UQAC
Université du Québec
à Chicoutimi

LE JEU DE CONSTRUCTION POLYBLOCS :
ÉTUDE DE LA CONCEPTION D'UN OUTIL DE PRÉVISUALISATION ARCHITECTURALE

par Marco Aurelio Galan Henriquez

Mémoire présenté à l'Université du Québec à Chicoutimi en vue de l'obtention du grade de Maître ès art (M.A.) en art (design numérique)

Québec, Canada

© Marco Aurelio Galan Henriquez, 2025

RÉSUMÉ

Ce mémoire vise à enrichir la recherche en établissant des liens étroits entre les possibilités créatives offertes par les moteurs de jeu et les pratiques idéatives en conception architecturale. Plus précisément, il explore les relations entre la prévisualisation architecturale, le jeu et certaines définitions de l'imagination. L'étude s'appuie sur l'analyse des pratiques d'architectes et sur un corpus théorique définissant les notions de jeu et d'imaginaire appliquées à la conception, dans le but de concevoir un outil innovant de prévisualisation.

Dans cette perspective, le jeu de construction *Polyblocs* se place au cœur de la démarche. Cet outil, intégré à un environnement virtuel, permet la création rapide de prototypes, offrant ainsi une manière ludique et participative de donner forme à des concepts architecturaux. Ce travail s'attaque à un enjeu central de la conception architecturale assistée par ordinateur : le défi de préserver la spontanéité, la créativité libre et l'improvisation, souvent limitées par les outils traditionnels tels que les logiciels de CAO (conception assistée par ordinateur). L'objectif est de développer un outil spatial qui restitue la liberté créative du dessin manuel ou du photomontage, tout en s'intégrant dans un espace virtuel interactif. En adoptant une approche de recherche-création, ce mémoire examine comment les notions de prévisualisation, d'imagination et de jeu influencent la conception d'un tel outil.

Au niveau des contributions, l'outil *Polyblocs* propose aux praticiens un espace de liberté et d'agentivité souvent absent des solutions conventionnelles en conception architecturale, favorisant l'expression spontanée dans les processus de prévisualisation. Les objectifs principaux de ce mémoire sont d'analyser les tendances influençant la prévisualisation architecturale et de mieux comprendre comment les concepts d'imagination et de jeu peuvent guider la création d'outils plus intuitifs et créatifs, adaptés à la pratique architecturale contemporaine.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ ii
TABLE DES MATIÈRES iii
LISTE DES FIGURES vi
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS vii
DÉDICACE viii
REMERCIEMENTS ix
AVANT-PROPOS x
INTRODUCTION 1
CHAPITRE 1 4
L'ARTICULATION DE LA PRÉVISUALISATION, DE L'IMAGINATION ET DU JEU 4
1.1 MISE EN CONTEXTE DE LA RECHERCHE 4
1.2 LE DOMAINE DE LA PRÉVISUALISATION ARCHITECTURALE 6
1.3 L'IMAGINATION 11
1.4 LE JEU DE LA PRÉVISUALISATION 14
1.5 CADRE CONCEPTUEL : ENTRE PRÉVISUALISATION, JEU ET IMAGINATION 17
1.5.1 APPROCHES DE LA PRÉVISUALISATION ARCHITECTURALE 18
1.5.2 APPROCHES DE L'IMAGINATION ET ARCHITECTURE 21
1.5.3 LE PROBLÈME DU JEU DE LA PRÉVISUALISATION 23
1.6.1 HYPOTHÈSE DE RECHERCHE 26
1.6.2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE 26
1.6.3 QUESTION DE RECHERCHE 27
CHAPITRE 2 28
MÉTHODE DU PROJET POLYBLOCS 28
2.1 PROCESSUS DE LA RECHERCHE-CRÉATION PAR CYLCES HEURISTIQUES 28
2.2 DIVERSES MÉTHODES LIEES A LA RECHERCHE-CRÉATION PAR CYCLES HEURISTIQUES 30
2.2.1 CYCLES HEURISTIQUES 30
2.2.2 LE JEU DE CONSTRUCTION, LE JOUET À CONSTRUIRE 31
2.2.3 STRATÉGIES HERITÉES DE MA PRATIQUE PROFESSIONNELLE 32

2.3 ATTEINTE DES OBJECTIFS 32

2.4 SCHÉMA DE L'IMAGINATION 33

2.5 SCHÉMA DU JEU DE CONSTRUCTION 34

2.6 CRITÈRES D'ANALYSE 35

CHAPITRE 3 38
RÉALISATION DU PROTOTYPE POLYBLOCS 38
3.1 L'OUTIL DE PRÉVISUALISATION ARCHITECTURALE POLYBLOCS 38

3.2 ÉTAPES DE RÉALISATION DU PROTOTYPE POLYBLOCS 40

3.2.1 PREMIERS DESIGNS : HYBRIDATION DESSIN À MAIN LEVÉE, ARCHICAD ET BLENDER 40

3.2.2 DEVELOPPEMENT DE TESTS ET PROGRAMMES DANS DES ENVIRONNEMENTS NUMÉRIQUES 42

3.2.3 CRÉATION DU PROTOTYPE DANS UNITY 45

3.3 RÉALISATION ET ANALYSE DU PROTOTYPE DANS UNITY 49

3.3.1 PHYSIQUE ET FANTAISIE 49

3.3.2 L'EFFET DE L'ILLUSION-IMAGINATION EN TEMPS REEL 50

3.3.3 OUTILS À ORIENTATION LUDIQUE 50

3.3.4 *EASTER EGGS* 51

CHAPITRE 4 54
ANALYSE DES RESULTATS 54
4.1 PRÉSENTATION DE L'ANALYSE 54

4.1.1 EXPLORATION VISUELLE ET STRUCTURATION SPATIALE 56

4.1.2 INTERACTION LUDIQUE (PAIDIA) 57

4.1.3 STRUCTURATION (LUDUS) 58

4.1.4 LE CERCLE LUDIQUE 58

CONCLUSION 60
LISTE DE RÉFÉRENCES 62

ANNEXE I Hypothèse, dispositif-artefact appelé MAP NC (ma pensée)..... 65
ANNEXE II Diagramme sur la prévisualisation architecturale 66
ANNEXE III Diagramme sur l'imagination 67
ANNEXE IV Diagramme sur le jeu 68
ANNEXE V L'ARTICULATION DE LA PRÉVISUALISATION, DE L'IMAGINATION ET DU JEU 69
ANNEXE VI La matrice *Polyblocs* : THE GRID AND THE GAZE (La Grille et Le Regard)..... 70
ANNEXE VII La matrice *Polyblocs* : L'assimilation et l'accommodation 71
ANNEXE VIII La matrice *Polyblocs* : PAIDIA et LUDUS..... 72

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 SCHÉMA HEURISTIQUE DU PROJET POLYBLOCS 33
FIGURE 2 SCHÉMA SUR L'ARTICULATION DE LA PRÉVISUALISATION ARCHITECTURALE, DU JEU ET DE L'IMAGINATION 34
FIGURE 3 LES PRINCIPES METHODOLOGIQUES 36
FIGURE 4 LES DYNAMIQUES ET RELATIONS ENTRE LES CONCEPTS 37
FIGURE 5 CONCEPTION DU SYSTEME MODULAIRE INTERCHANGEABLE INSPIRE PAR LE SYSTEME LEGO (LOGICIEL ARCHICAD).. 41
FIGURE 6 LES CRITÈRES D'ANALYSE, ARCHICAD, LE DESSIN À MAIN LEVÉE 42
FIGURE 7 ESQUISSE ET CONSTRUCTION TRIDIMENSIONNELLE DES BLOCS ET ELEMENTS DE BASE. 43
FIGURE 8 ESSAI SUR LE LOGICIEL TOUCHDESIGNER EN TANT QU'OUTIL DE PREVISUALISATION 44
FIGURE 9 L'HYBRIDATION ENTRE ARCHICAD ET BLENDER, TOUCHDESIGNER 45
FIGURE 10 DEVELOPPEMENT EN UNITY. 47
FIGURE 11 LE CRAYON AVION/VAISSEAU SPATIAL. ESQUISSES CRAYON AVION/ CAMERA CYCLOPE 48
FIGURE 12 DEVELOPPEMENT EN UNITY : SIMULATION BLOCS PHYSIQUES ET EN APESANTEUR 49
FIGURE 13 DES PERSPECTIVES ALTERNATIVES EN FONCTION DE LA POSITION ET DE LA TELEPORTATION 50
FIGURE 14 CAMERA POLAROID, MULTIPLES ECRANS 51
FIGURE 15 DES EFFETS KALEIDOSCOPIQUES CAMERA CYCLOPE/ ECRAN. 52
FIGURE 16 HYBRIDATION TOTALE A TRAVERS LE PROTOTYPE POLYBLOCS.. 53
FIGURE 17 HYBRIDATION TOTALE A TRAVERS LE PROTOTYPE TOUS LES PROGRAMMES INFORMATIQUES ET LE DESSIN A MAIN LEVÉE 56
FIGURE A1 HYPOTHÈSE, DISPOSITIF-ARTEFACT APPELÉ MAP NC (MA PENSÉE). 65
FIGURE A2 DIAGRAMME SUR LA PRÉVISUALISATION ARCHITECTURALE DESSEN JB (DESSIN JE VAIS) 66
FIGURE A3 DIAGRAMME SUR L'IMAGINATION SC MK (EST-CE MEKA) 67
FIGURE A4 DIAGRAMME SUR LE JEU CHUIZ LA PHEN (JE SUIS LA FUN) 68
FIGURE A5 V1 L'ARTICULATION DE LA PRÉVISUALISATION, DE L'IMAGINATION ET DU JEU.. 69
FIGURE A6 LA MATRICE POLYBLOCS : THE GRID AND THE GAZE (LA GRILLE ET LE REGARD) 70
FIGURE A7 LA MATRICE POLYBLOCS : L'ASSIMILATION ET L'ACCOMMODATION. 71
FIGURE A8 LA MATRICE POLYBLOCS : PAIDIA ET LUDUS 72

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

BIM : De l'anglais *Building Information Modeling*. Processus de conception numérique qui coordonne plusieurs fronts de travail, tels que les aspects électriques, structurels, architecturaux et mécaniques, sur un modèle principal unique.

CAO: Conception assistée par ordinateur.

DÉDICACE

À Marley Velandia et Gloria Galan.

REMERCIEMENTS

À mes directeurs Benoît Melançon et Yan Breuleux, qui ont été un phare dans mon processus, me rapprochant de territoires riches en trésors cognitifs et contribuant au développement de ma signature personnelle.

À Louis-Philippe Rondeau, dont l'espace académique a servi de laboratoire de base pour le développement de mon projet en réalité virtuelle et a constitué une oasis dans mon parcours.

J'admire leurs œuvres, leurs compétences, leurs esprits et leurs âmes. Ma gratitude sera éternelle.

À Laureline Chiapello, qui, avec humanité et affabilité, m'a introduit au design de jeux ainsi qu'aux bases de la recherche.

À Jocelyn Benoit, Isabel Gauthier, Valérie Boudreault, Michel Lemelin, Andréanne Martin, je remercie leur soutien précieux.

À Laurent Michel, grand ami et collègue.

AVANT-PROPOS

En tant qu’enseignant en architecture, j'ai pu observer l'approche de grands architectes qui trouvent leur inspiration dans l'art. En tant qu'architecte porté par une vision universelle de mon métier abordant le design prospectif à l'échelle urbaine et planétaire, explorant des concepts tels que les méga-structures, les visions futuristes et les modèles intégrés de développement durable, se situant entre l'échelle du bâtiment et du mobilier. Je désire développer ma propre signature en développant des outils novateurs se situant hors des habitus techniques qui marquent la pratique de ma profession.

En ce sens, je suis intéressé aux diverses expressions artistiques qui se condensent dans les possibilités de narration et de simulation propre à l’usage des moteurs de jeux vidéo, Ceux-ci permettent de recréer et reproduire des expériences multisensorielles. Dans les domaines artistiques, les expressions cinématographiques et vidéoludiques peuvent grandement contribuer à éveiller l'âme universelle de l'architecture, une âme capable d'intégrer des expressions éloignées de son noyau disciplinaire. À mon avis, l'architecture est un secteur conservateur et semble en retard face aux rythmes de développements et avancées actuelles issues des possibilités créatives des moteurs de jeux.

En contrepartie, les jeux vidéo ont magistralement répondu aux besoins d'une industrie massive du divertissement, mais on prend rarement conscience des immenses capacités pédagogiques et instructives qu'ils peuvent offrir dans leur déploiement en réalité virtuelle. Cela inclut une multiplicité de scénarios et d'outils orientés à recréer des expériences variées, allant de la manipulation d'un instrument de musique à celle d'un mécanisme ou encore à la modélisation d'un design. C'est dans ce contexte que le jeu de construction *Polyblocs* propose un cadre à la fois ludique et formatif, exploitant les possibilités immersives de la réalité virtuelle, un élément central de mon projet de recherche

INTRODUCTION

Ce mémoire s'inscrit dans le champ de la recherche sur la prévisualisation dans le contexte de la conception et de la production architecturale. Il se concentre sur l'étude des processus permettant d'intégrer la créativité artistique dans le développement d'un concept au sein d'un environnement de simulation, avant la diffusion de l'idée et sa mise en œuvre.

Dans la discipline architecturale, la prévisualisation est traditionnellement orientée vers des méthodes de représentation bidimensionnelle et tridimensionnelle permettant au concepteur d'anticiper et de communiquer des idées architecturales. Cependant, ces techniques de représentation tendent à fragmenter le processus créatif en excluant l'intégration directe de l'imagination et du jeu dans un espace interactif. L'absence d'une méthodologie articulant prévisualisation, imagination et jeu dans un même scénario limite le potentiel d'exploration intuitive, qui favorise la découverte spontanée et la manipulation directe des idées, ainsi que l'expérimentation performative, qui met l'accent sur des interactions planifiées et des gestes intentionnels dans la création architecturale. Plus précisément, la prévisualisation architecturale s'est orientée vers des représentations bidimensionnelles et tridimensionnelles sur des plateformes de conception assistée par ordinateur (CAO). Bien que ces outils soient utiles pour communiquer des idées et des concepts, ils limitent la capacité d'expérimentation libre et d'imagination intuitive dans le processus de conception.

Simultanément, des concepts fondamentaux tels que le jeu et l'imagination, essentiels pour stimuler et exprimer la créativité à travers l'exploration de nouvelles possibilités spatiales, ne sont pas suffisamment étudiés dans la pratique de la prévisualisation architecturale. Avec l'essor de la réalité virtuelle, la possibilité d'intégrer des pratiques spontanées d'improvisation et d'esquisse ludiques favorisant la lucidité et l'imaginaire dans un environnement immersif se profile. J'ai pour hypothèse qu'une expérience interactive et ludique peut ajouter de nouvelles dimensions au domaine de la prévisualisation architecturale.

Dans la discipline architecturale, la prévisualisation peut être analysée à travers les concepts de *Paidia* et *Ludus* (ces deux concepts sont expliqués à la page 15), deux termes qui définissent des tendances complémentaires du jeu. *Paidia,* qui désigne un jeu libre et spontané, correspond à une stratégie de prévisualisation favorisant l'exploration intuitive, l'improvisation et la créativité non structurée dans le processus de conception. À l'opposé, *Ludus*, qui fait référence à un jeu structuré et régi par des règles, correspond à une stratégie méthodique et systématique, centrée sur des processus rigoureux d'analyse et de composition architecturale. L'absence d'une articulation claire entre ces deux stratégies peut limiter le potentiel d'intégration entre imagination, jeu et scénarios interactifs dans la prévisualisation architecturale.

Concrètement, cette recherche-création se concentre sur l'étude du développement du prototype *Polyblocs*, un outil de prévisualisation architecturale en réalité virtuelle. Par le biais de *Polyblocs*, il s'agit d'explorer comment la synergie entre la liberté créative et spontanée (*Paidia*) et la structuration et la quantification (*Ludus*) peut enrichir le processus de prévisualisation architecturale, permettant à l'utilisateur d'interagir et d'expérimenter activement avec plusieurs configurations spatiales. L'objectif est de montrer qu'une approche hybride alliant le jeu et la structuration en réalité virtuelle peut élargir les possibilités créatives en prévisualisation architecturale. En combinant la liberté du jeu avec la rigueur de méthodes structurées, cette approche flexible et interactive permet d'explorer de nouvelles idées tout en maintenant une efficacité dans le processus de conception. Elle transforme ainsi la prévisualisation en un outil dynamique et adaptable pour l'architecture.

La recherche-création sera menée avec une méthodologie basée sur des cycles heuristiques et une expérimentation pratique. Cette méthodologie est organisée en quatre étapes : La formulation d'une ou de plusieurs questions de recherche-création, l'expérimentation et la production en atelier, pouvant donner lieu à une présentation publique, la rédaction du récit pratique, et la synthèse des connaissances découvertes.

Ce mémoire est structuré comme suit : le chapitre un présente les concepts théoriques de l'imagination et du jeu appliqués à la prévisualisation architecturale. Le chapitre deux détaille la méthodologie de recherche-création utilisée dans le projet *Polyblocs*. Le chapitre trois explore la

réalisation de l’environnement de prototypage *Polyblocs*. Le chapitre quatre propose l’analyse des résultats en regard des notions et concepts théoriques exposés au chapitre un.

L’analyse des résultats démontre que, malgré le potentiel que présente *Polyblocs* pour transformer et enrichir la prévisualisation architecturale, la recherche du présent mémoire présente certaines limites. Tout d’abord, le prototype ne cherche pas à concurrencer les programmes existants de type CAO, mais à apporter un complément expérimental. Ensuite, son intégration en tant que module supplémentaire dans d’autres programmes nécessiterait des ajustements de programmation et une synchronisation logicielle. Mentionnons que le niveau d’interaction dans l’environnement dépend des compétences de l’utilisateur, de la technologie disponible, ainsi que du répertoire limité d'outils initiaux. Cet aspect peut influencer l’expérience finale. L’autonomie des blocs et des éléments dans l’environnement virtuel est limitée, car aucun module permettant le déploiement de mécaniques avancées, d'animations ou d'apprentissage autonome. Cet aspect pourra être exploré dans de futures recherches.

La principale contribution de ce mémoire repose principalement sur l’importance, dans une discipline fortement marquée par sa technicité et la complexité des outils logiciel de laisser une place, dans la conception, aux notions de créativité, d’imagination, d’improvisation mais surtout, de prévisualisation. Ainsi, au-delà d’une proposition technique, ce mémoire propose l’analyse d’un outil d’aide à la créativité numérique.

CHAPITRE 1

L'ARTICULATION DE LA PRÉVISUALISATION, DE L'IMAGINATION ET DU JEU

1.1 MISE EN CONTEXTE DE LA RECHERCHE

La prévisualisation architecturale regroupe un ensemble de techniques et d'outils conçus pour anticiper la matérialisation d'un projet architectural. Elle permet d'explorer la plasticité des formes au sein d'un environnement simulé, offrant ainsi une projection visuelle et conceptuelle qui soutient à la fois le processus créatif et la communication du design. Au fil de l'histoire, ces pratiques ont évolué, passant des représentations picturales rudimentaires aux environnements immersifs générés par l'informatique. Dès ses origines, la prévisualisation a accompagné le développement de l'écriture et de la communication visuelle, débutant par des gravures sur argile, bois, pierre ou marbre, comme en témoignent les monuments historiques et les pièces de musée. Ces supports ont progressivement laissé place au papier et au texte, avant d'intégrer les technologies numériques.

La prévisualisation inclut à la fois des projections bidimensionnelles, telles que des plans, des façades et des coupes permettant de recréer des perspectives et des relations spatiales, ainsi que des maquettes à échelle réduite qui intègrent plusieurs blocs d'information, notamment les relations entre les façades et les qualités spatiales intérieures et extérieures. Dans un contexte de simulation et d'extériorisation des intentions, la prévisualisation joue un rôle clé en permettant l'évaluation de multiples possibilités conceptuelles et en assurant la transparence dans l'évolution d'une idée. Cette transparence se réfère à la résolution et la définition d'une forme qui naît d'une intention floue et incertaine, un processus par lequel la conception architecturale passe de l'abstraction à une représentation tangible, affinant ainsi progressivement les concepts et clarifiant les choix formels et spatiaux.

La pratique de la prévisualisation combine des méthodes traditionnelles et modernes. Parmi les méthodes traditionnelles figurent les croquis, les maquettes physiques et les blocs modulaires. Les outils numériques, tels qu'AutoCAD, ArchiCAD, Revit, SketchUp, Rhino, Unity et Unreal Engine,

fonctionnent à la fois sur des plateformes informatiques classiques et dans des environnements immersifs de réalité virtuelle et augmentée. De plus, l'intelligence artificielle s'intègre de plus en plus dans des processus tels que le rendu et la conceptualisation, élargissant les capacités de conception.

Cependant, dans un contexte académique et disciplinaire, la prévisualisation architecturale tend à se limiter à des approches formelles et normées, favorisant des résultats finalisés au détriment de l'agilité et de la dimension ludique du processus créatif. Ces restrictions diminuent l'espace laissé à l'imagination et au jeu, éléments pourtant cruciaux pour une exploration plus universelle et dynamique de la conception architecturale.

C'est précisément à l'intersection de ces limites et des possibilités offertes par les technologies immersives que s'inscrit cette recherche-création. Elle vise à concevoir une méthodologie qui permettrait aux utilisateurs d'explorer activement et de manière participative la conception architecturale.

La réalité virtuelle constitue aujourd'hui un cadre privilégié pour intégrer et articuler les concepts de prévisualisation, d'imagination et de jeu. L'introduction d'un jeu de construction en réalité virtuelle émerge comme une méthode novatrice permettant non seulement de manipuler les formes architecturales en temps réel, mais aussi de promouvoir une expérience ludique et interactive.

Dans ce chapitre, le concept de prévisualisation sera abordé à travers une série de réflexions appliquées aux médias traditionnels et contemporains en lien avec l'architecture. Ensuite, le concept d'imagination et sa relation avec la visualisation seront analysés, ainsi que sa transition de l'indéfini à l'explicite. Par la suite, le concept de jeu et son lien avec la prévisualisation seront explorés. Un compendium des différents auteurs étudiés sera ensuite présenté, mettant en évidence les éléments permettant d'identifier un espace de manœuvre et de proposition. L'ensemble mènera à l'hypothèse, aux objectifs et à la question de recherche.

1.2 LE DOMAINE DE LA PRÉVISUALISATION ARCHITECTURALE

Cette section vise à démontrer l'évolution de la prévisualisation architecturale à travers une série de concepts et d'auteurs influents, en mettant l'accent sur les interactions entre la perception, le mouvement et l'espace. En abordant les théories de pionniers tels que Bernard Tschumi, Jennifer Whyte et Thomas Dorta, elle met en lumière comment les outils numériques et immersifs, tels que la réalité virtuelle, transforment l'acte de concevoir. Ces contributions permettent de comprendre comment la prévisualisation architecturale va au-delà de la simple représentation visuelle, en devenant un processus dynamique qui implique l'imaginaire et la participation active de l'observateur. Nous explorerons également les implications de la dématérialisation et du hyperspace, ainsi que des concepts clés qui redéfinissent la manière dont l'architecture peut être perçue et expérimentée dans un environnement numérique.

