

Oswald PFEIFFER  
Mathieu VENOT

# THROUGH THE LOOKING GLASS

*Immersive Multi-User Simulation For Architectural Conception*

Virtual Reality, Game Mechanics, Sandbox, Immersive Simulation, Intuitive Design, Intelligence Amplification, Collaborative Design & Conception, Spacialized Data, Big Data

# THROUGH THE LOOKING GLASS

*Immersive Simulation & Human-Computer Interfaces For Architectural Conception*

I - CADRE THEORIQUE

II - OUTILS CONCEPTUELS

III - PROJET

- A - Ressources (Software/Hardware)
- B - Interface Utilisateur
- C - Système de Déplacements
- D - Système de Construction
- E- Projet Architectural

IV - CONCLUSION

## I - CADRE THEORIQUE

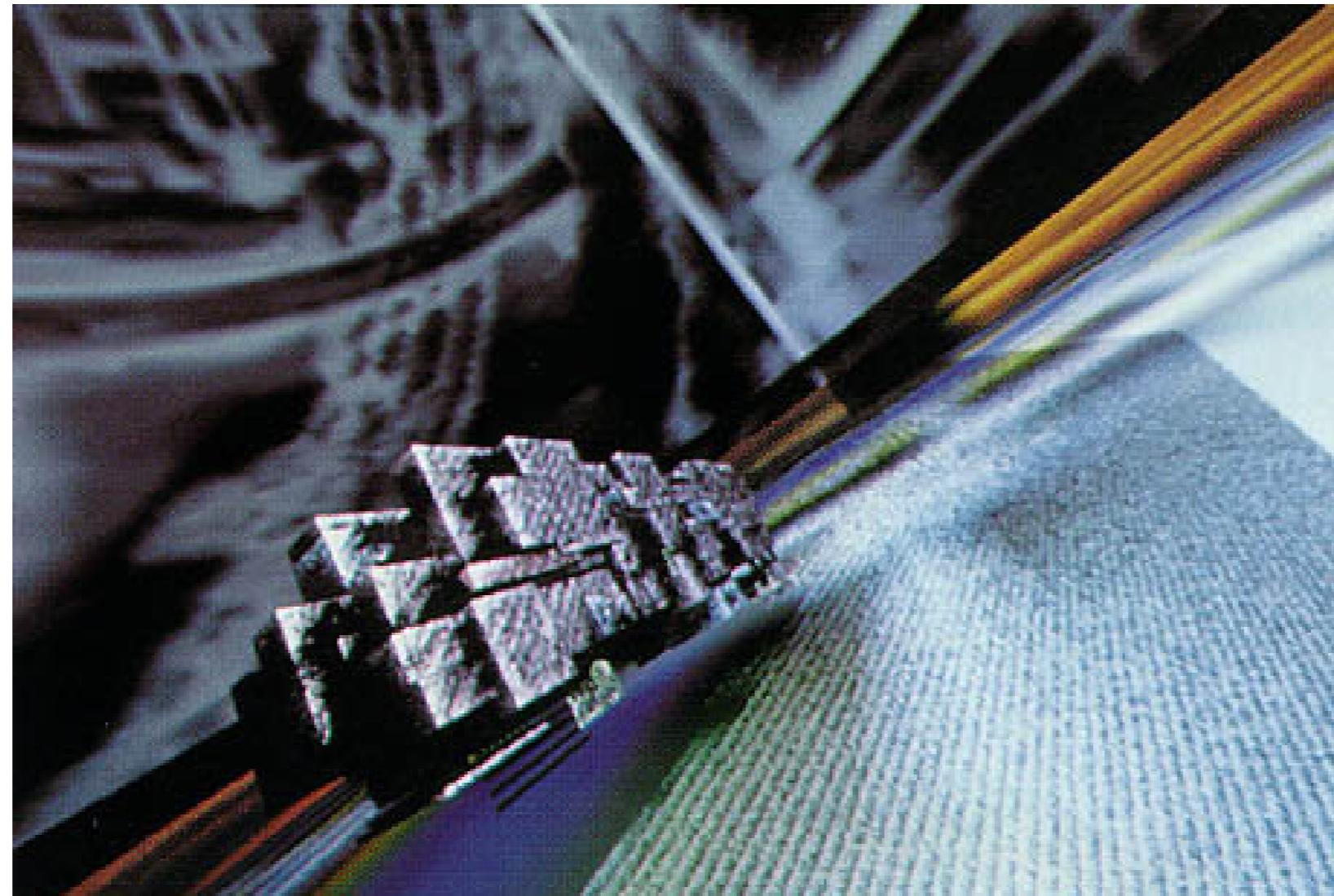
Recherches militaires, industrielles & universitaires sur les interfaces homme-machine et réalité virtuelle depuis 1960.



Scott Fischer - VR research for NASA (1985)

## I - CADRE THEORIQUE

Des architectes s'intéressent au Cyberespace dès fin 1980  
Marcos Novak, Kas Oosterhuis, Lars Spuybroek...



Marcos Novak - Liquid Architecture in Cyberspace (1991)

## I - CADRE THEORIQUE

Fin 1990, l'architecture computationnelle s'écarte du Cyberespace pour prendre un tournant “structuré” centré sur le développement de techniques de fabrication innovantes.



Achim Menges - ICD/ITKE Pavilion (2015)

## I - CADRE THEORIQUE

Cependant, cette architecture est souvent en opposition avec la réalité de l'industrie de la construction et de nos modes de vie.

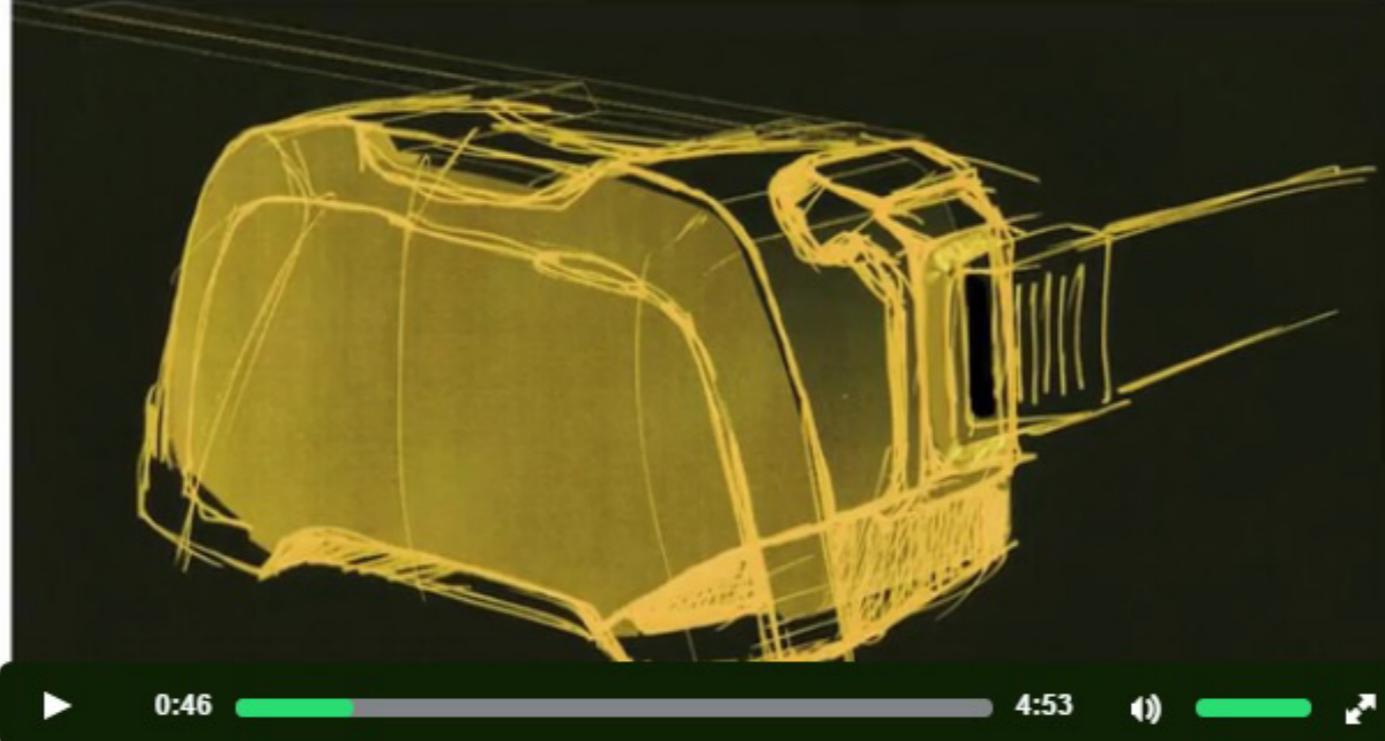


Achim Menges - ICD/ITKE Pavilion (2012)

## I - CADRE THEORIQUE

Aujourd’hui, la réalité virtuelle et ses technologies s’apprêtent à envahir le marché. Il est nécessaire de questionner sa place dans le champ de l’architecture tout en considérant un ensemble de nouveaux facteurs.

Campagne    Actus (81)    Commentaires (2 226)



0:46 4:53

📍 Long Beach, CA    🛍 Accessoires de jeux

**2 437 429 \$**  
engagés sur 250 000 \$

Oculus Rift - Campagne Kickstarter (2012)

## I - CADRE THEORIQUE

Pourtant, la plupart des applications de cette technologie en architecture se limitent aux visites virtuelles. Très peu d'apports conceptuels depuis les années 80.



Batimat (2015)

## **II - OUTILS CONCEPTUELS**

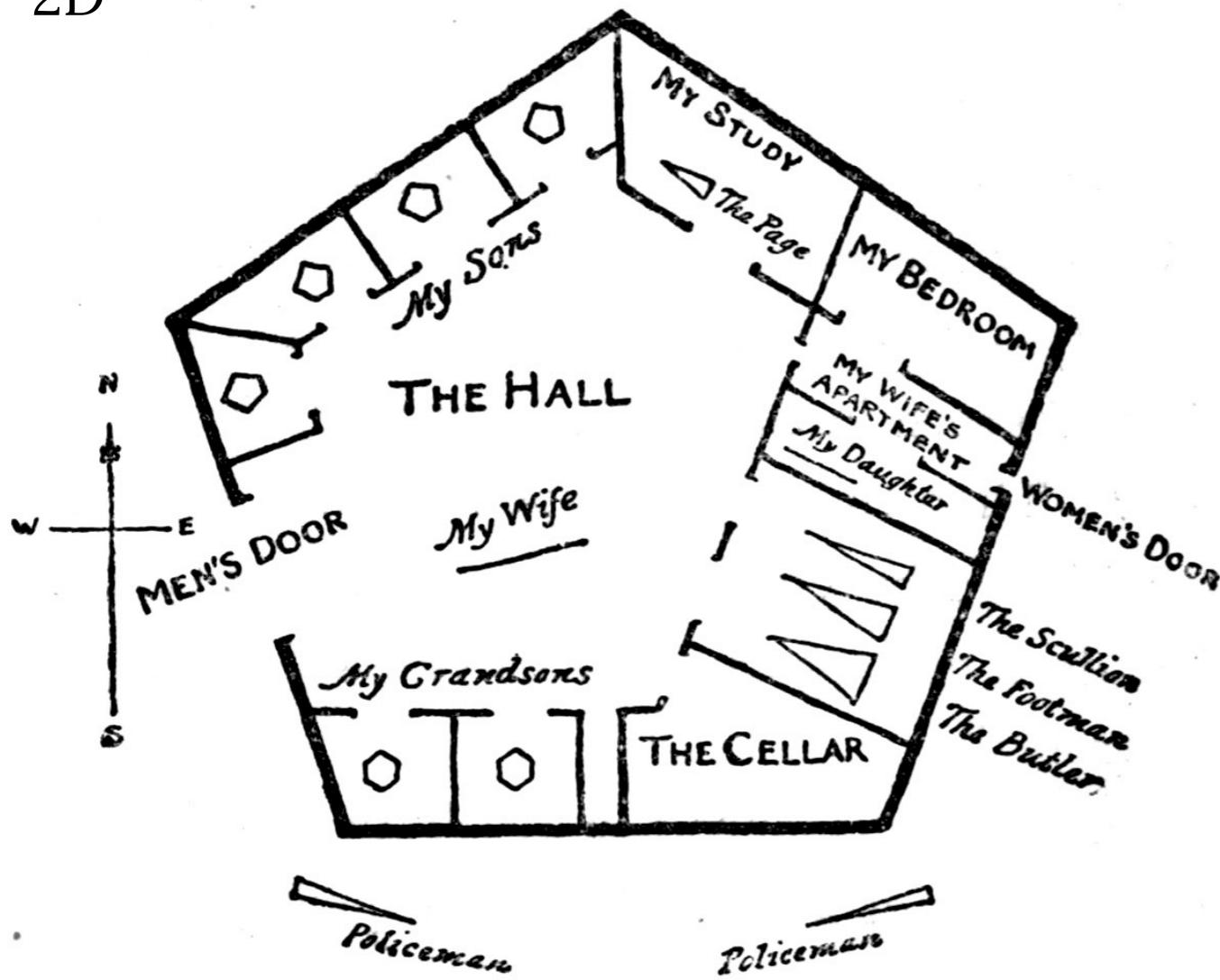
### **OBJECTIF DU PROJET :**

Créer un logiciel de simulation multi-utilisateurs permettant de concevoir un projet architectural en immersion.

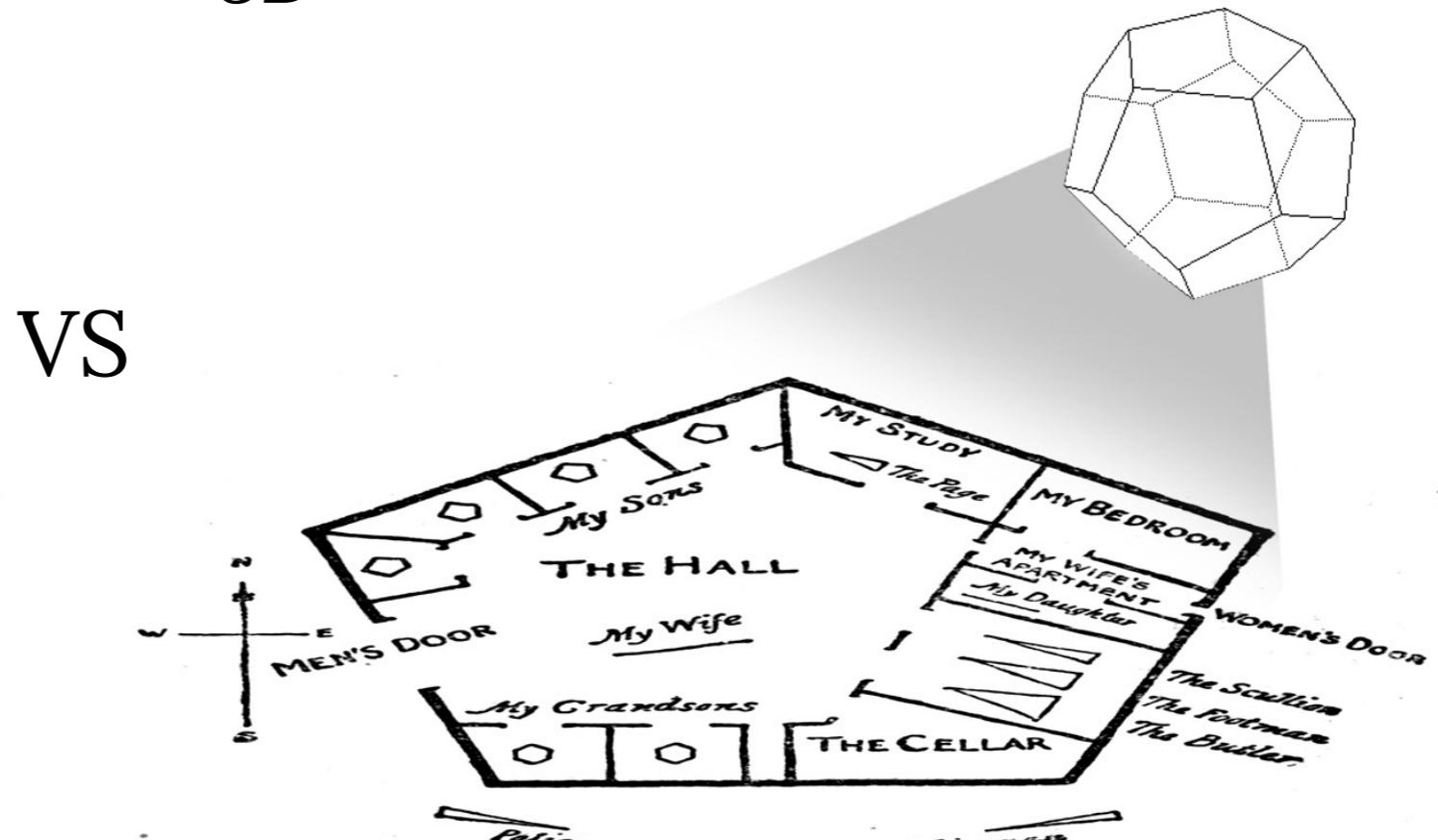
## II - OUTILS CONCEPTUELS

Qu'apporte l'immersion ?

