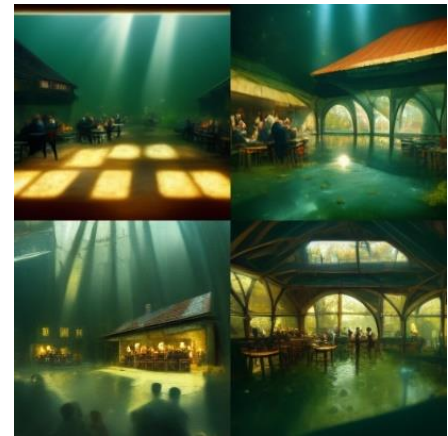
| | | |
|---|--|--|
| <p>C : alors c'est anglais, c'est underwater quelques choses</p> <p>B : underwater, tavers, warm light</p> <p>C : tu as mis tavers</p> <p>B : oui tavern</p> <p>C : with people dancing</p> <p>B : slim column</p> <p>B : il faut enregistrer les images</p> <p>A : mais après tu les retrouves sur midjourney</p> <p>C : ah oui là</p> <p>B : regarde ce qu'on a, ah celle du bas</p> <p>A : c'est vrai que ça c'est pas mal, mais elles sont trop en dessous de l'eau, d'un lac</p> <p>C : tavern under a lake</p> <p>B : on peut vraiment mettre ce qu'on veut</p> <p>C : j'essaye celle-là ?</p> <p>B : oui</p> <p>A : c'est pour mettre en bonne qualité</p> <p>B : ah oui réaliste</p> <p>C : -v4</p> <p>A : il y a des gens qui utilisent des choses bizarres</p> <p>A : c'est au-dessus de l'eau</p> <p>B : oui</p> | <p>Underwater tavern, warm lightning, people dancing, slim column</p> <p>Tavern under a lake, in park, people dancing, warm light, glass roof, column rigid like</p> <p>Tavern underwater, under a lake in park, people dancing, warm light, glass roof, column rigid like – v4</p> <p>Tavern underwater, under a lake in park, people dancing, warm</p> |  |
|---|--|--|

A : pourtant on a bien dit en dessous de l'eau
 C : oui, je pense qu'il faut écrire underwater
 B : après ça peut être intéressant que ça soit un peu underwater et un peu overwater, un peu les deux l'impression que le bâtiment flotte un peu
 C : lake underwater
 B : attends, met le -v4
 A : c'est un tiret et deux v ?
 B : c'est -v4
 C : -v4
 B : oui
 C : celle-là en haut n'est pas mal
 B : oui
 C : les deux-là elles sont pas mal, celle-là est rigolote elles sont bien
 A : celle-là elle a une belle lumière
 C : celui-là est vraiment bien le 4
 A : elle reflète ce qu'on veut faire
 B : on essaye avec la lumière, si tu mets in the day, day light
 C : day light , the light on met à côté
 B : fishbone
 C : inside, on essaye
 B : allez
 B : unrecognized argument
 A : quoi ?
 C : trop de paramètre
 B : il faut enlever je pense que c'est là dernière phrase
 B : column in fishbone
 C : on building
 A : c'est bien ça commence à chercher
 C : parfois ça ne fonctionne pas on a déjà essayé
 A : donc il y a quand même des limites
 C : oui c'est ça, mais là il nous a fait des trucs fous quand même
 B : il n'a pas l'air de vouloir nous mettre
 A : des gens qui dansent
 C : je pense qu'il faut mettre une vue inside view
 B : inside view of underwater tavern with people dancing
 A : c'est vrai qu'on peut essayer une phrase, on va abandonner la colonne il ne veut pas nous la mettre
 C : on peut faire une vue de l'intérieur, inside view
 A : c'est peut-être une bonne idée de faire avec une phrase pour voir si il fait mieux quand on lui donne une phrase
 C : people, camera inside
 A : celle en bas à droite, c'est peut-être mieux

light, bright day light, glass roof, column fishbone like inside the tavern -v4

Tavern underwater, under a lake in park, people dancing, warm light, bright day light, glass roof, column fishbone of building -v4

Tavern underwater, under a lake in park, people dancing, warm light, bright day light, glass roof, inside view, camera close to people -v4



C : moi j'aime plus celle en haut à gauche, celle en bas à droite est très bien partie, franchement c'est pas mal du tout peut être garder le v4, c'est dingue

A : par contre j'ai l'impression qu'on est moins sous l'eau

B : maintenant on essaye une phrase

A & C : oui

B : a view from the under tavern, inside an underwater tavern

C : under lake

A : on retire dans un parc ou pas ,

C : oui

B : with people dancing, the light

C : under water glass roof tavern

A : on l'enlève inside view

B : oui au final on a mis inside

A : on essaye ?

B : oui

C : franchement les 2-3 images elles sont incroyables quand tu regardes ce qu'on avait avant, moi je pense l'utiliser pour projet quand je n'ai pas d'inspiration

B : oui juste dommage les essais limités

C : une license étudiante

C : ah c'est pas mal ça, les deux-là elles ont l'air dingue

B : oui celle-là est détaillé

C : même celle-là est cool

A : après on peut demander pour le réaliste

B : si non on le précise pour le réaliste

C : oui realistic view inside, on le met à la fin

B : realistic ou alors tu mets a realistic view

C : on peut faire ça

A : si non moi je suis juste tenté de voir ça en réaliste

B : il a mis hdr 8k, mais on peut s'inspirer aussi et mettre des trucs hyper réalistes aussi, il y a uplight

A : je pense que c'est comme ce qu'on met avec v4

B : si non on peut juste copier-coller sont prompt

C : même là c'est pas mal

A : en plus on voit des gens qui danse


B : et on reste dans realistic ou hyper realistic

A view inside a underwater glass roof tavern, under a lake with people dancing, warm light during a bright day

A realistic view inside a underwater glass roof tavern, under a lake with people dancing, warm light during a bright day