En observant notre environnement architectural, nous remarquons que les édifices sont composé d'éléments de base géométriques tels que des murs, des toits, des sols, des colonnes et des fenêtres, qui délimitent l'espace et régulent les ambiances sensorielles telles que la lumière, la température et les dimensions tangibles. La conceptualisation de l’ensemble de ces éléments pour la proposition d’un concept d’espace construisant une certaine expérience pour un éventuel public constitue un scénario architectural.

L’architecte et théoricien Bernard Tschumi explore la relation entre espace, événement et mouvement, remettant en question les conventions architecturales traditionnelles. Ses concepts clés, tels que le diagramme et le programme, mettent en lumière les interactions entre événement (expérience) et espace (scène). Selon lui:

> It also influenced the graphic techniques, from the straight black and white photography for the early days to the overcharged grease-pencil illustration of later years, stressing the inevitable "mediatization" of architectural activity. With the dramatic sense that pervades much of the work, cinematic devices replace conventional description. Architecture becomes the discourse of events as much as the discourse of spaces. (Tschumi, 1994, p.149).

L'être humain perçoit ce scénario architectural à travers ses sens visuels et haptiques. En explorant un espace, il identifie des formes, des couleurs, des textures et des motifs, ainsi que des propriétés matérielles, des distances et des tailles qui varient selon sa position dans l'environnement. Cette perception constitue donc le second élément du scénario, la construction d'une expérience architecturale.

Tschumi introduit également le concept de mouvement, qui enrichit cette expérience :

> If the spatial sequence inevitably implies the movement of an observer, then such movement can be objectively mapped and formalized sequentially. Movement notation: an extension from the drawn conventions of choreography, it attempts to eliminate the preconceived meanings given to particular actions in order to concentrate on their spatial effects: the movement of bodies in space (dancers, footballers, acrobats). (Tschumi, 1994, p.162).

Tschumi (1994) lie la séquence spatiale au mouvement de l'observateur, qui peut être cartographié et enregistré de manière séquentielle. Ainsi, le design architectural ne se construit pas seulement à partir d'éléments formels, mais aussi par l'exploration du mouvement dans l'espace. Un scénario architectural se concrétise à travers un processus qui articule événement, espace et mouvement, permettant de prévisualiser les configurations possibles d'un projet architectural futur.

Il existe les stratégies de dessins pour visualiser des espaces, ainsi que des techniques de photomontage et de visualisation 3D. Dans la visualisation 3D soulignons les recherches de Thomas Dorta s'intéresse au prototypage rapide (2006), Damjan Jovanovic développe des logiciels de construction pour la transmission de concepts (2016), Sophia Banou (2016), Marcos Novak (1991) , un pionnier de l'architecture numérique, a abondamment exploré les processus de générativité architecturale et Dennis Dollens (2009). ce mémoire se concentre sur l'expérience immersive de la réalité virtuelle, un champ d'exploration s'ouvre autour du prototypage et de la prévisualisation architecturale.

Jennifer Whyte, qui examine l'utilisation de la réalité virtuelle dans le domaine de l'environnement bâti, en mettant l'accent sur son rôle dans la visualisation, la collaboration et l'innovation architecturales, met en évidence le potentiel de la réalité virtuelle dans la gestion de

l'information, englobant à la fois l'enregistrement visuel et spatial, conçu comme un modèle tridimensionnel :

> Using virtual reality as a prototype – relating the visualization to the data and using it to develop and test alternative solutions. As a prototype, a representation in virtual reality is a powerful tool for exploring data, rather than an image or alternative reality. It is as a prototype that they are most useful in the design, production and management of the built environment. In this way they enable new product characteristics to be verified and the processes of their construction and operation to be simulated. (Whyte, 2007, p.133).

Cette observation met en lumière le rôle de la réalité virtuelle non seulement comme outil de visualisation, mais aussi comme plateforme de test interactif pour des solutions architecturales innovantes.

Eugenia Victoria Ellis, Professeure au Drexel University College of Media Arts & Design, ses recherches portent sur l'intersection entre l'architecture, la technologie et la biologie nous donne un indice sur la base de la prévisualisation à travers l'expérience et sa construction imaginaire :

> Our understanding of space results from experience: manipulating objects and moving through the physical environment. Our understanding is not through an immediate visual-mental "copying" of the environment. We build up a knowledge about space from acting in space, not from perceiving space. Our actions provide the framework for our memory images. These images are internal imitations of actions: the objects being imagined, and the actions internalized. Together, visual and haptic systems through habit contribute to our cognitive mapping of the spaces we inhabit. Perceptions are constructed by complex brain processes that piece together fleeting fragmentary scraps of both immediate sensual data and data drawn from memory. Everyday perceptions are imaginative constructions. (Ellis, 1997, p.41).

La prévisualisation se nourrit du mouvement, de la perception et de la connaissance qui dérivent des relations avec un environnement. Dans la prévisualisation, le préfixe «pré» indique l'antériorité dans le temps ou l'espace, suggérant une phase préalable où l'idée est encore vague et nécessite des projections imaginatives complémentaires. Ainsi, la prévisualisation devient un processus où l'incertain commence à prendre forme et à acquérir du sens.

Ce processus implique à la fois l'imagination et l'accès à un répertoire d'expériences spatiales. Les représentations sont communiquées à travers des images, des mots ou des maquettes. La maquette, en tant qu'outil de simulation à l'échelle, permet d'analyser des décisions et des stratégies

tout en concentrant une large quantité d'informations. De plus, la maquette est associée au jeu de construction, qui offre un répertoire de blocs et un système qui peut être redéfini et reconfiguré.

En ce sens, le jeu de construction facilite un processus de décomposition analytique : partir d'une forme définie et la démonter en sous-éléments pour ensuite les réassembler. Ce processus dématérialise les formes dans un flux d'informations.

La prévisualisation implique un exercice de dématérialisation qui permet de manipuler et configurer à volonté des éléments ou composants, ce qui est généralement réalisé sur papier ou sur écran. Avec l'essor de la réalité virtuelle, cette projection bidimensionnelle où l'illusion d'une perspective est remplacée par un déploiement spatial et une synchronisation gestuelle plus immersive.Ellis (1997), explorant comment la perception et le design se transforment grâce aux innovations numériques, décrit dans le terme *Hyperspace* le processus de dématérialisation :

> Hyperspace is a parallel universe created and sustained by the world's computers and communication lines. It is a world of pure information where nothing is forgotten and yet everything changes. The architecture of hyperspace has been dematerialized into the doubly imaginary: architecture that is both dream and information that can come into existence only electronically as a virtual reality within the world of the computer screen. (Ellis, 1997, p.37).

Le double imaginaire évoque à la fois le rêve et la représentation et communication (information), synthétisant l'essence de la prévisualisation. La réalité virtuelle transcende l'écran et devient une prothèse qui amplifie la perception visuelle et haptique.

Damjan Jovanovic, architecte et enseignant à SCI-Arc (Southern California Institute of Architecture), se concentre sur l'exploration des environnements virtuels, le design computationnel et l'utilisation des technologies numériques avancées dans la pratique architecturale. Il identifie deux éléments clés dans la prévisualisation : le regard (*the gaze*) et la grille (*the grid*) :

> Architecture relies on its traditional modes of representation for design, which mostly comprise various projection-based imagery, either orthographic or perspectival. As a concept, projection lies at the core of architectural design and continues to do so with software as well. Yet software introduces other modes of projection, of which active projection is by far the most important, since it enables interactivity. Every projection is coupled with a gaze, and every projection operates on grids, which are the primary design objects. (Jovanovic, 2016, p.29).

«Le regard» (*The gaze*) représente la perspective qui reconstruit une perception simulée, tandis que «la grille» (*The grid*) établit les lignes directrices et les structures spatiales. Dans les programmes traditionnels de conception assistée par ordinateur, le concept de «regard» nécessite une connaissance technique approfondie de la géométrie descriptive et de la perspective mathématique. Sa nature est structurelle et a une approche disciplinaire bien définie. D'autre part, la grille dans ces programmes est généralement statique et structurée selon des normes disciplinaires.

Par ailleurs, les programmes CAO et la pratique disciplinaire en architecture exigent l'utilisation constante d'outils de dessin pour obtenir une précision géométrique. Cependant, la prévisualisation, en permettant l'utilisation du croquis, élimine le besoin de ces instruments, déployant une manifestation spontanée, libre et rapide qui favorise l'agilité dans le processus créatif. Ainsi, le bloc devient un croquis structurel dans l'espace.

L'architecte Thomas Dorta, professeur à l'Université de Montréal et cofondateur de l'Hybridlab, ses recherches abordent la réalité mixte, les systèmes hybrides de représentation et l'utilisation d'outils numériques pour stimuler la créativité dans le design architectural, souligne l'importance du croquis dans la conception conceptuelle :

> The importance of the sketch has been shown by several studies, where its characteristic ambiguity, abstraction, and inaccuracy help the cognitive process during conceptual design (Daru 1991; Oxman et al. 1998; Goel 1994; Gross and Do 1996; Garner 2003). (Dorta, 2006, p.305).

L'ambiguïté suggère des interprétations multiples, l'abstraction réduit la représentation à ses composants essentiels, et l'inexactitude met en lumière la dimension humaine et artisanale du tracé.

Quant aux limitations de la prévisualisation architecturale dans un contexte numerique, elle adopte les propriétés des programmes de conception, comme la précision, la géométrie cartésienne et le photoréalisme, sacrifiant dans une certaine mesure la spontanéité. Le processus peut restreindre la liberté expressive et obliger à s'adapter aux normes du système, soumettant le design à des réajustements géométriques ou vectoriels.

Dans la réalité virtuelle, la prévisualisation permet de simuler un espace à taille réelle, mais la manipulation des éléments peut être moins intuitive, nécessitant des ajustements d'échelle pour les détails mineurs.

En lien avec le concept de prévisualisation et les auteurs présentés tout au long de cette section, il est essentiel de souligner une série de notions clés qui apportent une plus grande clarté à la prévisualisation architecturale. Tout d'abord, les deux termes proposés par Jovanovich (2016), *the gaze* et *the grid*, offrent une perspective sur la relation entre l'observateur et l'observé, c'est-à-dire entre la vision et les règles d'organisation d'un ensemble d'éléments. Ce qui est représenté n'est pas un composant isolé, mais est intrinsèquement lié à l'acte d'observation.

En somme, la prévisualisation architecturale se situe à l'intersection de la perception, du mouvement et de l'expérimentation visuelle et spatiale. En intégrant des outils tels que le design, la modélisation 3D et la réalité virtuelle, elle permet d'explorer l'interaction entre l'espace et l'expérience, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives en conception architecturale. Les travaux de Tschumi (1994), Whyte (2002), Dorta (2006) et Jovanovic (2016) démontrent que la prévisualisation dépasse la simple représentation : elle devient un processus dynamique où le regard et la grille structurent l'imaginaire, où le croquis nourrit l'intuition, et où la virtualisation immersive repousse les limites de la matérialité. Cependant, si ces avancées offrent de nouvelles libertés expressives, elles imposent également une série de contraintes liées aux cadres techniques ou aux conventions disciplinaires. La question actuelle réside alors dans l'équilibre entre précision et spontanéité, entre rigueur formelle et exploration sensorielle, afin de concevoir des espaces non seulement réfléchis, mais véritablement vécus et expérimentés.

1.3 L'IMAGINATION

L'imagination influence le flux d'expériences personnelles ou de stimuli externes (Ellis, 1997, p.41). Elle se développe à travers un processus mental similaire à celui d'une simulation, où un ensemble de possibilités formelles et spatiales est exploré.

L'imagination interne évolue de manière autonome, se formant à l'intérieur de l'individu sans nécessiter d'externalisation, de représentation ou de communication. En revanche, l'imagination externe requiert des moyens ou des éléments extérieurs pour en assurer la cohérence et la présentation. C'est l'imagination externe qui permet l'enregistrement, la communication et la transformation de l'idée à travers des plateformes ou des matériaux. Elle structure le flux de l'imagination interne en le concrétisant à travers des outils, des techniques et des connaissances pratiques.

L'imagination génère un flux continu d'idées et de sensations qui, au départ, ne sont ni définies ni formalisées. Avant que ces contenus ne prennent forme ou apparence, ils sont sujets à un processus de filtration, de structuration et de transformation. Ce processus n'implique pas immédiatement une représentation claire ou une communication, mais plutôt une exploration de possibilités. C'est à travers la prévisualisation que ces éléments flous se précisent progressivement, permettant de retracer une origine avant que l'idée ne devienne un objet tangible ou une forme identifiable.

Jacques Mandelbrojt, philosophe et théoricien de l'art, il a exploré les relations entre la perception, la pensée et l'expression artistique, en mettant l'accent sur la dimension interdisciplinaire des processus créatifs, la définit comme une « identification musculaire intériorisée » :

> Comment l'artiste exprime-t-il sa structuration du réel ? Par une sorte de pré-langage constitué de signes assemblés entre eux suivant une certaine organisation, un certain ordre, de la même façon qu'une langue est faite de mots organisés par une grammaire. Il ne s'agit évidemment pas, en ce qui concerne la peinture, d'un langage proprement dit, où les symboles auraient une signification codée, c'est pourquoi je parle de pré-langage.
> L'imagination joue un rôle central dans la création de signes chez un artiste. Cette création se fait par une identification musculaire intériorisée à l'objet qu'il représente. (Mandelbrojt, 2012, p.3).

L'identification musculaire intériorisée à l'objet représenté devient évidente dans l'empreinte ou l'action gestuelle performative enregistrée dans la matière ou sur l'objet. Cette identification musculaire répond à la proto-idée, qui est encore dépourvue de forme ou d'apparence. L'empreinte et l'action correspondent à son enregistrement ou à sa capture temporelle et peuvent être considérées comme la transition de l'intention à la forme. L'identification musculaire se nourrit de la conscience d'une perspective et d'une position dans l'espace, consécutive au regard et à la grille

(Jovanovic, 2016, p.29), qui sera ensuite appliquée dans une idée de conception. En architecture, la lecture haptique (entendue comme la perception proche du toucher et des relations spatiales) et visuelle s'instrumentalise avec l'utilisation d'éléments géométriques permettant de délimiter un espace.

L'imagination en architecture se développe comme un processus de simulation exploratoire, permettant de manipuler mentalement (interne) et extérieurement la progression d'une idée formelle et spatiale. Ce processus établit un dialogue entre une représentation interne et externe (projetée), selon Mandelbrojt, visible dans la dynamique de l'assimilation et de l'accommodation :

> Lorsqu'un artiste façonne le matériau qu'il utilise en fonction de son idée picturale, il y a assimilation de ce matériau à son idée, en revanche lorsque l'idée évolue au cours du travail pour s'adapter au matériau, c'est l'accommodation de l'idée de l'artiste au matériau. (Mandelbrojt, 2012, p.1).

En se référant au croquis, qui permet une intervention limitée sur une idée architecturale en développement, la ligne dans le dessin facilite le tracé d'une série de formes pour créer une illusion spatiale, tout en facilitant une série d'effets et de gradations sur une image représentée, comme on peut le voir dans une photographie ou une peinture. Sa familiarisation préliminaire donne une idée approximative des limites et des potentiels des matériaux employés dans la représentation. Cela correspond à l'assimilation. Lorsque l'image se concrétise, on perçoit une transmission progressive de ce que Mandelbrojt définit comme l'accommodation.

En se référant au modèle réduit (maquette), la simulation des dimensions et des épaisseurs à une échelle facilitant la manipulation et l'intervention par le concepteur garantit progressivement la simulation et la mise en scène d'une expérience architecturale sur le modèle construit. Les matériaux et instruments répondent à l'assimilation des composants à transformer. Dans leur transformation, les stratégies et intentions de conception s'adaptent dans la matière prévisualisée.

Pour identifier les carences de l'imagination dans la prévisualisation architecturale, nous soulignerons la faible transparence du processus qui se déroule dans l'imagination interne du concepteur lors des premières phases de représentation d'une idée. L'accès à ce qui est imaginé intérieurement se fait lorsque l'on dispose d'une technique ou d'une compétence en représentation,

ou lorsqu'il est externalisé, en sacrifiant de l'information à travers le dialogue assimilation-accommodation (Mandelbrojt, 2012, p.1).

Les programmes de dessin assisté par ordinateur conditionnent profondément l'expression de l'imagination. Le concepteur doit s'adapter à la conception et à la structuration de ce type de programmes. Leurs structures sont généralement rigides et limitées aux géométries cartésiennes.

L'imagination opère sur l'expérience ou les sources externes. L'une obéit à un regard orienté vers l'intérieur et l'autre vers l'extérieur. Dans un contexte disciplinaire, l'architecte et le concepteur doivent s'appuyer sur l'accès à un large répertoire d'images connexes à leur base expérientielle .

Mandelbrojt nous conduit à la notion de proto-langage et à l'idée des impulsions musculaires dans le but de comprendre le concept de l'imagination. Le proto-langage indique une construction spontanée et générique, proche de l'idée de *Paidia*. Les impulsions musculaires mènent à l'expression ou aux impulsions qui nourrissent ce qui est représenté. Il convient également de mettre en évidence les concepts liés à l'assimilation et à l'accommodation comme un déploiement dialogique entre ce qui est perçu et ce qui est interprété, entre ce qui est compris et ce qui est redéfini.

1.4 LE JEU DE LA PRÉVISUALISATION

Le jeu est une action que l'on associe généralement à différentes tranches d'âge, en attribuant une grande part à l'enfance, et en réduisant progressivement cette pratique à l'âge adulte. Il s'agit d'un exercice exploratoire sur un scénario conceptuel, une série d'artefacts ou d'objets, et même sur nos corps et mouvements.

Jacques Henriot était un philosophe français qui a étudié le jeu comme un phénomène complexe, en explorant sa relation avec la perception, l'imagination et l'action. Il propose une définition du jeu qui met en évidence sa nature dynamique et subjective :

> On appelle jeu tout procès métaphorique résultant de la décision prise et maintenue de mettre en œuvre un ensemble plus ou moins coordonné de schèmes consciemment perçus comme aléatoires pour la réalisation d'un thème délibérément posé comme arbitraire. (Henriot, 1989 p.300).

Dans le contexte de la prévisualisation, le jeu repose sur les actions qui permettent de manipuler et d'organiser un éventail d'éléments contribuant à concrétiser une idée. Le canal de l'identification musculaire est transféré au trait, au geste, au flux d'information, au matériau. Entre le regard et la grille se lie l'action qui transforme et influence une série d'éléments transformables. Cette action correspond au jeu.

L'imagination projette simultanément un éventail de possibilités et de simulations. Dans la prévisualisation, ce flux se fige et un cadre ou une projection est extrait de manière sélective. Le dialogue de l'assimilation et de l'accommodation, à travers le transfert de ce qui est imaginé vers sa matérialité et sa consistance dans la prévisualisation, facilite l'évolution de l'idée et son intervention conséquente.

L'action du jeu se révèle comme universelle à différents âges de l'être humain. Le jeu sert de déploiement simulatoire et formatif ; les éléments et dynamiques d'un jeu avec des modèles réduits sont parallèlement similaires à ceux utilisés dans un exercice de conception, comme dans la maquette.

À ce sujet, Roger Caillois, sociologue et philosophe français, il a étudié le jeu, le sacré et le fantastique, et a introduit des notions fondamentales dans son ouvrage Les jeux et les hommes, décrivant les mécanismes culturels et sociaux des activités ludiques, identifie deux tendances qui permettent de comprendre son orientation et son étendue. Il distingue ainsi deux tendances majeures : l'expression libre et spontanée, qu'il nomme *Paidia*, et l'orientation structurante d'une activité ou d'une action, qu'il définit comme *Ludus* :

> Mais il reste qu'à la source du jeu réside une liberté première, besoin de détente et tout le propos ensemble distraction et fantaisie. Cette liberté en est le moteur indispensable et elle demeure à l'origine de ses formes les plus complexes et les plus strictement organisées. Pareille puissance primaire d'improvisation et d'allégresse, que je nomme paidia, se conjugue avec le goût de la difficulté gratuite, que je propose d'appeler ludus, pour aboutir aux différents jeux auxquels une vertu civilisatrice peut être attribuée sans exagération. (Caillois, 1961, p.96).

Lorsque le jeu prend une forme structurée, il contribue à la consistance de la technique et de la discipline.

Si dans la prévisualisation nous trouvons le concept de le regard et de la grille, le joueur incarne le regard, tandis que la grille adopte les repères, conditions et règles du scénario. Il existe une propriété émergente dans le système qui dynamise l'action de l'imagination en parallèle avec celles précédemment mentionnées :

> Pour l'auteur du jeu : « Il faut donc, si l'on veut appréhender le phénomène jeu dans sa totalité, discerner la part de jouer (play) qui entre dans l'accomplissement d'un jeu (game). » (Henriot, 1983, p.51). C'est peut-être précisément l'attitude d'Henriot face à l'idée du jeu qui va l'amener à introduire une notion fondamentale, à savoir l'attitude ludique. Henriot n'est pas le premier à souligner l'importance de cette notion. C'est en distinguant l'attitude psychologique adoptée face à différents jeux que Caillois propose dans Les Jeux et les hommes. Le masque et le vertige (1958) sa classification en quatre catégories (Agôn, Alea, Mimicry et Ilinx) et deux pôles (paidia et ludus). (Perron, 2013, p.9).

Les deux pôles que souligne Bernard Perron, professeur à l'Université de Montréal, il est spécialisé dans les études sur le jeu vidéo et les médias interactifs, notamment sur les relations entre les récits interactifs et les expériences immersives, dans l'œuvre de Caillois — le jeu libre et spontané pour *Paidia*, et l'action structurée pour *Ludus* —, ainsi que l'attitude psychologique, orientent cette inclination vers les polarités mentionnées :

Ensuite, l'auteur élargit l'attitude ludique, en attribuant deux termes clés à la figure de l'acteur et de l'agent.

> Seule la distance établie par le joueur entre ce qu'il fait et le fait de le faire par jeu, ce survol et ce contrôle de soi, permet de caractériser de manière strictement subjective la conduite que l'on qualifie de ludique. » (Henriot, 1989, p.256). « Il le fait en jouant ; il joue en le faisant. Il n'est plus seulement agent : il se sait acteur. (Henriot, 1983, p.82). (Perron, 2013, p.10).

Ultérieurement, Bernard Perron identifie trois figures dans le jeu : *player, gamer* et *gameplayer* :

> Il devient pertinent de parler de *gamer* lorsque celui-ci doit s'efforcer de franchir des obstacles dans un esprit agonistique pour gagner une partie, de player lorsqu'il improvisera et prendra ses décisions en toute impunité, ou encore de gameplayer qui,

> au lieu de jouer au jeu, joue avec le jeu en faisant un usage subversif de la structure ludique. (Perron, 2013, p.11).

Si l'on relie la figure du *gamer* aux tendances *Paidia* et *Ludus* exposées par Caillois, elle se rapprochera de la tendance *Ludus*. Quant à la figure du *player*, elle se rapprochera immédiatement de la tendance *Paidia*. La figure du *gameplayer* est similaire à l'exercice de conception, en raison de sa capacité à transformer et redéfinir les objectifs, les règles et les moyens relatifs au jeu.