2D



3D

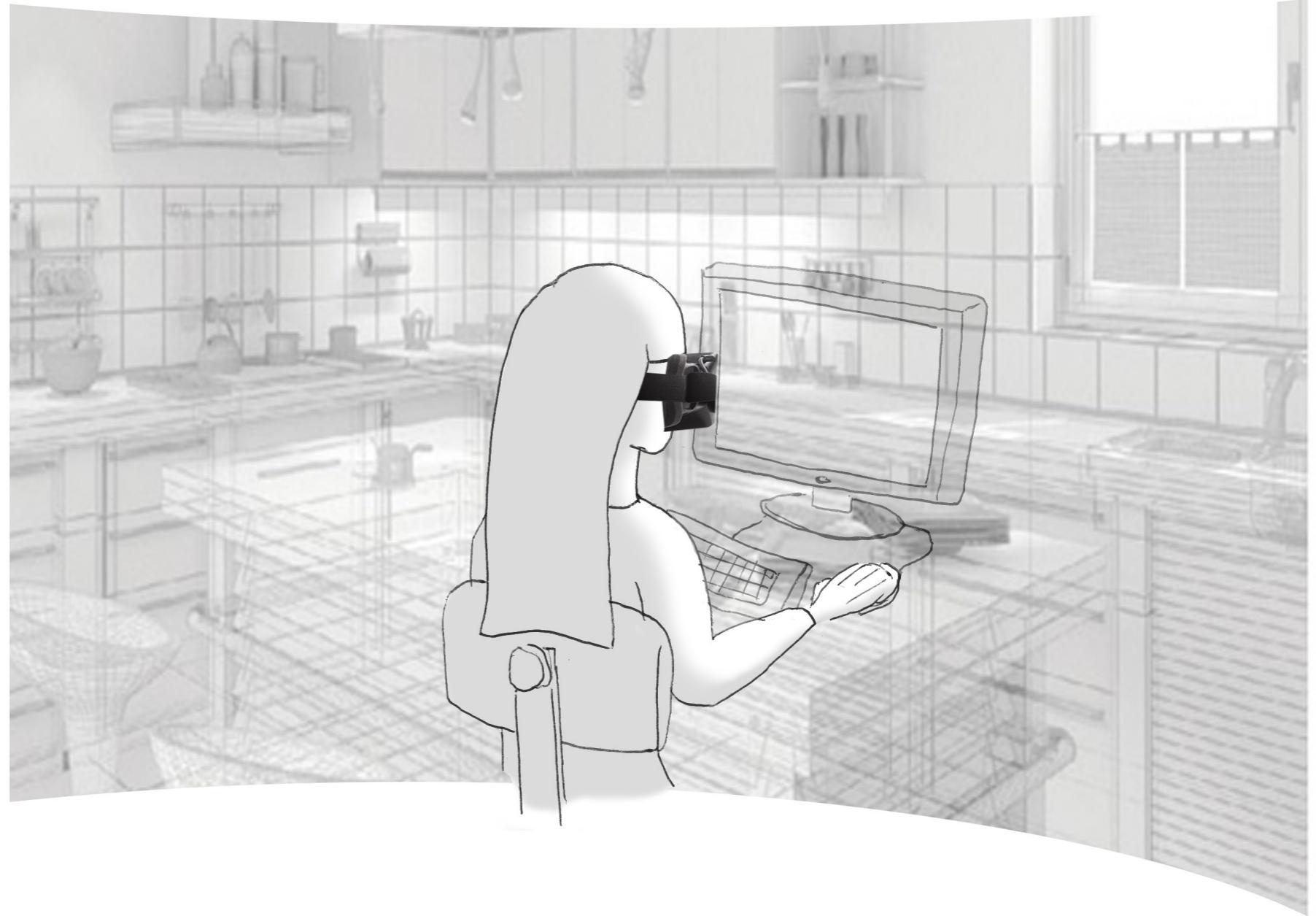


VS

## II - OUTILS CONCEPTUELS



VS



Volume projeté sur une surface 2D  
(écran)

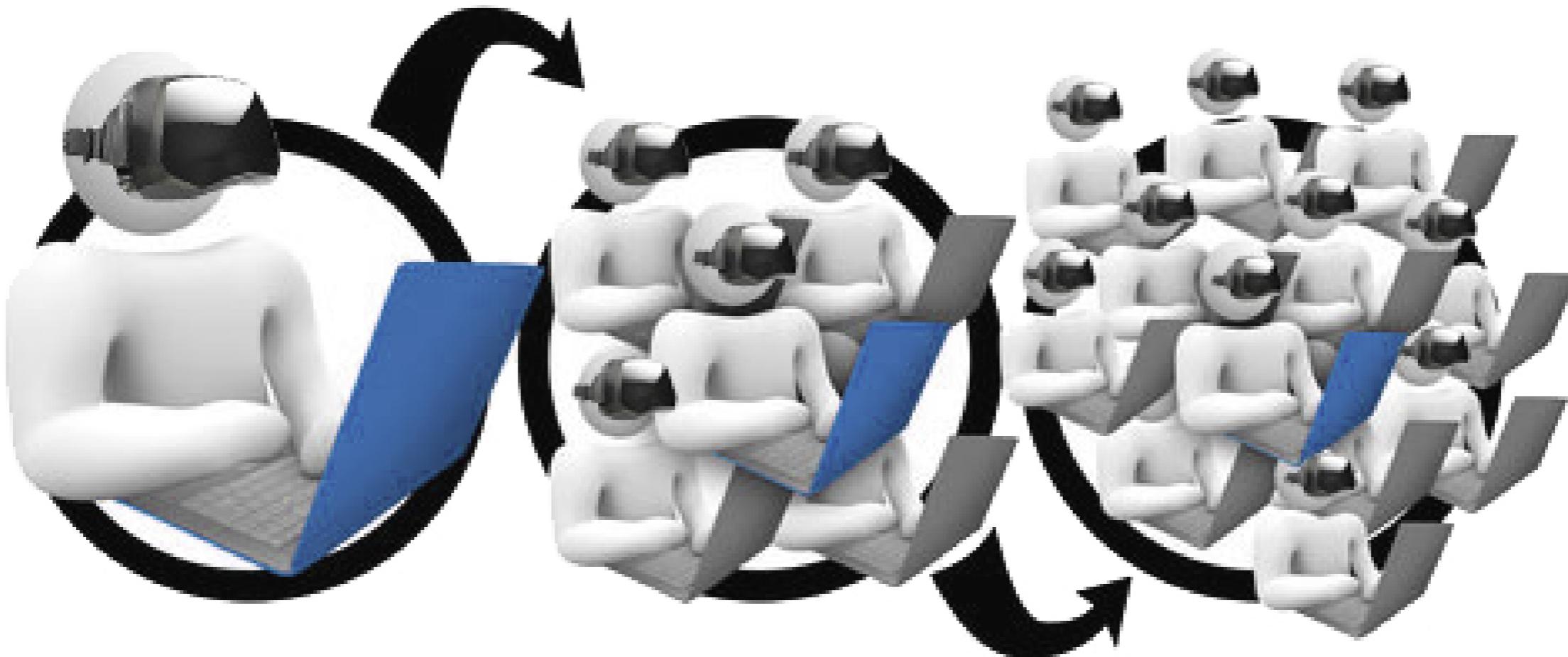
Perception directe du  
volume à échelle 1/1

## II - OUTILS CONCEPTUELS

### Intuition décisive

Ouvre le processus de conception à un ensemble d'acteurs non-sachants.

“Démocratie directe” (Kas Oosterhuis)



## II - OUTILS CONCEPTUELS

“Swarm architecture”

Sens Littéral



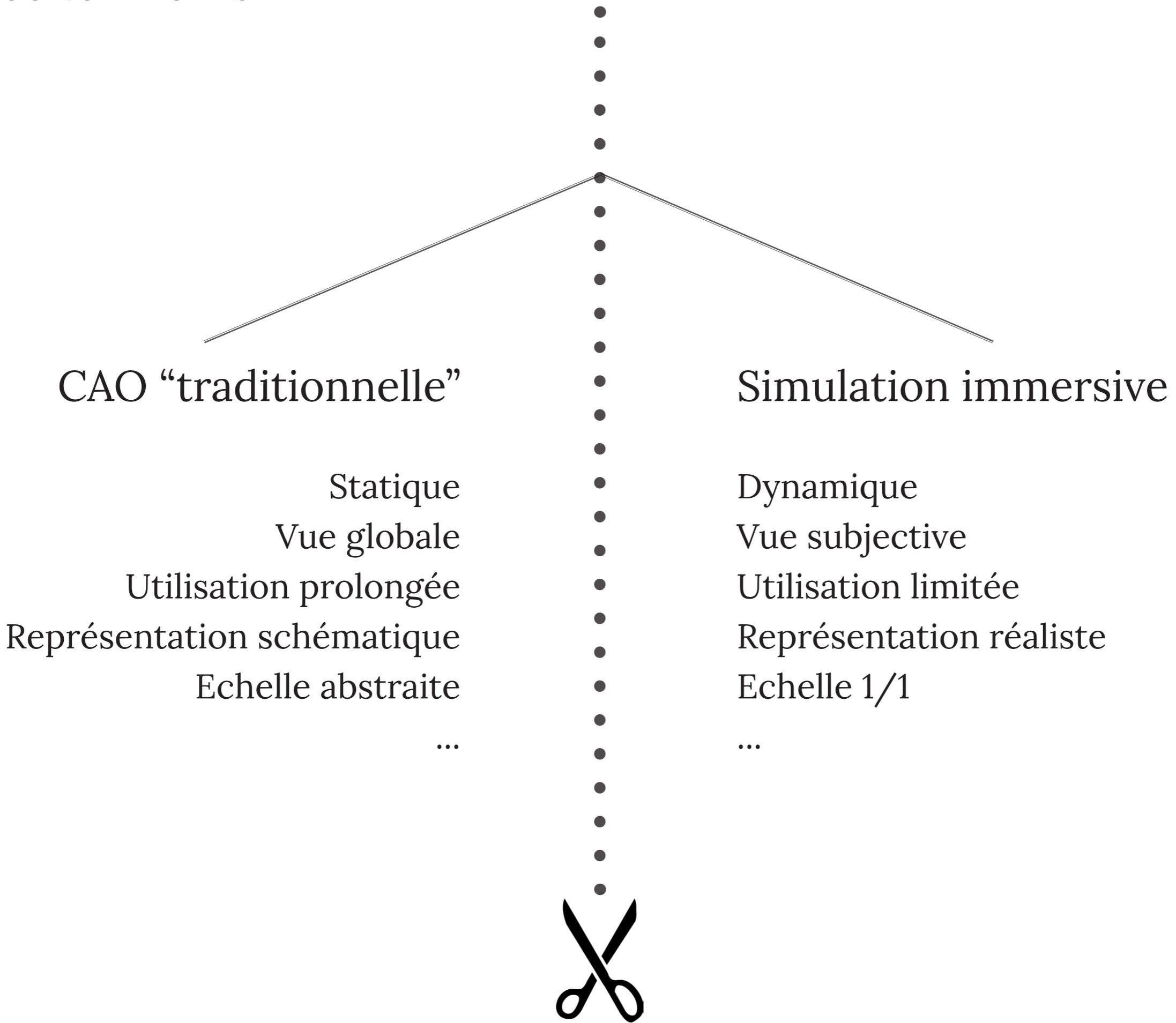
VS

Sens Figuré



Marc Fornes - “Labrys Frisae”

## II - OUTILS CONCEPTUELS



## II - OUTILS CONCEPTUELS

### Interdisciplinarité

L'industrie du jeu vidéo développe des outils de simulation immersive et interactive depuis des dizaines d'années.

## II - OUTILS CONCEPTUELS

Sandbox games, simulation games, serious games

Le but n'est plus de "gagner", mais d'interagir afin d'encourager la créativité et/ou la production de savoir.

## II - OUTILS CONCEPTUELS

Minecraft

(Mojang 2009)

Construction en vue subjective à partir de voxels



## II - OUTILS CONCEPTUELS

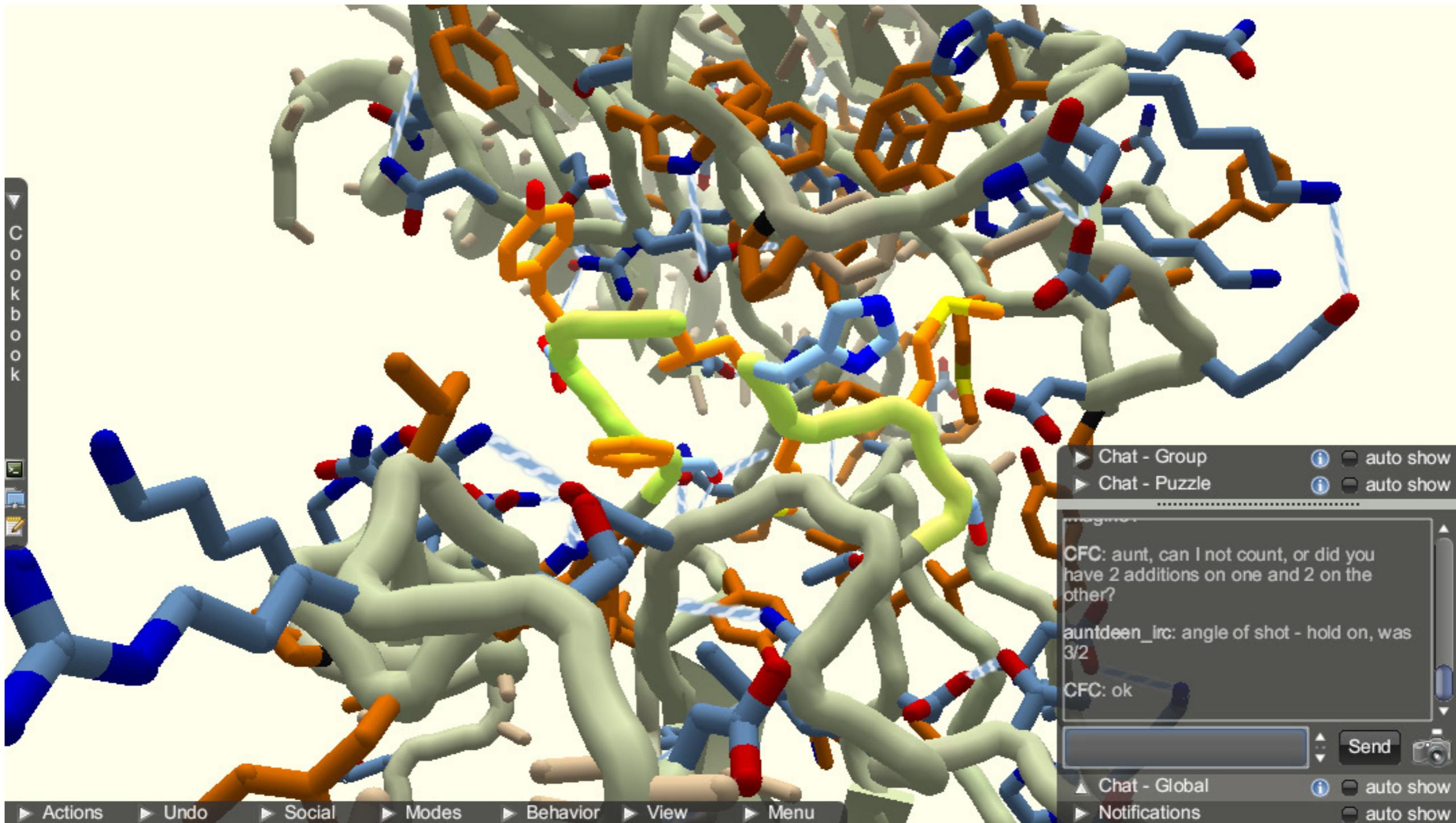
### Simulation d'un ordinateur dans Minecraft



## II - OUTILS CONCEPTUELS

### FoldIt

(Départements d'informatique et de biochimie de l'Université de Washington, 2008)  
“Solve Puzzles for Science”

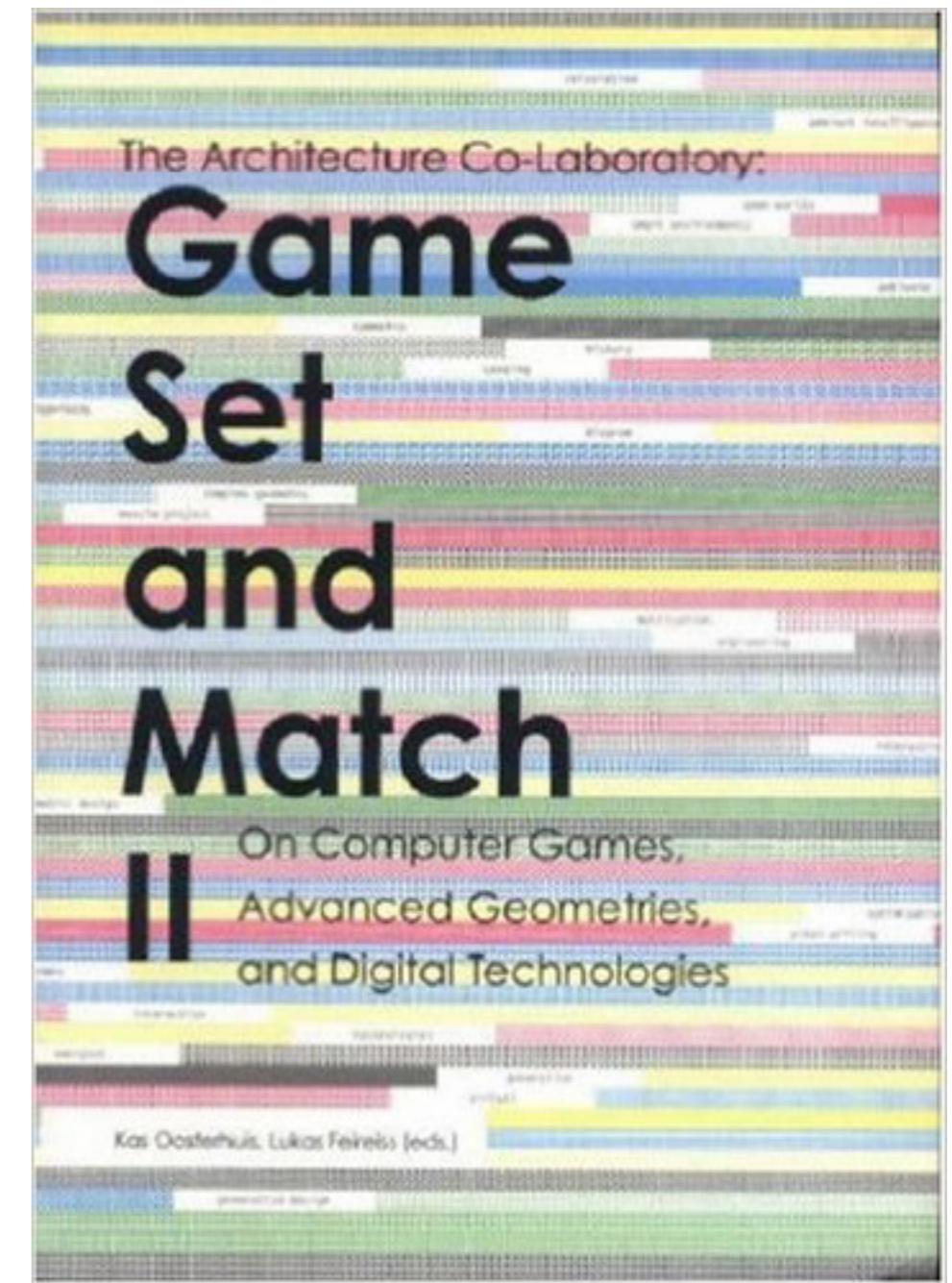


## II - OUTILS CONCEPTUELS

Très (trop) peu d'architectes se sont intéressé à ces outils jusqu'à présent.



