

# Document des Spécifications Technico- fonctionnelles



## Project LEGO® VR

**ST2ARVA : Applications de la réalité  
virtuelle et de la réalité augmentée**

---

**Tableau des versions du document**

Version	Date	Description
Version alpha	26 novembre 2024	Premier jet du document
Version 1.0	04 décembre 2024	Première version du document
Version 2.0	17 janvier 2025	Ajouts et modifications après entretien avec le professeur
Version 3.0	26 janvier 2025	Modifications finales et version finale du document

---

## Sommaire

### Table des matières

Objectifs de l'application .....	3
Public ciblé .....	4
Fonctionnalités.....	5
Modes .....	5
Fonctionnalités Sociales & Marketing .....	6
Actions Comportementales Virtuelles (ACV) .....	6
Étapes de définition de l'interfaçage comportementals .....	9
I <sup>2</sup> sensorimotrices : choix des interfaces comportementales .....	9
I <sup>2</sup> cognitives : choix des processus cognitifs mis en œuvre .....	9
Aides Logicielles Comportementales (ALC).....	10
Analyse de la transparence de l'interfaçage .....	11
Séquence fonctionnelle représentative .....	13
Technologies utilisées .....	16
Annexes .....	17

---

## **Objectifs de l'application**

L'objectif de l'application est de créer un espace virtuel permettant de construire ce que l'on veut avec le catalogue complet de toutes les briques LEGO® existantes. Autrement dit, proposer une nouvelle manière de jouer et de créer avec des briques LEGO® grâce aux technologies immersives AR/VR.

Lorsque l'utilisateur a fini son activité dans l'univers virtuel, il peut commander les briques qu'il aura utilisées depuis l'application et les recevoir dans le monde réel. Cela permet à l'utilisateur d'effectuer un achat rapide et efficace, tout en créant un véritable lien entre l'univers virtuel et le monde réel.

En somme, l'application modernise la façon dont les utilisateurs interagissent avec les sets LEGO® officiels.

Dans ce document, nous présenterons les différentes fonctionnalités et possibilités que l'application offrira aux joueurs.

