

SYNAPSE : RAPPORT DE PROJET

Groupe Synapse

Mehdi Alaoui

Timaël Andrié

Mathéo Ernesto Chacon

André William Cadet

Jeremias Kuehne

Introduction

C'est le 2 octobre 2021 que le studio LevelHead sort *Turing Complete* – un jeu de puzzle basé sur les portes logiques. Succès immédiat, le jeu est la parfaite illustration d'un jeu à visée pédagogique qui fonctionne : le jeu est plaisant à jouer et la transmission de savoir est efficace. Mais malgré son succès, *Turing Complete* a un côté austère qui le rend difficilement accessible. Nous avons donc décidé de nous inspirer fortement de *Turing Complete* pour tenter de proposer une expérience plus adaptée aux plus jeunes. En effet, les portes logiques ayant une place centrale en informatique (Sanchez, 2012, p. 17), il nous semblait pertinent de produire un jeu visant à enseigner leur fonctionnement aux enfants.

Notre équipe est composée de quatre étudiants de l'EPFL ; Mehdi Alaoui, Timaël Andrié, Mathéo E. Chacon, et André W. Cadet, tous les quatre en Bachelor en informatique, ainsi que d'un·e étudiant·e de l'Unil, Jeremias Kuehne, en Master en informatique pour les sciences humaines. Tous les membres de l'équipe ont à la fois de l'expérience dans la programmation et dans le développement de jeux.

Le principal point fort de ce travail est qu'il permet de rendre accessible une partie des connaissances transmises par *Turing Complete* à une population qui ne pourrait y avoir accès autrement, à savoir les enfants.

Concept de game design

Synapse est un jeu qui présente deux facettes. La première est celle, évoquée plus haut, qui est inspirée de *Turing Complete* (LevelHead, 2021). Il s'agit de la partie *puzzle* du jeu. On y sélectionne des portes logiques à poser sur une grille et à relier entre elles afin d'obtenir l'output demandé pour une série d'input donné. Le tout est très simple, et c'est ici le feedback qui est au cœur du plaisir de jouer. En effet, tenter de valider un niveau déclenche une petite animation de test qui vérifie que chaque input donné produise le bon output. Cette succession de tests est représentée de manière graphique, ce qui vise à donner un sentiment de satisfaction à la personne qui joue.