Jose Sanchez - Block Hood (2015)



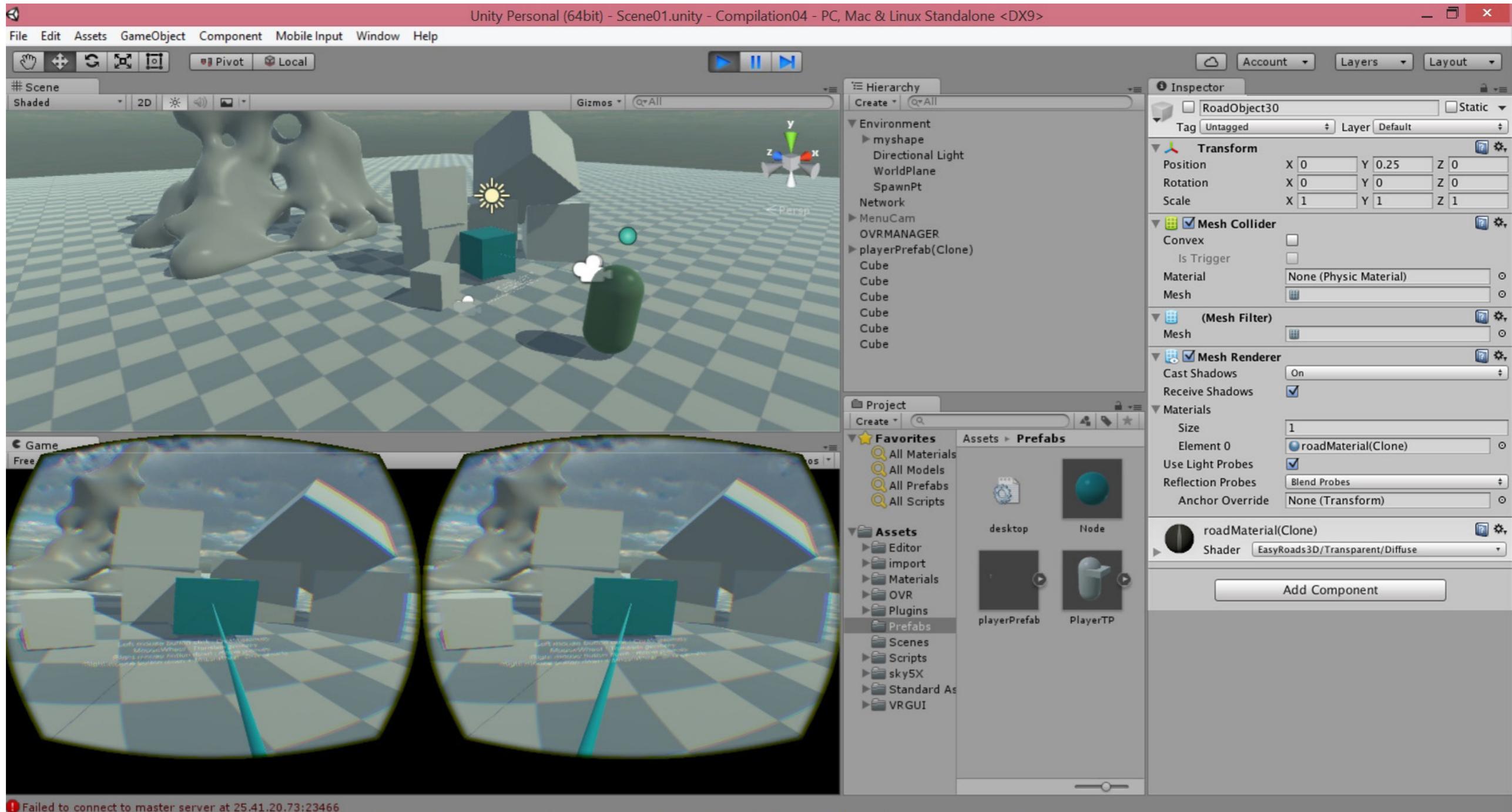
Game, Set and Match II - Kas Oosterhuis (2006)

### III - PROJET

#### A - Ressources (Software/Hardware)

## Utilisation du moteur de jeu Unity3D

Gestion du pipeline graphique, de la simulation physique, programmation en C#, nombreuses librairies et plugins disponibles...

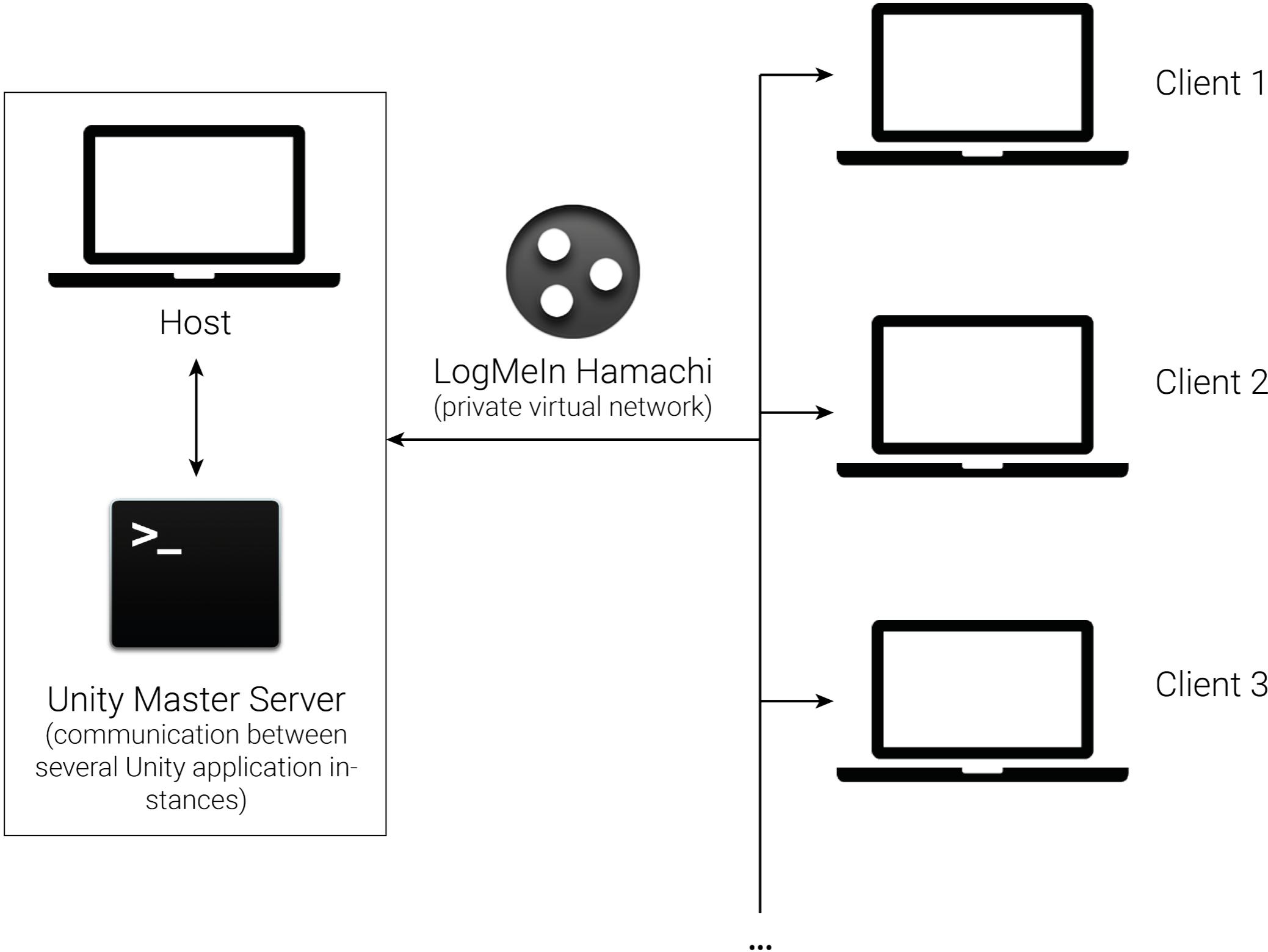


Capture d'écran de Unity3D

### III - PROJET

A - Ressources (Software/Hardware)

## Réseau privé virtuel sur Hamachi gestion de la coopération



### III - PROJET

#### A - Ressources (Software/Hardware)

## Ressources matérielles

Technologie en plein développement, nous sommes donc dépendant de plusieurs facteurs technologiques (SDK, Runtimes, disponibilité des dispositifs...)



## The Telegraph

[Home](#) [Video](#) [News](#) [World](#) [Sport](#) [Finance](#) [Comment](#) [Culture](#) [Travel](#) [Life](#) [Women](#) [Business](#)  
[Apple](#) | [iPhone](#) | [Technology News](#) | [Technology Companies](#) | [Technology Reviews](#) | [Video Games](#) |

[HOME](#) » [TECHNOLOGY](#) » [CES](#)

### Oculus Rift sells out in 14 minutes after \$599 price announced

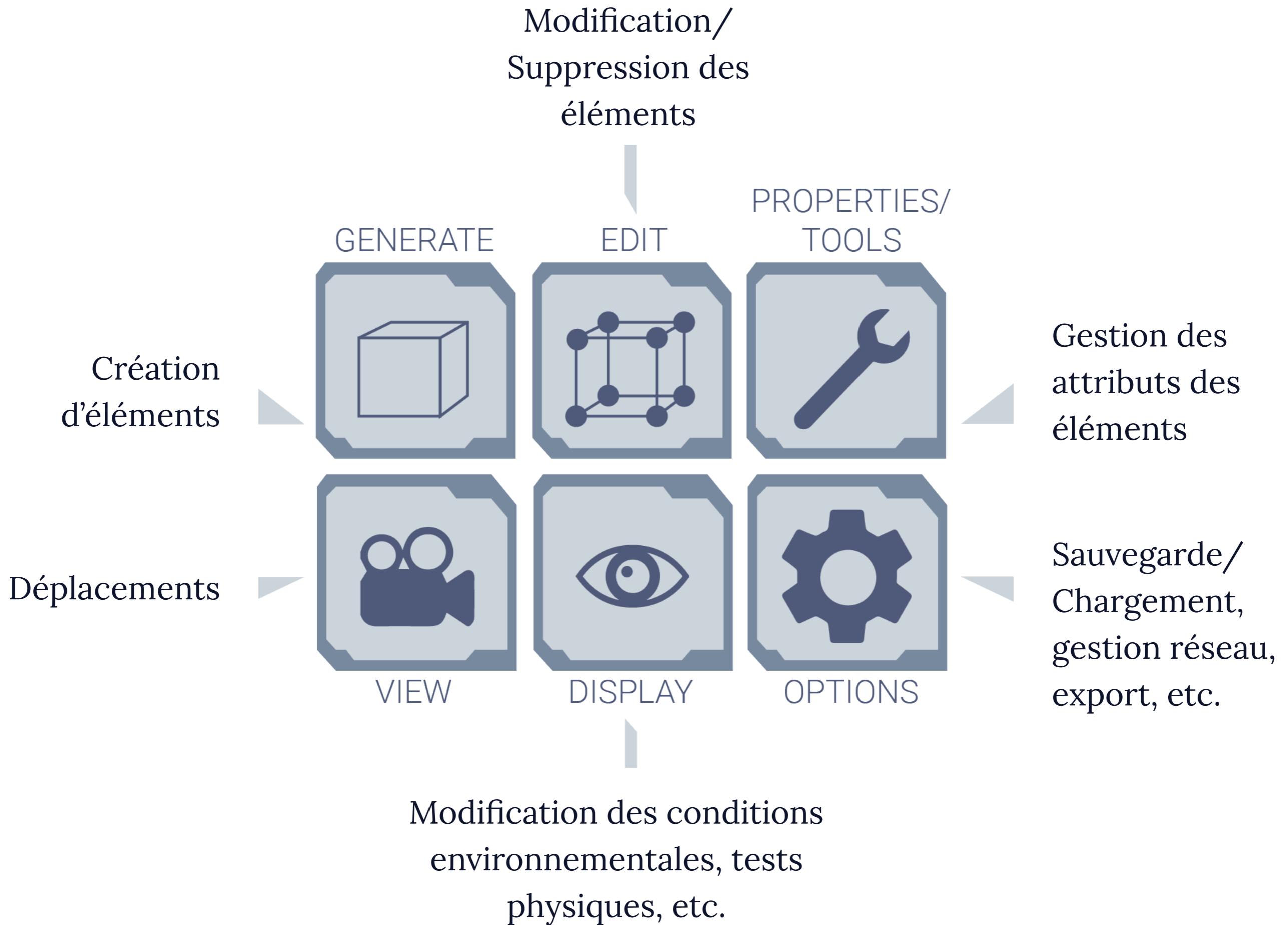
Pre-orders for Facebook-owned virtual reality headset have opened, though it's already sold out