---

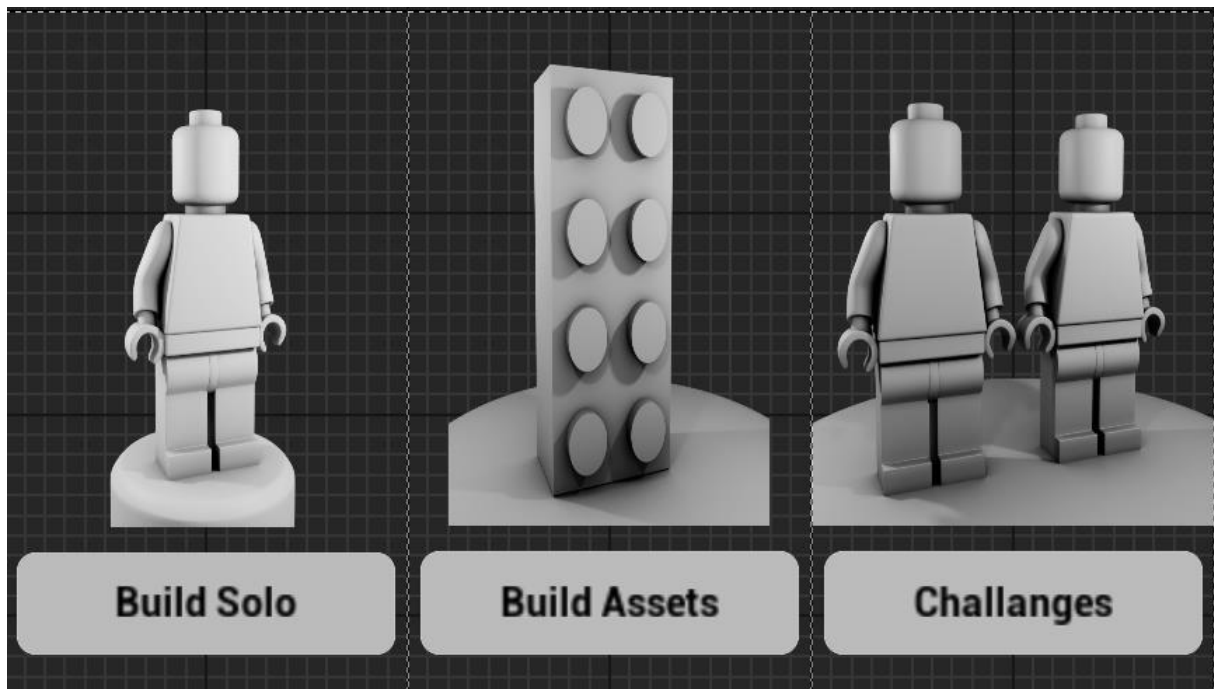
## **Public ciblé**

Le public ciblé pour ce genre d'application est large car les LEGO®, malgré une idée reçue, sont destinés à tout âge et à tout genre.

- **Enfants (3 à 16 ans) :**
  - Public principal de LEGO®.
  - Jeux adaptés à différentes tranches d'âge et niveaux de complexité.
- **Adultes (18 ans et plus)**
  - Multiplications des catégories de sets (par exemple les sets LEGO® Technic, LEGO® Ideas, ...)
  - Collaborations avec des licences populaires (ex. Star Wars).
  - Cible les « kidults » (adultes achetant des jouets pour eux-mêmes), représentant environ 15 % du portefeuille produit en 2022.
- **Créatifs et passionnés de design**
  - Communauté de fans impliqués dans la création de nouveaux sets.
  - Extension LEGO® Ideas permettant aux fans de proposer des designs, qui peuvent être ajustés et mis en vente si soutenus par le public.

## Fonctionnalités

Il est tout d'abord important de savoir que les zones de construction seront, dans tous les cas, infinies. De plus, les briques ne seront pas forcément à l'échelle 1:1 de la réalité. Le joueur peut les agrandir deux, trois, dix fois s'il le veut. Cela facilite la visibilité ainsi que la manipulation des briques par le joueur. Le but est d'utiliser au maximum ce que nous permet la VR.



### Modes

#### Mode création libre

Le mode de création libre permet au joueur de se déplacer, manipuler et construire librement dans un espace vide. Ici, la seule limite est l'imagination du joueur, il a accès au catalogue entier des briques LEGO®.

De plus, ce mode permet au joueur, après avoir construit, d'avoir un menu récapitulatif des briques qu'il a posées, de connaître le coût de l'ensemble et de pouvoir ainsi les commander sur la boutique officielle.

#### Mode construction guidée

Le mode de construction guidée fonctionne comme un tutoriel. Il permet de choisir dans un menu des sets LEGO® officiels afin de les construire à l'aide d'un

---

manuel, d'un guidage pas à pas. Il permet d'avoir une vue d'ensemble sur un set qu'on pourrait vouloir acheter ensuite en physique.

### Mode challenge (ou thèmes)

Le mode Challenge est un mini-jeu où les joueurs doivent faire preuve d'imagination afin de réaliser des œuvres sur un thème donné dans un temps imparti (par exemple : "Futuriste", "Médiéval", "Nature"). L'objectif est de concevoir des constructions en respectant le thème et le temps imparti.

Les modes création libre et challenge seront tous les deux disponibles en multijoueur pour construire ensemble (et en versus dans le mode challenge).

## Fonctionnalités Sociales & Marketing

### Magasin LEGO® intégré

Il est possible d'acheter directement les sets ou briques créés virtuellement avec la boutique LEGO® en ligne.

### Partage de modèles

Publier et échanger ses créations avec la communauté.

### Construction collaborative

Comme dit précédemment, un mode multijoueur est disponible afin de construire ensemble.