A hyperealistic view inside a underwater glass roof tavern, under a lake with people dancing, warm light during a bright day HD, HDR, 8K, --ar3:2 – uplight –v 4



| | | |
|---|---|--|
| <p>C : hyper realistic, après pour choisir ça va être compliqué</p> <p>A : moi j'aime celle-là, je pense qu'on a cassé l'intelligence artificielle</p> <p>B : ça va être de la folie, les gens marchent sur l'eau, c'est beau, olalala</p> <p>A : celle-ci est incroyable</p> <p>C : les montagnes à l'arrière</p> <p>B : oui c'est ça que j'aime bien c'est un ensemble des deux</p> <p>A : plus besoin d'imagination pour projet</p> <p>A : est-ce qu'on garde ce côté vouté ou un truc plus carré</p> <p>C : j'aime bien le coté vouté, on essaye concrete modern</p> <p>B : on doit arrêter, c'est pinterest maintenant</p> <p>C : du coup il faut sélectionner maintenant</p> <p>B : je pense qu'il faut aller sur pinterest</p> | | |
| <u>PHASE 2b : PINTEREST</u> | | |
| <p>B : qu'est-ce qu'on fait comme projet parce qu'on n'a pas encore défini ça ? Underwater tavern, on n'a pas beaucoup de résultats, ça peut être un truc comme ça là les tables avec des gens qui dansent</p> <p>A : il y a un restaurant en dessous de l'eau</p> <p>B : si non il y avait ça, ce n'est pas tout qui est vitré seulement certaines parties, il faut qu'on fasse une slide avec nos idées</p> <p>C : ok</p> | <p>underwater glass roof tavern, under a lake with people dancing, warm light during a bright day</p> <p>underwater restaurant</p> <p>underwater glass roof tavern</p> <p>underlake tavern</p> <p>under lake</p> <p>underwater tavern</p> |  |

Participants et personnes externes :


A= étudiant A du groupe vert

B= étudiant B du groupe vert

G= Gizem

X= étudiant moniteur

CODAGE : GROUPE BLEU

| Retranscription des discussions | Prompts | Représentations générées/utilisées |
|---|---------|--|
| PHASE 1 : FEUILLE A3 | | |
| <p>A : Bon alors du coup il faut qu'on fasse une cuisine bar espace technique espace extérieur couvert non couvert, un brainstorming</p> <p>B : on peut commencer à dessiner sur le plan pour voir ce qu'on aimerait bien faire</p> <p>A : sur une feuille a3 sans ordinateur ok, c'est marrant comment il y a une parcellation tu vois, est-ce que nous aussi on ne ferait pas la même chose</p> <p>B : la logique serait ici de faire ça</p> <p>A : voilà essayons de connecter ces chemins avec ça, là il y a un grand espace vide donc moi je laisserai ça vide tu vois, moi je ne mettrai rien</p> <p>B : alors je le tire un peu plus loin vers le milieu, je prendrai ça comme espace central et un truc en « c » qui viendra refermer l'espace</p> <p>A : est-ce que y a le nord et le sud ? y a le nord ici ça serait bien qu'on s'ouvre vers le sud</p> <p>B : après c'est un parc où il y a beaucoup d'arbres quand même</p> <p>A : mais on s'ouvrirait sur cette partie-là on est d'accord ? ce serait sympa qu'on puisse faire quelque chose ou on crée se vide là ce centre ici et à partir de là on crée</p> <p>B : et si on aurait une structure liée aux arbres</p> <p>A : aux arbres et imagine qu'on peut créer une topographie, une montagne qui vient chercher cette courbe</p> <p>B : et jouer avec quelque chose ou tu prends ça comme des points là tu as un axe là tu as un axe là tu as un axe là tu as un axe tu vois et ici quelque chose de pentu</p> <p>A : ok donc qu'est-ce qu'on imagine comme structure ?</p> <p>B : une structure tendue aux arbres, un truc accrobranche un peu genre qui serait suspendu et qui viendrait toucher le sol par exemple des câbles tenus dans</p> | |  |

| | | |
|--|--|--|
| <p>les arbres et des planchers qui viendrait se mettre suspendu on va dire A : ok</p> <p>B : et avec le jeu de topographie en dessous pour montrer jusqu'à cette structure là A : ok et comment tu ferais ça ? B : t'auras une butte qui montera d'un bon mètre et puis tu as les arbres qui vont se lier là, il y aura un jeu de câblages tendu entre trois arbres et ici il y a un plancher qui viendra se mettre par exemple et tu accèderais d'abord de la butte et puis tu grimper dans les arbres tu vois ? tu partirais du sol</p> <p>A : ok et si on parle en section on parlerait que ça c'est la topographie, là c'est on a un arbre B : et là t'as des jeux de palier entre les arbres A : et là c'est la terre B : et moi je mettrai 30 cm au-dessus, un câble qui passe et le plancher ça tient sur le câble</p> <p>A : oui mais comment tu arrives à ce câble-là, avec cette topographie-là ? B : oui à un endroit tu le relève un peu plus et le reste ce serait plus une porte à faux A : donc en fait on est en train de créer deux éléments, la topographie B : oui le sol vient chercher le plancher et le plancher vient chercher le sol</p> <p>A : ok, donc on a deux concepts on a la topographie on la monte et donc ça vient créer quelque chose comme ça et ensuite on vient rajouter B : des éléments verticaux on va créer des plans horizontaux A : oui voilà B : après le système de voile ça peut être des toitures A : ok</p> <p>B : à partir de ces câbles là on peut mettre ces surfaces-là, et puis au-dessus il y a une toiture et un voile tendu entre ces trois arbres, tout en pensant à garder notre espace central aussi A : ah oui il y a quand même ces chemins là aussi B : on met un système de câble ? A : oui c'est ça</p> | | |
|--|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| <p>B : il reste trois minutes A : en tout cas ce qu'on a dit c'est que cette zone-là, en fait la zone où nous on va y être ce serait plutôt, on a ça comme zone qu'on peut s'occuper, et en gros on a tout ça comme vide ici B : on jouerait avec la topographie du coup</p> <p>A : oui donc la topographie commencerait là, comme ça, là elle monte, là elle laisse un truc qui passe, on aurait une forme qui fait ça une forme qui fait ça et une autre forme qui fait ça, donc on a quatre zones et au-dessus on a des jeux de toitures qui viennent s'articuler avec ce que tu as ici B : donc ce serait quoi zone de détente ? A : oui, zone protégée par la pluie par exemple mais tout donne à cette endroit-là par exemple, c'est bien ça</p> | | |
| <u>PHASE 2a : MIDJOURNEY</u> | | |
| <p>A : tu as ton compte midjourney toi ? B : non A : mais alors ça ne marche pas, je n'arrive pas à rentrer dans le truc</p> <p>B : il a envoyé un mail sur ton adresse parce que tu t'es connecté sur un autre pc en fait A : ok c'est bon maintenant B : on a 25 minutes là d'abord et Midjourney c'est pour rechercher des références et tout du coup ?</p> <p>A : Midjourney c'est surtout pour trouver ce qu'on recherche ? G : vous devez continuer votre brainstorming avec Midjourney, cliquez sur accepter l'invitation, choisissez une newbies, et introduisez votre prompt avec le /imagine A : donc là il faut qu'on écrive maintenant</p> <p>B : architecture, accrobranche, câble tendu A : on verra ça plus tard d'abord la topographie B : donc tappe déjà topographie, jeu de niveau, parc A : park B : different level, je ne sais pas si ça se traduit comme ça, arbre aussi parce que nous c'est un parc fort arboré</p> | | |