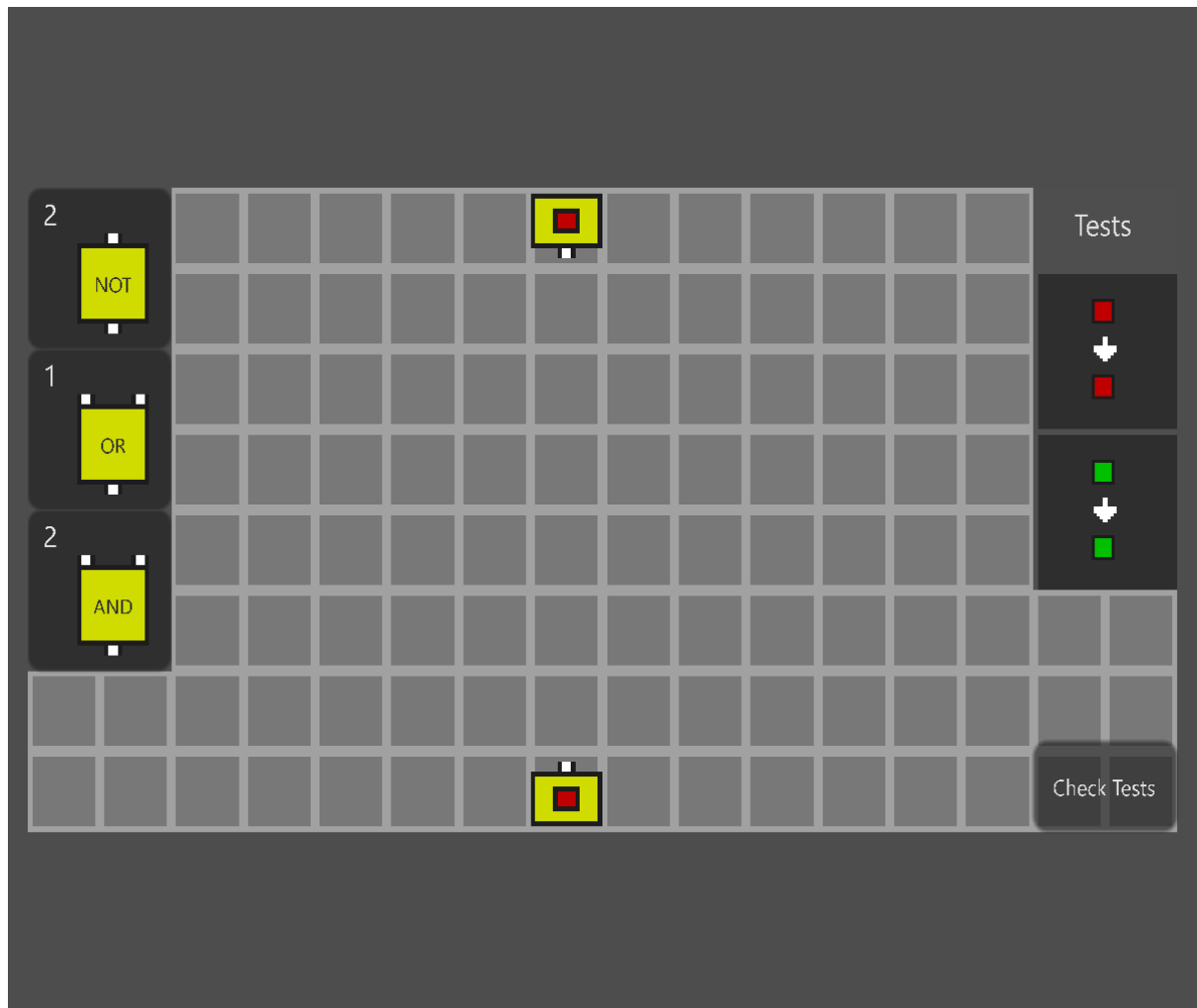


Figure 1. Un puzzle dans *Synapse*.

Il existe un puzzle par porte logique (NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR). Ces puzzles sont répartis dans un arbre qui structure la progression de la difficulté en ne rendant certains puzzles accessibles qu'après en avoir réussi d'autres.