## Actions Comportementales Virtuelles (ACV)

### Observer

Le joueur est capable de visualiser les briques LEGO® et les constructions sous tous ses angles ainsi que d'identifier (identifiants, caractéristiques, ...) les

---

briques et leurs caractéristiques.

## Se déplacer et naviguer

Il est capable de naviguer dans l'espace de création, sur les axes horizontaux ainsi que de déplacer des caméras et des points de vue. Cela se fait par des déplacements courts au joysticks ou en posant des points de téléportation afin de se déplacer plus rapidement à des points de vue spécifiques de la construction en cours.

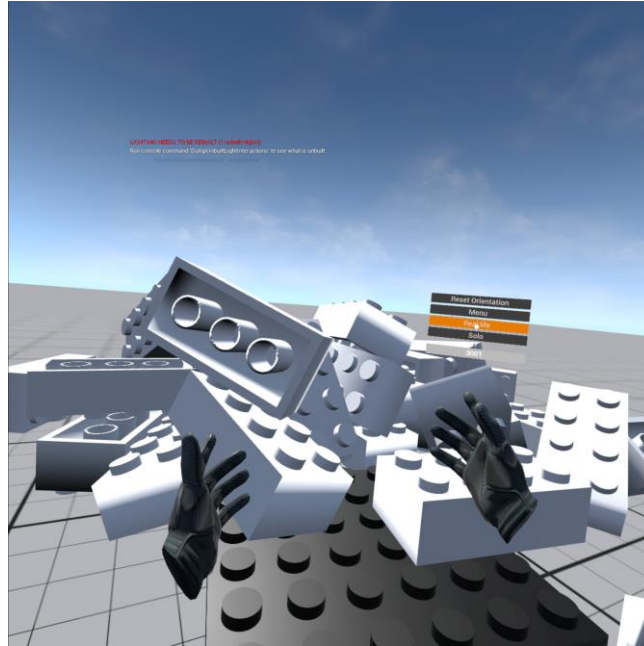
## Manipuler

Le joueur peut agir sur son monde virtuel en sélectionnant et déplaçant, agrandissant ou tournant ses briques. Il peut également interagir avec un menu pour faire apparaître des briques ou avoir un guide.

De plus, le joueur a sa disposition, les 10 dernières briques qu'il a utilisées, sur le bras afin de fluidifier la construction.

Il est possible, même avec une brique à la main, de faire de la télé-opération avec un laser. Et celle-ci, après avoir été posé, réapparaît dans la main pour éviter de devoir la resélectionner.





## Communiquer

Le joueur peut communiquer avec d'autres joueurs en partageant ses créations, en recevant des instructions ou tutoriels, en communiquant en vocal avec un ami dans le même salon ou en interagissant avec des assistants virtuels si nécessaire.

---

# **Étapes de définition de l'interface**

## **comportemental**

L'interface c'est le choix des interfaces, des processus cognitifs ainsi que des ALC.

### **I<sup>2</sup> sensorimotrices : choix des interfaces comportementales**

L'application est compatible avec plusieurs interfaces pour garantir une expérience immersive et intuitive, s'adaptant aux préférences des joueurs et aux technologies disponibles :

- Casques VR : Les principaux modèles comme l'Oculus et le HTC Vive sont pris en charge, offrant une immersion totale dans l'univers de construction LEGO®.
- Manettes de contrôle avec tracking des doigts ou sans manettes : Les joueurs peuvent interagir avec précision grâce au suivi avancé des mouvements, que ce soit via des contrôleurs traditionnels ou par reconnaissance gestuelle sans accessoires.