A : trees, il faut mettre des virgules aussi
 B : tu es sûr ?
 A : les gens mettent des virgules
 B : met architecture on ne sait jamais, ou peut-être pas en fait pour avoir que le site sans bâtiment, donc ne pas mettre le terme architecture pour avoir le site vierge sinon il va te sortir des bâtiments dessus directs non

A : donc on ne met pas, été ensuite on met aussi différent layers, comment on dit toile tendu, stretched, on essaye de voir ce que ça donne avec ça ?

A : à la fin qu'est-ce qu'on met ?

G : pour l'aspect réaliste ?

A : oui

G : --v 4

A : c'est lent

B : on a un terrain de golf

A : en vrai ça c'est pas mal

B : oui il ne manque que la structure accrobranche

A : c'est quoi les v

B : je crois que v c'est les variants

A : non c'était v1, v2, v3, v4 (ordre des images)

B : en fait je crois qu'à chaque fois que tu mets v ça te sort des variantes différentes

A : qu'est-ce qu'on fait on télécharge cette image

B : oui

A : si tu veux on réécrit

B : juste rajouter accrobranche, structure

A : on peut peut-être simplifier ça topography park different level

B : l'idée ce serait quand même cabane dans les bois c'est ça l'idée quelques chose qui ne touche pas le sol

A : on peut mettre floating

B : enlève level, on met déjà topography

B : on a ça parce qu'on a plus de termes sur le parc que la structure qu'on veut, quoi que

A : on n'est pas très loin là

B : oui, enregistre-la déjà

A : on essaye d'écrire un autre

B : oui, peut être cabane design

topography park,
 different levels,
 trees, spaces to
 laydown under
 the trees on top
 of the
 topography, on
 top of topography
 of grass different
 layers of
 stretched canvas
 connecting trees,
 shades,
 atmospheres, --v
 4



V2



V3



topography park,
 spaces to
 laydown under
 the trees on top
 of the grass
 topography, on
 top different
 layers of floating
 stretched canvas
 connecting trees
 creating shades,
 atmospheres, --v
 4

B : et si tu rattachais dessus tu as la variante de la variante ?

A : oui je pense

B : oui regarde si tu prends v2

B : ou alors on joue qu'avec le jeu de terrain que tu pensais et le bâtiment serait plus dans la topographie

A : oui

B : d'un côté tu peux grimper sur le bâtiment en passant par la topographie et de l'autre côté tu as le bâtiment

A : et même c'est mieux là tu peux monter au-dessus, là tu crées des espaces en dessous

B : mais si on prend à l'envers cette forme-là, là ça monte graduellement et tu peux presque rentrer dedans tu as des espaces couverts

A : oui oui là tu peux rentrer dedans, en vrai c'est ce que j'imaginai quand on dessinait

B : tu as la butte et on a coupé dedans, fait un peu une variante de la trois

A : il faut qu'on change le code là

B : il faut préciser le programme comme une zone de détente, rester sur l'idée d'un parc zone de détente, terrasse zen, met parc in the city peut-être parce que là il nous met un parc comme si on était au milieu des montagnes

A : là on est mieux sur celle-là

B : oui même le troisième, le premier on ne voit rien

A : mais tu vois le deuxième il est pas mal parce que là tu vois les chemins, tu as la topographie et les espaces qui viennent se mettre en dessous

B : essaye un peu les variantes des trois on ne sait jamais, lance au moins celle du deux et du trois

A : oui parce que celui-là je ne vois pas trop

B : oui y a trop d'eau

A : je sauvegarde ça, donc les variantes du deux et du trois

B : c'est dommage qu'il ait enlevé les personnes, ça il faudrait le mettre animer, parc bondé ou un truc comme ça, celui-là il n'y a pas de pavillons c'est juste des chemins

A : oui

B : celle-là est mieux

topography park with spaces to laydown under the trees on top of the grass topography, on top different layers of floating stretched canvas connecting trees creating shades, hut design, atmospheres, --v 4

B : c'est la forêt qui fait la cabane, la première n'est pas mal, essaye peut être les variantes



V1



V2



A : je sauvegarde celle-là puis on
essayera d'agrandir sur celle-là, je mets
quoi ?

B : un parc qui sera un peu plus occupé,
parc pas bondé

A : je mets people, c'était quoi
l'énoncé ?