Le jeu de construction contribue à optimiser les temps et processus nécessaires à la création d'un élément ou composant de l'idée. Les éléments préconstruits et les outils permettant un enregistrement et une intervention spatiale offrent un scénario et une gamme de blocs structurés qui peuvent être reconfigurés librement et spontanément. Le rôle du *gameplayer* se renforce en acquérant un contrôle et une maîtrise sur son exercice performatif, gestuel, tout en ayant un rôle central sur le scénario.

1.5 CADRE CONCEPTUEL : ENTRE PRÉVISUALISATION, JEU ET IMAGINATION

La revue de la littérature permet d'examiner les recherches existantes qui abordent les concepts de prévisualisation architecturale, d'imagination et de jeu. Ces trois concepts constituent le noyau de ce mémoire, mais ils ne sont pas souvent explorés ensemble dans un même cadre théorique. L'objectif est d'identifier comment ces trois concepts ont été abordés séparément ou en relation partielle dans les travaux précédents, afin de situer cette recherche dans le paysage académique et de mettre en lumière les nouvelles perspectives qu'elle ouvre.

La revue de la littérature est organisée autour des concepts de prévisualisation architecturale, des outils et des méthodes de prévisualisation et de leur influence sur la conception et la perception de l'espace, ainsi que du rôle de l'imagination, de ses dynamiques et de ses composants par rapport à la conception architecturale et aux outils de prévisualisation existants. Le jeu, proche de la dimension ludique, de l'immersion et de sa relation avec la prévisualisation architecturale.

Bien que de nombreux auteurs et certains concepts aient déjà été présentés, il demeure essentiel d'établir une cartographie complète de ces recherches afin d'appréhender l'ensemble qui mène aux zones de vide ou aux potentialités exploratoires. Parmi les auteurs inclus dans la revue, plusieurs ont contribué à cartographier et à articuler les relations entre les concepts, tandis que d'autres seront abordés de manière synthétique à travers leurs idées clés. Cette structuration permet de cerner les limites et les apports des recherches existantes, d'en révéler les angles morts et les désavantages, tout en ouvrant un éventail de pistes exploratoires et en justifiant la nécessité d'une approche intégrative telle que celle développée dans ce projet de recherche.

1.5.1 APPROCHES DE LA PRÉVISUALISATION ARCHITECTURALE

Les études de Damjan Jovanovic, Sophia Banou, Eugenia Elizabeth Ellis, Thomas Dorta, Jennifer Whyte et Bernard Tschumi, offrent une perspective riche sur les outils, concepts et évolutions liés à la prévisualisation architecturale, tout en soulignant les limites actuelles dans ce domaine. Ensemble, ces auteurs contribuent à une compréhension approfondie des outils et concepts disciplinaires. De nombreux auteurs seront repris dans le but d'exposer le plus grand nombre possible d'idées et de concepts, y compris ceux déjà abordés, et d'offrir une cartographie complète pouvant être utile à divers chercheurs.

Bernard Tschumi, dans son livre *Architecture and Disjunction*, dans le chapitre Space and Events, pose la question de l'interdépendance entre l'espace et l'événement, entre l'architecture et le programme (Tschumi, 1994, p.139). Ce dernier terme est compris en architecture comme l'ensemble des exigences spatiales avec une série d'attributs ou de propriétés fonctionnelles. Tschumi réfléchit sur l'évolution historique et identifie le rôle de la théorie et de l'expression visuelle (Tschumi, 1994, p.142, p.143). En se référant à la dialectique entre le verbal et le textuel (Tschumi, 1994, p.145), il approfondit sa réflexion sur la puissance du texte en tant que complément aux événements et aux espaces.

Jennifer Whyte (2002) est une experte de l'intégration des technologies numériques, comme le BIM, dans la conception et la construction, transformant la collaboration dans les projets

complexes, dans son livre *Virtual Reality and the Built Environment*, dans le chapitre intitulé Practical Implications, présente une liste de facteurs décrits tout au long de l'ouvrage. Parmi ses conclusions, elle met en avant : Le rôle de la réalité virtuelle comme outil d'exploration d'information (Whyte, 2002, p.132), l'adaptabilité et la flexibilité des modèles de réalité virtuelle en fonction des tâches et des utilisateurs, une dimension combinant immersion et observation externe, avec des niveaux de résolution et des représentations abstraites (Whyte, 2002, p.133), la perception de la réalité virtuelle comme un outil parmi d'autres dans une boîte à outils (Whyte, 2002, p.133), le développement structuré des formes d'utilisation susceptibles d'être intégrées dans des processus impliquant la réalité virtuelle (Whyte, 2002, p.133), la réutilisation des efforts de modélisation (Whyte, 2002, p.133), le développement de compétences et de savoir-faire sur site, en particulier en lien avec son potentiel d'automatisation (Whyte, 2002, p.134), l'importance de l'articulation avec les fournisseurs de logiciels (Whyte, 2002, p.134). L'auteure souligne que cette liste pourrait être affinée à l'avenir. Il est important de noter que la publication date de 2002, avant la sortie de la Nintendo Wii en 2006. Bien que ce système n'ait pas été conçu pour la réalité virtuelle, Il a introduit l'idée du contrôle cinétique et de la navigation spatiale au grand public, des concepts qui ont progressivement été intégrés à diverses consoles et systèmes, et qui sont aujourd'hui des éléments essentiels de la communication et du contrôle dans les systèmes de réalité virtuelle.

Dans son étude sur la prévisualisation architecturale, Damjan Jovanovic (2016), dans son article *Fictions: a speculative account of design médiums*, identifie deux concepts structurels pour la prévisualisation : *the gaze* et *the grid* (Jovanovic, 2016, p.29). Il souligne la condition allographique du design architectural (Jovanovic, 2016, p.28), qui facilite sa reproduction et construction à travers des expressions industrielles et des algorithmes permettant d'ajuster et de transformer les processus formels. Il mentionne également les vastes possibilités des jeux informatiques et de la conception de logiciels dans la discipline architecturale (Jovanovic, 2016, p.29). Cependant, les concepts de *the gaze* et *the grid* restent ancrés dans une vision informatique ou de produits finis, sans aborder les actions et qualités expérientielles qui opèrent sur ces concepts dans la pratique architecturale.

D'autre part, Sophia Banou (2016), chercheuse en architecture, elle s'intéresse aux intersections entre le design architectural, les pratiques de représentation et la matérialité, en

explorant les liens entre les technologies analogiques et numériques, dans son article *Drawing the digital: from 'virtual' experiences of spaces to 'real' drawings*, étend le concept d'allographique (Banou, 2016, p.25) et le situe historiquement dans le contexte de la Renaissance, soulignant le caractère reproductible et illimité d'une idée architecturale. Banou identifie des attitudes cartographiques dans l'enregistrement et l'élaboration de la prévisualisation architecturale (Banou, 2016, p.2), permettant le stockage et la reproduction d'expériences. Toutefois, bien qu'elle évoque l'idée de l'expérience latente dans un enregistrement prévisualisé, cette dimension expérientielle est explorée de manière limitée.

Eugenia Elizabeth Ellis (1997), dans son article *Ceci tuera cela: education of the architect in hyperspace*, introduit la notion de dématérialisation en architecture, la situant historiquement à la période de la Renaissance à travers les réflexions de Victor Hugo sur l'impact de l'imprimerie face à la cathédrale gothique, considérée comme un «livre de pierre». À partir de cette réflexion, Ellis introduit le concept d'Hyperspace comme un scénario de prévisualisation informatique (Ellis, 1997, p.37). Elle aborde également la transition de l'opacité inhérente à la magie vers la transparence dans la technique disciplinaire (Ellis, 1997, p.39), reliant ces changements à l'enseignement de l'architecture et contrastant la philosophie de la Bauhaus avec l'essor de l'informatique (Ellis, 1997, p.42). Cependant, bien qu'elle mentionne la perception haptique et la conscience spatiale comme compléments à la vision (Ellis, 1997, p.40), elle ne développe pas en profondeur la relation entre la capacité haptique et l'expérience dans l'Hyperspace, un aspect essentiel dans la réalité virtuelle.

Thomas Dorta (2006), dans son article *Immersive drafted virtual reality*, a new approach for ideation within virtual reality, documente l'évolution des programmes de conception assistée par ordinateur (CAO) et d'autres outils informatiques pour la prévisualisation architecturale, soulignant la distance entre l'idéation architecturale et sa représentation numérique (Dorta, 2006, p.304). Dorta présente un projet personnel qui synchronise le dessin à main levée avec une projection sur un écran courbe, mais l'immersion résultante est partielle, car l'utilisateur doit prêter attention à deux surfaces distinctes (Dorta, 2006, p.313). Ainsi, le processus de prévisualisation reste bidimensionnel, ne parvenant à créer qu'une illusion tridimensionnelle sur l'écran courbe.

Dans l'ensemble, ces études offrent une base précieuse, bien qu'elles se concentrent principalement sur les outils de prévisualisation, les notions disciplinaires ou les contrastes technologiques. Cela laisse de la place pour une exploration plus approfondie de la prévisualisation à travers un outil en réalité virtuelle qui intègre le jeu de construction avec des outils d'enregistrement spatial, permettant une expérience de prévisualisation plus immersive et dynamique. Ces aspects seront pris en compte dans le développement du prototype *Polyblocs*, qui sera expliqué en détail dans le chapitre trois.

1.5.2 APPROCHES DE L'IMAGINATION ET ARCHITECTURE

Les réflexions d'Italo Calvino, Jean Starobinsky et Jacques Mandelbrojt apportent des perspectives multidimensionnelles sur l'imagination, en explorant ses dynamiques littéraires, phénoménologiques et artistiques. Ensemble, ces auteurs offrent des cadres théoriques robustes pour comprendre les mécanismes fondamentaux de l'imagination.

Dans son chapitre intitulé *La visibilité*, dans le livre Leçons américaines: six propositions pour le prochain millénaire, Italo Calvino (2018), auteur et intellectuel italien, connu pour ses œuvres comme Les villes invisibles et Si par une nuit d'hiver un voyageur, il a exploré des thèmes tels que l'imaginaire, la structure narrative et la multiplicité des points de vue, explore le concept d'imagination dans le domaine littéraire et créatif. En faisant allusion aux exercices spirituels d'Ignace de Loyola comme une recréation théâtrale et sensorielle (Calvino, 2018, p.80), il analyse les transitions entre l'image et le mot dans son propre processus créatif (Calvino, 2018, p.82). Il mentionne également Jean Starobinsky et sa vision de l'imagination comme un moyen de connaissance ou de connexion avec «l'âme du monde» (Calvino, 2018, p.85). Toutefois, bien que la littérature offre un espace de profonde abstraction et plasticité — où le lecteur construit des imaginaires à partir de son propre vécu et des codes de sa culture —, Calvino ne développe pas les dynamiques de l'imagination face à un processus transformateur tel que la prévisualisation.

Jean Starobinsky (2001), historien et critique littéraire suisse, ses travaux portent sur les relations entre la littérature, l'art et la pensée, explorant la profondeur psychologique et les contextes

culturels des œuvres, dans son livre L'œil vivant, dans le chapitre *L'imagination projective*, explore les dynamiques de l'imagination sous un angle phénoménologique et psychanalytique. Il utilise le test de Rorschach comme exemple, montrant comment une tache abstraite peut permettre au patient d'exprimer ses désirs et ses peurs les plus profonds, émergeant de l'inconscient vers des interprétations conscientes. Starobinsky introduit le concept de masque phénoménologique, ainsi que les intentions et projections qui aident l'individu à interagir avec le monde (Starobinsky, 2001, p.206). Cependant, son analyse reste principalement anthropomorphique, malgré la croissance des machines et prothèses informatiques. En tenant compte du potentiel de ces technologies, il est possible que de nouveaux imaginaires et stimuli puissent émerger, élargissant ainsi l'imagination au-delà du cadre humain.

Jacques Mandelbrojt (2012), dans son article *Le dialogue de l'imagination et de la raison*, dans la création-découverte artistique et scientifique, apporte de la clarté au concept de pré-langage, d'où dérive la notion d'identifications musculaires sur un objet représenté (Mandelbrojt, 2012, p.3), et souligne l'universalité du prélude d'une idée ou image qui peut s'appliquer aussi bien dans l'art que dans la science (Mandelbrojt, 2012, p.4). En se référant à Piaget, Mandelbrojt réinterprète les concepts d'assimilation et d'accommodation dans une dimension artistique et créative (Mandelbrojt, 2012, p.1). Cependant, en extrapolant ces concepts à la peinture et à la sculpture, il est évident que la prévisualisation architecturale nécessite des concepts supplémentaires pour pleinement comprendre les dynamiques d'assimilation et d'accommodation dans son contexte.

Les réflexions de ces auteurs offrent des éléments structurels précieux pour la recherche et le développement du prototype, abordant l'imagination dans des contextes littéraires, artistiques et cliniques, avec un accent sur l'enregistrement d'actions spécifiques. L'imagination implique une simulation où coexistent plusieurs imaginaires ; dans le processus de visualisation, la cohérence d'une seule image est choisie. L'accès à une multiplicité d'imaginaires et de possibilités représente un exercice expérimental encore en développement.

1.5.3 LE PROBLÈME DU JEU DE LA PRÉVISUALISATION

Les contributions théoriques de Roger Caillois, Jacques Henriot, Benoit Melançon, Maaike Lauwaert, Bernard Perron et Sebastian Genvo, explorent les dimensions philosophiques, socioculturelles et technologiques du jeu en relation avec la prévisualisation et l'imagination. Ces perspectives offrent une base théorique riche pour analyser les potentialités du jeu et de l'imagination dans la prévisualisation architecturale, notamment à travers des environnements numériques immersifs.

Roger Caillois (1958), dans son ouvrage *Théorie des jeux*, propose une définition préliminaire du jeu et classe quatre catégories fondamentales : Agon, Alea, Mimicry et Ilinx (Caillois, 1958, p.84). Celles-ci opèrent selon deux tendances : le jeu libre et spontané (*Paidia*) et le jeu structuré et orienté vers la difficulté (*Ludus*) (Caillois, 1958, p.96). Caillois réfléchit également à la relation du jeu avec la culture, ce qui permet de situer le jeu de construction dans la catégorie Mimicry, en raison de sa nature performative et théâtrale (Caillois, 1958, p.99). Il met aussi en évidence l'universalité de l'idéogramme «Wan» (jeu dans la langue chinoise), soulignant l'étendue du concept de jeu à l'échelle universelle (Caillois, 1958, p.102). Cette approche classificatoire et analytique se concentre sur des définitions descriptives et statiques des types de joueurs, sans explorer l'évolution dynamique ou les changements dans leurs rôles.

Jacques Henriot (1983), philosophe français, il a étudié les phénomènes du jeu dans son ouvrage *Sous couleur de jouer*, analysant les dimensions philosophiques et sociales du jeu comme activité humaine fondamentale, dans Le jeu, propose une définition qui permet d'identifier le rôle du joueur, le cadre et ses règles, ainsi que les artefacts ou éléments de médiation (Henriot, 1983, p.58). Henriot souligne la fonction essentielle de l'imagination dans le jeu et délimite les phases de participation et d'exécution qui contribuent à l'expérience ludique (Henriot, 1983, p.70). Son ouvrage, orienté vers une réflexion linguistique et philosophique en fin de livre (Henriot, 1983, p.80), se consolide avant l'expansion de l'électronique et des jeux vidéo dans le domaine domestique,

positionnant le jeu dans une structure culturelle et disciplinaire distincte du contexte numérique actuel.

Benoit Melançon (2016), professeur à l'École des arts numériques, de l'animation et du design (NAD-UQAC). Spécialisé dans les effets visuels et la prévisualisation digitale, il travaille depuis les années 1980 dans le cinéma, les jeux vidéo et l'animation 3D , dans son article *La prévisualisation 3d et ses apports vidéoludiques : comment jouer à faire un film ?*, propose une méthodologie qui permet de comprendre le concept de l'attitude ludique d'Henriot à travers l'articulation de deux plateformes : un jeu vidéo et un logiciel de prévisualisation cinématographique (Melançon, 2016, p.14). Melançon explore la relation entre le jeu de construction et le «jouet à construire» (Melançon, 2016, p.35), illustrant comment les concepts de prévisualisation, de jeu et d'imagination peuvent être liés et ouvrir de nouvelles possibilités d'exploration ludique dans des environnements architecturaux. Son approche méthodologique propose un modèle expérimental applicable à la prévisualisation architecturale.

Maaike Lauwaert (2009), chercheuse en médias et culture, elle explore les aspects socioculturels des jeux et des jouets, en particulier leur influence sur les pratiques de design et les expériences utilisateur, dans *The place of play: toys and digital cultures*, décrit une géographie du jeu qui permet de comprendre les espaces opératoires des rôles de *player* et *gamer*, et identifie également un éloignement dans lequel la redéfinition et la réinterprétation du jeu donnent naissance à un troisième rôle (Lauwaert, 2009, p.12). Lauwaert examine la dimension culturelle et formative du jeu dans le contexte des changements sociaux et du phénomène de domestication, qui favorise la permanence de l'enfance à la maison (Lauwaert, 2009, p.39). Elle analyse également comment l'évolution du jeu de construction vers ses versions robotiques et informatiques reflète l'influence de la théorie constructiviste de Seymour Papert et Jean Piaget (Lauwaert, 2009, p.62). Dans ce contexte, des jeux comme SimCity (Lauwaert, 2009, p.81) et The Sims (Lauwaert, 2009, p.87) élargissent la vision de Melançon sur le jeu de construction et le jouet à construire, bien que Lauwaert n'aborde pas explicitement l'imagination ou les processus mentaux.

Bernard Perron (2013), dans son article *L'attitude ludique de Jacques Henriot*, élargit la définition de l'attitude ludique d'Henriot et aborde son universalité dans le contexte de la société

contemporaine (Perron, 2013, p.5). En reprenant son analyse du déploiement de cette attitude, il distingue trois profils : *player, gamer* et *gameplayer*, consolidant ce dernier comme un troisième rôle dans la géographie du jeu de Lauwaert et suggérant le potentiel du concepteur pour ajuster les structures du jeu dans un environnement informatique (Perron, 2013, p.10). Il introduit le concept de cercle ludique d'Henriot (Perron, 2013, p.11), qui remplace le cercle magique de Caillois, révisant les définitions traditionnelles du jeu à l'ère numérique. Cependant, il n'explore pas directement l'impact du jeu dans la réalité virtuelle.

Sebastian Genvo (2013), chercheur en sciences de l'information et de la communication, il travaille sur la narrativité et la signification dans les jeux vidéo, en examinant les dimensions culturelles et créatives du médium ludique, dans son article *Penser les phénomènes de ludicisation à partir de jacques henriot*, examine les définitions d'Henriot sur l'attitude ludique et le concept de jeu (Genvo, 2013, p.3), développant une cartographie détaillée qu'il appelle les Agencements de jeu, diagramme de ludicisation et strates ludiques (Genvo, 2013, p.13). Au cours de son analyse, Genvo propose l'idée d'une expérience émergente qui relie la réalité intérieure et extérieure avec les structures du jeu dans ses premières étapes. Cette cartographie évolue pour établir les strates ludiques et élargir leurs sphères, en identifiant le processus de ludicisation, un phénomène qui se déploie du centre vers les limites de chaque strate ludique.

En approfondissant l'œuvre d'Henriot, Genvo décrit le jeu comme une «imagination en acte» (Genvo, 2013, p.3), et élargit les concepts de *rules of games* et *rules of play*. Dans ce contexte, *rules of games* se réfère à la structure et à la discipline à l'intérieur du jeu, tandis que rules of play englobe la liberté et la spontanéité (Genvo, 2013, p.5). De plus, il introduit les concepts de contagion et de mutation (Genvo, 2013, p.2), processus essentiels pour les mécanismes de ludicisation (Genvo, 2013, p.10), qui permettent d'ajuster et de transformer les définitions fondamentales du jeu et de ses composants. Cependant, dans un environnement de réalité virtuelle et multiscalaire (Le terme désigne l'interconnexion d'éléments à différentes échelles, du mobilier à l'urbanisme), il reste à explorer comment l'imagination affecte les structures du jeu. Ce contexte virtuel pose des défis particuliers, tels que la synchronisation spatiale et gestuelle de l'utilisateur avec son avatar, ce qui

suggère un domaine de recherche émergent sur l'interaction entre l'utilisateur et l'espace dans un cadre qui dépasse la simple adaptation des règles et permet une plus grande complexité dans l'expérience ludique.

En résumé, les études révisées ont fourni une base solide pour comprendre la prévisualisation, l'imagination et le jeu, mais aucune d'entre elles n'aborde l'intégration de ces trois concepts dans un environnement commun. Elles n'explorent pas non plus leur déploiement dans la réalité virtuelle, un scénario qui permet à l'utilisateur d'expérimenter de manière immersive et performative la relation entre le jeu et la conception architecturale. Cette étude vise à combler ce vide en offrant une nouvelle perspective intégrée qui articule la prévisualisation architecturale, l'imagination et le jeu dans un exercice ludique en réalité virtuelle.

1.6.1 HYPOTHÈSE DE RECHERCHE

Le développement d'un dispositif de prévisualisation architecturale combinant des dynamiques de jeu libre (*Paidia*) et structuré (*Ludus*) dans un environnement immersif de réalité virtuelle permettra d'enrichir le processus de conception architecturale, en facilitant l'exploration spontanée et la flexibilité créative tout en maintenant la rigueur structurelle nécessaire. Cette approche hybride renforcera l'interaction des utilisateurs, en favorisant la conceptualisation, la manipulation et la redéfinition active d'espaces architecturaux innovants et participatifs.

1.6.2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

L'objectif général de cette recherche-création est de développer une nouvelle approche de la prévisualisation architecturale qui combine des outils de conception traditionnels avec des dynamiques ludiques (*Paidia* et *Ludus*), intégrées dans un environnement immersif de réalité virtuelle, dans le but de renforcer l'imagination, l'interaction et l'exploration spatiale dans les processus créatifs de conception architecturale.

Les objectifs spécifiques sont les suivant :

1) Premièrement, développer un prototype fonctionnel intégrant des dynamiques ludiques dans un environnement de réalité virtuelle, permettant la manipulation en temps réel de blocs et d'outils pour explorer des configurations spatiales innovantes et participatives.

2) Deuxièmement, définir et analyser les concepts clés de prévisualisation architecturale, d'imagination et de jeu, en examinant leur relation et leur pertinence dans la conception architecturale contemporaine.

1.6.3 QUESTION DE RECHERCHE

En articulant un outil de prévisualisation architecturale à la manière d'un jeu de construction virtuel, en quoi un tel dispositif peut-il favoriser à la fois une approche conceptuelle ludique (Paidia) et une structuration de l'information dérivée de cette même approche (Ludus)?

CHAPITRE 2

MÉTHODE DU PROJET POLYBLOCS

Pour atteindre les objectifs de cette recherche, nous adopterons une méthodologie qui combine recherche-création par cycles heuristiques et expérimentation pratique, permettant d'évaluer et de perfectionner les concepts de prévisualisation, d'imagination et de jeu proposés dans le cadre du projet. Ce chapitre présente la méthodologie employée dans cette recherche-création, détaillant les processus de travail, les méthodes proposées par des auteurs comme Louis-Claude Paquin et Benoit Melançon, ainsi que mes propres stratégies dérivées de ma pratique professionnelle et de mes explorations personnelles. Les critères d'analyse ont également été définis pour évaluer le succès du prototype de prévisualisation architecturale en réalité virtuelle éclairé par l'imagination.