20 0 1 21 Email



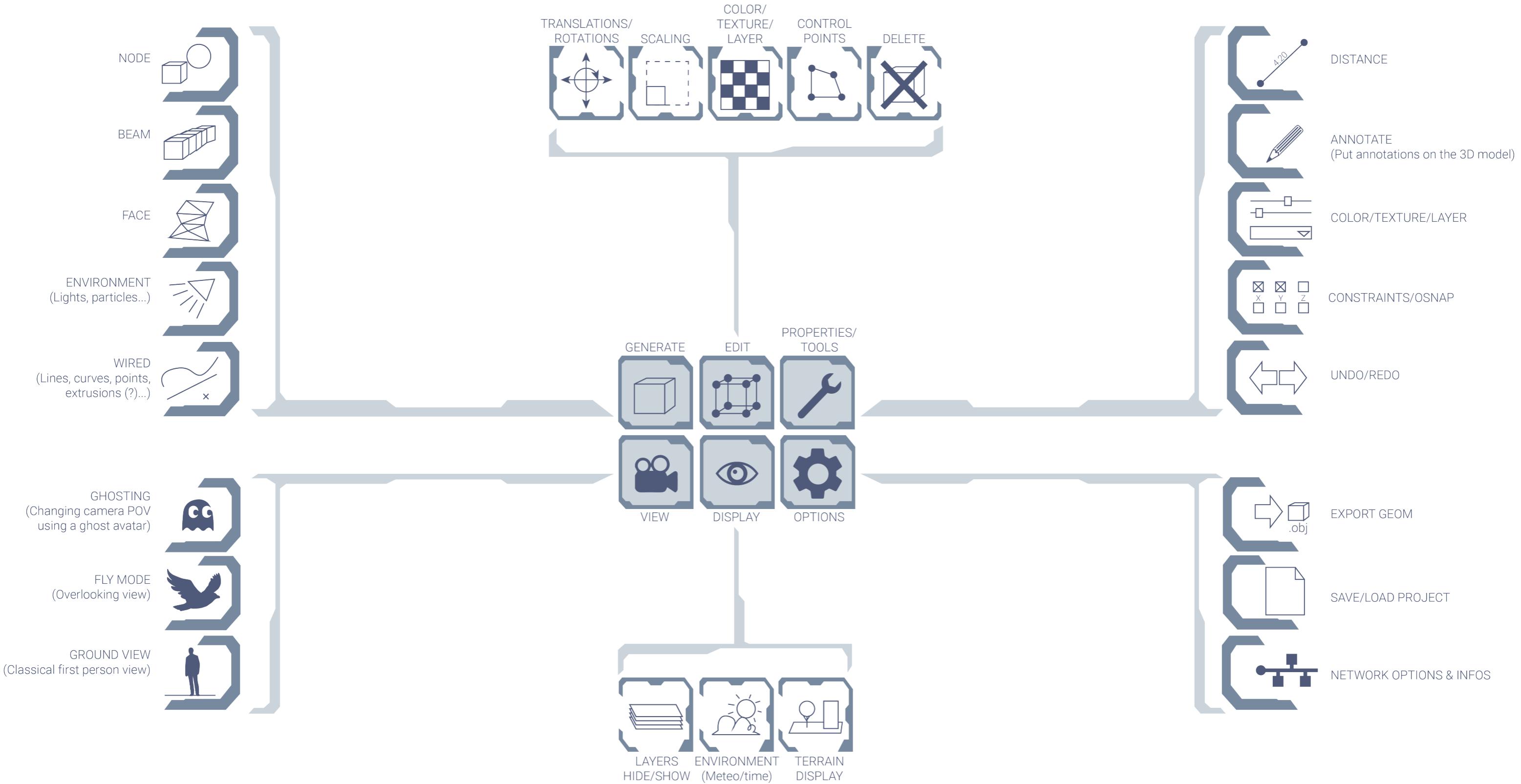
### III - PROJET

#### B - Interface Utilisateur



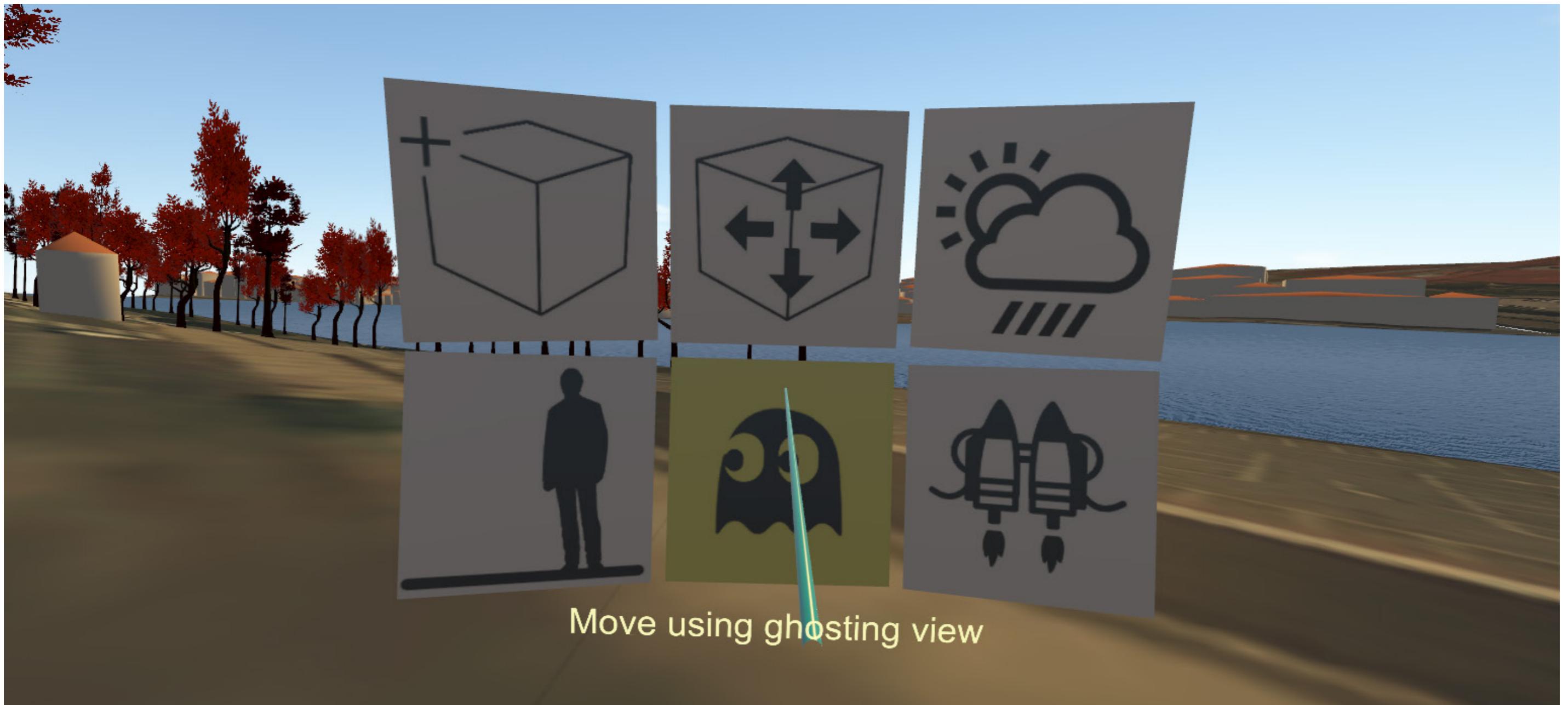
# III - PROJET

## B - Interface Utilisateur



### III - PROJET

#### B - Interface Utilisateur



Implémentation du navigateur dans  
la simulation (interface réduite)

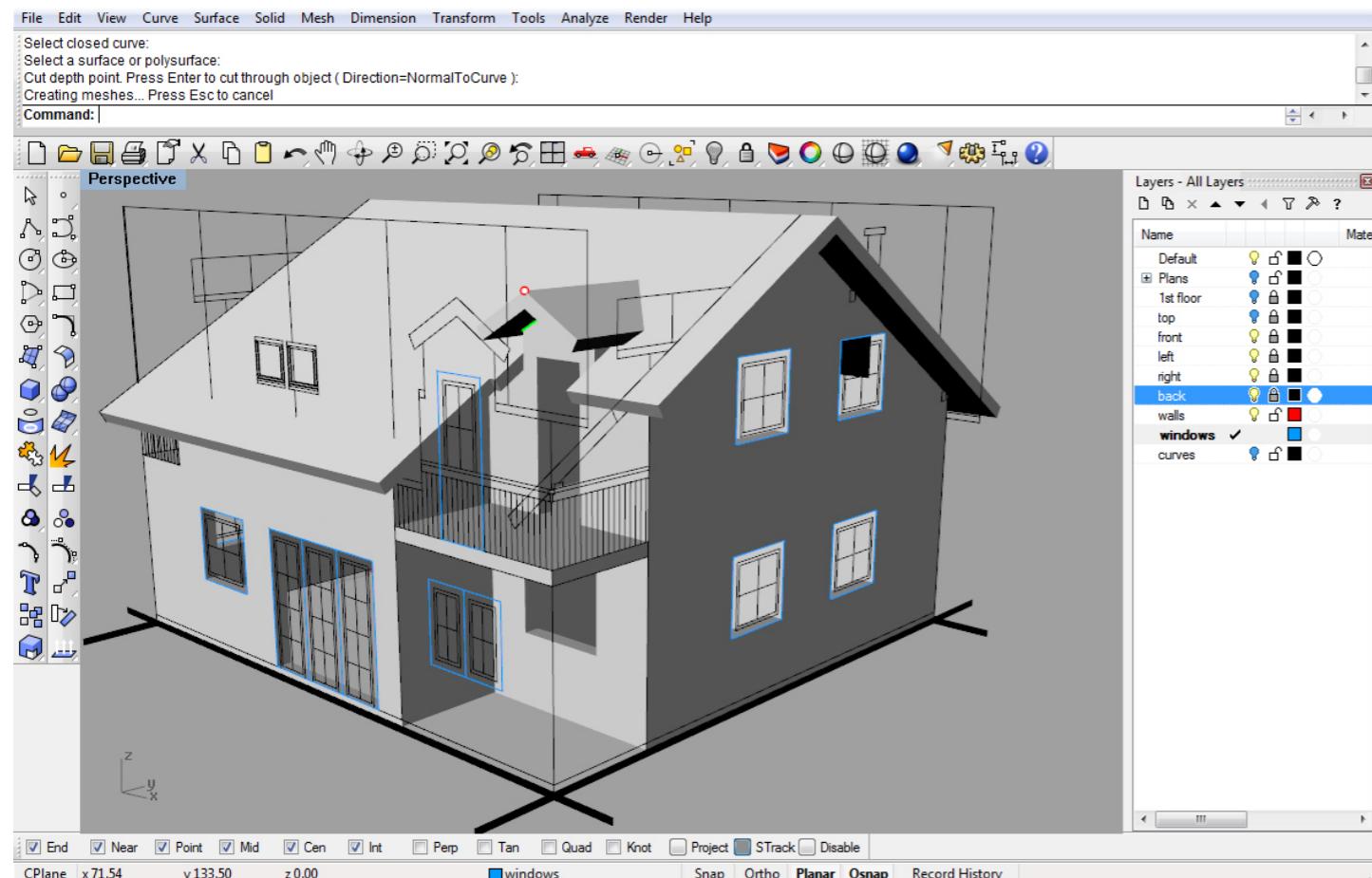
### III - PROJET

#### C - Système de déplacement

CAO “traditionnelle”

VS

Simulation immersive



Mouvements de caméra  
rapides, non naturels et  
fréquents

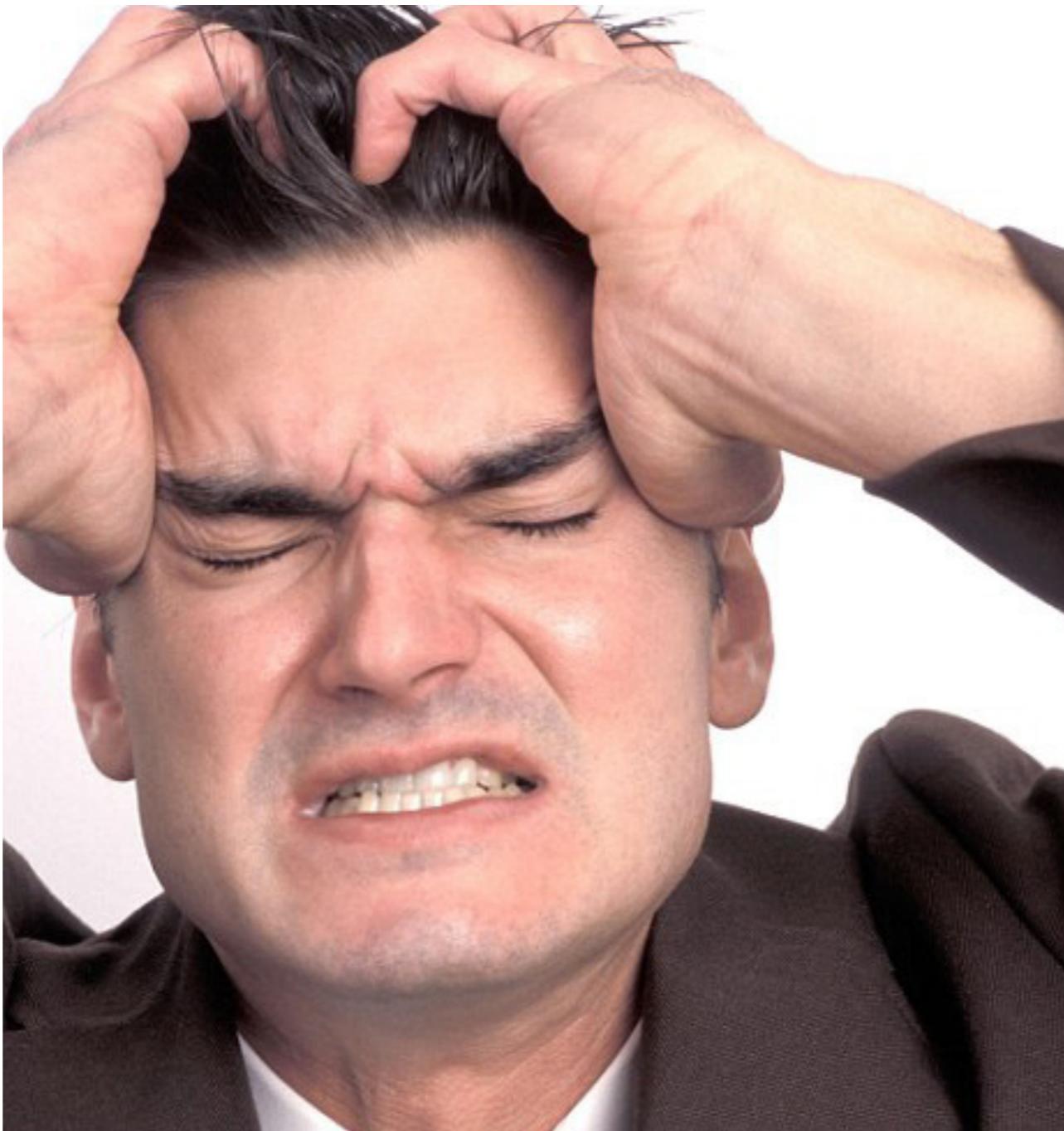


Vue subjective, nécessite  
d'implémenter des  
déplacements lents et  
“naturels”.