B : plaine de jeux un truc plus enfant

A : ok je mets ça

A : là je pense qu'on a tout perdu

B : on a juste gagné les gens

A : en vrai en mode collage c'est sympa

B : pour expliquer le programme oui
mais pour le bâtiment les autres étaient
mieux

A : on prend les autres on prend celui-là
et on fait un mixte

topography grass
park with
underneath the
topography
different huts,
different levels,
under trees 4

different
topographies
creating a
continuity with
the park with the
under the
topography huts,
--v 4



different
topographies
creating a
continuity with
the park in the
city the under the
topography huts,
terrace zen,
spaces to lay
down under the
trees and on top
of the
topography, --v 4



V3



V2

| | | |
|------------------------------------|---|--|
| | <p>different topographies creating a continuity with the park in the city the under the topography huts, terrace zen, spaces to lay down under the trees and on top of the topography, people laying down and playing—v 4</p> |  <p>V3</p>  |
| <p>PHASE 2b : PINTEREST</p> | | |
| | <p>Topographie avec par en dessous Topographie avec parc topographie park dunes grass dunes in park dunes dans park dunes dans park enfants</p> |  |

Participants et personnes externes :

- A= étudiant A du groupe bleu
- B= étudiant B du groupe bleu
- G= Gizem

CODAGE : GROUPE VERT

Retranscription des discussions

Prompts

Représentations générées/utilisées

PHASE 1 : FEUILLE A3

A : on peut dessiner sur tout ou que sur la feuille blanche
B : je ne sais pas
A : sur la feuille blanche sûrement
B : on peut décalquer, non, c'est dommage
A : il y a l'orientation déjà
B : alors cuisine bar espace technique espace extérieur, mais c'est démontable
A : oui mais ça change quelque chose au sketch

B : oui, un truc totalement démontable, quelques choses totalement démontables, tu imagines un truc en plan un peu comme tu vois quand tu fais un dé

A : oui
B : à la main
A : à la main ? oui oui je vois

B : on monte des parois puis quand tu veux démonter tu replies toutes les parois et tu mets dans une remorque

A : oui je vois un truc comme l'architecture modulaire
B : tu agences comme tu veux, la cuisine et espace extérieur carré ou la forme que tu veux mais quelques choses de très simple

A : alors il n'y a pas d'espace couvert alors
B : l'espace couvert ça peut être deux trucs comme ça et quand tu replis ça fait la toiture et ça ça fait le mur

A : ok on essaye d'avoir que des parois similaires et une toiture qu'on remultiplie
B : oui c'est ça

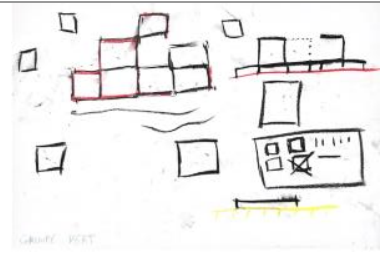
A : ok parfait et on a besoin d'éléments de structure des poteaux ou poutres ?
B : oui ou c'est des parois très légères avec un système quand tu le repli ça vient se coincer comme ça avec une équerre en métal ou autre, tu peux peut-être visser

A : ok on se dit que on a que les éléments porteurs murs et toiture et que à chaque fois un pan de mur qui vient reprendre les efforts de toiture

B : attends du coup les trucs comme ça ce sont juste les trucs porteurs

A : ça c'est en plan, donc on dit qu'on a des éléments intérieurs et là on dit que c'est juste une toiture, je vais prendre un crayon

B : oui dessine parce que je ne comprends pas



A : je me dis que ça c'est fermé c'est le mur, peut-être que la aussi que c'est fermé c'est un autre espace et là on dit que c'est couvert on a peut-être un autre mur qui vient reprendre ici et ici aussi pareil on a un point d'accroche ici pour avoir un angle comme ça on a que deux éléments les murs et les toitures

B : oui c'est ça et du coup il faut les murs qui doivent venir s'accrocher ici pour que ça ne se replie pas

A : oui je vois, mais ça quand tu apportes des éléments modulaires ça se fixe sur la console, donc ok on partira là-dessus c'est dans un parc qu'est-ce qu'on peut apporter de plus

B : cuisine bar et espace technique ça doit être proche, comme ça la cuisine peut dialoguer avec le bar, l'espace technique c'est pour le bar et la cuisine pour éviter les blabla de tuyaux, ensuite pour l'espace extérieur ouvert et non couvert, tu peux avoir un espace ou dans la guinguette il y a un espace couvert tu as peut-être un chemin et un peu plus loin il y a un carré qui fait un rappel et là un espace non couvert juste une terrasse

A : peut-être qu'il n'y a pas qu'un espace

B : oui c'est ça il y a peut-être des tables de six puis de deux pour ceux qui sont en couples

A : ok oui ça peut être cool


A : est-ce qu'il faut rentrer dans les plans etc, je n'imagine pas

B : vu que c'est démontable tu ne vas pas couler de dalle à mon avis ce sera sur pilotis on fait peut-être ça en plaque de bois massif qui viennent juste se mettre sur les pilotis et ça c'est la terrasse et une fois qu'ils veulent démonter tu enlèves les pieux et les plaques et toute la guinguette sera sur pilotis, en plan une fois que tout est replié, quand tu replis les parois tu auras un truc comme ça j'imagine un truc comme ça et là c'est en arrière-plan là tu as ton sol là la cuisine bar et là l'espace extérieur couvert et plus loin les autres espaces dispersés autour de la guinguette qui sont aussi sur pilotis et la jonction entre les parois c'est des accroches métallique qui peuvent faire pivotés les parois

B : donc si on fait une liste d'éléments tu auras tes planchers qui sont plus lourdes les parois légères les parois porteuses la toiture pour l'espace couvert les pilotis les attaches entre les parties et voilà