2.1 PROCESSUS DE LA RECHERCHE-CRÉATION PAR CYLCES HEURISTIQUES

La méthodologie de recherche-création par cycles heuristiques, enrichie par l'idée du jeu de construction/jouet à construire, facilite une articulation entre l'expérimentation et le processus de réflexion, dans le cadre de la conception d'un outil de prévisualisation architecturale. Ce dernier est directement lié au jeu de construction et à son interaction avec l'imagination.

Les contributions issues de ce processus comprennent des essais et des laboratoires expérimentaux autour de l'outil de prévisualisation, en explorant ses composants, ses dynamiques et ses portées. Le projet adopte une démarche expérimentale pour concevoir des outils numériques interactifs, tels que des blocs modulaires en réalité virtuelle, des redéfinitions fonctionnelles et des lectures non conventionnelles. Ces approches sont soutenues par des concepts théoriques provenant du ludique, de la prévisualisation et de l'imagination appliquée à un processus créatif.

Les cycles heuristiques permettent de découvrir et de révéler progressivement le projet de recherche-création. La méthode d'observation est étroitement liée aux réflexions issues de multiples

itérations ; le processus de conception génère ainsi des réorientations et des explorations de nouvelles possibilités.

Les résultats apportent une compréhension approfondie des dynamiques et des relations entre la prévisualisation, le jeu et l'imagination. L'objectif principal est de démontrer comment le jeu de construction contribue à élargir l'exercice de prévisualisation grâce à une approche hybride combinant liberté (*Paidia*) et structure (*Ludus*). En contraste avec les approches rigides des logiciels traditionnels de type CAO, cette méthodologie offre une alternative permettant d'apporter transparence et richesse à des processus souvent opaques et limités.

L'observation pratique repose sur un journal de bord qui compile une série de diagrammes, de réflexions et d'enregistrements visuels et audiovisuels. Ces éléments servent à consolider le récit pratique du projet et à nourrir la synthèse des connaissances.

Dans ma pratique disciplinaire, le jeu de construction, en comparaison avec le croquis et la maquette traditionnelle, propose une méthode à la fois agile et étendue. Implémenté dans un contexte numérique, il constitue une colonne vertébrale pour les concepts de prévisualisation, de jeu et d'imagination, tout en se matérialisant sous la forme d'un prototype d'outil de prévisualisation.

Parallèlement, cette recherche et ce projet visent à examiner les limites et les opportunités offertes par ces outils dans des contextes architecturaux et éducatifs.

Le projet *Polyblocs* illustre comment la recherche-création peut transformer les pratiques de conception architecturale, en ouvrant de nouvelles perspectives sur l'intégration des technologies immersives et des approches ludiques dans la recherche.

2.2 DIVERSES MÉTHODES LIEES A LA RECHERCHE-CRÉATION PAR CYCLES HEURISTIQUES

La recherche-création combine la pratique artistique et la réflexion académique, permettant d'explorer des problèmes complexes à travers des processus créatifs. Les cycles heuristiques alternent entre expérimentation et réflexion pour faire évoluer progressivement le projet. Cette section présente la mise en œuvre de ces cycles, les stratégies théoriques et professionnelles employées, et comment elles contribuent à l'élaboration du prototype *Polyblocs*, dans le but d'intégrer des outils numériques et des approches ludiques dans la prévisualisation architecturale.

2.2.1 CYCLES HEURISTIQUES

La recherche-création est une approche qui intègre la production artistique ou créative ainsi qu'une réflexion théorique et méthodologique. Elle se situe à l'intersection de la recherche académique et de la pratique artistique, permettant d'explorer des problématiques complexes à travers un processus hybride, où la création est à la fois un moyen et un objet de recherche.

La recherche-création se distingue par sa capacité à générer des formes de savoir qui dépassent les cadres traditionnels de la recherche académique. Elle favorise l'expérimentation, la subjectivité du chercheur-créateur et la production d'objets ou d'expériences non conventionnels.

Dans la recherche-création, selon Louis-Claude Paquin (2007), il est possible d’identifier une série d’aspects essentiels tels qu’une phase d’introspection et de réflexion (Paquin, 2007, p.11), la conceptualisation et l’intention créative (Paquin, 2007, p.22, p.35, p.59), le cadre conceptuel (Paquin, 2007, p.18, p.19, p.64, p.66), le processus d’analyse et de modélisation (Paquin, 2007, p.13), ainsi que la documentation du processus créatif (Paquin, 2007, p.92).

En ce qui concerne la méthodologie des cycles heuristiques, selon Paquin (2019), elle consiste à effectuer de multiples cycles où alternent des périodes d’expérimentation et de réalisation avec des

périodes réflexives. Ces cycles permettent de découvrir progressivement le projet de recherche-création.

Les cycles se composent de quatre phases (Paquin, 2019, p.3) :

1.La formulation d'une ou de plusieurs questions de recherche-création : Cette phase correspond à une action appliquée aux différentes itérations du prototype et à la recherche.

2.L'exploration, l'expérimentation et la production en atelier, en studio ou en laboratoire, qui peuvent donner lieu à une présentation publique : Cette phase concerne le développement du prototype et les enregistrements périodiques

3.La rédaction du récit pratique : Cette phase relève de l'élaboration du troisième chapitre du mémoire (réalisation du prototype *Polyblocs*)

4.La synthèse des connaissances découvertes :Cette phase correspond à l'analyse critique développée dans le quatrième chapitre (Analyse des résultats) et aux conclusions issues de la recherche.

2.2.2 LE JEU DE CONSTRUCTION, LE JOUET À CONSTRUIRE

Pour la conception de l'outil de création, j'ai opté pour celle proposée par Benoit Melançon, en particulier sa réflexion sur le jeu de construction et le « jouet à construire » (Melançon, 2016, p.35). Je m'inspire de son travail sur l'analyse de divers objets et phénomènes ludiques, dans lequel j'identifie une série de phases : une revue initiale de la littérature, la définition d'un cadre conceptuel autour du ludique, la conception d'un laboratoire pratique intégrant un jeu vidéo et un logiciel de prévisualisation cinématographique, suivie d'une analyse et d'une réflexion critique. Dans son étude, il établit les rôles de gamer et de player en lien avec l'élément défini par la figure du jouet et sa conceptualisation à travers un processus de conception ou de recomposition. Le lien qu'il établit entre théorie et pratique constitue une référence précieuse pour la formulation du projet.

2.2.3 STRATÉGIES HERITÉES DE MA PRATIQUE PROFESSIONNELLE

Ma pratique professionnelle en architecture et en design m'a permis de développer des stratégies spécifiques pour la création et l'analyse de prototypes. Ces stratégies incluent l'utilisation de schémas conceptuels, de diagrammes, de réflexions cartographiques et de modèles spatiaux, qui m'ont aidé à clarifier les relations entre les différents éléments de la prévisualisation architecturale et la conception, comme le montrent les annexes 1 à 8 . De plus, elles permettent de mieux comprendre comment intégrer diverses technologies dans un processus de conception dialogique.

Ces diagrammes et réflexions cartographiques permettront de visualiser les étapes du processus de création, de la conceptualisation à l'intégration du prototype final, et seront utiles comme outils de communication pour illustrer l'évolution du projet à ses différentes étapes.

2.3 ATTEINTE DES OBJECTIFS

L'atteinte des objectifs se réalise à travers l'analyse des itérations appliquées à l'outil de prévisualisation architecturale *Polyblocs*, qui permet d'expliciter la relation entre les concepts de prévisualisation, d'imagination et de jeu. Cette analyse s'appuie sur des informations essentielles issues des multiples itérations et des progrès du prototype *Polyblocs*, enregistrées dans le journal de bord (Hanington, 2012, p.149), ainsi que sur des documents audiovisuels du processus de conception et d'essais (Hanington, 2012, p.316), des annotations techniques, des diagrammes réflexifs dérivés de la pratique disciplinaire en architecture, des cartes conceptuelles (Hanington, 2012, p.271) et des *Creative toolkits* (Hanington, 2012, p.105) produits pour identifier les caractéristiques et relations de chaque itération dans l'évolution du prototype *Polyblocs.*

L'importance de la recherche-création, les cycles heuristiques exposés par Paquin et l'exemple apporté par Melançon permettent de structurer le processus créatif et de déployer les multiples concepts abordés à travers le schéma heuristique.

2.4 SCHÉMA DE L'IMAGINATION

Le schéma de l'imagination (figure 1) fonctionne comme une structure cartographique pour le projet *Polyblocs*, en exposant les relations entre les dynamiques ludiques et structurées des différents concepts. Ce schéma contribue à guider les décisions de conception et garantit l'alignement des objectifs sur la transversalité du jeu dans l'exercice de la prévisualisation. Le schéma heuristique ne se limite pas à cartographier les concepts, mais agit comme une boussole conceptuelle qui permet de maintenir l'équilibre entre les tendances ludiques et structurées tout au long du développement de *Polyblocs*.

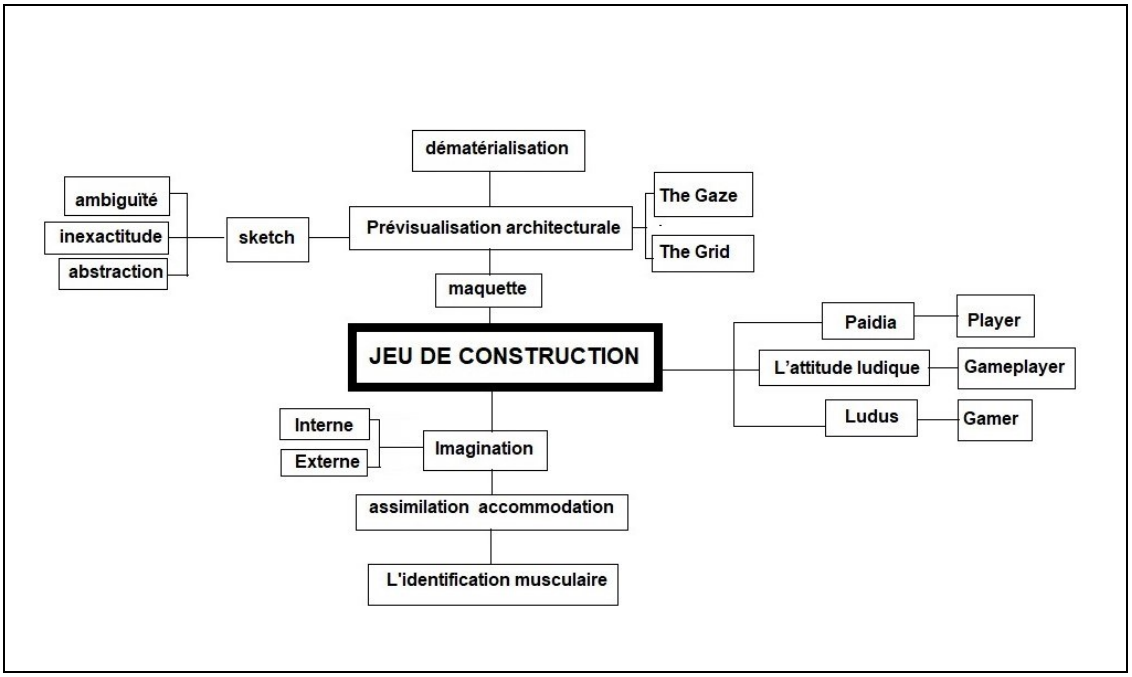


Figure 1 : Schéma de l'imagination du projet Polyblocs. © Marco Aurelio Galan Henriquez,

2.5 SCHÉMA DU JEU DE CONSTRUCTION

Le diagramme présente l'articulation de l'attitude ludique en son noyau (figure 2), délimitée par le concept de prévisualisation, qui agit comme un filtre pour l'imagination interne et externe, et relie également la tendance du jeu libre et spontané (*Paidia*) à la tendance structurante (*Ludus*). Verticalement et en tant que bande de fond se trouve le concept d'expérience. Transversalement, les rôles se déclinent selon la tendance *Paidia* avec la figure du *Player*, la tendance *Ludus* avec la figure du *Gamer*, et la connexion des deux tendances avec la figure du *Gameplayer*.

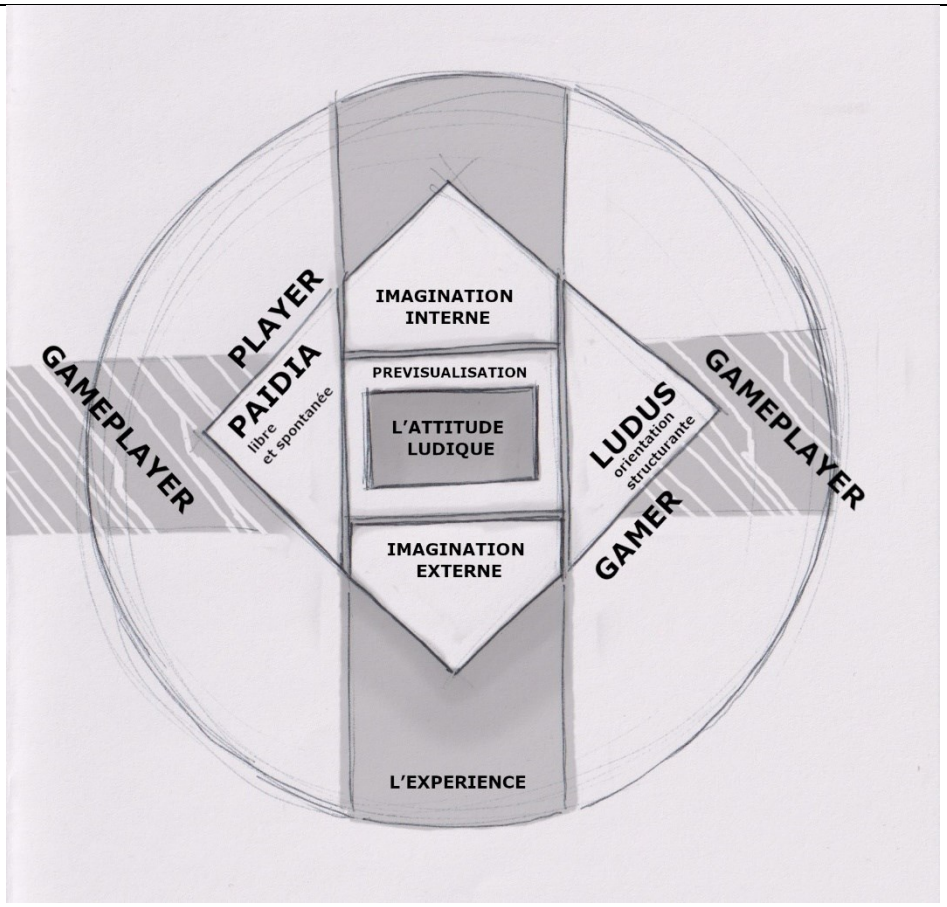


Figure 2 : Schéma sur l'articulation de la prévisualisation architecturale, du jeu et de l'imagination.

© Marco Aurelio Galan Henriquez,

2.6 CRITÈRES D'ANALYSE

Les critères d'analyse sont essentiels pour évaluer l'efficacité du prototype et de la méthodologie. Ces critères comprennent :

1. Sphères ludiques : Évaluation de la fluidité du processus d'immersion dans le scénario ludique.

2. Relation imagination-prévisualisation : Évaluation de la synchronisation entre les intentions de représentation et leurs enregistrements.

3. Transition entre *player*, *gamer* et *gameplayer* : Évaluation des rôles assumés dans l'expérience virtuelle.

Les critères d'analyse se consolident en deux diagrammes (figure 3 et figure 4) : le premier synthétise les principes méthodologiques formulés, tandis que le second cartographie les dynamiques et relations entre ces éléments.

Le premier diagramme utilise la métaphore d'un œil. En son centre se trouvent les sphères ludiques : *Ludus*, correspondant à l'aspect structuré, occupe le noyau central ; *Paidia*, représentant l'expression libre, entoure le premier ; et une approche hybride relie ces deux sphères à l'intérieur de leur circonférence. Cette dernière, définie comme « l'anneau de prévisualisation », englobe et se superpose à l'imagination externe et communicative. Sur le côté gauche figurent les concepts et rôles liés à la transition entre *player, gamer* et *gameplayer*. Aux deux extrémités, un fond noir symbolise l'imagination interne ; sur le côté droit, la dynamique d'assimilation et d'accommodation illustre la relation entre imagination et prévisualisation.

Le diagramme (figure 3) condense les trois concepts. Sa circonférence centrale correspond à la prévisualisation, avec ses tendances libre, structurée et hybride. Le côté gauche présente les rôles

découlant du jeu, tandis que le côté droit indique l'imagination interne et externe par rapport au noyau de la prévisualisation. En se référant aux concepts émis par Jovanovic (2016), ce diagramme incarne la représentation de *the gaze*.

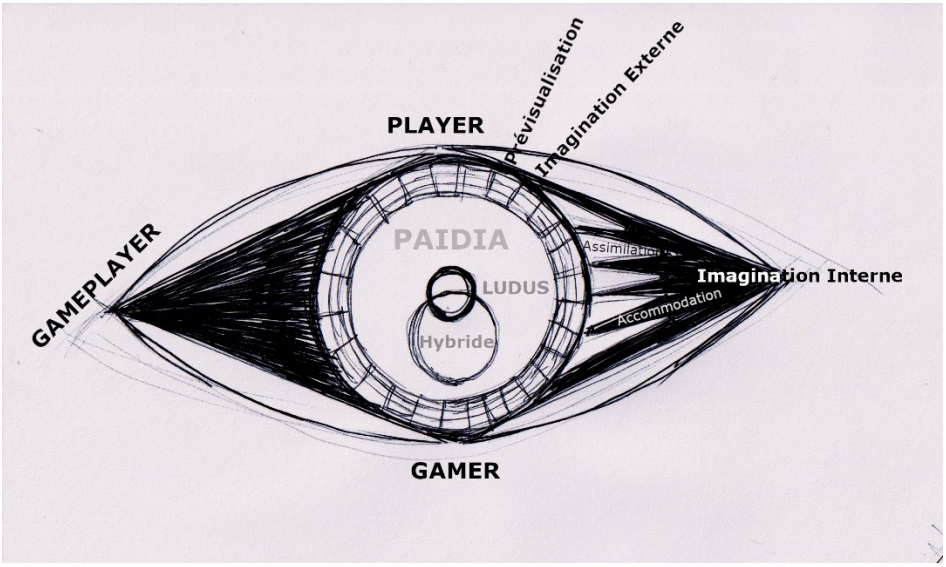


Figure 3 : Les principes méthodologiques © Marco Aurelio Galan Henriquez,

Le second diagramme (figure 4) cartographie les dynamiques et relations entre les concepts. Le noyau central met en évidence l'attitude ludique et les rôles : *player, gamer* et *gameplayer*. Un losange souligne deux tendances : *Ludus*, l'aspect structuré, et *Paidia*, l'aspect libre, toutes deux liées aux rôles émanant de l'attitude ludique. Deux arcs elliptiques délimitent l'action de la prévisualisation hybride. Cette ellipse repose sur une plateforme associée à l'imagination externe, laquelle soutient la représentation et la communication d'idées et d'imaginaires. Parallèlement, la dynamique d'assimilation et d'accommodation relie cette imagination externe à l'imagination interne. Au-dessus du diagramme, une série de lignes continues suggèrent un éloignement spatial. L'ensemble des éléments interagit et s'articule selon les critères formulés dans le chapitre méthodologique.

Le diagramme trace dans sa structure une « Y » inversée, associant les rôles Player avec *Paidia*, *Ludus* avec Gamer. L'axe vertical, Gameplayer, s'ancre dans le mode hybride de la

prévisualisation, en lien avec le rôle du designer, qui opère librement et de manière réflexive entre les deux tendances. Le noyau de la première figure repose et entre en contact avec l'imagination externe, tandis que l'imagination interne se situe en dessous de celle-ci. L'imagination interne peut se rapprocher de l'imagination externe. Ce diagramme permet de représenter les dynamiques et les mouvements des trois concepts, faisant écho au deuxième élément apporté par Jovanovic : *The Grid.*

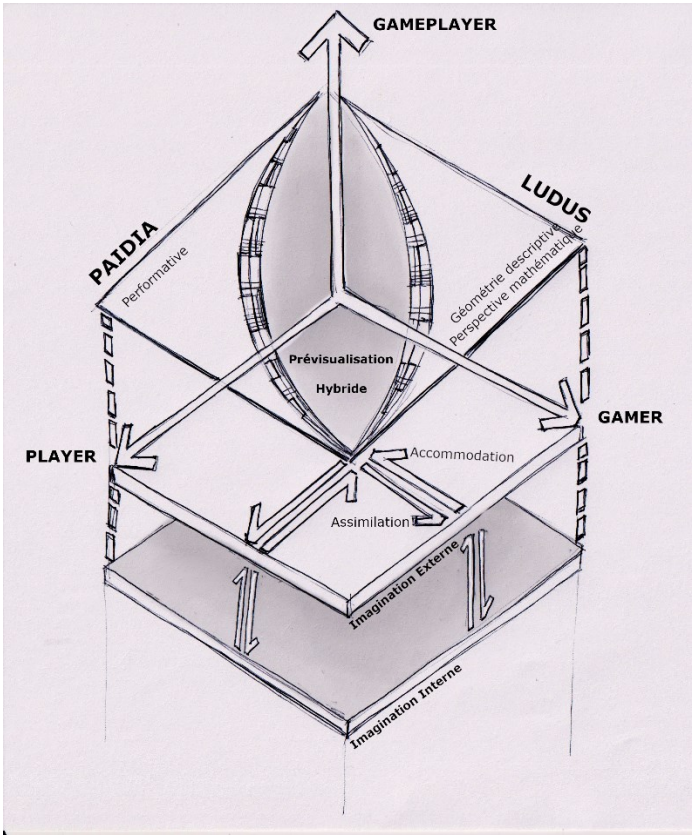


Figure 4 : Les dynamiques et relations entre les concepts © Marco Aurelio Galan Henriquez,

CHAPITRE 3

RÉALISATION DU PROTOTYPE POLYBLOCS

Ce chapitre présente la concrétisation du projet de recherche-création à travers la réalisation du prototype *Polyblocs*. Il s'inscrit dans la continuité méthodologique exposée au chapitre deux, sous la forme d'un récit pratique, et documente les étapes clés du processus de conception, depuis les premières explorations graphiques jusqu'à l'élaboration d'un système interactif en réalité virtuelle.

Grâce à la synergie entre les outils numériques et les expérimentations ludiques, le prototype *Polyblocs* incarne un outil de prévisualisation architecturale où l'imagination, le jeu et la spatialité s'articulent dans un environnement immersif en réalité virtuelle.

Le récit qui suit met en lumière les choix techniques et conceptuels ayant guidé le développement du prototype, dans le but d'illustrer les dynamiques entre les différents logiciels et plateformes d'expérimentation, jusqu'à leur intégration finale dans le moteur de jeu Unity (Unity Technologies).