### **III - PROJET**

C - *Système de déplacement*

## Simulation Sickness



### **III - PROJET**

C - *Système de déplacement*

Ground Mode

Fly Mode

Ghosting

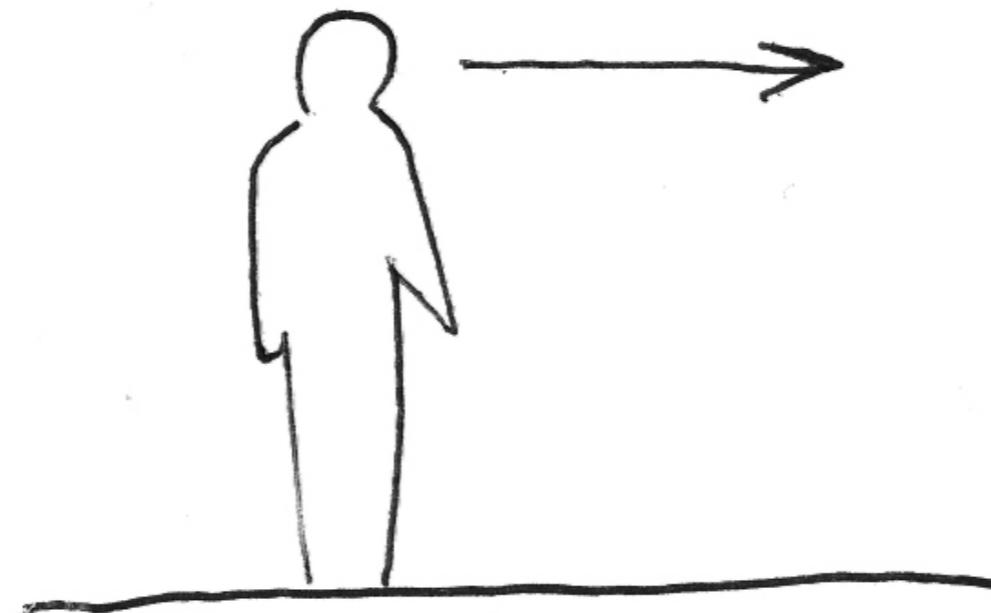
### III - PROJET

C - Système de déplacement

Ground Mode

Fly Mode

Ghosting



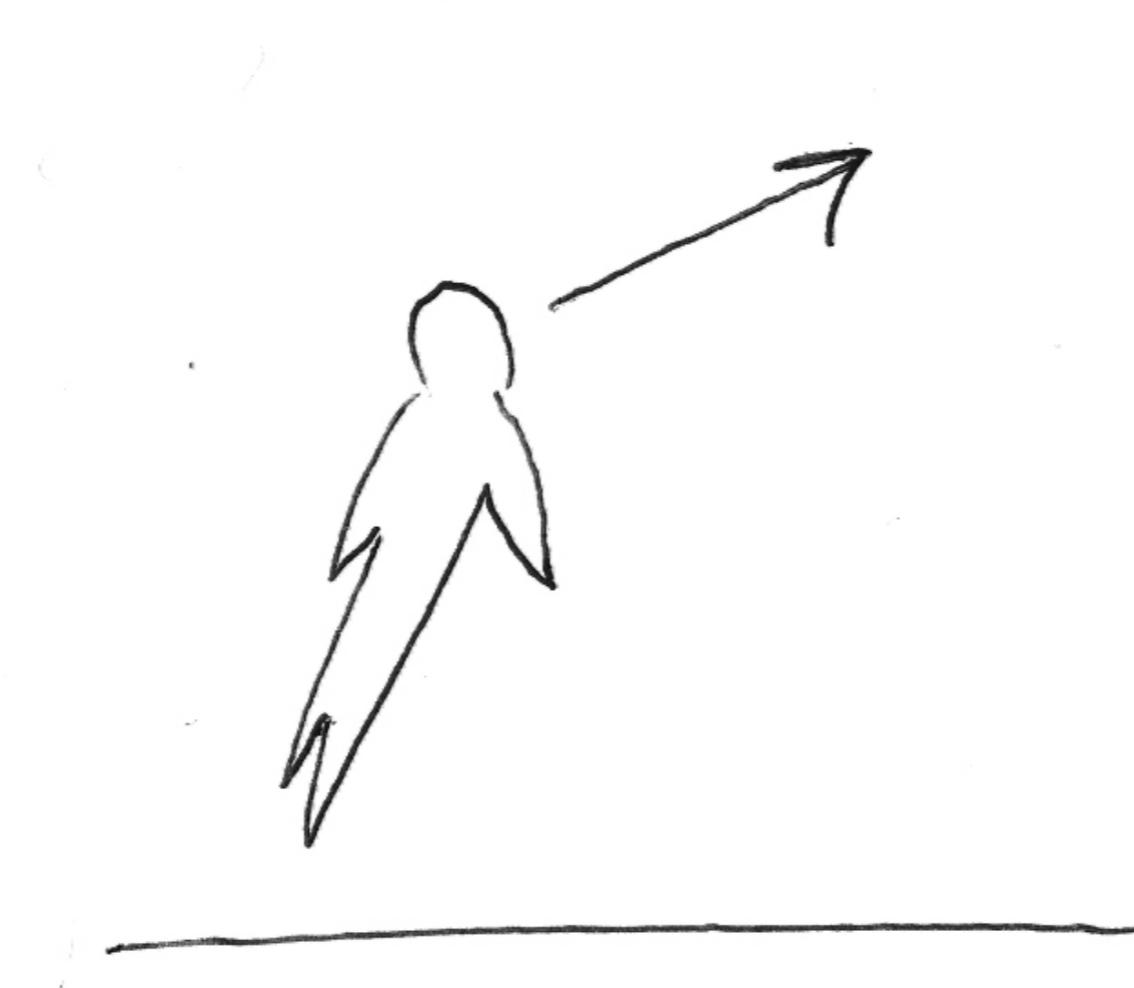
### III - PROJET

C - Système de déplacement

Ground Mode

Fly Mode

Ghosting



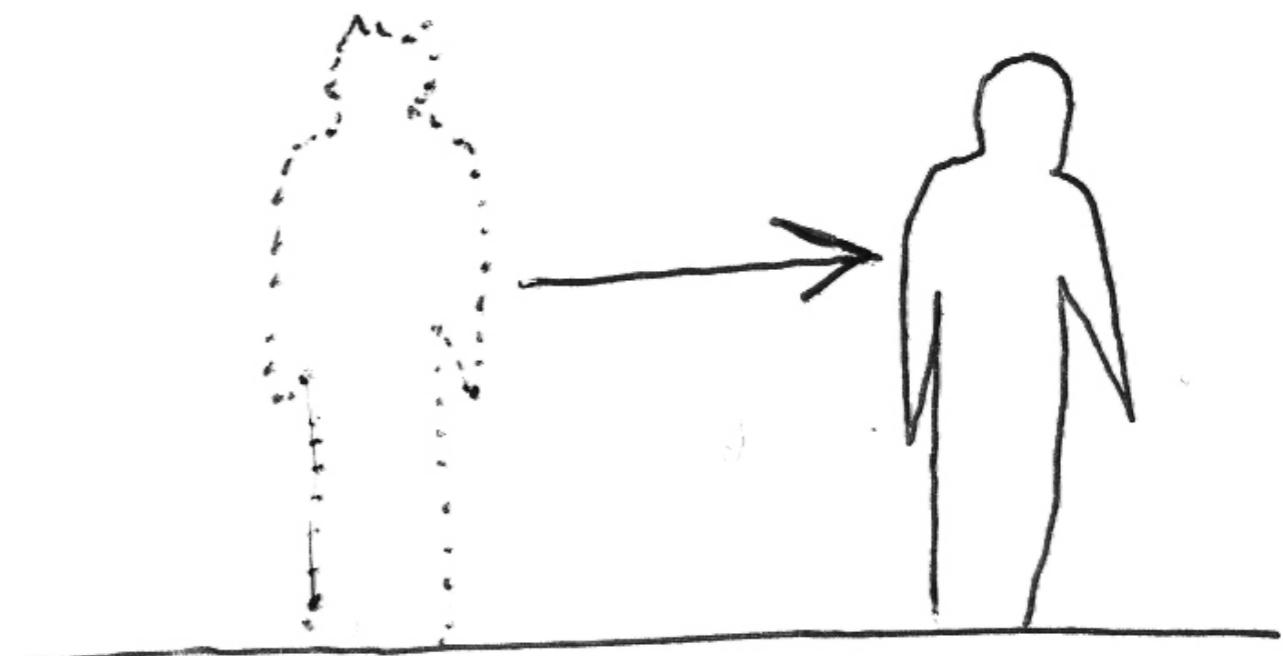
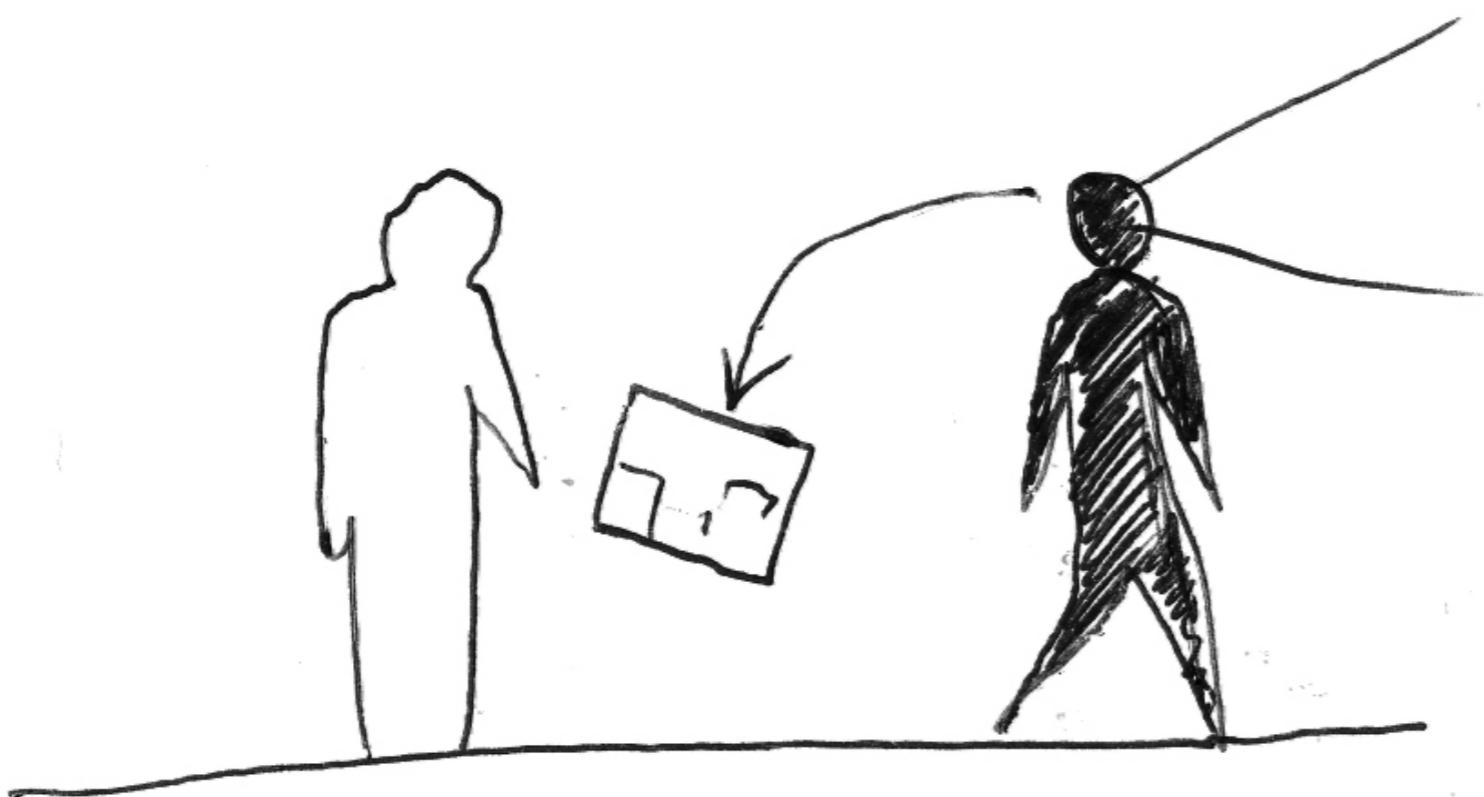
### III - PROJET

C - Système de déplacement

Ground Mode

Fly Mode

Ghosting



### III - PROJET

#### D - Système de construction

Construction basée sur un principe de nœuds/barres/faces  
Permet une grande liberté et variabilité de formes à partir de règles paramétriques simples.

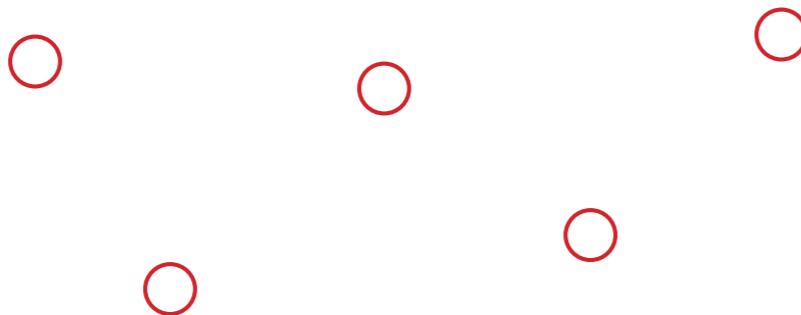


Jeu de construction magnétique Geomag

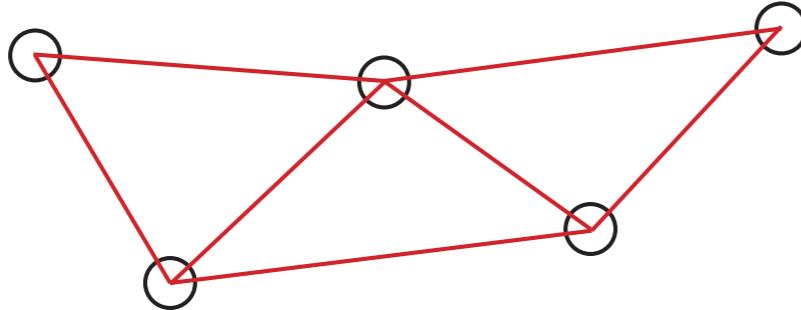
### III - PROJET

#### D - Système de construction

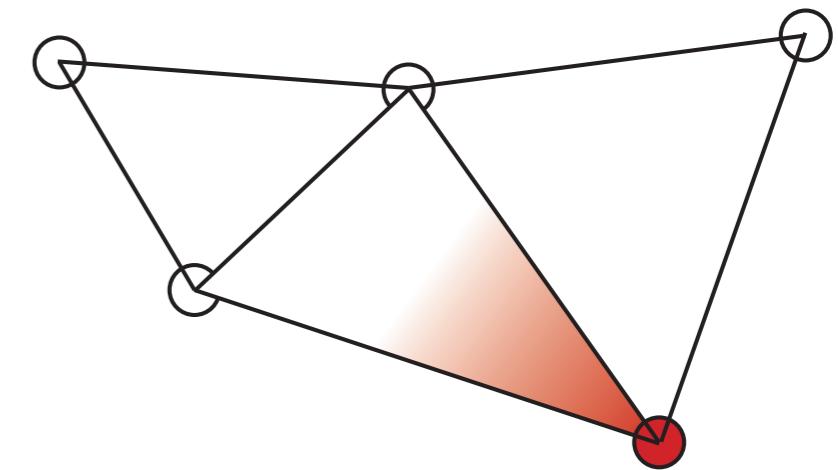
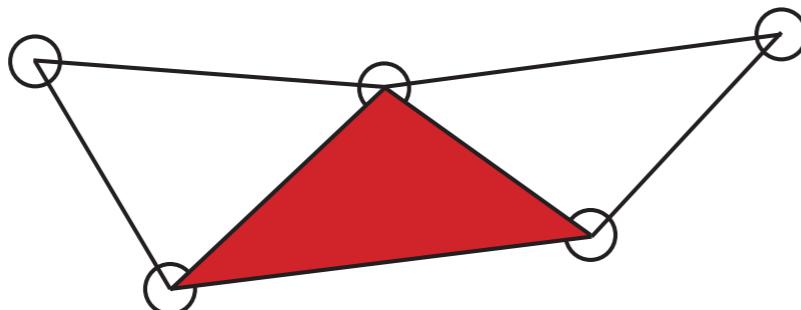
- Positionnement de noeuds dans l'espace (avec grille/snap/repères)



- Définition d'une barre à partir de 2 noeuds



- Définition d'un plan à partir de 3 noeuds

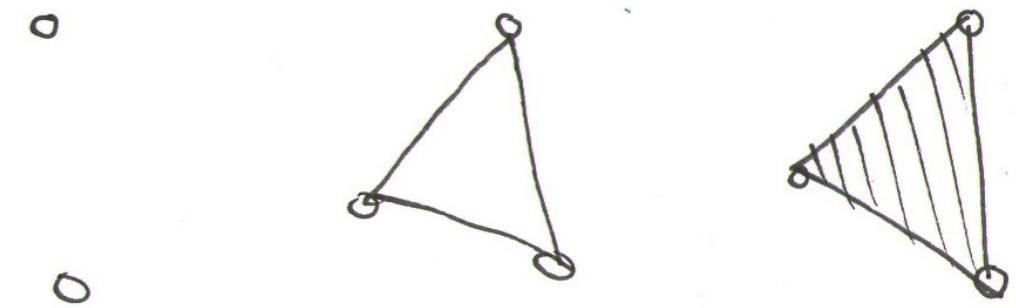


Modification noeud  
=  
Modification barre + plan

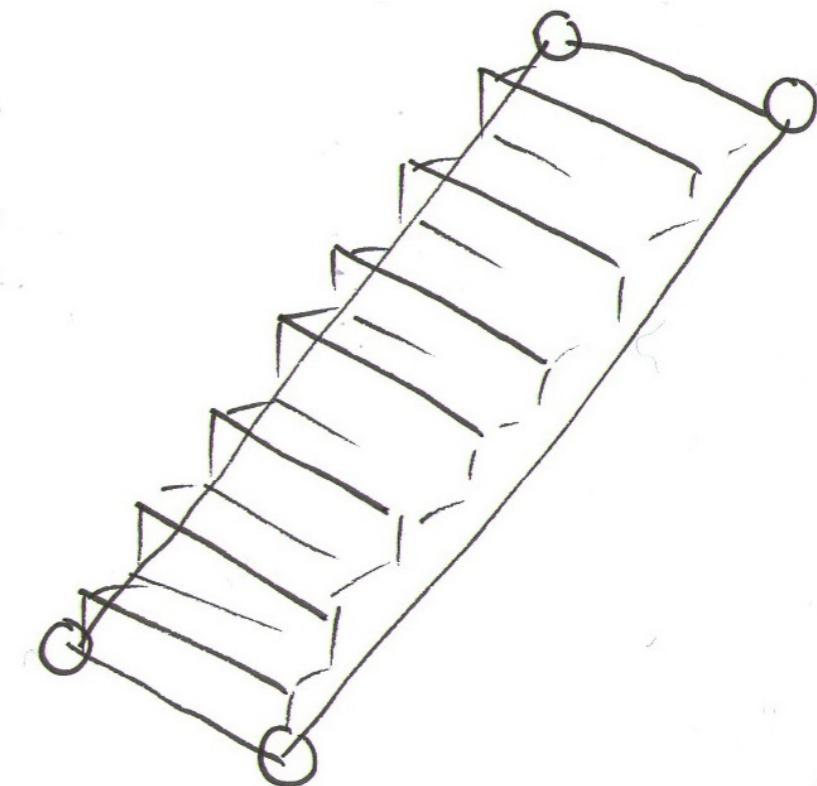
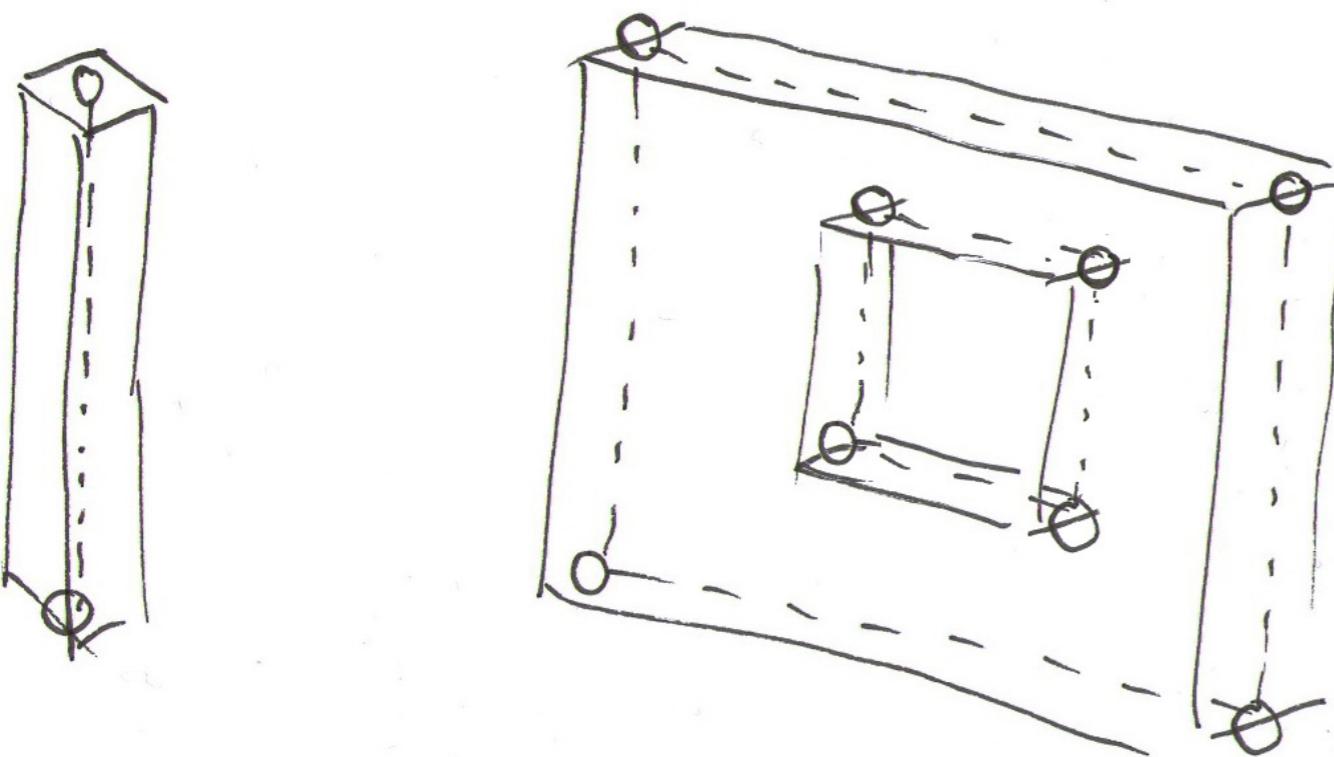
### III - PROJET