### **I<sup>2</sup> cognitives : choix des processus cognitifs mis en œuvre**

Le mapping des touches est le suivant :

- Joystick gauche : sert à tourner la tête
- Joystick droit : sert à se téléporter
- Commune aux deux manettes :
  - la gâchette devant l'index valide ton choix quand ton menu
  - la gâchette au niveau de ta paume agrippe les briques

### **Manipuler**

Pour réussir à rendre l'expérience immersive, l'idée est de rendre les mains et les doigts visibles dans l'environnement si le joueur utilise le tracking des mains. Si celui-ci préfère utiliser les manettes comme extensions de ses mains, il a à

---

disposition des pointeurs virtuels pour sélectionner de manière précise.

Les manipulations sont multiples : saisir, porter, poser, tourner, ou changer la couleur des briques ainsi qu'ouvrir les menu et repose sur une succession de schème (comme bouger le bras) et de métaphores (attraper l'objet).

## Observer

Le suivi en temps réel des mouvements de la tête permet au joueur de regarder librement dans toutes les directions. On utilise le schème naturel de l'observation.

## Aides Logicielles Comportementales (ALC)

Afin de rendre l'expérience utilisateur fluide, intuitive et agréable, l'application inclue plusieurs aides logicielles comportementales (ALC) pour assister le joueur dans ses manipulations et sa navigation.

### Aide à la manipulation

L'application implémente une grille de placement automatique permettant d'aligner les briques LEGO® de façon précise et fluide grâce à un système de "snap". Ce système garantit que les briques se connectent naturellement aux autres, évitant ainsi les erreurs d'alignement ou les ajustements fastidieux.

Des retours haptiques tactiles, comme les vibrations des manettes, sont aussi envisagés afin de confirmer au joueur que la pièce est bien placée.

### Aide à la navigation

Pour simplifier le déplacement et la navigation dans l'espace virtuel :

- Des points de téléportation précis sont disponibles, permettant au joueur de se déplacer rapidement dans la zone de construction.
- Un menu radial flottant accessible depuis les contrôleurs permet de changer d'avoir la vue d'une caméra placée par le joueur, afin d'observer sa construction sous plusieurs angles, ou d'accéder rapidement aux outils.

## Analyse de la transparence de l'interfaçage

### Degré d'immersion

L'application LEGO®VR met l'accent sur une immersion extéroceptive pour offrir une expérience réaliste et éviter de rendre le joueur malade. Pour cela, on reprend les ACV décrits précédemment et faire une analyse si l'application prend en compte les éléments nécessaires à une bonne immersion.

Pour cela, il faut savoir que l'immersion extéroceptive se joue sur la vue et l'ouïe et que l'immersion proprioceptive se joue sur les retours kinesthésiques et l'oreille interne notamment.

### Observer

Ça fonctionne car l'oreille interne est bien prise en charge avec le suivi des mouvements de la tête. Cependant, cela reste moyen à cause du champ de vision restreint qui entraîne un manque d'équilibre et des douleurs aux yeux à cause de l'accommodation qui peut être fatigante.

### Se déplacer et naviguer

Par les déplacements courts, l'immersion par la vue est tolérable grâce à une bonne résolution et une bonne prise en charge du suivi de la tête, mais le manque de sensation réelle de déplacement limite l'immersion.

Si l'on se penche sur la téléportation, son utilisation peut provoquer un décalage cognitif.

---

## Manipuler

Afin de créer une bonne immersion dans la manipulation, plusieurs possibilités s'offrent à nous. Tout d'abord grâce aux retours sonores (clics du « snap », confirmation d'un bouton, ...) qui sont un élément essentiel pour combler le manque au toucher. En effet, les retours haptiques tactiles aident à simuler la sensation de manipuler des objets, mais l'absence de réelle résistance ou poids, lié au retours haptiques kinesthésiques, rend l'immersion moins impactante. C'est pour cela que le sound design est un bon compromis et qu'il est important.

## Communiquer

Dans la communication, l'affichage clair des interfaces de communication (textes, avatars) ainsi que les interactions vocales se suffisent.

## Tests utilisateurs

Des tests utilisateurs peuvent être envisagés afin de récolter les retours des joueurs. Ces tests permettront de recueillir des retours variés et d'ajuster l'application en conséquence.