3.1 L'OUTIL DE PRÉVISUALISATION ARCHITECTURALE POLYBLOCS

Dans le Chapitre 2, la méthodologie qui guide la conception du prototype *Polyblocs* a été définie, s'appuyant sur la recherche-création par cycles heuristiques, intégrant Le jeu de construction / le jouet à construire, et les stratégies héritées de ma pratique professionnelle orientées à articuler les concepts de la prévisualisation architecturale, d'imagination et de jeu dans un environnement immersif en réalité virtuelle. Chaque phase de développement a été conçue pour mettre en œuvre les concepts structurels, déployés dans la figure 1 (voir page 33) : schéma de l'imagination, les intégrant dans un système ludique autour du jeu de construction comme outil de prévisualisation à la lumière de l'imagination.

En ce qui concerne le concept de prévisualisation, les concepts de *the gaze* et *the grid* de Jovanovic (2016, p.29), ainsi que les propriétés du croquis (sketch) décrites par Dorta (2006, p.305), ont servi de bases structurelles pour la représentation et la communication des idées architecturales.

Concernant l'imagination, l'idée du pré-langage et les identifications musculaires intériorisées dans l'objet représenté par Mandelbrojt (2012, p.3), ainsi que les concepts d'assimilation et d'accommodation (2012, p.1), ont été essentiels pour comprendre les dynamiques de l'imagination.

Pour le jeu, les polarités de *Paidia* (jeu libre et spontané) et *Ludus* (jeu structuré et discipliné) exposées par Caillois (1961, p.96) ont permis d'identifier des tendances et de définir le noyau conceptuel de l'«attitude ludique» selon Henriot (Perron, 2013, p.10). De cette attitude émergent trois profils de joueur : *the player, the gamer* et *the gameplayer*, utiles pour comprendre la nature ludique dans un scénario de conception, comme mentionné par Perron (Perron, 2013, p.10).

Les concepts exposés s'articulent dans le schéma sur l'articulation de la prévisualisation architecturale, du jeu et de l'imagination, dans la figure 2 (voir page 34).

Pendant la conception et le développement du prototype, la méthodologie proposée par Louis-Claude Paquin, qui met l'accent sur les cycles heuristiques (Paquin, 2019, p.3), ainsi que l'approche de Benoit Melançon, qui offre un exemple appliqué de recherche-création dans un contexte ludique (Melançon, 2016, p.35), en plus des stratégies héritées de ma pratique professionnelle, fournissent une base solide. Cela a garanti que chaque élément contribue à l'objectif de créer un système de prévisualisation avec un fond ludique et imaginatif.

Cette section aborde la rédaction d'un récit pratique sur le développement du prototype *Polyblocs*, autour de l'exploration, de l'expérimentation et de la production. Dans cette recherche, Scribd est utilisé comme complément au journal de bord, permettant d'archiver et de consulter des documents pertinents pour le développement du projet. En accédant à la plateforme Scribd et en consultant Processus Polyblocs, il est possible d'accéder à la documentation du processus, à de multiples réflexions et à divers diagrammes (référence complète en bibliographie).

3.2 ÉTAPES DE RÉALISATION DU PROTOTYPE POLYBLOCS

Cette section documente les premières conceptions ainsi que l'instrumentalisation opérée par la transition vers des logiciels de modélisation tridimensionnelle, tels qu'ArchiCAD (Graphisoft) et Blender (Blender Foundation). À ce stade, une hybridation entre le libre et le structuré devient manifeste. Ensuite, une expérimentation avec TouchDesigner (Derivative) est menée, logiciel qui intègre une hybridation implicite en raison de son potentiel interactif et en temps réel. Enfin, le moteur de jeu Unity est mobilisé, permettant une hybridation totale, fluide et polyvalente.

3.2.1 PREMIERS DESIGNS : HYBRIDATION DESSIN À MAIN LEVÉE, ARCHICAD ET BLENDER

La première phase a abordé la définition des objectifs du prototype, intégrant le jeu de construction à l'exercice de prévisualisation et d'imagination dans un espace de réalité virtuelle. Les premières conceptions ont été réalisées à main levée, de manière libre et spontanée, avant d'être modélisées en 3D sur ArchiCAD, exploitant la précision géométrique et cartésienne pour représenter les blocs dans un cadre structuré. Ces modèles ont ensuite été exportés vers le logiciel d'infographie 3D Blender pour évaluer les déplacements et les éventuelles collisions entre les blocs. À ce stade, le potentiel d'un écosystème de blocs virtuels a été identifié, une idée qui a été intégrée ultérieurement dans un environnement de réalité virtuelle.

Le dessin à main levée offre une grande liberté d'expression, mais il se limite à recréer une perspective ou une projection particulière dans l'espace, tout en explorant les mécaniques potentielles liées à l'imagination interne ou à une représentation séquentielle sur papier. Lors de son transfert vers ArchiCAD, la construction numérique de la référence esquissée garantit une multiplicité de perspectives ou de projections possibles. Cependant, ses formes et dimensions restent contraintes par un cadre géométrique et mathématique.

Blender, dans ce contexte, permet de recréer une série de déplacements grâce à ses modules d'animation, qui complètent la liberté des positions spatiales attribuées aux blocs. Cependant, les faiblesses de chaque sous-phase doivent être compensées par des logiciels spécifiques qui offrent les modules nécessaires pour concrétiser une phase exploratoire souhaitée, que ce soit ArchiCAD pour la manipulation spatiale des blocs ou Blender pour la gestion et l'enregistrement des traces de mouvement appliquées aux blocs.

L'image suivante (figure 5) présente une série de blocs composés inspirés du système Lego, leur modélisation initiale est réalisée dans ArchiCAD puis ils sont rendus et animés dans Blender :

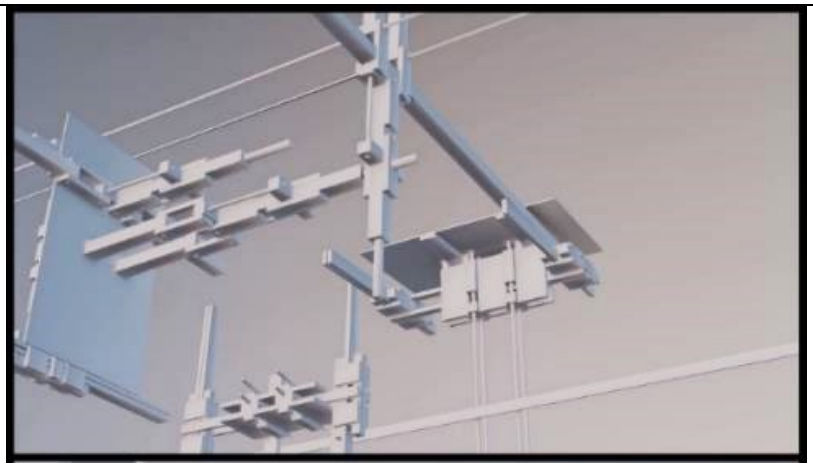


Figure 5 : Conception du système modulaire interchangeable inspiré par le système Lego (logiciel Archicad).© Marco Aurelio Galan Henriquez,

Sur la base des critères exposés dans le chapitre méthodologique (Figure 3, voir page 36), qui concernent les rôles de *Gameplayer, Player* et *Gamer*, l'imagination interne et externe, ainsi que la prévisualisation en tant qu'exercice de communication et de représentation selon les tendances *Paidia* (libre et spontanée) et *Ludus* (structurée), le programme ArchiCAD révèle qualitativement une distance entre l'imagination externe et interne, sa tendance étant orientée vers une approche structurée (*Gamer*). En revanche, le dessin à main levée permet qualitativement une synchronisation entre l'imagination externe et interne, tout en favorisant une approche libre et spontanée (*Player*).

L'image suivante (figure 6), présente, à gauche, les dynamiques et les relations entre les concepts, et, à droite, l'accent mis par ArchiCAD sur la tendance structurée (*Ludus/Gamer*) ainsi que le dessin à main levée, qui tend vers la liberté et la spontanéité (*Paidia/Player*) :

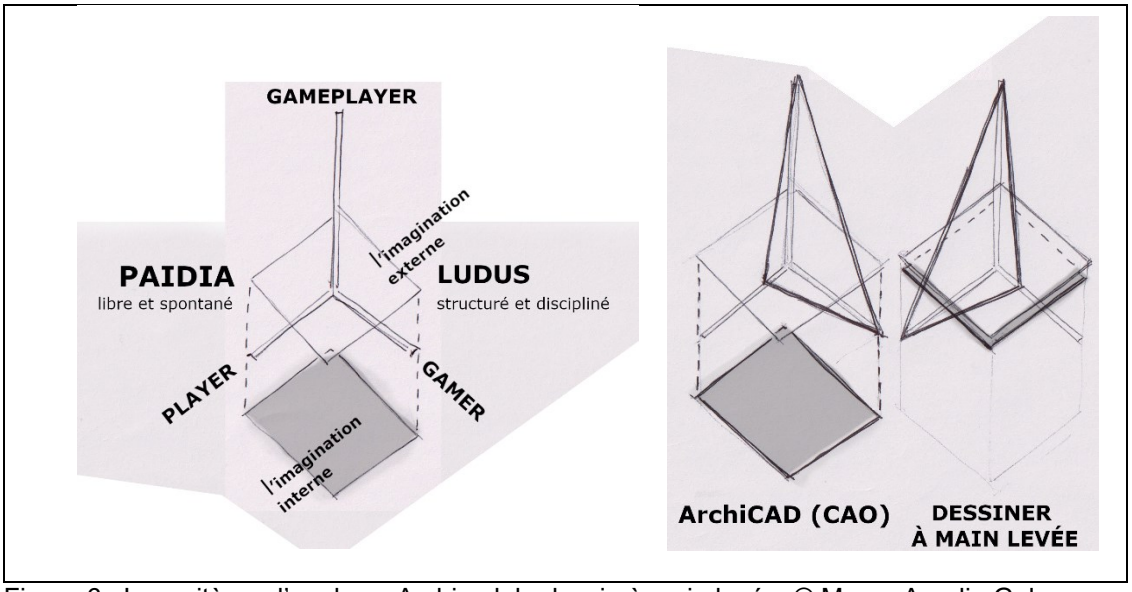


Figure 6 : Les critères d'analyse, Archicad, le dessin à main levée. © Marco Aurelio Galan Henriquez,

Dans cette phase exploratoire, une question se pose : quelle incidence ou quelles interactions possibles l'utilisateur aura-t-il avec l'écosystème de blocs ? Cette interrogation conduit à rechercher une solution pour exploiter pleinement le potentiel interactif du prototype, ainsi qu'un programme adapté à cet objectif.

3.2.2 DEVELOPPEMENT DE TESTS ET PROGRAMMES DANS DES ENVIRONNEMENTS NUMÉRIQUES

Après la création initiale des écosystèmes de blocs sur ArchiCAD, Blender a contribué à l'exploration des possibilités de modélisation et d'animation. Plusieurs configurations de blocs ont été conçues pour évaluer leurs performances et leur potentiel. Cependant, les limitations d'Archicad et de Blender ont mis en évidence la nécessité de recourir à d'autres logiciels.

L'image suivante (figure 7) présente à gauche la conception initiale à main levée, et à droite, elle expose sa modélisation 3D dans Blender

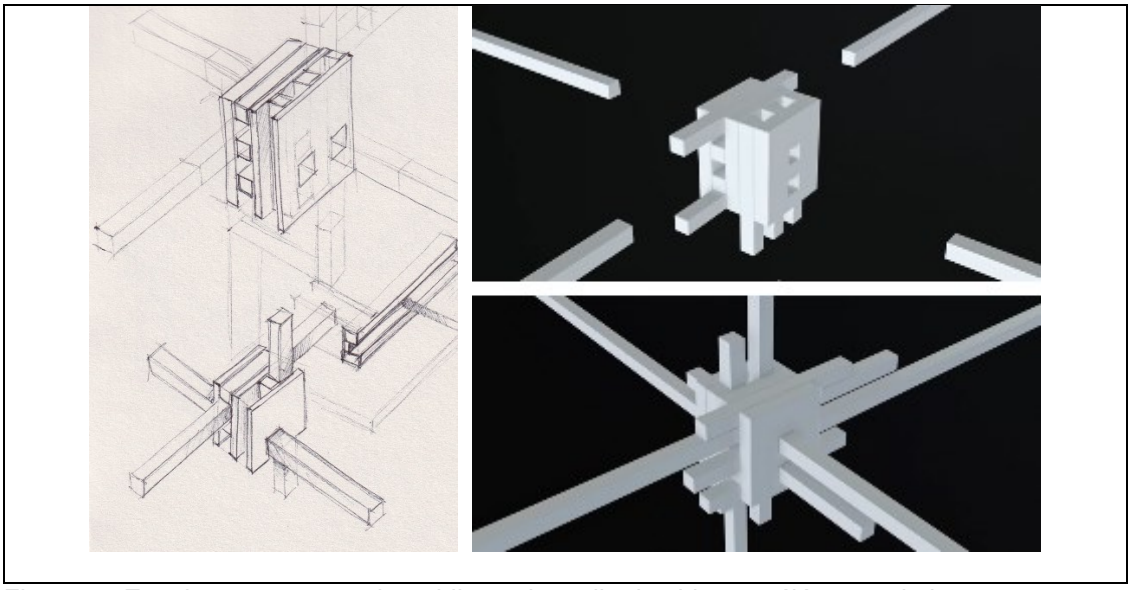


Figure 7 : Esquisse et construction tridimensionnelle des blocs et éléments de base.

© Marco Aurelio Galan Henriquez,

Dans le cadre du cours de production artistique dirigé par le professeur Louis-Philippe Rondeau, une installation intitulée *Micromegas* a été développée. L'utilisateur porte un casque recréant un masque, et lorsqu'il tient les contrôles, deux gants apparaissent dans la scène. Un tunnel traverse la simulation, recréant le flux de l'espace et du temps, tandis qu'un grand vaisseau spatial est positionné derrière l'utilisateur. Cet exercice, réalisé en parallèle avec l'apprentissage de TouchDesigner, a révélé le potentiel de ce logiciel pour créer des scénarios interactifs en réalité virtuelle. L'installation *Micromegas voyage interdimensionnel* peut être consultée dans une vidéo disponible sur YouTube (Galan, 2023) : https://www.youtube.com/watch?v=JjgeDPLlDgI.

En extrapolant les connaissances acquises dans Micromegas et en étendant les éléments du jeu de construction, il a été possible d'ajouter un module de dessin spatial dont le tracé disparaît après un court laps de temps. Cependant, la prise et le lâcher de blocs nécessitent l'intégration de modules programmés en Python, une compétence qui n'était pas maîtrisée à ce moment-là.

Si l’interaction permet de générer une trace limitée dans le temps et dans l’espace, la question suivante se pose : quelles autres plateformes ou programmes garantiraient la création d’un jeu de construction articulant la nature structurée d’un logiciel comme ArchiCAD et la liberté interactive qu’offre un programme comme TouchDesigner ?

L'image suivante (figure 8) présente deux essais avec le programme TouchDesigner concernant la synchronisation d'un trait gestuel sur une géométrie recréée en réalité virtuelle :

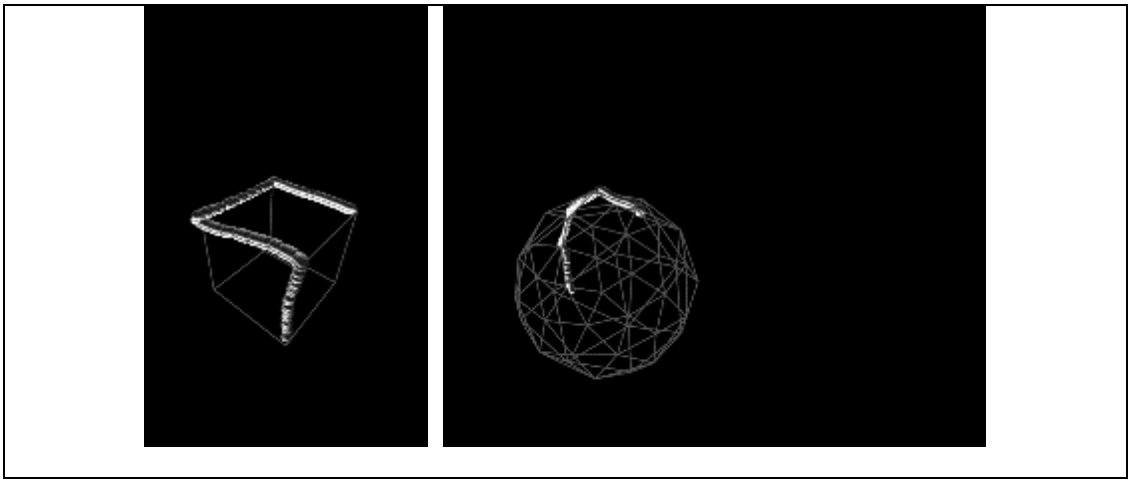


Figure 8 : Essai sur le logiciel TouchDesigner en tant qu'outil de prévisualisation.

© Marco Aurelio Galan Henriquez,

Sur la base des critères exposés dans le chapitre méthodologique, l’hybridation entre ArchiCAD et Blender garantit un équilibre optimal en conception, en rapprochant l’imagination externe et interne, tout en offrant de la flexibilité aux rôles *Player* et *Gamer*, selon la perspective et l’action du *Gameplayer*. TouchDesigner permet une hybridation implicite grâce aux capacités interactives qu’il offre. Les tendances structurée et libre/spontanée enrichissent l’attitude ludique du point de vue du gameplayer lors de la transition entre les rôles, tout en rapprochant l’imagination externe et interne de manière performative. Cependant, la répétition du scénario et les interventions temporaires limitent l’expérience architecturale à un événement éphémère.

L'image suivante (figure 9) présente à gauche les dynamiques et les relations entre les concepts, à droite l'hybridation entre ArchiCAD et Blender, et à l'extrême droite, TouchDesigner et

son hybridation implicite, qui permet l'intégration des deux tendances : *Paidia/Player* et *Ludus/Gamer* :

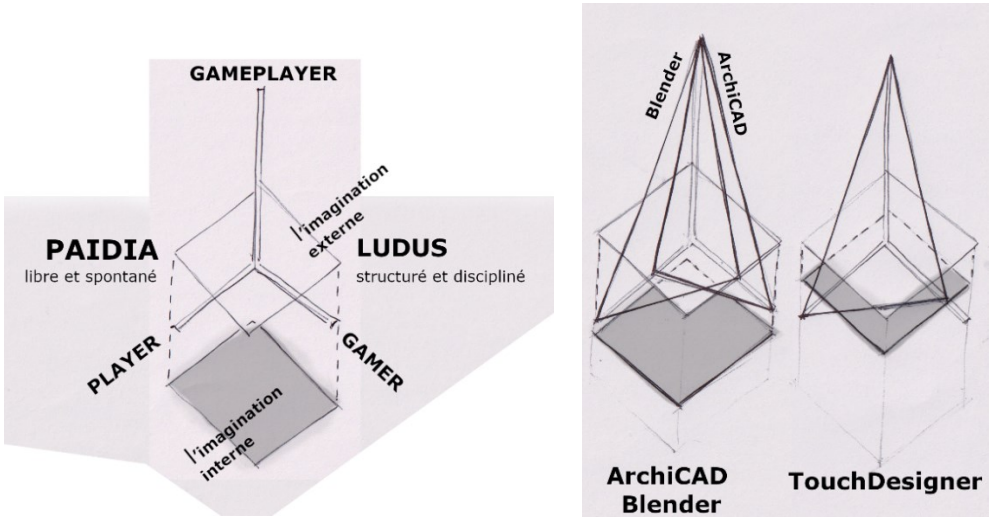


Figure 9 : L'hybridation entre ArchiCAD et Blender, TouchDesigner

© Marco Aurelio Galan Henriquez,

3.2.3 CRÉATION DU PROTOTYPE DANS UNITY

Le jeu de construction fonctionne comme un ensemble d'éléments prédéfinis qui permettent, grâce à leur assemblage, un prototypage rapide. Le bloc, en tant qu'élément structurel, s'intègre également à une expression libre et performative. Une question demeure : quels autres éléments ou outils pourraient être intégrés au prototype, et quel serait le scénario idéal pour recréer cette expérience en réalité virtuelle ? Le salon et le bureau sont identifiés comme les scénarios potentiels d'interaction.

Avec la transition vers l'engin de jeu vidéo Unity, le prototype a évolué vers une simulation interactive complète, où l'utilisateur peut manipuler des blocs et des objets en temps réel, activant et transformant des configurations spatiales. Certains blocs réagissent à la physique : ils peuvent se

détacher et tomber, tandis que d’autres restent suspendus dans l’air, créant des conditions uniques impossibles à recréer hors d’un environnement virtuel. Certains blocs changent également de volume et de taille comme s’ils pulsaient, combinant un caractère structurel (*Ludus*) et spontané (*Paidia*), selon la manière dont ils sont manipulés.

L’utilisateur peut interagir avec l’espace et ses éléments, les modifiant en temps réel, ce qui permet de déployer les trois profils ludiques : *Player, Gamer* et *Gameplayer*. Le rôle de player découle de l'assimilation, qui provient de l'interaction avec les différents éléments sans un objectif ou une finalité définie. En revanche, le rôle de gamer émerge de l'accommodation, qui se manifeste lorsqu'on assemble et dispose plusieurs éléments en vue d'atteindre un objectif précis. Enfin, le rôle de gamplayer se définit dans l'hybridation de ces deux tendances, libre et structurée, à travers des cycles expérimentaux et des redéfinitions analytiques. De plus, le prototype intègre des outils de contrôle spatial qui permettent d’expérimenter avec les concepts de *the gaze* et *the grid* grâce à la téléportation, facilitant ainsi la visualisation de multiples perspectives et la manipulation des éléments dans différentes configurations. La description du prototype *Polyblocs* a été documentée dans une vidéo disponible sur YouTube (Galan, 2024) : https://youtu.be/LtLDWwx3XJI.