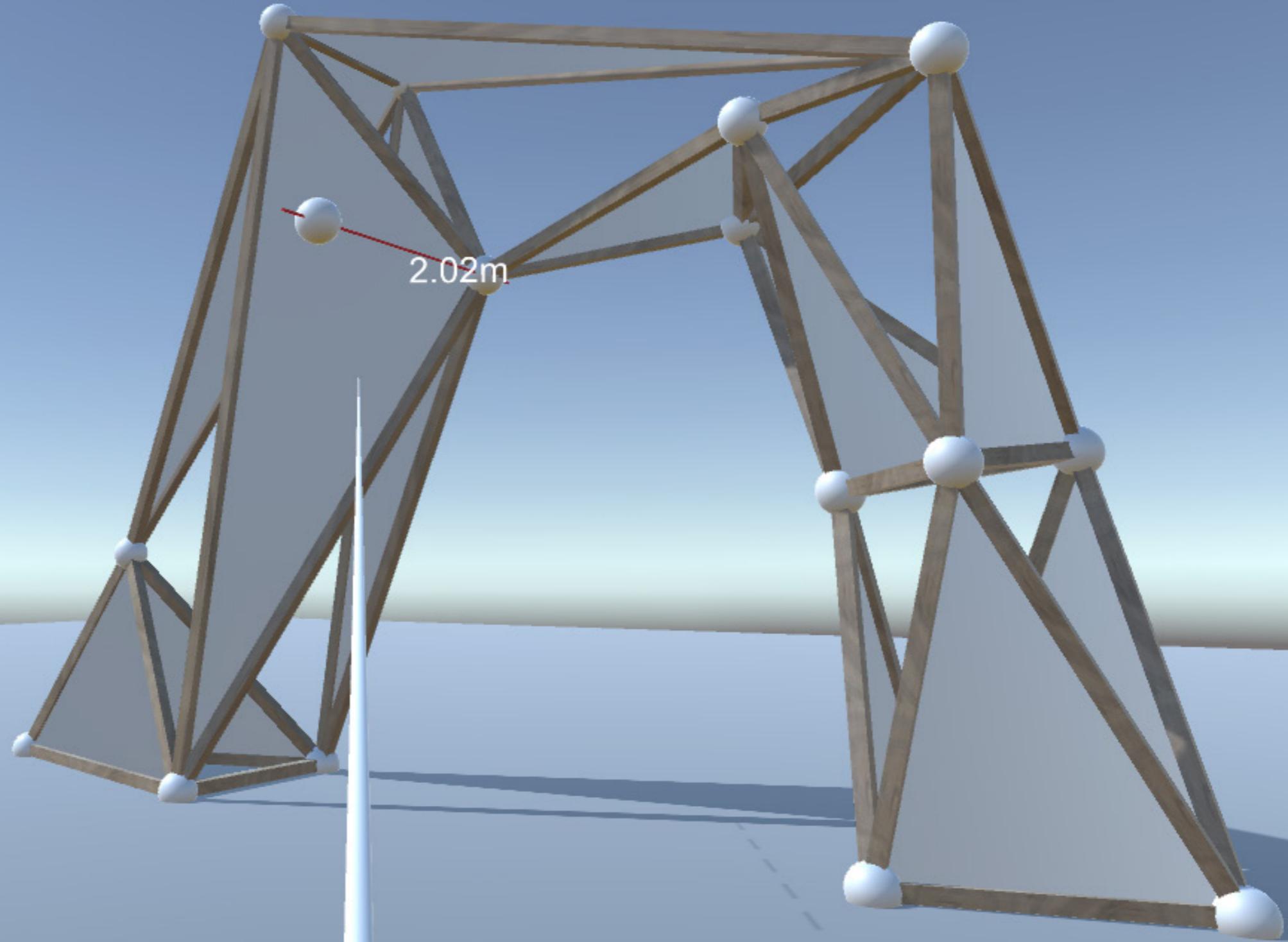
#### D - Système de construction

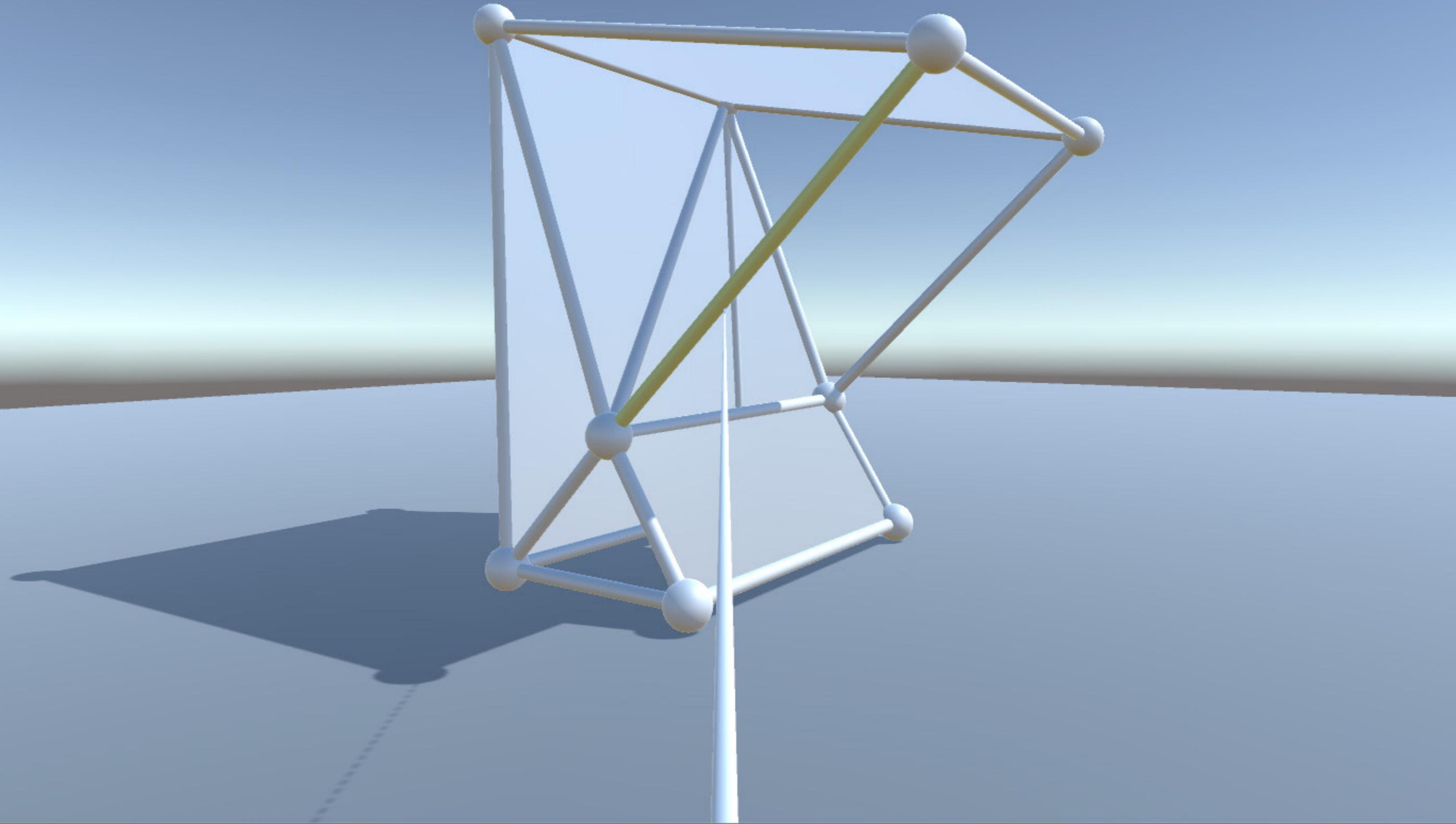
- Génération basique : noeuds puis barres puis plans

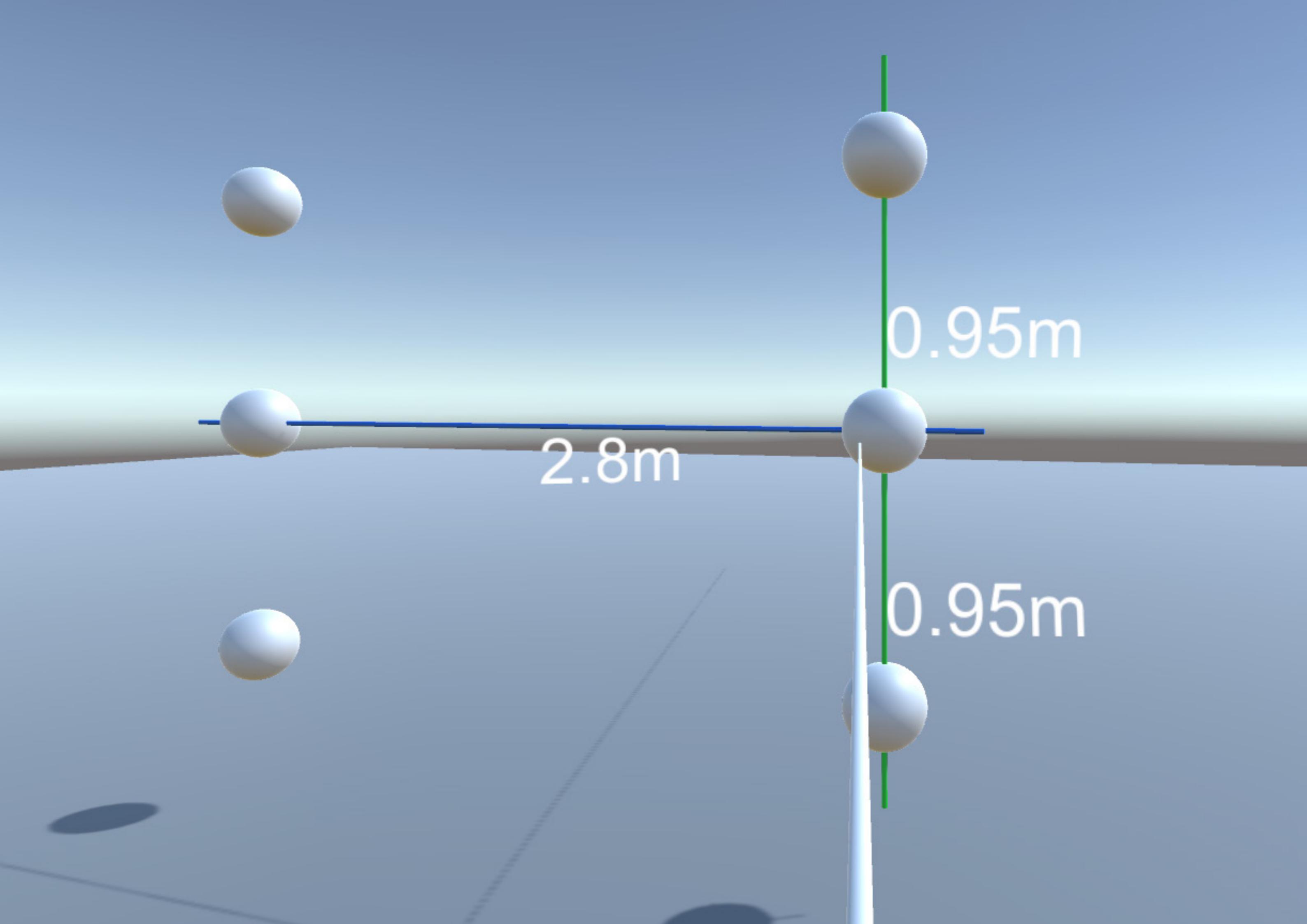


- Génération d'objets préconstruits et précontraints avec attributs variables (matériau, section, épaisseur, etc).







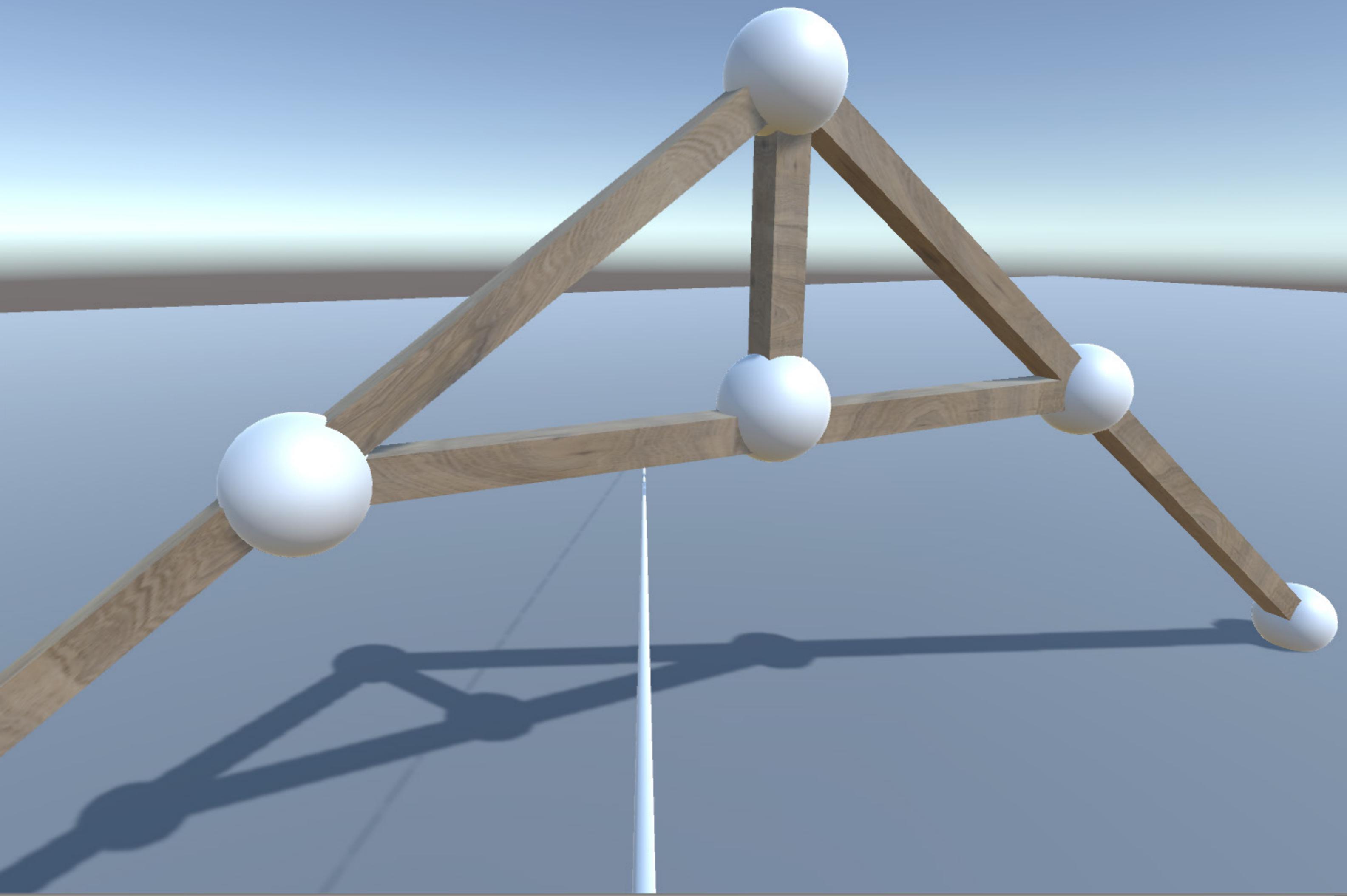


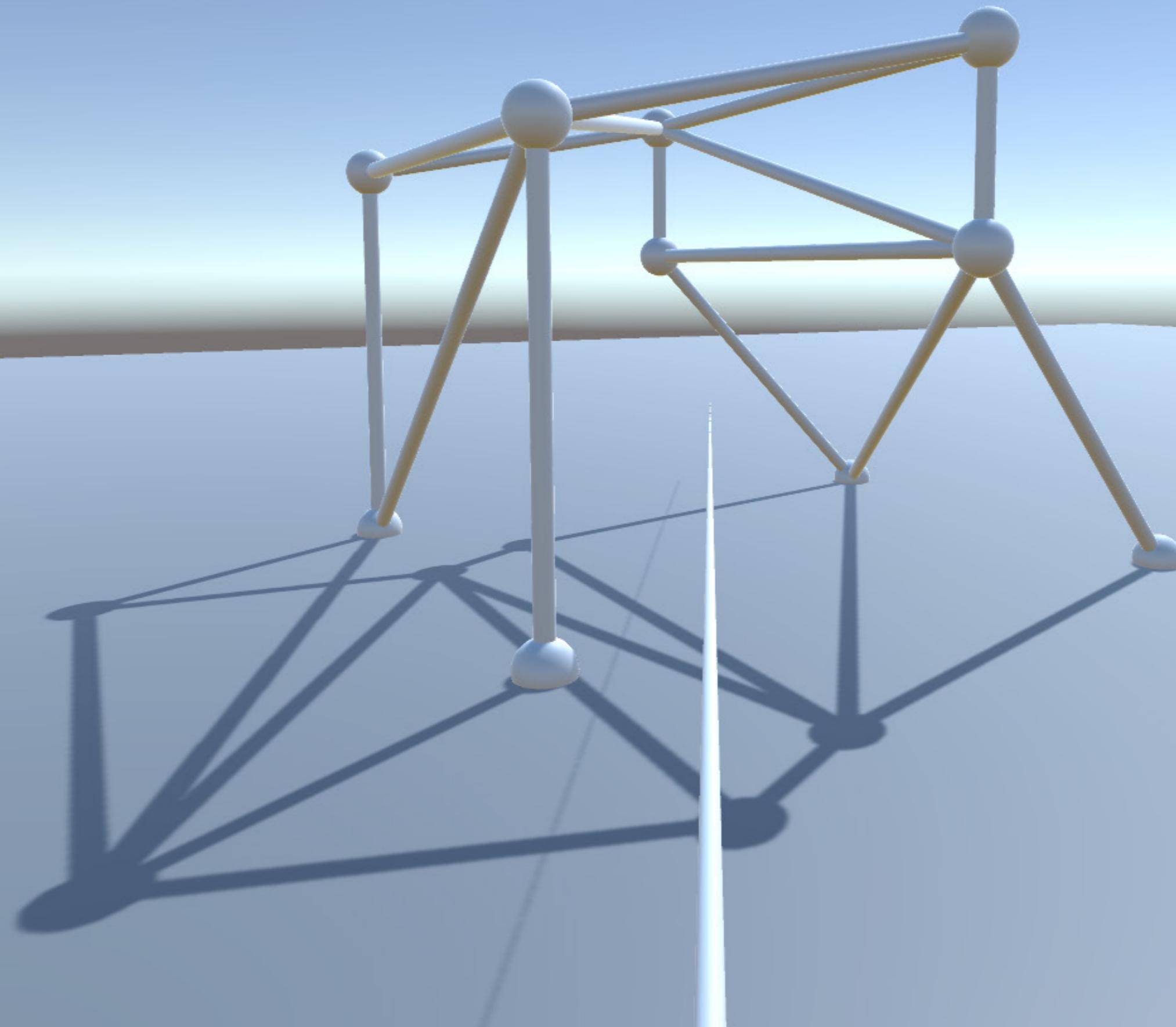
A diagram showing a horizontal beam supported by two vertical poles. Four spheres are attached to the beam at different points. The distance between the left support and the first sphere is labeled "2.8m". The distance from the first sphere to the right support is labeled "0.95m". The distance from the second sphere to the right support is also labeled "0.95m".