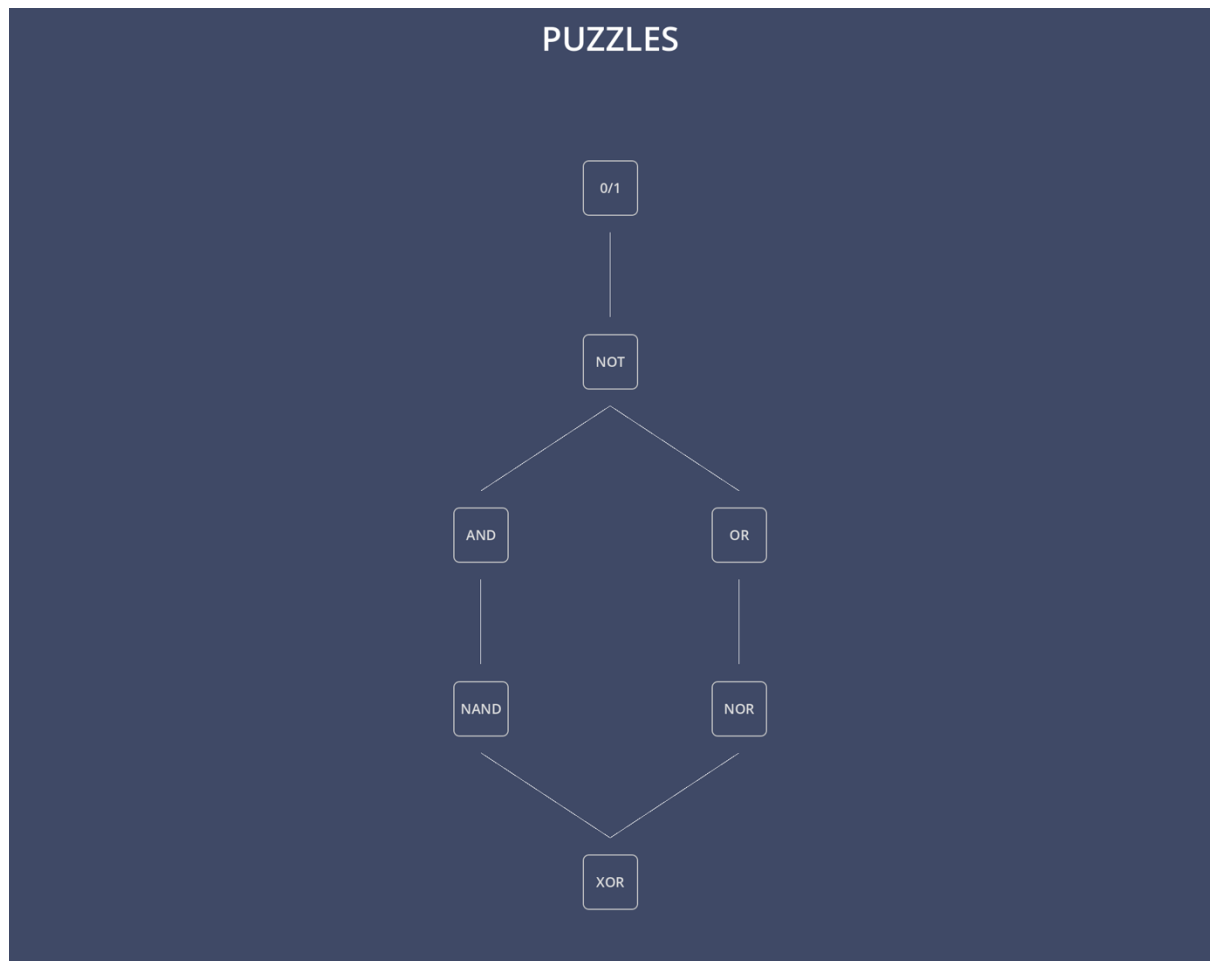


Figure 2. L'arbre des puzzles dans *Synapse*.

L'autre facette du jeu est la partie *incrémentale*. Très inspirée de jeux tels que *Satisfactory* (Coffee Stains, 2024), ou *Factorio* (Wube Software LTD., 2020), cette partie a pour objectif d'être la source de motivation principale pour les personnes jouant au jeu. On y contrôle un personnage dans un environnement en deux dimensions avec vue du dessus. Le design de cette partie est minimaliste ; il n'existe qu'une seule ressource – l'argent – et cette ressource ne peut être récoltée que d'une manière – au moyen de robots. Les robots récoltent l'argent sur des gisements répartis dans l'espace de jeu. La seule fonction de cette ressource est d'être dépensée dans un hub central contre des robots supplémentaires ou des améliorations pour ces robots. Les améliorations demandent en outre de réussir l'un des puzzle mentionnés plus hauts, faisant le lien entre les deux facettes du jeu. La première version des robots demande d'être déposée sur les gisement manuellement et d'être vidée régulièrement afin de récupérer les ressources. La première amélioration des robots leur confère la capacité à naviguer automatiquement entre le gisement (pour récolter des

ressources) et le hub (pour déposer des ressources). Les améliorations suivantes augmentent la vitesse de déplacement, la capacité du réservoir, et la vitesse de récolte.

Dans les faits, si la partie puzzle du jeu est jouable, la partie incrémentale est manquante. Certaines des fonctionnalités ont été développées, mais il ne s'agit que d'une fraction de celles qui sont décrites plus haut.