L'image suivante (figure 10) présente, à gauche, la disposition d'une série de blocs suspendus dans l'air et, à droite, la perspective de la salle et de ses bureaux, représentant un environnement de réalité virtuelle composé de blocs et de tracés flottants :

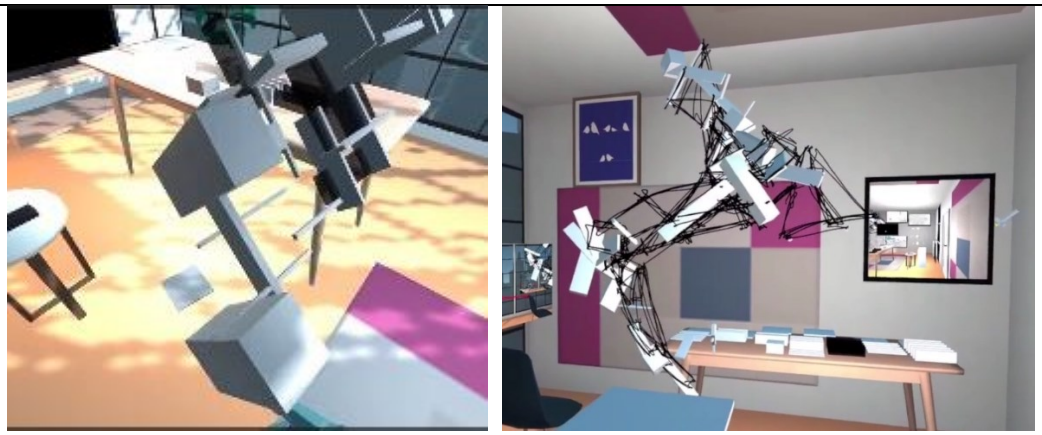


Figure 10 : Développement en Unity. © Marco Aurelio Galan Henriquez,

L’utilisateur peut également utiliser un crayon-vaisseau spatial pour tracer des lignes dans l’espace en synchronisation avec ses gestes. Ce tracé est accompagné d’un son d’avion, transformant un outil structurel en un jouet ludique et interactif. L’utilisateur peut aussi manipuler une petite figurine équipée d’une caméra intégrée, appelée caméra Cyclope, qui projette des images sur un écran situé dans l'environnement virtuel du bureau. Cette caméra permet d’explorer les effets d’échelle dans le modèle, offrant une perspective similaire à celle d’une maison de poupées. En outre, une caméra Polaroid permet de capturer une vue spécifique et d’imprimer l’image capturée. Cette image peut ensuite être manipulée comme un bloc supplémentaire dans l’espace virtuel.

La logique et le potentiel de Unity résonnent avec les observations de Damjan Jovanovic sur la contribution des moteurs de jeu à l’architecture (Jovanovic, 2016, p.29). Cependant, l’apprentissage de Unity nécessite une expérience proche des jeux vidéo. Bien que de nombreux éléments de base soient alignés sur la philosophie des programmes CAO, sa maîtrise exige un temps considérable d’expérimentation et de pratique.

Les processus d’exportation et d’installation de l’application sur le système Oculus Quest 2, ainsi que la vérification de son bon fonctionnement, impliquent plusieurs essais et l’utilisation de programmes complémentaires tels que le Meta Quest Developer Hub, en plus d’une carte graphique adaptée pour garantir des performances optimales.

Lors du développement du crayon-vaisseau spatial (figure 11), l’implémentation des tracés dans l’espace et la synchronisation des gestes ont nécessité la programmation de plusieurs scripts dans Unity. Cette démarche s’inscrit dans la philosophie de Seymour Papert, orientée vers l’expérimentation constante et illustrée par son concept de «make it work» :

> But when teacher and student, or anyone, stick with the drive to make an actual connection, an actual program actually run (in a computer or in life), then rigor grows. Discipline flips from the external and oppressing “get it right” to the internal and intellectual “make it work.” (Papert, 1993, p.127).

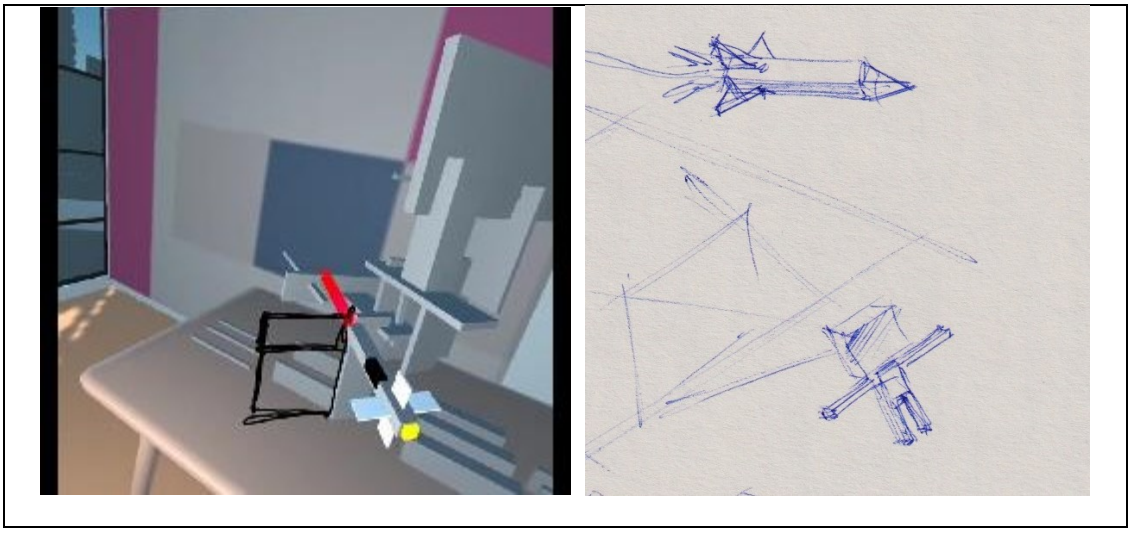


Figure 11 : Le crayon avion/vaisseau spatial. Esquisses crayon avion/ caméra cyclope.

© Marco Aurelio Galan Henriquez,

3.3 RÉALISATION ET ANALYSE DU PROTOTYPE DANS UNITY

Cette section présente les réalisations et les caractéristiques pertinentes du prototype qui se distinguent des conditions imposées par les logiciels traditionnels ou les techniques conventionnelles. L'hybridation entre les deux tendances — le libre et le structuré — atteint son apogée lors de l'exécution et de l'implémentation du prototype.

3.3.1 PHYSIQUE ET FANTAISIE

L'ajout de caractéristiques interactives dans les blocs et objets disposés dans le scénario de réalité virtuelle permet à ces derniers d'adopter des conditions physiques réalistes, recréant tailles et dimensions en fonction de la perspective (*the gaze*) et imitant le comportement d'un objet dans le monde réel, comme la chute au sol, ce qui reflète une nature structurelle (*Ludus*). En désactivant l'attribut simulant le comportement physique, ces objets peuvent rester suspendus dans l'air, comme si c'était un acte de magie (figure 12). En disposant une série de blocs dans l'espace et en combinant la physique et son absence, les blocs dématérialisés dans l'environnement virtuel répondent directement aux actions de l'utilisateur et au son généré lors de leur prise et repositionnement. Cette configuration permet une transition fluide entre la réalité et la fantaisie simulée.

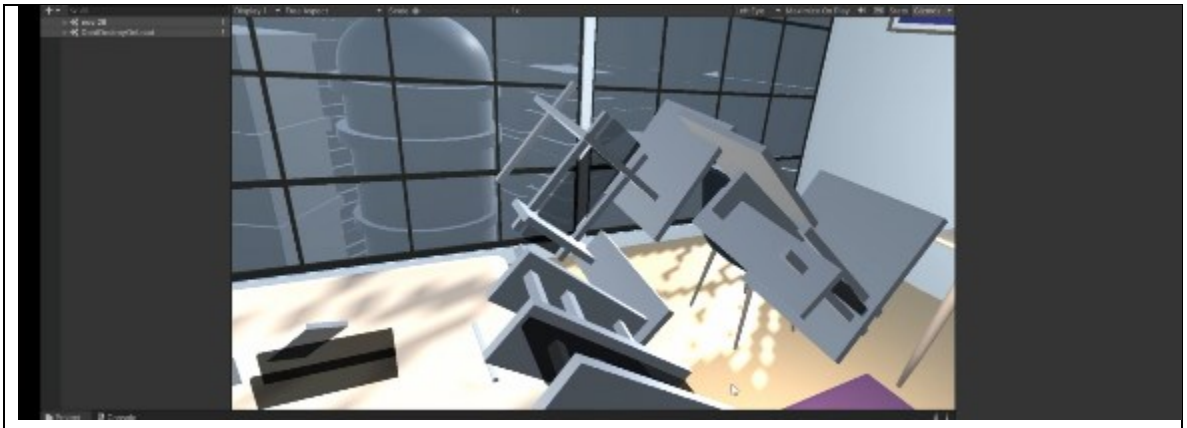


Figure 12 : Développement en Unity : simulation blocs physiques et en apesanteur.

© Marco Aurelio Galan Henriquez,

3.3.2 L'EFFET DE L'ILLUSION-IMAGINATION EN TEMPS REEL

L'intégration de tapis préliminaires suggérant l'action de téléportation permet d'explorer des perspectives inhabituelles dans le salon virtuel (figure 13). Ces tapis s'étendent ensuite sur les murs et les plafonds, générant une vision qui défie la perception réaliste de l'espace. L'utilisateur peut voir le salon complètement inversé, repositionnant le regard (*the gaze*) à volonté pour transformer la perception de l'espace et ainsi intervenir sur ses composants structurés (*Ludus*) de manière libre et spontanée (*Paidia*).

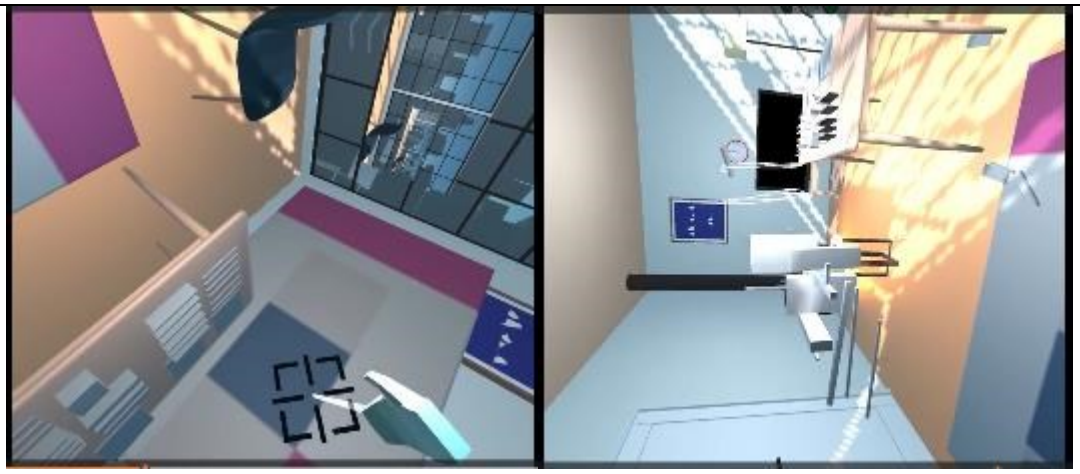


Figure 13 : Des perspectives alternatives en fonction de la position et de la téléportation

© Marco Aurelio Galan Henriquez,

3.3.3 OUTILS À ORIENTATION LUDIQUE

L'intégration d'attributs ludiques au crayon, à la caméra Cyclope et à la caméra Polaroid (figure 14) redéfinit la nature de ces outils de prévisualisation spatiale, les dépouillant de leur interprétation conventionnelle et leur conférant un caractère libre et spontané (*Paidia*). Intégrées au système de

blocs du jeu de construction en réalité virtuelle, ces outils de prévisualisation permettent à l'utilisateur d'expérimenter une liberté créative inhabituelle. Il est même possible d'utiliser un crayon-vaisseau spatial sur chaque manette de commande, une capacité inexistante dans les programmes traditionnels de dessin en réalité virtuelle, ouvrant ainsi une nouvelle voie d'expérimentation.

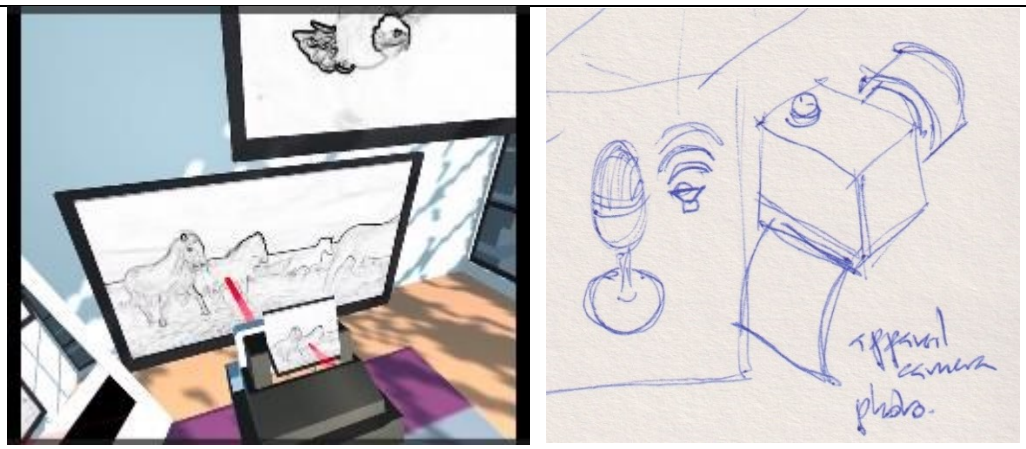


Figure 14 : Caméra Polaroid, multiples écrans. © Marco Aurelio Galan Henriquez,

3.3.4 *EASTER EGGS*

Lors des essais et des tests du prototype, des effets visuels inattendus ont été découverts, tels que la génération de glitches lorsque la caméra Cyclope est positionnée devant son propre écran de projection, produisant des effets kaléidoscopiques uniques (figure 15). La caméra Polaroid, quant à elle, permet de reproduire la photographie capturée, qui est générée sur un plan suspendu dans l'espace ; ainsi, le plan imprimé devient un bloc supplémentaire qui peut être dupliqué dans l'environnement de *Polyblocs*.

Figure 15 : Des effets kaléidoscopiques caméra cyclope/ écran

© Marco Aurelio Galan Henriquez,

La méthodologie de recherche-création appliquée dans *Polyblocs* a permis de combiner structure (*Ludus*) et spontanéité (*Paidia*), aboutissant à un outil immersif intégrant prévisualisation architecturale, imagination et jeu. Cette plateforme participative offre une interaction intuitive avec la conception architecturale, répondant ainsi aux objectifs du projet.

Les conclusions basées sur les critères d'analyse montrent que le prototype développé dans Unity permet de synchroniser l'imagination interne et externe ; cela sera approfondi dans le chapitre suivant. De plus, les rôles *Gameplayer*, *Player* et *Gamer* sont élargis, ce qui garantit une hybridation totale à travers le prototype.

L'image suivante (figure 16) présente, sur le côté gauche, les dynamiques et la relation entre les concepts ; sur le côté droit, l'hybridation implicite de Polyblocs, où les trois rôles deviennent fluides, intégrant à la fois structure et spontanéité :

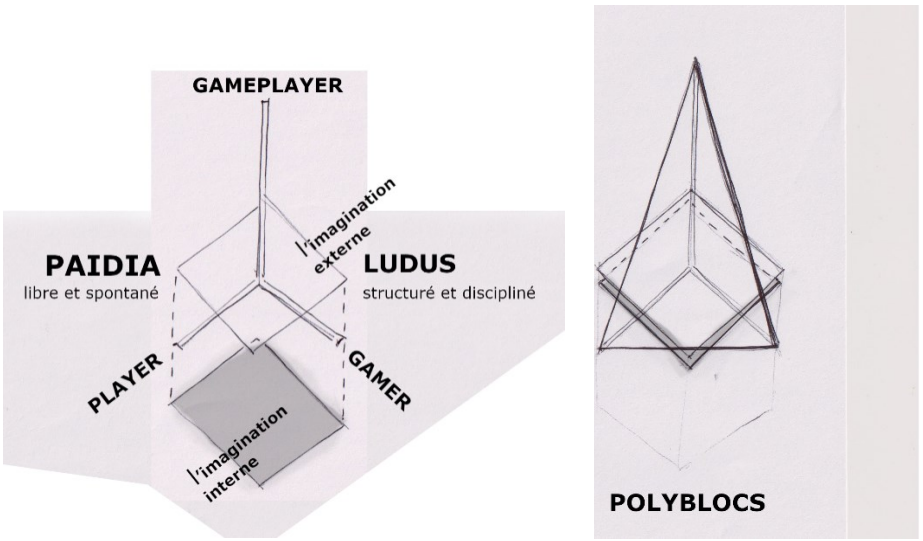


Figure 16 : Hybridation totale à travers le prototype *POLYBLOCS*.
© Marco Aurelio Galan Henriquez,

CHAPITRE 4

ANALYSE DES RESULTATS

Polyblocs a été développé comme un outil de prévisualisation architecturale dans un environnement de réalité virtuelle intégrant le jeu de construction et une série d'outils spatiaux, permettant aux utilisateurs d'explorer à travers la spontanéité (*Paidia*) et la structuration (*Ludus*) dans le processus de conception. Le prototype comprend des fonctionnalités telles qu'un répertoire de blocs interactifs, des crayons vaisseaux spatiaux pour enregistrer des traits gestuels, une caméra Cyclope permettant d'accéder à des perspectives élargies de scènes miniatures et une caméra Polaroid pour capturer et éditer des vues dans l'espace virtuel. Ces outils créent un cadre où l'utilisateur peut expérimenter de manière dynamique et intuitive avec des configurations spatiales et des perspectives non conventionnelles, permettant à la fois l'exploration libre et spontanée et le développement structuré d'idées architecturales. Ce qui suit présente une évaluation générale de la manière dont le prototype répond ou dépasse les attentes en termes de fonctionnalité et d'expérience utilisateur.

4.1 PRÉSENTATION DE L’ANALYSE

La méthodologie par cycles heuristiques établit, dans ses deux phases primaires, la formulation de questions autour de la recherche-création et de création, ainsi que l’expérimentation, l’élaboration et l’alternance entre des périodes de réflexion. À partir des premières conceptions, qui abordent des méthodes traditionnelles de représentation telles que le dessin et la maquette, ainsi que des logiciels CAO et de modélisation conventionnelle, émergent des interrogations et des possibilités pratiques concernant les éléments disposés dans le scénario et le rôle de l’utilisateur.

Dans un second temps, lors du développement d'essais et de programmes, une transition s'opère entre des logiciels de base et une plateforme permettant un déploiement interactif, comme TouchDesigner. L'exploration et la réflexion conduisent à la recherche d'une plateforme facilitant l'expérimentation interactive autour d'un jeu de construction. C'est dans ce contexte qu'un moteur de jeu tel que Unity permet d'intégrer le rôle du *Gameplayer*, proche de celui du designer, tout en alternant avec le rôle du *Gamer*, de nature structurée, et celui du *Player*, au caractère libre et spontané.

Les cycles heuristiques favorisent une progression itérative à travers de multiples scénarios exploratoires. La synergie entre la pratique et la réflexion, appuyée sur une base conceptuelle et méthodologique, permet d'expliciter et de clarifier les questions formulées.

Les critères d'analyse abordent les concepts *the gaze* et *the grid*, représentés dans deux diagrammes spécifiques du chapitre de méthodologie. La représentation de l'œil correspond à une perspective et une position par rapport à l'objet observé (figure 3, voir la page 36), tandis que le diagramme spatial associé à *the grid* reflète les dynamiques (figure 4, voir la page 37), relations et mouvements des multiples concepts qui influencent le prototype *Polyblocs*. Disposer l'ensemble des diagrammes d'évaluation facilite l'appréciation des contrastes et des logiques au sein du processus de recherche-création, notamment face à l'hybridation entre les tendances structurées et spontanées, les rôles du *Gameplayer*, proches de ceux du designer, et leurs compléments dans les rôles de *Player* et de *Gamer*, conformément à l'idée de l'attitude ludique comme un événement articulant l'imaginaire, la représentation et l'action performative reliant ces deux dimensions (figure 17).

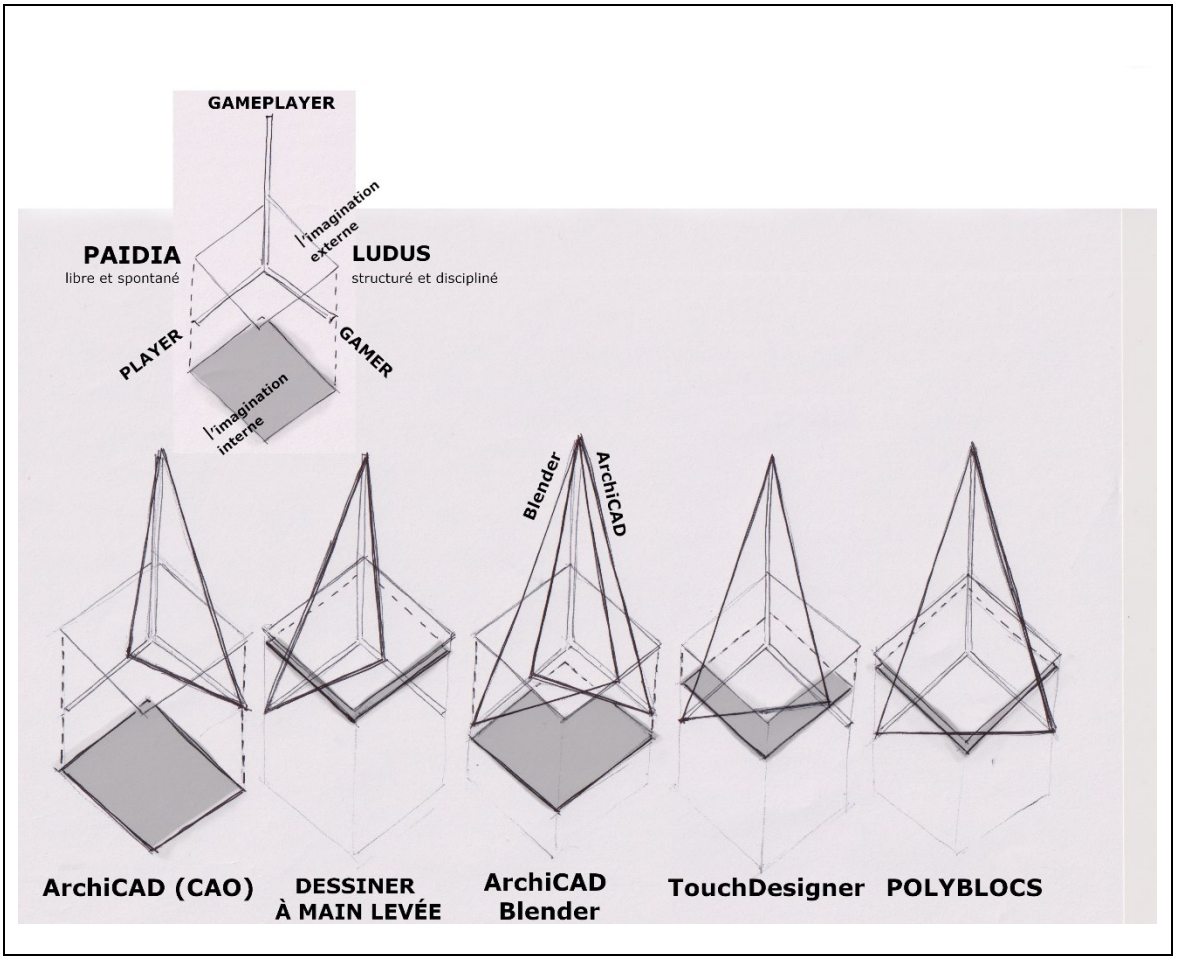


Figure 17 : Hybridation totale à travers le prototype, Tous les programmes informatiques et le dessin à main levée.
© Marco Aurelio Galan Henriquez,

En plus de l'évaluation qualitative des critères d'analyse, quatre propriétés émergentes pertinentes pour la recherche-création se dégagent : exploration visuelle et structuration spatiale, interaction ludique, structuration et le cercle ludique.