A : mais parois légères et lourdes tu penses qu'il y a besoin de la distinction

| | | |
|---|---|---|
| <p>B : non je ne pense pas A : je pense ce qu'on cherche c'est de réduire le plus d'éléments possible et de le répéter B : oui tu as raison, juste des parois qui sont autoportantes et c'est bon, et les éléments de terrasse qui seront les même que les planchers A : je pense qu'on est ok</p> <p>A : après ça doit être intérieur aussi, ah non c'est bon, de toute façon c'est bientôt fini il nous reste une minute B : je crois qu'on a fait un peu le tour de tout A : oui de toute façon avec ce qu'on cherche on aura des résultats surement après même au niveau de la matière aussi on voit ça en bois B : oui quelque chose de léger, du bois de la tôle en tout cas quelque chose de léger qui peut se manipuler facilement A : pour les parois et sol du bois et la toiture B : la tôle</p> <p>B : je suppose que ça ne doit pas être isolé A : c'est ce que je me demandais aussi au pire les parois on refait tout ce qui est parachèvement etc après la mise en place des éléments modulaires B : oui c'est ça</p> | | |
| <p>A : brainstormer à l'aide de pinterest via le prompt B : ok on va brainstormer, on va mettre juste architecture démontable juste pour voir pour avoir une petite idée, voilà c'était ça ce à quoi je pensais clairement ça un truc léger mais bon il n'y a pas de structure et les parois sont autoportantes</p> <p>A : guinguette c'est sûr qu'il ne va pas aimer B : architecture A : toujours pas, guinguette je peux enlever B : pavillon A : c'est un peu la même chose que tantôt on va rester sur architecture démontable B : ah voilà ça</p> <p>A : il faut peut-être enregistrer B : on va déjà enregistrer ça, ce n'est pas vraiment ce qu'on veut faire mais c'est l'idée du truc qui se déplie mais c'est une petite toiture nous ce sera vraiment le toit de l'espace, sinon je mets comment on appelle origami, non pas origami A : peut-être dépliable ou extensible B : voilà plus un truc comme ça fin je ne sais pas on va déjà enregistrer ça</p> <p>A : ce n'est pas trop ce qu'on cherche, là on a des parois en bois mais c'est pas trop ce qu'on</p> | <p>Architecture démontable</p> <p>Guinguette démontable</p> <p>Guinguette démontable architecture</p> <p>Pavillon démontable</p> <p>Architecture dépliable</p> <p>Architecture modulaire parois bois 2d</p> |  |

| | | |
|--|---|--|
| <p>cherche, je vais revenir à notre recherche de départ</p> <p>B : mets modulaire parois ne mets pas modulaire parois 2d juste parois</p> | | |
| <p><u>PHASE 2b : MIDJOURNEY</u></p> | | |
| <p>A : c'était quoi la commande pour entrer un prompt</p> <p>X : /imagine</p> <p>A : il faut à chaque fois mettre /imagine ?</p> <p>X : oui</p> <p>B : mets architecture non attends on va mettre si je mets bâtiment</p> <p>A : là on doit mettre le plus de truc possible</p> <p>B : on va essayer bâtiment mais à mon avis ce n'est pas le mot, bâtiment démontable</p> <p>A : il faut peut-être préciser que c'est ouvert couvert</p> <p>B : pliable, on va voir ce que ça donne, il attend</p> <p>B : ce n'est pas ouf, on va faire une nouvelle recherche pavillon démontable parc</p> <p>A : je pense qu'il faut mettre plus de truc sinon il va</p> <p>B : on est où là</p> <p>A : là il va juste nous mettre un parc</p> <p>A : on a ça peut être là un peu plus</p> <p>B : on prend une capture d'écran ?</p> <p>A : oui je pense</p> <p>B : on ira la recherche dans le chat au pire</p> <p>A : on peut avoir différentes propositions par contre, il faut cliquer sur les premiers et on aura des versions différentes et cliques sur v3 la version 3</p> <p>B : celle-là c'est pas mal, ce n'est pas trop ça mais ça se rapproche petit à petit, celle-là aussi-elle pas mal mais</p> <p>A : oui ce n'est pas vraiment ça mais on part d'une boîte</p> <p>B : du coup c'est u4 non u2</p> <p>A : oui u2 et on peut prendre une autre version je ne sais pas comment c'est</p> <p>B : on va mettre v3 mais je ne sais pas trop si c'est ça, ça a fait ça on met u2 v2 alors, parce que j'ai mis v3 et c'est ça</p> <p>B : ah voilà, on prend cette image et cette image, quoique ça pour l'espace couvert et non couvert</p> | <p>Bâtiment pliable, ouvert et couvert</p> <p>Pavillon démontable parc</p> <p>Pavillon démontable pour manger</p> |  |

A : oui mais on est loin du démontable
B : oui on est très très loin

A : peut-être démarrer d'un nouveau prompt
B : oui, c'est bof ça
A : celle-là un peu plus
B : oui un peu

B : il est où mon pavillon pliable
A : je ne sais pas où il est passé
B : c'est ça mais il n'a pas voulu se lancer
A : pourquoi ?
B : je ne sais pas
A : quand l'autre sera fini
B : voilà pavillon pliable, ça charge mais ce n'est pas fou, ok c'est pas du tout ça mais bon

B : on va mettre, si t'as idée dis-moi, restaurant bar
A : oui peut-être partir sur bar
B : bar pliable démontable
A : ça je ne pense pas qu'il va comprendre
B : pliable, bar couvert pliable
B : au lieu de mettre bar je vais mettre restaurant
A : ou parler de la forme générale c'est plus un cube

B : oui, bar couvert pliable ça ne nous donne rien d'extraordinaire, restaurant pliable ça charge
A : après tout ce qui est en plan c'est déjà plus intéressant
B : oui oui clairement, ou dépliable aussi
A : oui, on pourra ajoute la matière là on commence à avoir quelque chose

B : ça je le relance, le deux on fait une relance pour voir ce que ça donne, la non, là 3, restaurant dans un cube ça m'a l'air déjà ça l'ambiance, ça m'a l'air déjà un peu plus correct, là ça ne va pas on verra, on relance ?
A : mais il y a déjà pas mal de chose en cours de route non
B : oui j'avoue

A : j'ai reçu un message on a fait trop d'essai c'est fini
B : fini fini on ne peut plus ?
A : oui je pense que c'était 25 essais
B : ok

A : après j'imagine qu'on doit prendre les images pour consolider notre slide, les images Pinterest et midjourney et voilà
B : on doit faire un PowerPoint je suppose
A : oui