L'application va aussi être soumise à des scénarios d'utilisabilité afin de valider l'efficacité et la simplicité des commandes, comme le positionnement des briques LEGO® ou la navigation dans l'espace.

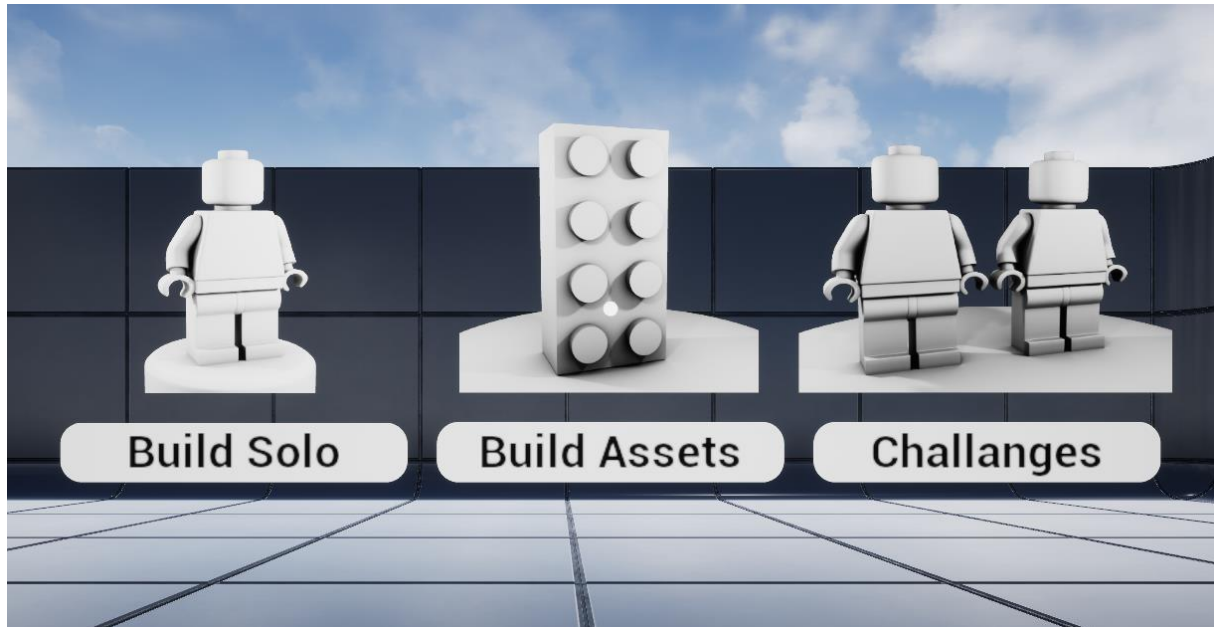
## Plan d'apprentissage

L'expérience utilisateur s'organise autour d'une courbe d'apprentissage graduelle. Après un tutoriel introductif interactif qui familiarise les joueurs avec les commandes de base, les défis proposés dans le mode "Challenge" respectent une progression adaptée, débutant par des thèmes simples et s'intensifiant progressivement avec des contraintes plus complexes.

Le tutoriel interactif guide l'utilisateur pas à pas dans les premières étapes, lui permettant de manipuler les briques, de comprendre les mécaniques de navigation et d'interagir avec l'interface.

## Séquence fonctionnelle représentative

L'expérience débute par un écran d'accueil intuitif, présentant les différents modes disponibles : **Création Libre**, **Construction Guidée**, et **Challenge**.



Chaque option est accompagnée d'une description visuelle et textuelle.

Une fois le mode sélectionné, l'utilisateur accède à une interface de manipulation des briques LEGO®, comprenant :

- Un catalogue organisé par catégories (formes, tailles, couleurs), facilement accessible via un menu radial flottant.
- Des outils interactifs tels que le glisser-déposer, la rotation et l'alignement automatique des briques pour faciliter la construction.
- Une grille de positionnement.