4.1.1 EXPLORATION VISUELLE ET STRUCTURATION SPATIALE

En termes d'exploration visuelle, le prototype a permis de multiples perspectives grâce à la fonctionnalité de téléportation, qui permettait à l'utilisateur de se repositionner dans l'espace-temps de manière non conventionnelle, comme voir le salon inversé ou depuis un mur latéral. Cette

fonctionnalité a accordé une plus grande liberté pour explorer et comprendre les configurations spatiales, favorisant une immersion totale et un réajustement constant en fonction de la perspective recréée. Contrairement aux programmes de projection conventionnels en CAO, les perspectives dans *Polyblocs* sont immédiates et synchronisées avec le mouvement de l'utilisateur, sans nécessiter de connaissances avancées d'un logiciel particulier. Les perspectives intuitives et atypiques facilitent de nouvelles relations spatiales dans le processus de conception, offrant un sens réaliste des proportions. Ces résultats suggèrent que la synchronisation entre *the gaze* et *the grid* a favorisé une exploration visuelle efficace qui combine les tendances *Paidia* et *Ludus.*

4.1.2 INTERACTION LUDIQUE (PAIDIA)

Le critère de liberté ludique se reflète dans la capacité du prototype à offrir un environnement de réalité virtuelle permettant la manipulation intuitive et libre des blocs et outils spatiaux. Les utilisateurs ont pu expérimenter et réorganiser des configurations spatiales sans restrictions, permettant par exemple aux blocs de rester suspendus dans l'air ou de changer de forme et de taille dans une animation continue. Cela crée un environnement de créativité et d'expérimentation qui permet de synchroniser l'imagination interne avec sa représentation en temps réel. Par conséquent, la dynamique assimilation/accommodation est immédiate et se déroule autour de cette synchronisation gestuelle. La conception d'instruments comme le crayon vaisseau spatial, la caméra Cyclope et la caméra Polaroid s’éloigne de leurs définitions conventionnelles : le son d'un avion est émis lors de l'utilisation du crayon, une figure à échelle abrite une caméra vidéo, et les photos prises avec la caméra Polaroid restent suspendues dans l'air. Ces résultats suggèrent que cette liberté favorise une expérience de conception moins contraignante, s'alignant avec le concept de *Paidia* et confirmant que le prototype stimule la créativité dans la prévisualisation architecturale sans imposer de barrières structurelles ou disciplinaires.

4.1.3 STRUCTURATION (LUDUS)

Polyblocs aborde le critère de structuration (*Ludus*) en offrant un support géométrique implicite dans l'espace et dans le système de blocs. Les blocs, à la manière de prismes géométriques, agissent comme des instruments déployant leur propre grille implicite et peuvent être reconfigurés selon leur orientation et position. Cela permet à l'utilisateur de redéfinir librement l'orientation des éléments structuraux. Ainsi, *Ludus* dans le prototype ne limite pas la créativité, mais oriente la conception vers une formulation disciplinaire à travers l'utilisation d'éléments prédéfinis.

Polyblocs peut intégrer un module d'exportation de modèles tridimensionnels vers d'autres logiciels. Cette option facilite la structuration de la conception sans les contraintes de navigation propres aux logiciels de CAO.

4.1.4 LE CERCLE LUDIQUE

Le prototype crée un cadre qui conserve certains codes de la réalité mais permet la création de scénarios impossibles, comme l'inversion spatiale en se plaçant sur le plafond ou sur un mur latéral, ou permettant à certains blocs de tomber au sol tandis que d'autres restent suspendus. La flexibilité de l'environnement permet au joueur-designer d'assumer plusieurs rôles : de la posture de *Player*, proche de *Paidia*, en passant par le *Gamer* avec un objectif défini (*Ludus*), jusqu'au *Gameplayer*, qui oscille entre *Paidia* et *Ludus*. L'attitude ludique se manifeste pleinement dans le prototype, favorisant l'adoption de rôles (*Player, Gamer*, *Gameplayer*) en fonction des actions dans le cadre virtuel de *Polyblocs*.

Les objectifs de la recherche cherchaient à intégrer le jeu et l'imagination dans le processus de prévisualisation architecturale à travers une approche ludique en réalité virtuelle. *Polyblocs* a permis aux utilisateurs de manipuler des éléments sans restrictions, favorisant une exploration créative active. De plus, le prototype a atteint son objectif d'inciter une organisation structurée (*Ludus*) grâce au concept de grille latente et à la reconfiguration dans l'espace, ce qui a aidé les utilisateurs à créer des configurations cohérentes synchronisées avec leur gestualité (imagination). En général, les objectifs de la recherche ont été atteints, et les utilisateurs ont expérimenté un équilibre entre liberté créative et structuration, confirmant que le prototype est efficace dans la combinaison des deux tendances, en contraste avec les outils de CAO traditionnels.

La question de recherche explore s'il est possible, grâce à un dispositif de prévisualisation architecturale, d'articuler le jeu de construction dans une expérience qui combine la liberté ludique (*Paidia*) et la structuration (*Ludus*). L'évaluation du prototype indique que cette intégration est viable et efficace dans un environnement de réalité virtuelle. *Polyblocs* parvient à une synergie entre exploration créative et organisation structurée, permettant à l'utilisateur de manipuler et structurer des blocs et des éléments dans des configurations cohérentes. L'articulation du jeu et de la structuration (*Ludus*) offre une expérience de conception architecturale dynamique qui répond efficacement à la question de recherche.

Mon ambition est que *Polyblocs* représente une contribution originale dans le domaine de la prévisualisation architecturale et du design d'environnements de réalité virtuelle, en définissant un cadre qui intègre à la fois la liberté ludique et la structuration disciplinaire dans le processus de conception. La synergie entre *Paidia* et *Ludus* dans le prototype démontre que la réalité virtuelle est un outil efficace pour enrichir la créativité architecturale, permettant au designer d'explorer et de structurer des imaginaires sans les limitations des outils traditionnels de conception. La contribution principale réside dans la concrétisation de l’imagination à travers le processus de prévisualisation pour sa matérialisation sous la forme d’un jeu. Cette recherche promeut une nouvelle perspective pour la conception architecturale, élargissant les possibilités de prévisualisation et défiant les pratiques traditionnelles en plaçant l'utilisateur dans un rôle de joueur-designer au sein du processus créatif interactif.

CONCLUSION

La recherche et le développement du prototype *Polyblocs* ont permis d'articuler avec succès les concepts de prévisualisation architecturale, de jeu et d'imagination dans un outil de réalité virtuelle, différencié des programmes traditionnels de type CAO. Ce prototype permet une exploration architecturale simultanément ludique et structurée. La synergie entre l'approche libre et spontanée (*Paidia*) et l'approche structurée (*Ludus*) offre, à travers *Polyblocs*, un environnement dans lequel l'utilisateur peut adopter divers rôles (*Gameplayer, Player* et *Gamer*) et expérimenter des configurations spatiales, synchronisant l'imagination avec un processus de prévisualisation interactif en temps réel. Grâce à l'intégration du moteur de jeu dans le développement de cet outil, *Polyblocs* démontre qu'il est possible d'élargir les méthodes conventionnelles de conception architecturale en offrant une approche dynamique et interactive dans le processus de prévisualisation spatiale. Cela représente un progrès significatif dans la discipline architecturale, soulignant le potentiel de la réalité virtuelle en tant que plateforme qui élargit la créativité architecturale grâce à la manifestation de l'attitude ludique dans le processus de conception.

La méthodologie de recherche-création appliquée au prototype *Polyblocs* contribue au domaine de la prévisualisation architecturale en intégrant la dimension ludique dans la conception de scénarios immersifs et interactifs à travers une série de cycles heuristiques. Cette recherche redéfinit les limites des outils traditionnels de conception, formulant un modèle dans lequel le designer-joueur peut explorer librement des idées tout en maintenant une organisation structurée. Cette synergie entre la tendance libre et spontanée (*Paidia*) et la tendance structurée (*Ludus*) dans la prévisualisation architecturale révèle l'importance d'adopter des approches hybrides qui intègrent la liberté ludique et la structuration pour favoriser à la fois l'innovation et la rigueur dans la conception architecturale.

Face à la nécessité d'acquérir des licences pour l'utilisation de logiciels de type CAO, ainsi que des logiciels complémentaires pour réaliser des prévisualisations photoréalistes, ce qui, dans un contexte professionnel, implique un coût élevé et des capacités limitées excluant la réalité virtuelle et

augmentée, le faible coût et la démocratisation des moteurs de jeu offrent la possibilité de configurations sur mesure, ainsi que la reconfiguration d'un écosystème de sous-outils et de scénarios de conception.

Le moteur de jeu permet d'automatiser les processus et dynamiques de conception, d'assembler des expériences de manière interactive et d'introduire des variables dans une proposition générique, dans le but d'élargir les possibilités d'une idée de conception. C'est le moment où l'architecte peut créer et concevoir ses propres programmes et outils de prévisualisation sur le moteur de jeu.

À partir des résultats de cette recherche, plusieurs pistes de recherches futures peuvent être identifiées. Une ligne d'intérêt porte sur l'intégration possible du prototype *Polyblocs* dans des processus de conception collaborative, par son insertion modulaire dans d'autres programmes ou plateformes, en évaluant comment plusieurs utilisateurs pourraient interagir et développer des idées dans un espace virtuel partagé. Une autre ligne de recherche pourrait explorer l'attribution d'autonomie aux éléments de prévisualisation, comme le crayon vaisseau spatial ou certains blocs, leur permettant de répondre de manière adaptative aux expressions gestuelles et à la personnalité de l'utilisateur. Avec cette autonomie, les éléments pourraient fonctionner comme des agents auxiliaires, tels des « mains supplémentaires », dans un processus de prévisualisation, élargissant les possibilités de conception. Une version commerciale issue des explorations du prototype a été développée sous le nom de Macrominaut. Dans cette version, l'utilisateur imprime une série de blocs simples et composés, qui sont projetés dans la même scène virtuelle à différentes échelles. Cette version permet également de synchroniser le tracé du crayon sur la maquette manipulable à échelle réduite avec sa reconstruction virtuelle à une taille supérieure.

Enfin, une recherche complémentaire pourrait se concentrer sur le développement de blocs transformables et évolutifs qui répondent à des conditions spécifiques d'un processus de prévisualisation spatiale. Il serait également pertinent d'examiner l'impact et la performance de *Polyblocs* dans l'apprentissage de l'architecture, en analysant comment l'expérience ludique en réalité virtuelle influence la compréhension spatiale et conceptuelle des étudiants en formation.

LISTE DE RÉFÉRENCES

Bar, T. (2020). Rethinking the individual–collective divide with biodigital architecture. Architecture and Culture, 8(3–4), 452–467. https://doi.org/10.1080/20507828.2020.1792202

Baudrillard J. (1981). *Simulacres et simulation*, Paris : Galilée, Coll. Débats

Brand, S. (1988). *The Media Lab: Inventing the Future at MIT*. Penguin Books.

Brougère. G. (2005). *Jouer/Apprendre*. Economica, ISBN 978-2-7178-5119-4. ffhal-03606723f

Burns, S. L. (2007). Traiter de recherche création en art: Entre la quête d'un territoire et la singularité des parcours (M. Bruneau & A. Villeneuve, Eds.; 1st ed.). Presses de l'Université du Québec. https://doi.org/10.2307/j.ctv18phdrs.

Caillois, R. (1958). *Théorie des Jeux*. Revue de Métaphysique et de Morale, 63(1), 83–102.

Calvino, I., Mileschi, C., & Calvino, I. (2018). *Leçons américaines: Six propositions pour le Prochain Millénaire*. Gallimard.

Chiang, T., & Durastanti, P.-P. (2006). *La Tour de Babylone: Nouvelles*. Denoël.

Cross, N. (2010). *Understanding design thinking*. In L. Guerrini (Ed.*), Notes on Doctoral Research in Design: Contributions from the Politecnico di Milano.* Serie di architettura e design. Strumenti. Milan: FrancoAngeli, 19–38.

De Paoli, G., & Burns, S. L. (2007). La recherche création en architecture : Une randonnée sur les méthodes et les pratiques de conception en architecture. In M. Bruneau & A. Villeneuve (Eds.), *Traiter de recherche création en art : entre la quête d'un territoire et la singularité des parcours* (1st ed., pp. 227–252). Presses de l'Université du Québec. https://doi.org/10.2307/j.ctv18phdrs.11

Dollens, D. (2009). Architecture as Nature: A Biodigital Hypothesis. *Leonardo*, 42(5), 412–394. http://www.jstor.org/stable/40540059

Dorta, Tomas & Perez,. (2006). Immersive Drafted Virtual Reality a new approach for ideation within virtual reality. *Synthetic Landscapes* [Proceedings of the 25th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture] pp. 304-316.

Ellis, E. V. (1997). Ceci Tuera Cela: Education of the Architect in Hyperspace. *Journal of Architectural Education* (1984-), 51(1), 37–45.

Estévez, Alberto & Warang, Angad. (2023). Sistemas de diseño procedimental Implementando el bioaprendizaje. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*. 10.18682/cdc.vi178.8636.

Galan, M. A. (2023, 28 avril) L'installation Micromégas voyage interdimensionnel [Vidéo] https://www.youtube.com/watch?v=JjgeDPLlDgI

Galan, M. A. (2024, 4 septembre) La description du prototype *Polyblocs* [Vidéo] https://youtu.be/LtLDWwx3XJI

Galan, M. A. (2024). Polyblocs on Meta Quest. Meta. https://www.meta.com/experiences/polyblocs/9327805087264348/

Galan, M. A.. (2024). Macrominaut on Meta Quest. Meta. https://www.meta.com/experiences/macrominaut/9112876148828415/

Galan, M. A.. (2024). Processus Polyblocs. Scribd https://www.scribd.com/document/816971467/processus-Polyblocs

Genvo, Sébastien, « Penser les phénomènes de ludicisation à partir de Jacques Henriot », *Sciences du jeu* [En ligne], 1 | 2013, mis en ligne le 01 octobre 2013, consulté le 06 mars 2018. URL : http:// journals.openedition.org/sdj/251 ; DOI : 10.4000/sdj.251

Hanington, B. M., & Martin, B. (2012). *Universal Methods of Design: 100 Ways To Research Complex Problems, develop innovative ideas, and Design Effective Solutions*. Rockport Publishers.

Henriot, J. (1983). *Le Jeu*. Synonyme-S.O.R.

Henriot, J. (1989). *Sous couleur de jouer la métaphore ludique*. ENS Éditions.

Lauwaert, M. (2009). *The Place of Play: Toys and Digital Cultures.* Amsterdam University Press. http://www.jstor.org/stable/j.ctt46mx23

Mandelbrojt, Jacques (2012). Le dialogue de l'imagination et de la raison, dans la création-découverte artistique et scientifique. *Alliage*, n°70 - Juillet 2012.

McLuhan, M. (2013). *Understanding media: the extensions of man.* (W. T. Gordon, Ed.). Gingko Press.

Melançon, B. (2016). La prévisualisation 3D et ses apports vidéoludiques : comment jouer à faire un film ? Sciences du jeu [En ligne], 6. https://doi.org/10.4000/sdj.694

Melançon, B**.** (2011). *La prévisualisation 3D comme nouveau médium créatif* (Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi).

Nelson, R. (2013). *Practice as research in the arts : Principles, protocols, pedagogies, resistances*. Palgrave Macmillan.

Novak, M. (1991). Liquid architectures in cyberspace. In *Cyberspace: first steps* (pp. 225–254). MIT Press.

Papert, S. (1993). *Mindstorms children, computers, and powerful ideas ; all about logo - how it was invented and how it works*. Basic Books.

Paquin, Louis-Claude. (2019). *Faire de la recherche-création par cycles heuristiques* (version abrégée).

Paquin, Louis-Claude. (2020). *Méthodologie de la recherche-création : Écriture de mes notes de cours* (2017).

Perron, B. (2013). L'attitude ludique de Jacques Henriot. Sciences du jeu [En ligne], 1. https://doi.org/10.4000/sdj.216

Spiller, N., Chard, N., Mucci, M., Altshuler, J., Sedlock, J., Andronova, A., Badenoch, K., Bell, A., Branchesi, K., Butcher, M., Cantley, B., Martínez, P. G., Matsumoto, R., Ngo, T., & Mead, S. (2016). Future fantasticals. In L. Allen & L. C. Pearson (Eds.), Drawing futures: Speculations in contemporary drawing for art and architecture (pp. 139–204). UCL Press. https://doi.org/10.2307/j.ctt1ht4ws4.7

Starobinski, J. (2001). *L'oeil Vivant*. Gallimard.

Tschumi, B. (1994). Architecture and disjuntion. MIT Press.

Vriesendorp, M., Austin, M., Perin, G., Banou, S., Jovanovic, D., Shotton, E., Balaban, T., Thorogood, J., Behrbohm, P., Chatonsky, G., ecoLogicStudio, Zaroukas, E., HipoTesis, Marcus, A., Norell/Rodhe, Walker, A., & Goodsell, D. S. (2016). Augmentations. In L. Allen & L. C. Pearson (Eds.), Drawing Futures: Speculations in Contemporary Drawing for Art and Architecture (pp. 7–68). UCL Press. https://doi.org/10.2307/j.ctt1ht4ws4.5

Whyte, J. (2002). *Virtual reality and the built environment*. Architectural Press.

ANNEXE I

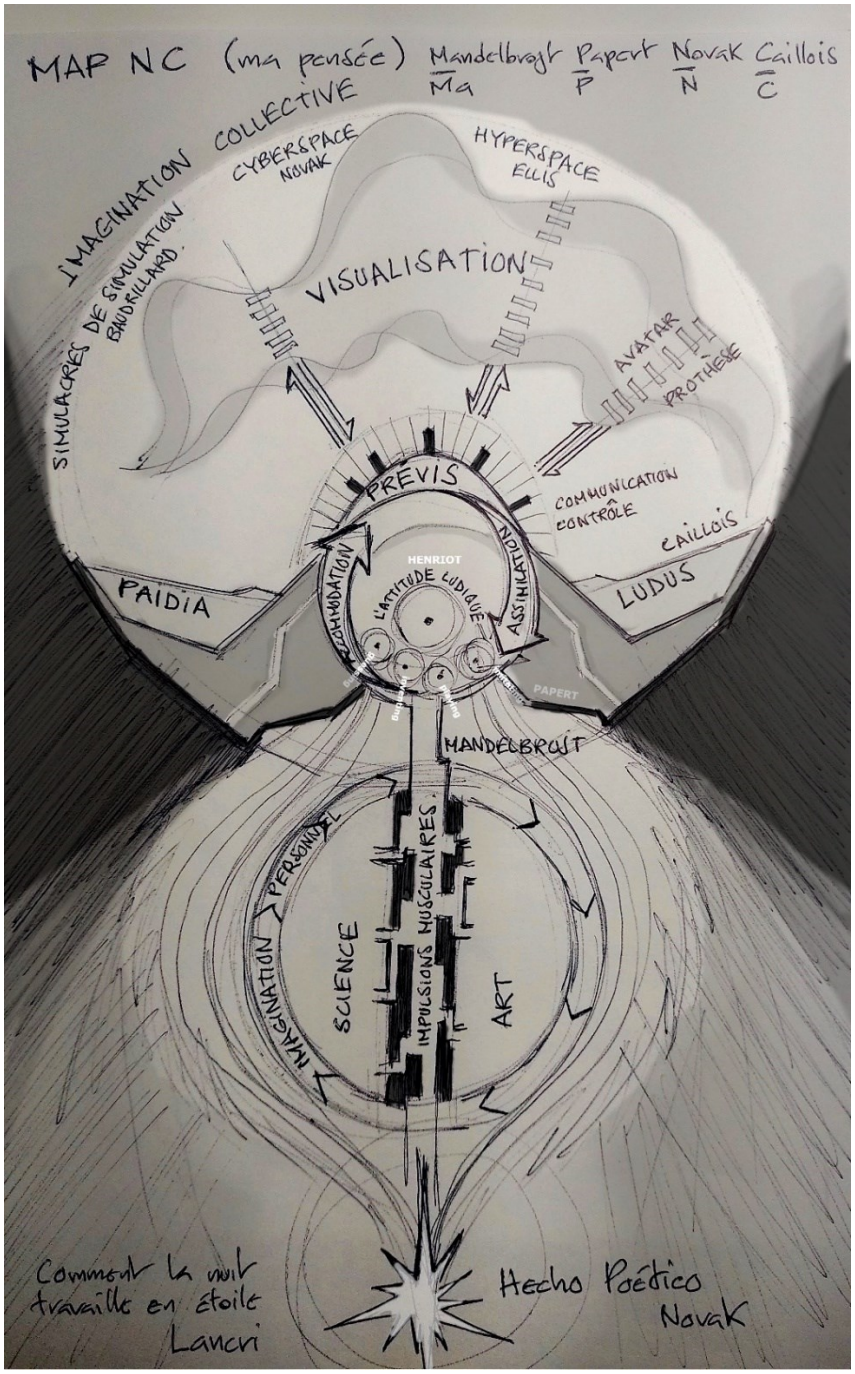


Figure A1 : Hypothèse, dispositif-artefact appelé MAP NC (ma pensée). Hypothèse, dispositif-artefact appelé MAP NC (ma pensée) : Mandelbrojt, Papert, Novak, Callois. Articulation de 4 auteurs. Relation de l'imagination interne/externe (collective) à travers le filtre de la prévisualisation et du jeu.
© Marco Aurelio Galan Henriquez.