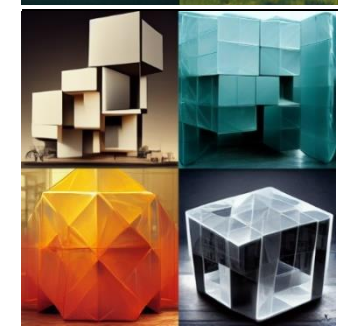
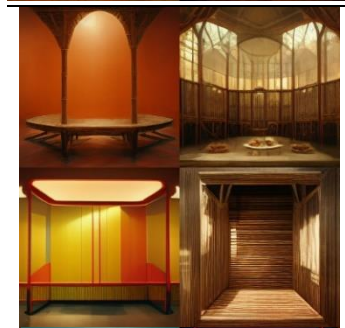
bar couvert pliable

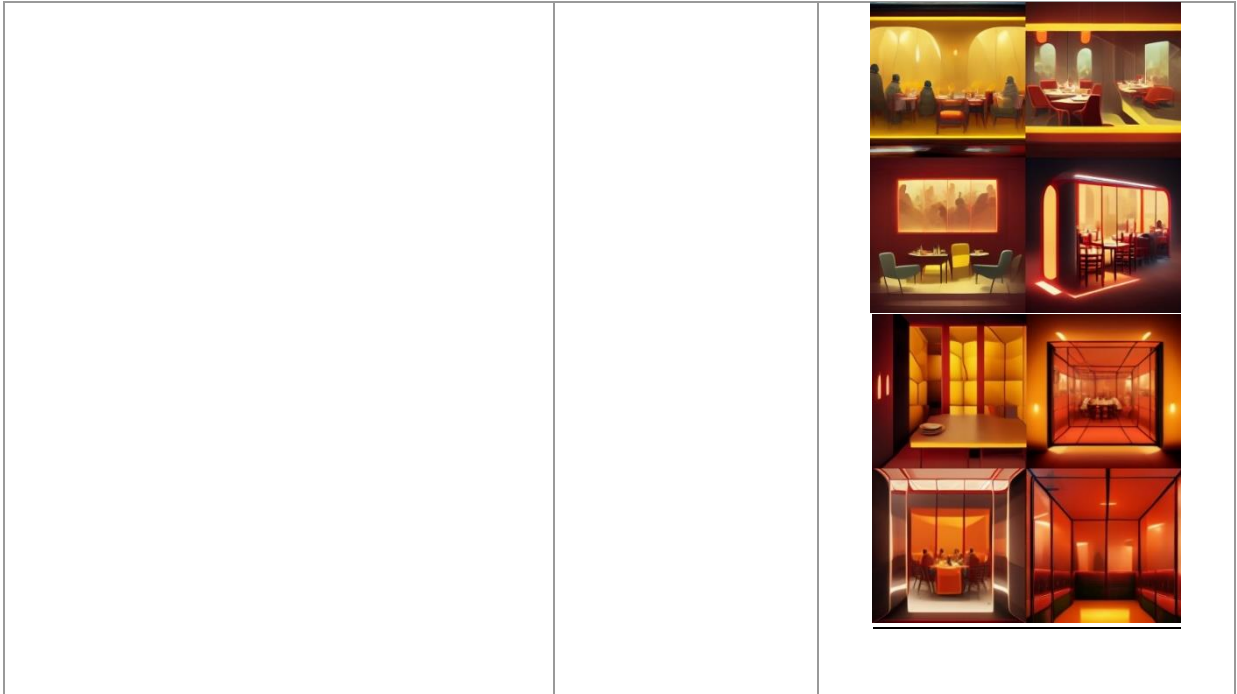
restaurant pliable

cube pliable
architecture

cube architecture
dépliable

restaurant dans un
cube dépliable





Participants et personnes externes :