Des retours haptiques tactiles (vibrations ou retour de force via les manettes) confirmant chaque interaction, renforçant l'immersion.

La zone principale est un espace de construction, où l'utilisateur peut se déplacer librement grâce à des points de téléportation ou au suivi continu. Les outils disponibles incluent :

- Agrandissement et rotation des briques, pour une vue détaillée des constructions.

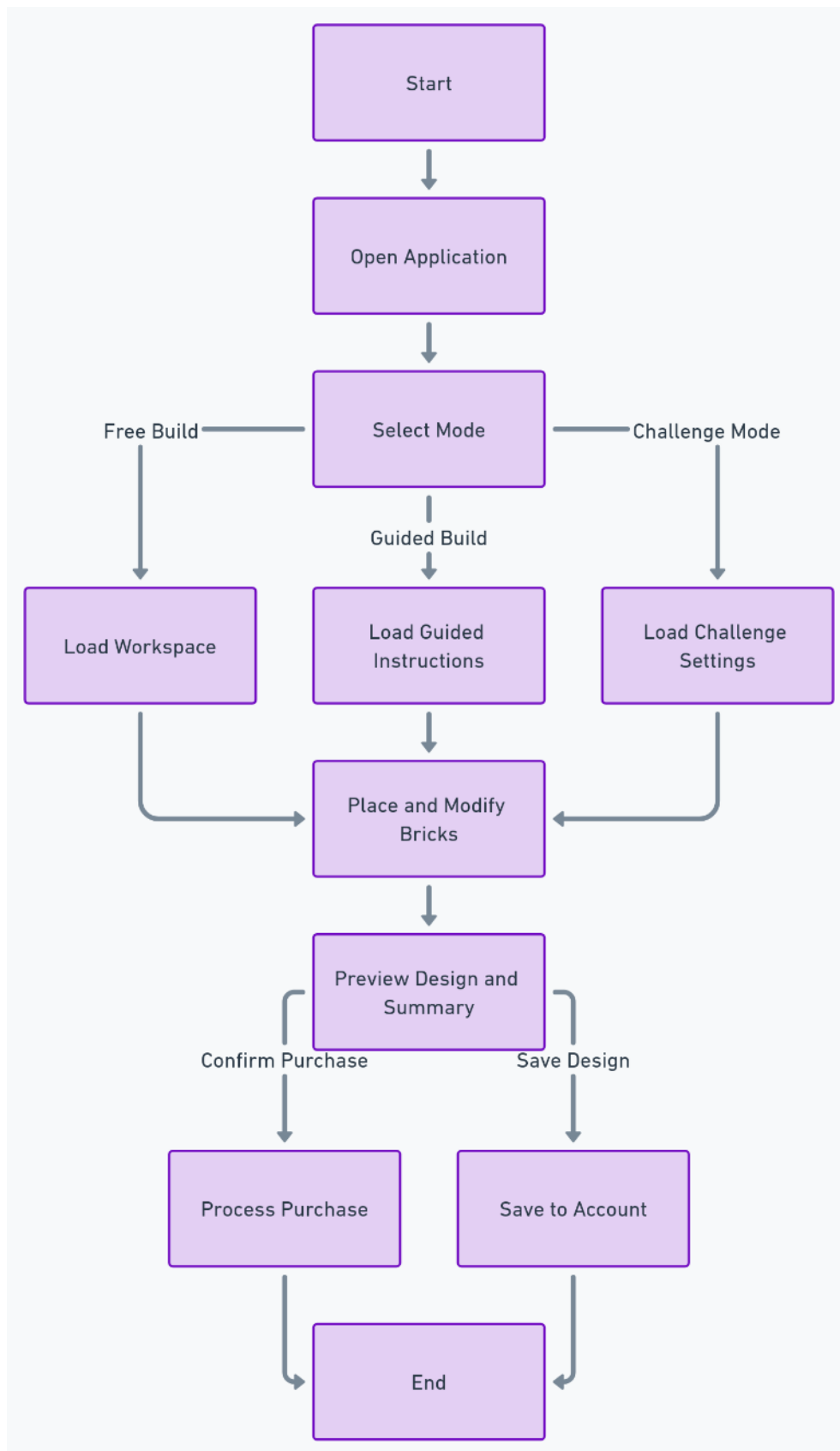
- Un panneau flottant pour accéder à des options comme la duplication, la suppression des briques.
- Un guide interactif pour accompagner l'utilisateur dans ses choix, surtout dans le mode "Construction Guidée", avec des étapes numérotées et un aperçu 3D des instructions.