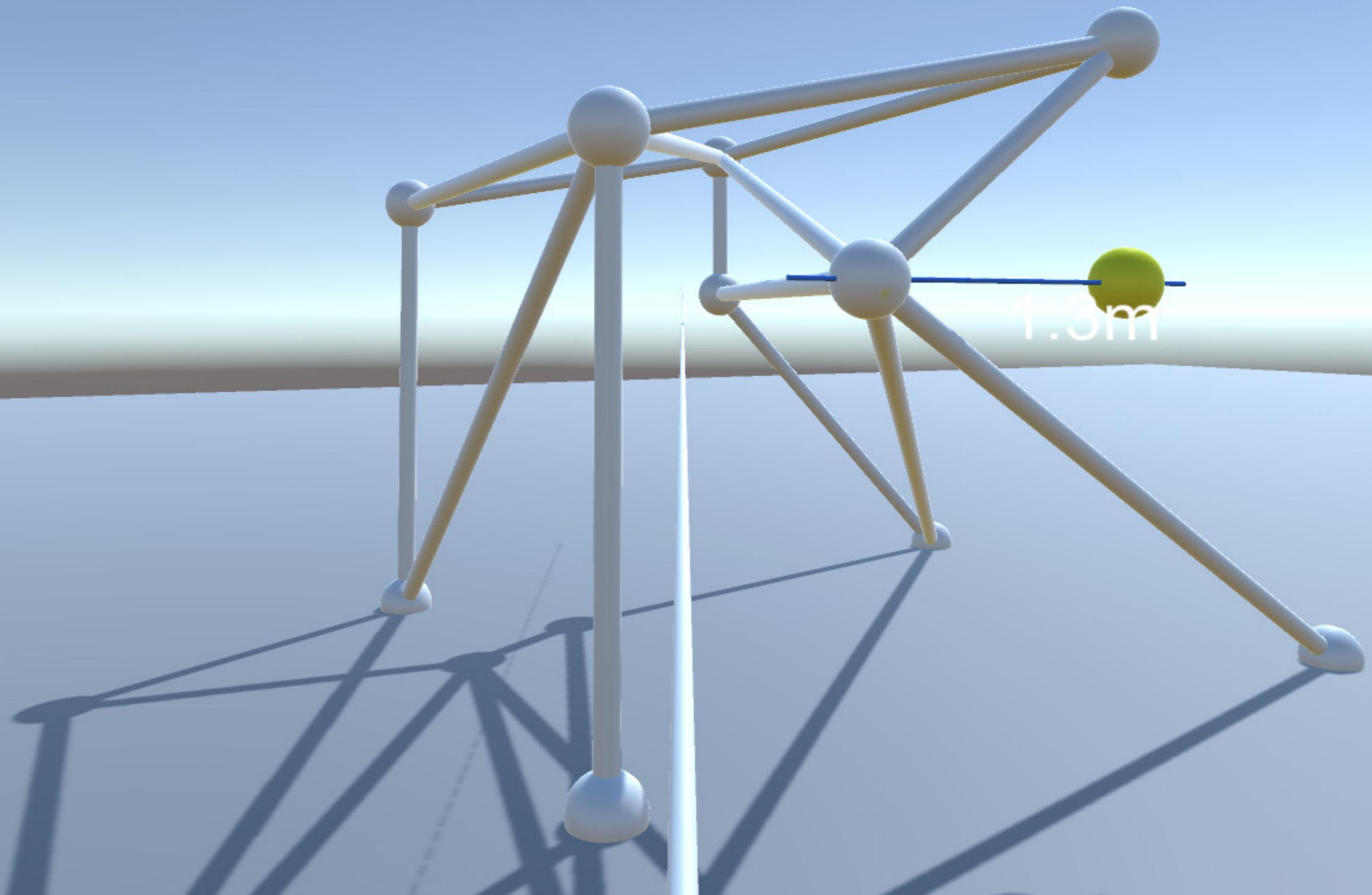
0.95m

2.8m

0.95m







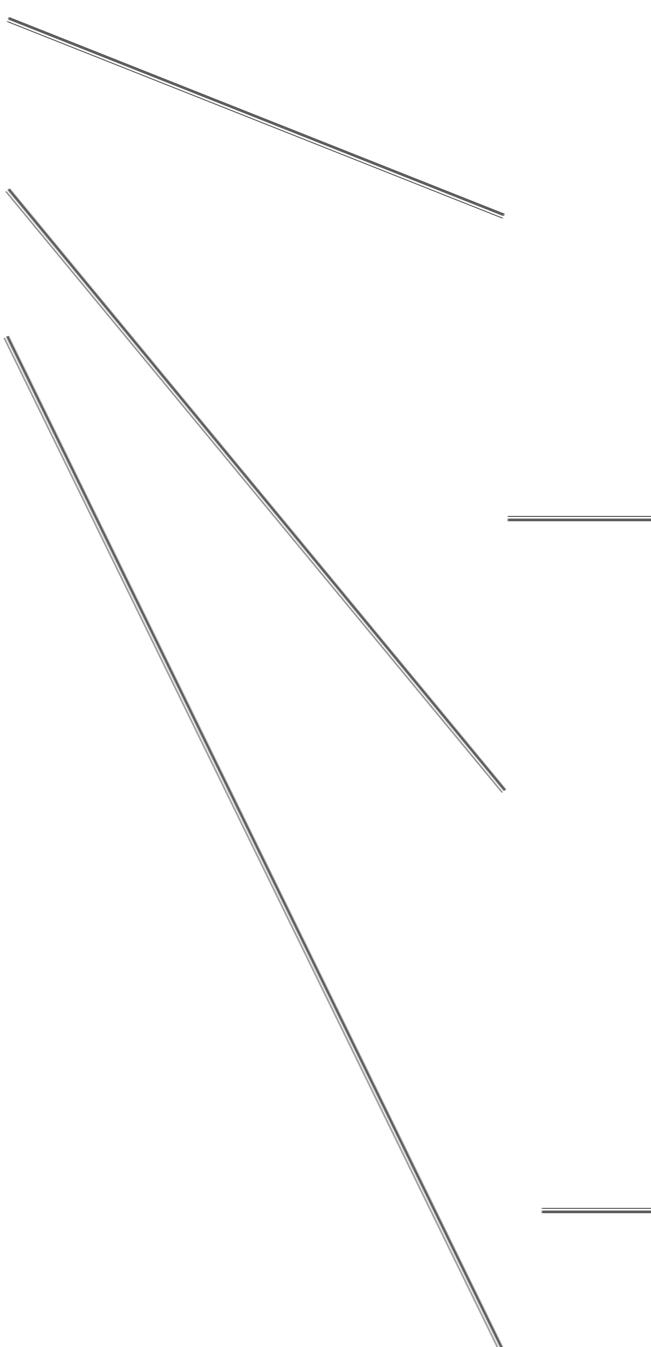
### III - PROJET

#### D - Système de construction

Noeuds = Points

Barres = Lignes (2 points)

Plan = Mesh (3 points)



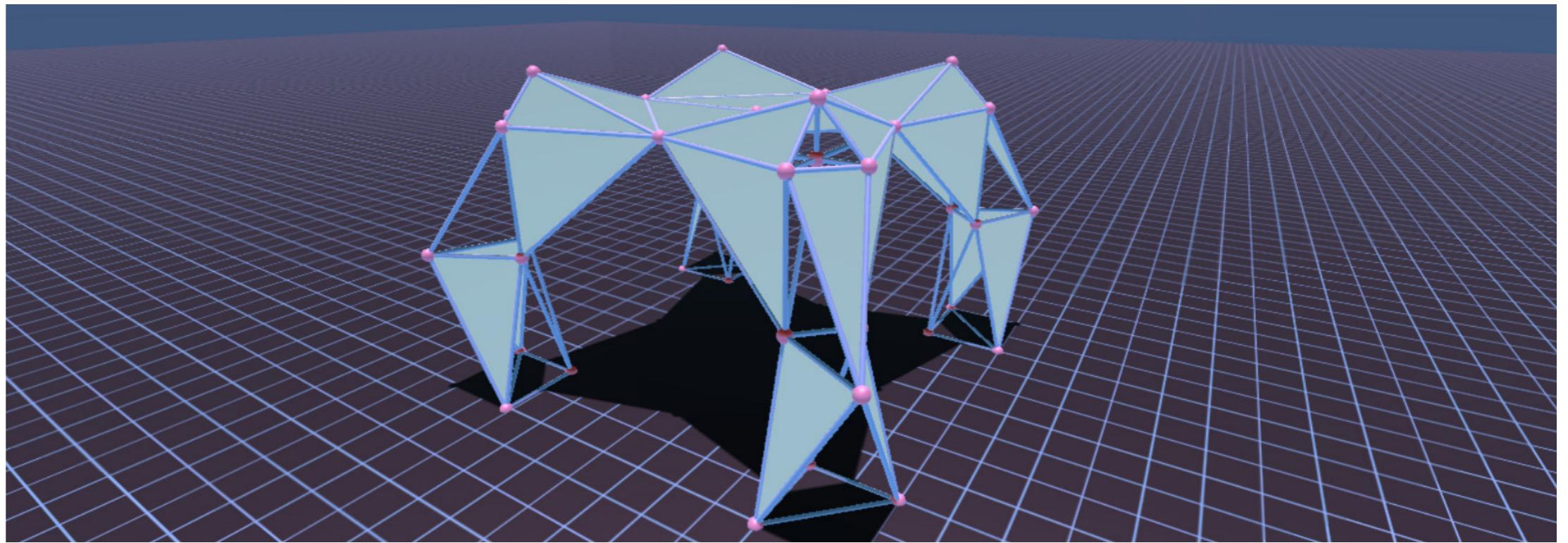
2796.txt - Bloc-notes

Fichier	Édition	Format	Affichage
-2.293,4.239,0.435			
0.341,4.882,0.74			
-0.779,4.756,3.126			
3.528,3.29,0.452			
2.453,4.099,3.268			
4.596,-0.836,-0.013			
4.595,1.404,3.176			
*			
0,2			
0,1			
1,2			
1,4			
1,3			
4,2			
4,3			
4,6			
6,3			
6,5			
5,3			
*			
2,1,0			
1,4,0			
4,3,0			
3,6,0			

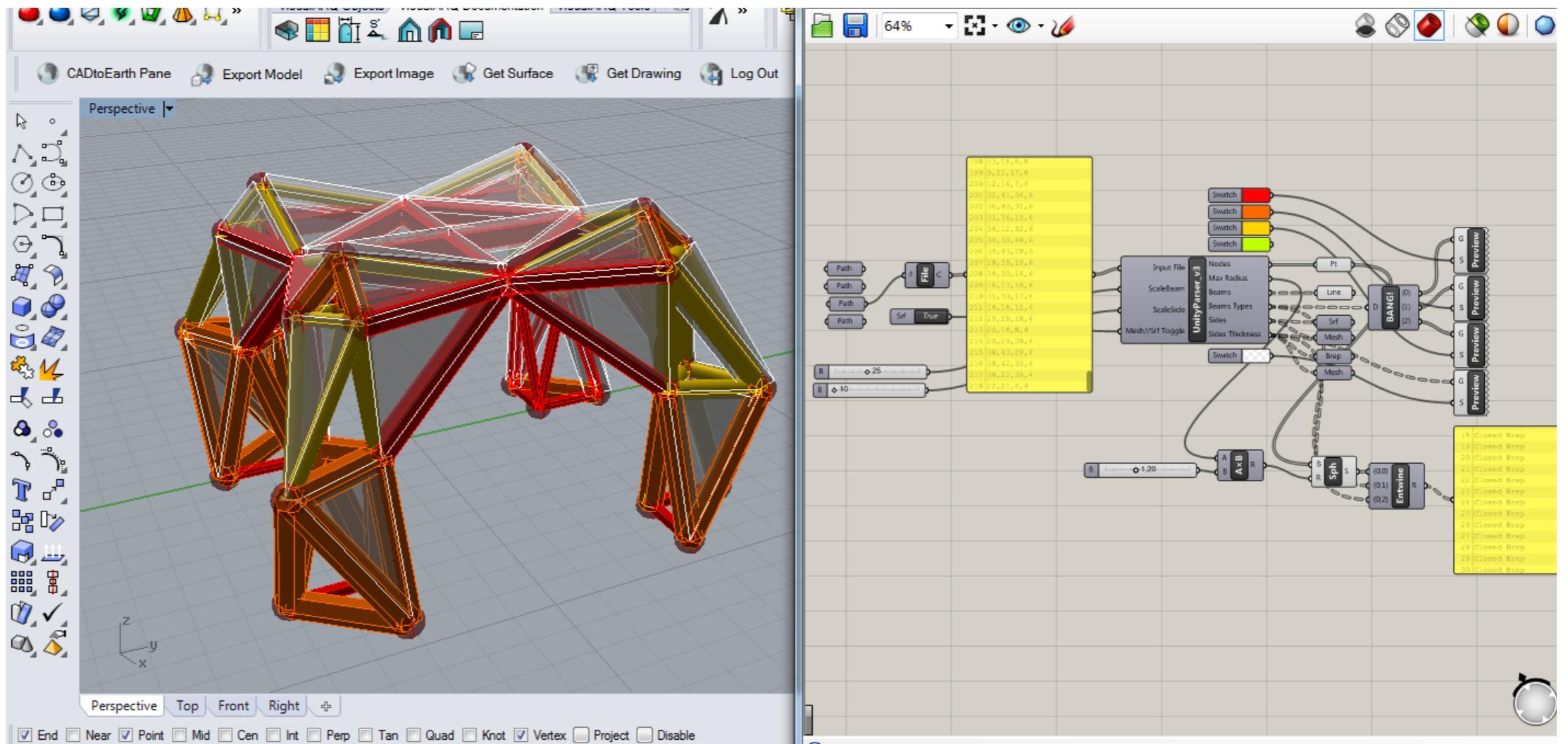
### III - PROJET

#### D - Système de construction

Unity3D



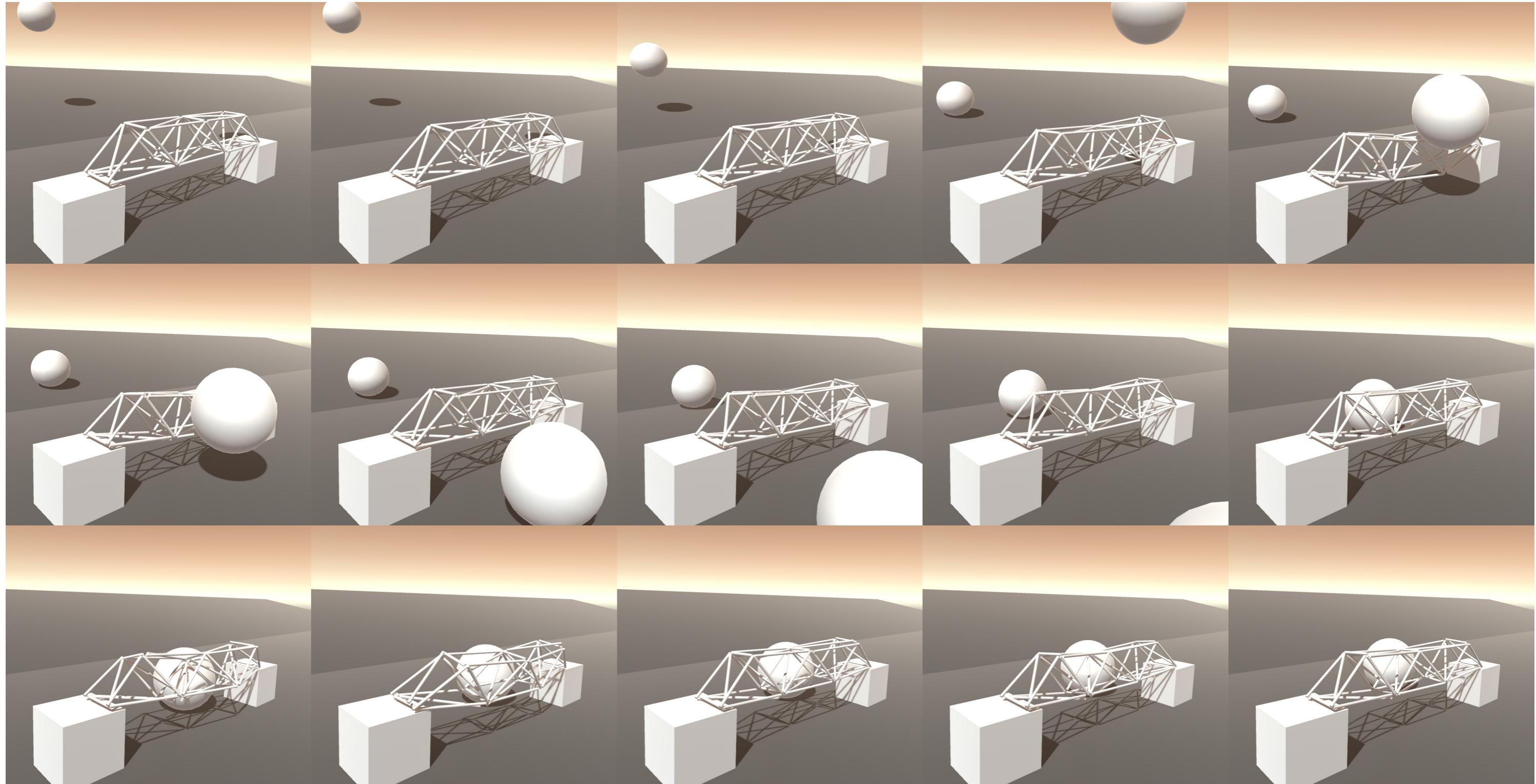
Rhino3D & Grasshopper



### III - PROJET

#### D - Système de construction

Quels types de simulations intégrer ?  
(Ensoleillement, mécanique, acoustique, thermique...)