ANNEXE II

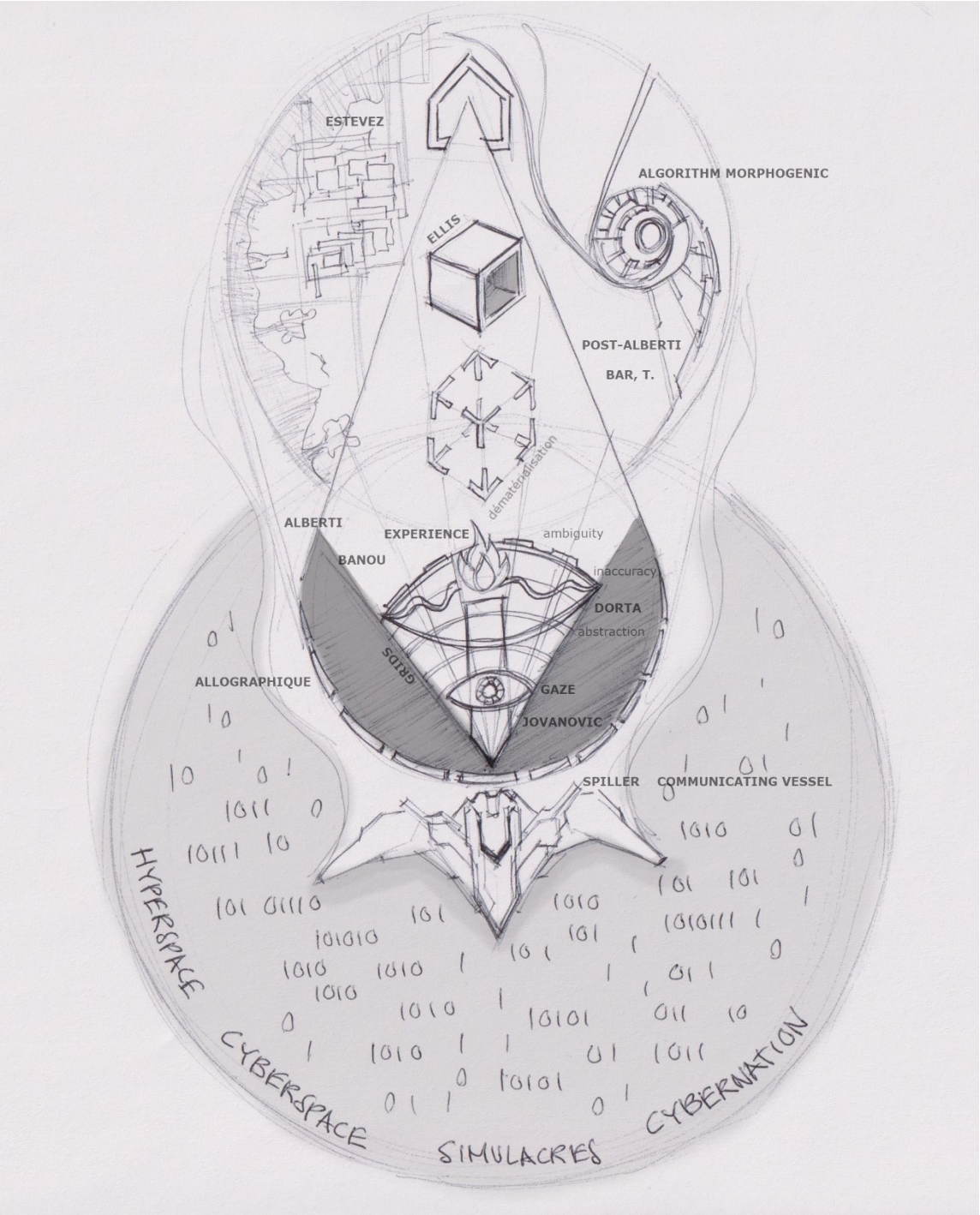


Figure A2 : Diagramme sur la prévisualisation architecturale DESSEN JB (dessin je vais) : **D**orta, **B**anou, **J**ovanovic, Spiller, **Es**tevez, **E**llis, **N**ovak, McLuhan, **B**audrillard, **B**ar. La prévisualisation comme un processus de dématérialisation qui opère sur un univers simulé, dérivant une série de projections expressives (communicating vessels) à travers la synergie de ce qui est structuré et de ce qui est spontané sur un axe expérientiel. Dans la première sphère se manifeste la relation du naturel/artificiel. Dans la sphère inférieure : les imaginaires © Marco Aurelio Galan Henriquez.

ANNEXE III

Figure A3 : Diagramme sur l'imagination SC MK (est-ce MeKA) inspire par Mazinger Z, Goldorak, Gundam, Macross et Evangelion : **M**andlebrojt, **S**tarobinsky, **C**alvino, **K**ant. L'imagination en tant que masque qui articule la conscience et la subconscience à travers ses dynamiques, opérant sur le langage, en particulier dans la transition entre le glottographique et le sémasiographique, parole/image. Dans sa dimension communicative, elle sera exprimée de manière productive/reproductive © Marco Aurelio Galan Henriquez.

ANNEXE IV

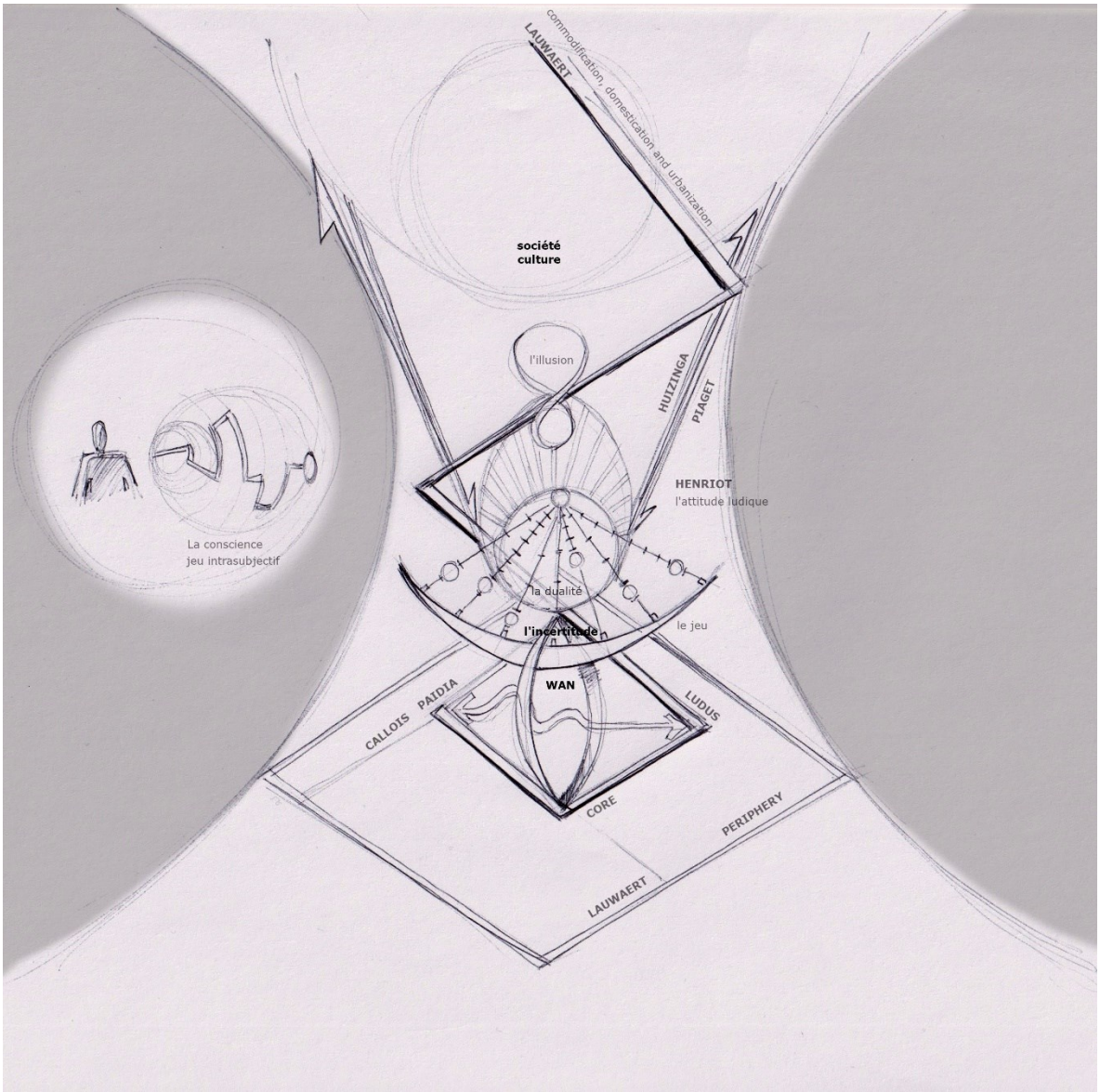


Figure A4 : Diagramme sur le jeu CHUIZ LA PHEN (je suis la fun). **C**allois, **La**uwert, **H**enriot, **H**uizinga, **P**iaget. Le jeu, à la base, expose la transition de ce qui est spontané à ce qui est structuré, lié à la société et à la culture. L'attitude ludique devient un élément dialogique et de liaison qui communique l'exercice simulatoire et le monde codifié dans l'univers collectif © Marco Aurelio Galan Henriquez.

ANNEXE V

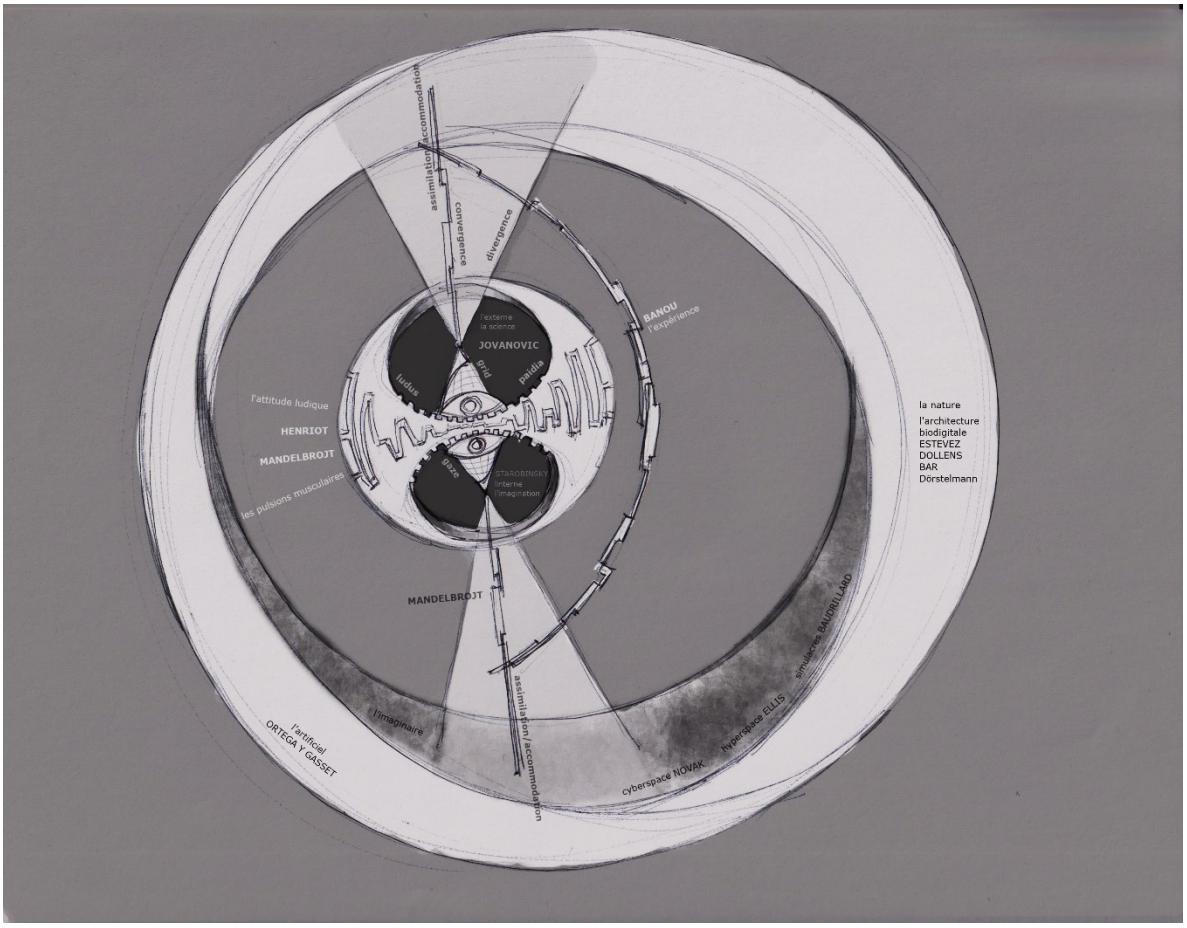
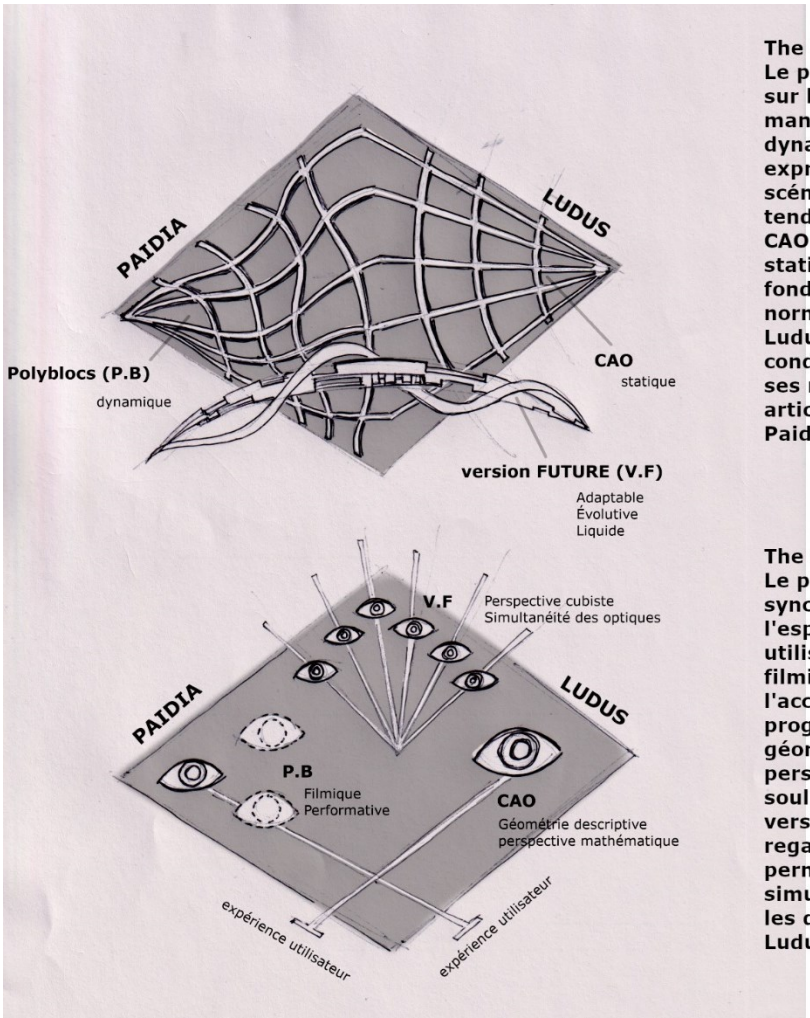


Figure A5 : V1 L'ARTICULATION DE LA PRÉVISUALISATION, DE L'IMAGINATION ET DU JEU : Sur l'idée des gyroscopes et des mécaniques célestes, les flux simulatoires et d'information externes se connectent à la sphère noyau, représentant l'imagination interne et externe sur un axe de communication et un arc expérientiel qui relie les deux projections. Les pulsions musculaires équivalent à un pré-langage dynamisé par la tendance spontanée/libre (Paidia) et la tendance structurée (Ludus). La prévisualisation (The Gaze/The Grid) fonctionne comme un filtre de communication servant l'imagination interne/externe, le faisceau concentré répond à la convergence, le faisceau élargi à la divergence. L'assimilation/accommodation relève de l'approche imitative et de la représentation symbolique © Marco Aurelio Galan Henriquez.

ANNEXE VI



The Grid (La Grille)
Le prototype Polyblocs met l'accent sur la tendance Paidia, The Grid se manifeste sur une structure dynamique, sa communication et son expression se développent dans un scénario simulé proche de la tendance Ludus. Les programmes CAO adoptent une structure statique, qui demeure fixe sur ses fondements allographiques et normés, soulignant la tendance Ludus. La version future assume une condition évolutive et adaptable sur ses registres et expressions, articulant les deux tendances : Paidia et Ludus.

The Gaze (Le regard)
Le prototype Polyblocs (P.B) se synchronise dans le temps et l'espace avec l'expérience utilisateur, il présente une condition filmique et performative, mettant l'accent sur la tendance Paidia. Les programmes CAO s'appuient sur la géométrie descriptive et la perspective mathématique, soulignant la tendance Ludus. La version future (V.F) adopte un regard cohérent avec l'art cubiste, permettant une multiplicité/ simultanéité des optiques, articulant les deux tendances : Paidia et Ludus.

Figure A6 : La matrice *Polyblocs* : THE GRID AND THE GAZE (La Grille et Le Regard) © Marco Aurelio Galan Henriquez

ANNEXE VII

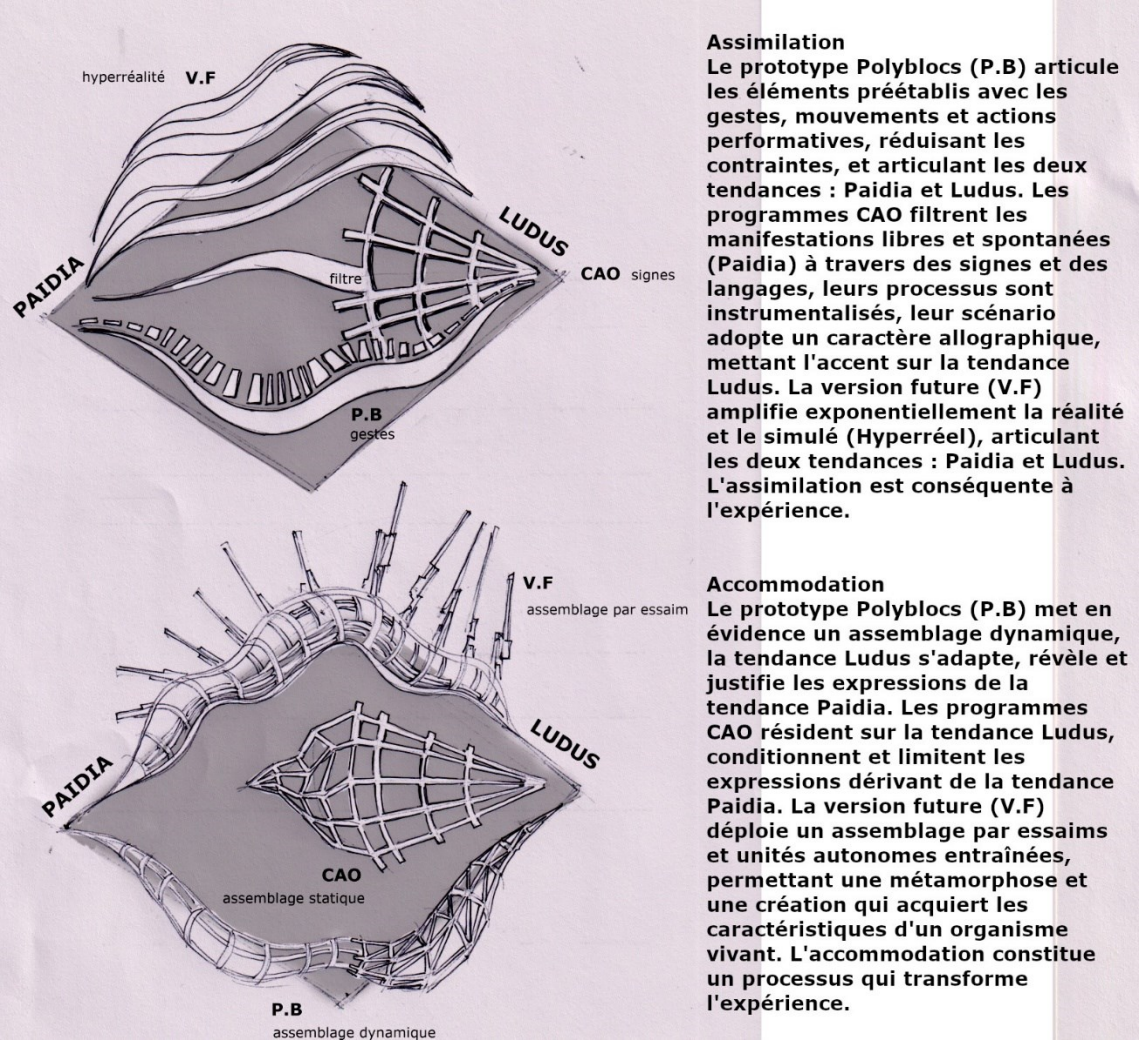
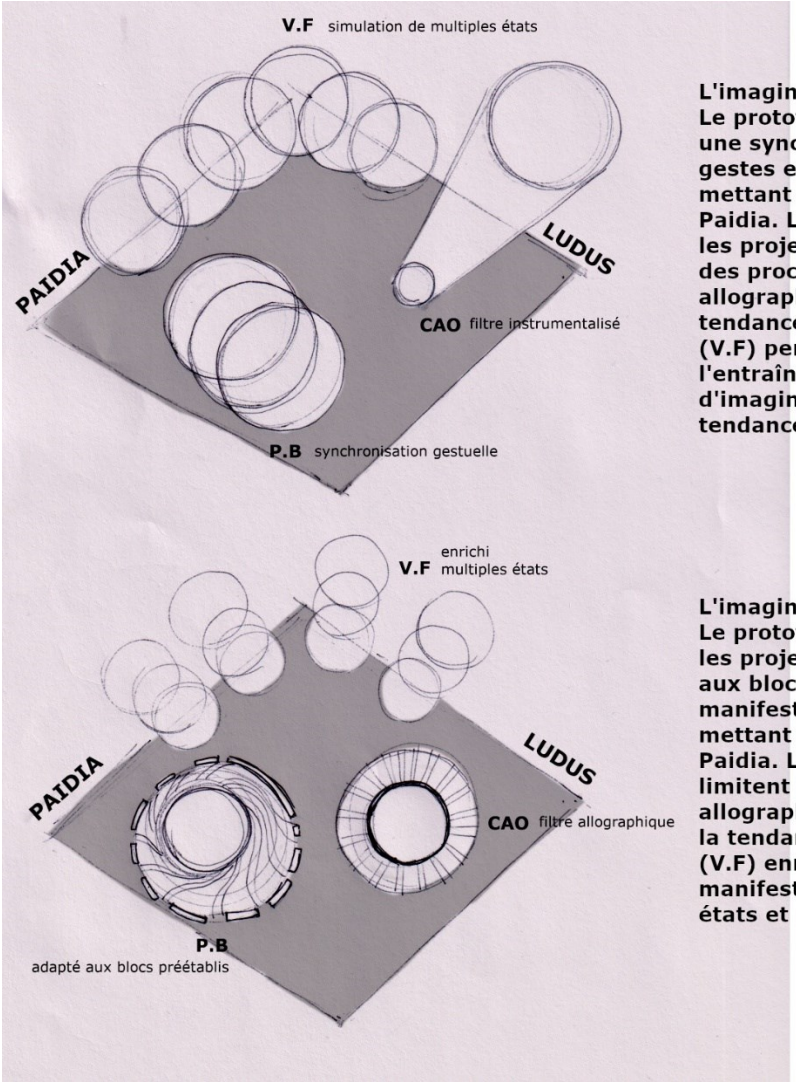


Figure A7 : La matrice *Polyblocs* : L'assimilation et l'accommodation © Marco Aurelio Galan Henriquez.

ANNEXE VIII



L'imagination interne
Le prototype Polyblocs (P.B) réalise une synchronisation à travers les gestes et l'action de l'esquisse, mettant l'accent sur la tendance Paidia. Les programmes CAO filtrent les projections mentales à travers des processus instrumentalisés et allographiques, soulignant la tendance Ludus. La version future (V.F) permet la multiplication et l'entraînement d'une gamme d'imaginations, articulant les deux tendances : Paidia et Ludus.

L'imagination externe
Le prototype Polyblocs (P.B) adapte les projections internes et mentales aux blocs préétablis et aux manifestations de l'esquisse, mettant l'accent sur la tendance Paidia. Les programmes CAO limitent toute manifestation au filtre allographique et normé, soulignant la tendance Ludus. La version future (V.F) enrichit et élargit ses manifestations dans de multiples états et simulations.

Figure A8 : La matrice *Polyblocs* : PAIDIA et LUDUS © Marco Aurelio Galan Henriquez