Une fois la construction terminée, l'utilisateur accède à un écran de prévisualisation où il peut observer son œuvre sous tous les angles. Cet écran propose :

- Un résumé détaillé du projet, incluant la liste des briques utilisées ainsi que leur coût.
- Une option de commande directe permettant de commander les briques via la boutique officielle LEGO®.
- Un mode « Partage » pour exposer la construction à la communauté ou l'envoyer à des amis connectés dans le même environnement virtuel.

Voici un diagramme permettant de visualiser la séquence fonctionnelle représentative :





---

## **Technologies utilisées**

Après concertation, nous avons décidé d'adopter Unreal Engine afin de simplifier le développement et d'améliorer l'interaction utilisateur.

Voici les raisons qui nous ont poussés à envisager ce changement :

- Simplicité et efficacité : Unreal Engine nous permet de développer plus rapidement pour certaines fonctionnalités.
- Compatibilité améliorée avec la VR/AR : Unreal Engine dispose d'un excellent support natif pour la réalité virtuelle et augmentée, avec des outils spécifiquement conçus pour ces technologies.
- Performances : Unreal Engine propose des rendus de meilleure qualité et des performances optimisées, ce qui peut améliorer le degré d'immersion visuel, tout en étant compatible avec les casques Oculus Meta 2 et Meta 3.
- Facilité d'intégration et d'exportation : Nous avons déjà une bonne maîtrise de Unreal Engine, ce qui nous permettra de développer plus efficacement, sans perdre de temps à résoudre des problèmes techniques. De plus, le projet pourra être compilé et utilisé sur les casques, quelle que soit la version, grâce à la compatibilité du moteur.

Nous sommes convaincus que ce changement facilitera grandement la réalisation du projet tout en garantissant une expérience fluide et agréable pour les utilisateurs.

---

## Annexes

### Répartition du marché des LEGO® (âge, sexe) :

- The Power of LEGO Market Segmentation : <https://blog.osum.com/lego-market-segmentation/>
- LEGO's CEO says the company's adult demographic is 'changing' : <https://www.brickfanatics.com/lego-ceo-says-adult-demographic-is-changing/>

### Documentations pour implémenter les briques 3D dans Unity

- LDraw.org : <https://www.ldraw.org/>
- Getting Started with Ldraw : <https://www.ldraw.org/article/218.html>
- LDraw – Wikipedia : <https://en.wikipedia.org/wiki/LDraw>
- Les différents projets : LDraw.org GitHub Repository : <https://github.com/ldraw-org>

### Pour avoir les modèles et les instructions

- BrickHub - Online LEGO Model Viewer (Avoir la pièce, la couleur de la pièce) : <https://brickhub.org/>
- Rebrickable - LEGO Set Database : <https://rebrickable.com/home/>
- BrickLink - The LEGO Marketplace : <https://www.bricklink.com/v2/main.page>

### Aide pour le programme

- A Unity plugin for LDRAW has been developed : <https://habr.com/en/articles/433364/>
- The repo of this plugin : [https://github.com/Nox7atra/LDraw\\_Importer\\_Unity](https://github.com/Nox7atra/LDraw_Importer_Unity)
- Package unreal developp for lego pieces : <https://jctchang.philohome.com/model/Unity.htm>