### **III - PROJET**

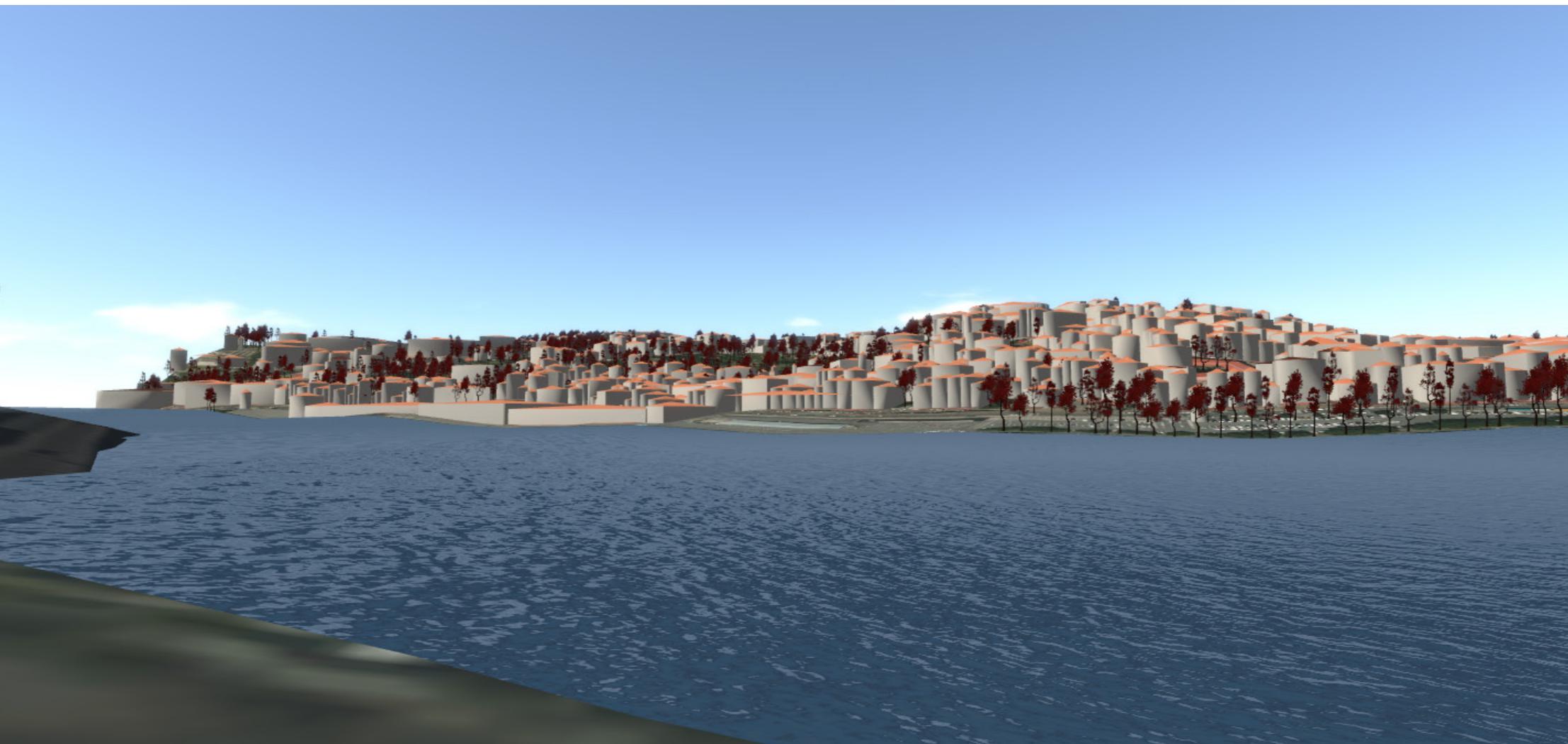
E - *Projet Architectural*

DEMONSTRATEUR DU PROJET :  
Choix d'un site et d'une application architecturale pour  
mise en situation du logiciel de conception.

### **III - PROJET**

#### *E - Projet Architectural*

Ville de Porto, Portugal, comme site retenu pour sa topographie, sa géographie variée et son franchissement au dessus du Douro.

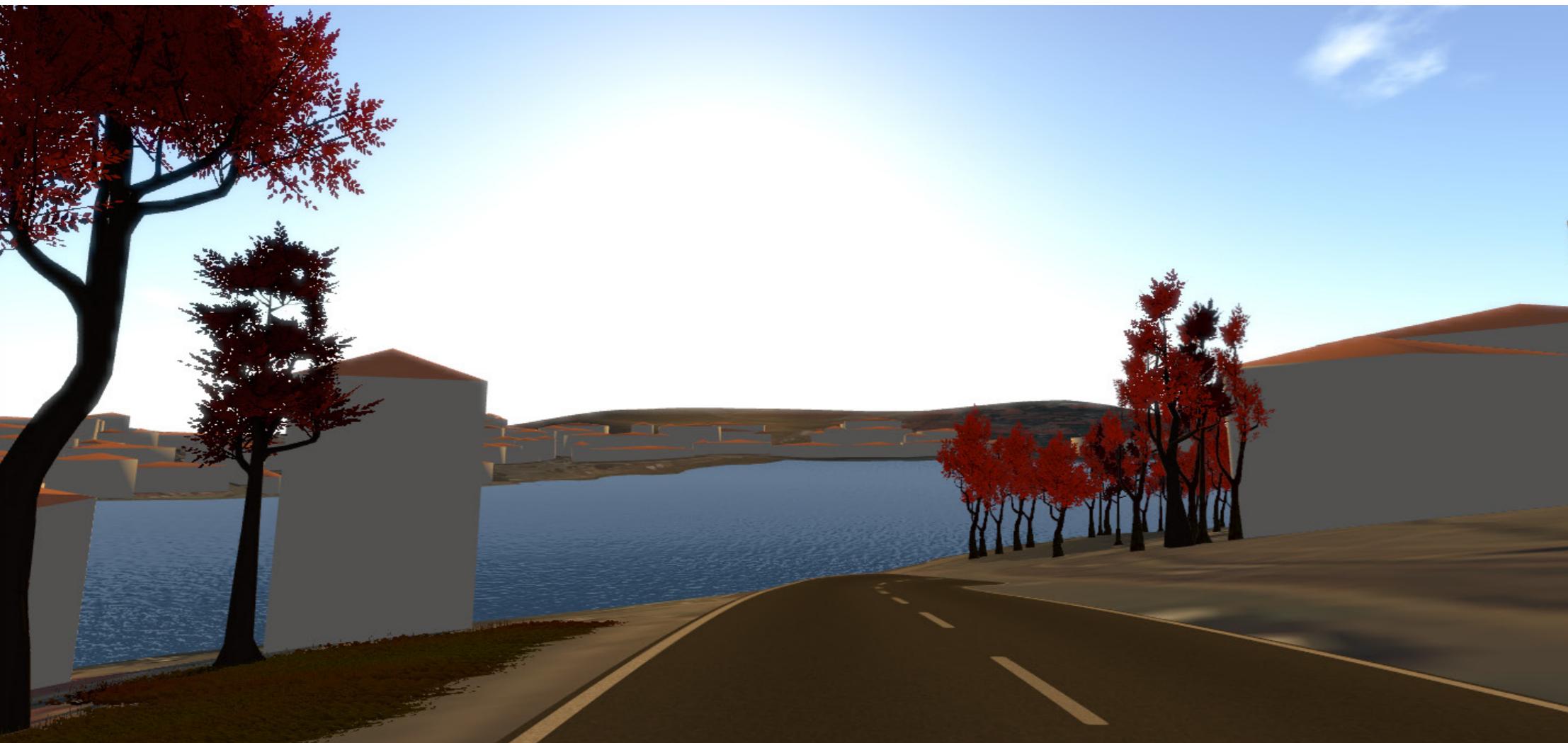


Capture d'écran de la rive Nord de Porto

### III - PROJET

#### E - Projet Architectural

Conception d'un ouvrage public propice à la dimension collaborative du logiciel. Choix d'une station de gare de téléphérique urbain, traversant le Douro.

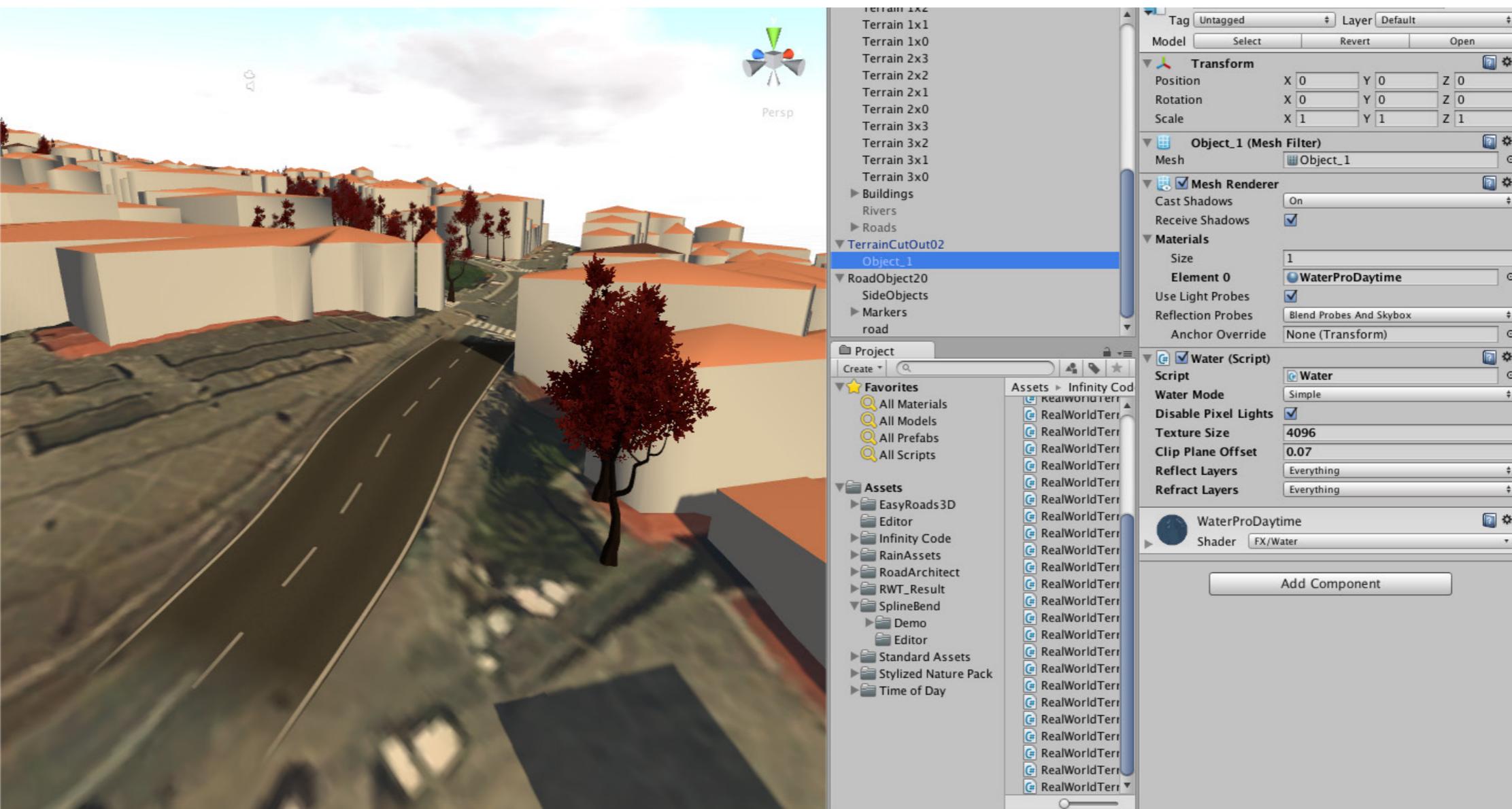


Capture d'écran depuis la rive Nord de Porto

### III - PROJET

#### E - Projet Architectural

Acquisition et modélisation automatisées à partir de données géographiques et cartographiques pour accentuer l'immersion

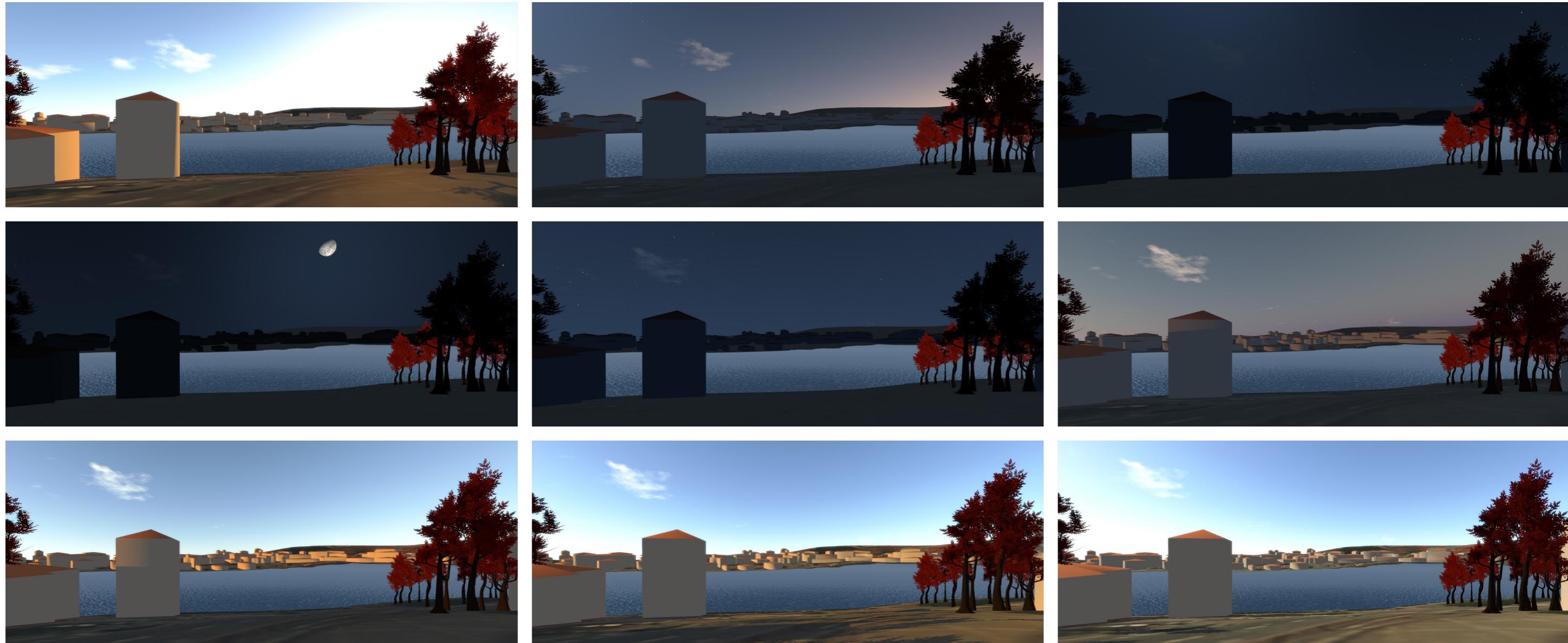


Capture d'écran de la modélisation dans Unity3D à partir de données OpenStreetMap

### III - PROJET

#### E - Projet Architectural

Gestion du temps dans la simulation (heure, jour, mois, année), en différé, accéléré ou progression temps réel

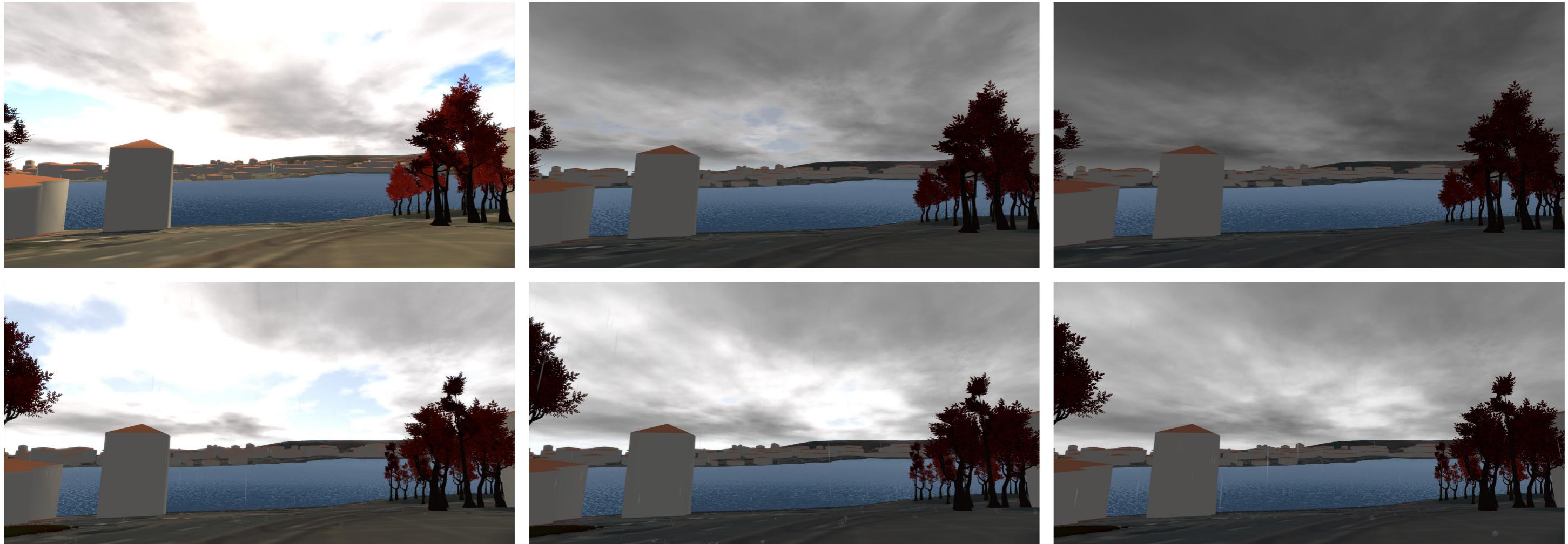


Captures d'écran de la simulation du temps

### III - PROJET

#### E - Projet Architectural

Gestion de la météo (clair, nuageux, pluvieux, brumeux), également en différé, accéléré ou progression temps réel



Captures d'écran de la simulation météorologique

## IV - CONCLUSION

### ETAT ACTUEL :

- Cœur du système constructif (Nœuds, Barres, Faces)
- Contraintes de construction (Accrochages, Distances)
- Affichage des Textures & Matériaux
- Collaboration multi-utilisateurs
- Import/Export & Intéropérabilité
- Modélisation du site d'application (Porto)
- Simulation du Temps & Météo

## IV - CONCLUSION

### DEVELOPPEMENT :

- Eléments pré-fabriqués dy système constructif (Murs, Escaliers)
- Simulation physique (Statique, Dynamique)
- Ajout de Textures & Matériaux
- Ajout de fonctions d'Import/Export & Intéropérabilité
- Intégration du site (Porto)

## IV - CONCLUSION

*“Forget drugs, abuse Virtual Reality.”*