A= étudiant A du groupe vert

B= étudiant B du groupe vert

G= Gizem

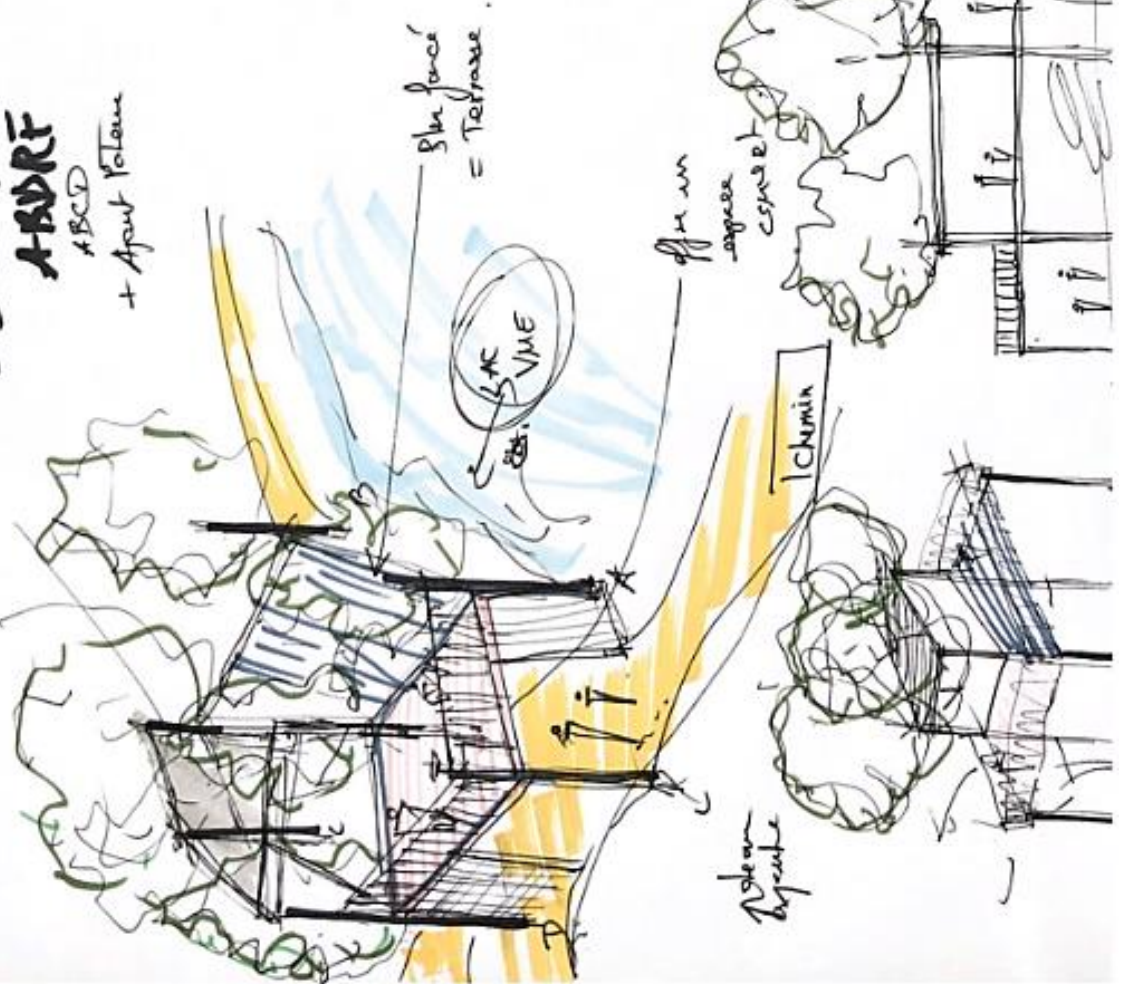
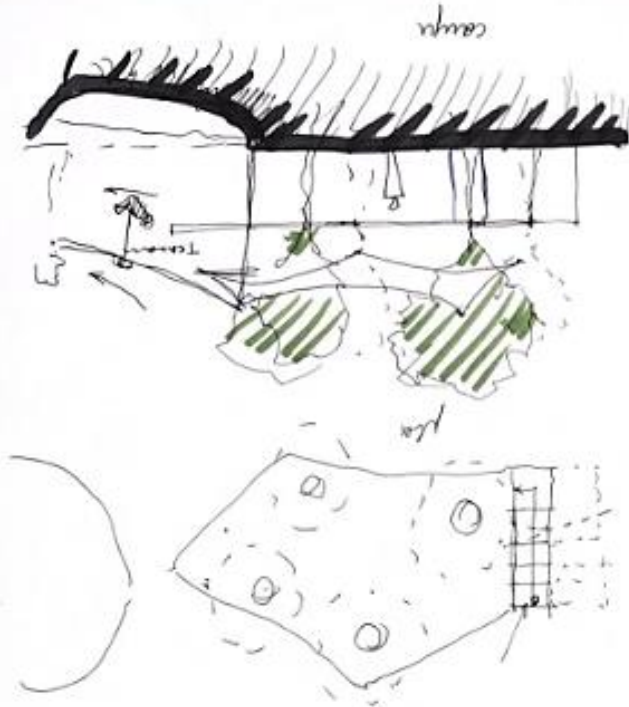
X= étudiant moniteur

10.4 ANNEXE 4 esquisses sur papiers

Groupe orange



→ B&E TRONC
ABDRF
+ Apert Potam

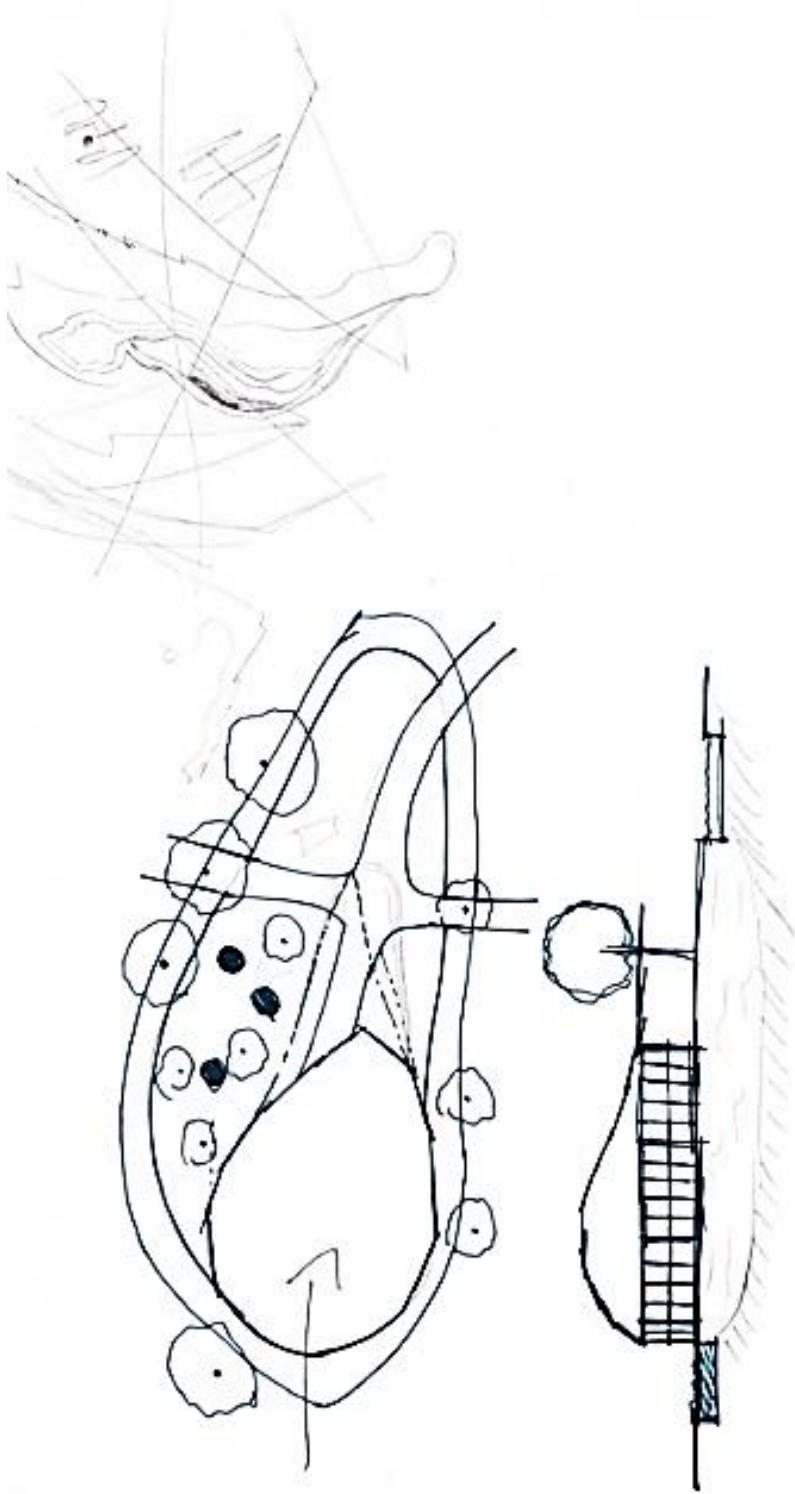


- reup
- acrobatic
- paratis
- acrobatic
- bar
- densibilité nature
- démontable
- torce (couvert)
- escalier palier
- typhane

Groupe rouge



Group Range.



Groupe violet



GRUPE VIOLET

Repos
Danse
restaurant - fleur
- Guirlande



- Mobilis - Châtaignes, faucon,



Groupe bleu

Plan d'implantation du Jardin Botanique

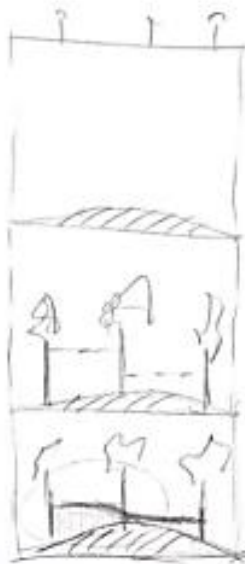
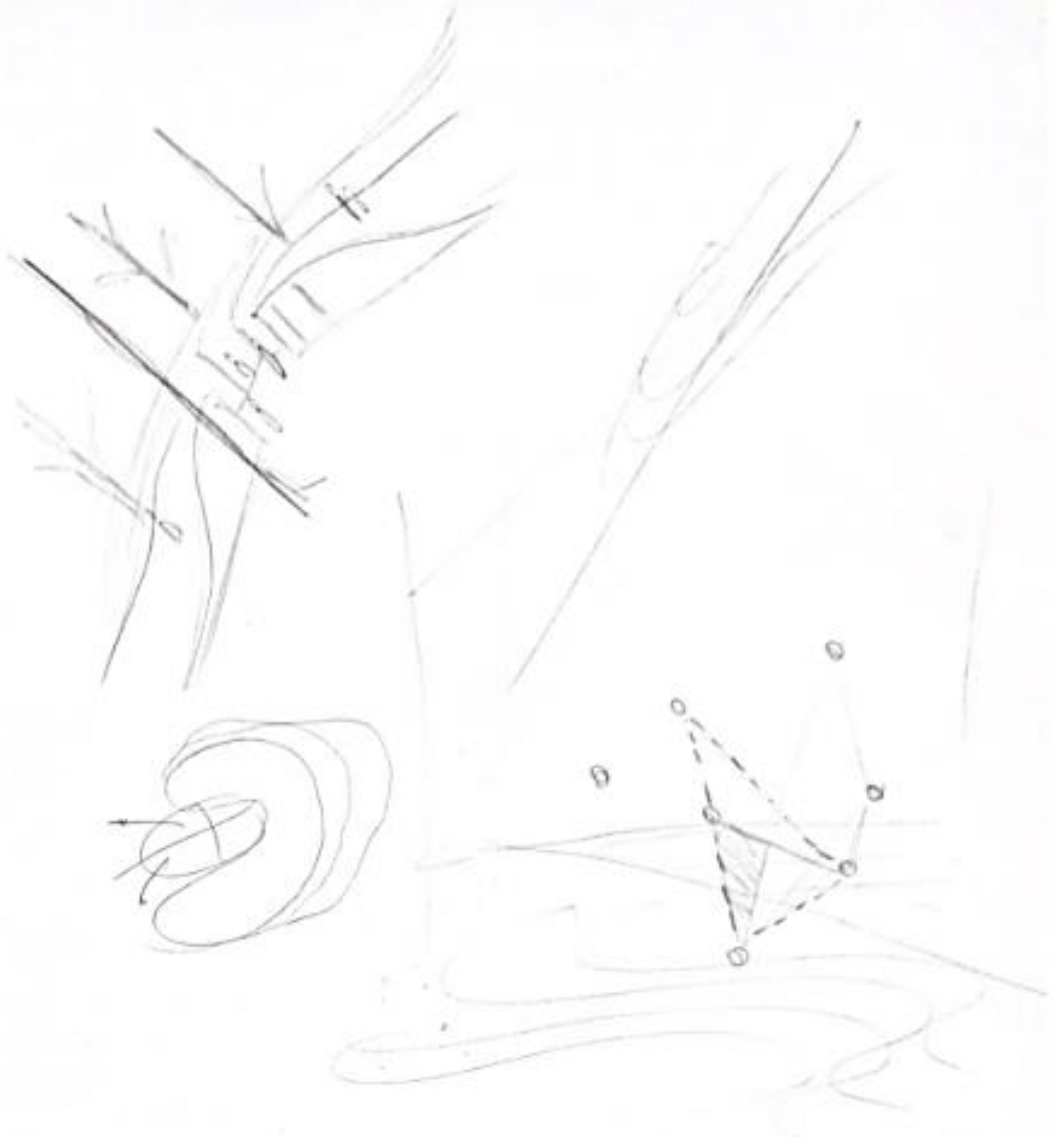
1/2000

Groupe:

BLEU



BUN



→ system

Groupe vert

Plan d'implantation du Jardin Botanique

1/2000

Groupe: *groupe V&RT*