En nous basant sur le travail de Zubek, on peut décrire notre design comme tenant à la fois du *top-down design* et du *bottom-up design* (Zubek, 2020, pp. 6-7). Tout part de la vision de Mehdi Alaoui, à laquelle Timaël Andrié, André W. Cadet et Jeremias Kuehne sont venu ajouter des éléments au fil du processus de design. Nous avons donc pensé notre jeu comme un ensemble de divers éléments de jeux interagissant ensemble pour produire une expérience globale complexe. C'est de cette manière qu'a été designée l'interaction entre la partie incrémentale du jeu et sa partie puzzle par-exemple. En ce sens donc, notre design est *top-down*. D'un autre côté, il est également *bottom-up*, car nous avons très vite adopté *Turing Complete* comme une référence centrale pour notre projet. Nous avons donc une expérience très précise en tête en ce qui concerne les puzzle, expérience que nous avons cherché à reproduire dans notre prototype, et sur laquelle nous construirions par la suite si nous devons développer un jeu complet à partir de ce prototype.

Gestion de projet et répartition des tâches

La répartition des tâches s'est principalement faite selon les compétences des membres de l'équipe. Les intérêts propre des membre de l'équipe ont également joué un rôle.

<u>NOM</u>	<u>COMPÉTENCES & INTÉRÊTS</u>	<u>TÂCHES</u>
Mehdi Alaoui	<ul style="list-style-type: none"> • Idée de pitch préexistante • Expérience préalable en développement de jeu • Maîtrise de la programmation 	<ul style="list-style-type: none"> • Pitch initial (terminé) • Développement - Hub central (En cours, pas implémenté)

		<ul style="list-style-type: none"> • Développement – Environnement (Pas commencé) • Graphismes - Hub central (Pas commencé) • Graphismes – Environnement (Pas commencé) • Sons - Hub central (Pas commencé) • Sons – Environnement (Pas commencé) • UI – Hub central (Tâche effectuée en plus des tâches de base)
Timaël Andrié	<ul style="list-style-type: none"> • Intérêt pour le game design • Expérience préalable en développement de jeu • Maîtrise de la programmation 	<ul style="list-style-type: none"> • Game Design (Terminé) • Développement - Personnage joueur (En cours, pas implémenté) • Graphismes – Personnage joueur (En cours, pas implémenté) • Sons - Personnage joueur (Pas commencé)

Mathéo E. Chacon	<ul style="list-style-type: none"> • Maîtrise de la programmation • Expérience préalable en développement de jeu 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement – Robots (En cours, pas implémenté) • Graphismes – Robots (En cours, pas implémenté) • Sons – Robots (Pas commencé)
André W. Cadet	<ul style="list-style-type: none"> • Intérêt pour le game design • Maîtrise de la programmation • Expérience préalable en développement de jeu 	<ul style="list-style-type: none"> • Game Design (Terminé) • Développement – Puzzles (Terminé) • Graphismes – Puzzles (Terminé) • Sons – Puzzles (Pas commencé) • UI – Puzzles (Tâche effectuée en plus des tâches de base)
Jeremias Kuehne	<ul style="list-style-type: none"> • Compétences en game design • Compétences en programmation • Compétences en rédaction • Expérience préalable avec Godot 	<ul style="list-style-type: none"> • Game Design (Terminé) • Développement – UI (En cours, partiellement implémenté) • Graphismes – UI (En cours, partiellement implémenté)

- Sons – UI
(En cours, partiellement implémenté)
- Rédaction - Game design document
(Terminé)
- Rédaction - Rapport final
(Terminé)

Ce projet a présenté de nombreux défis, notamment en termes de production. L'absence d'un rôle de producteur s'est fait cruellement sentir au fil du semestre. Chaque membre de l'équipe s'est vu attribué un élément du jeu à développer dans son ensemble. Cela a contribué à renforcer un manque de communication déjà présent dès le début du projet ; les membres de l'équipe n'ayant pas besoin des autres pour développer leur partie propre, toute l'équipe a eu tendance à s'isoler plutôt qu'à travailler ensemble. De plus, le fait d'attribuer à chaque personne un éléments entier plutôt qu'une liste de tâches a participé à un manque de clarté global. Il était difficile de savoir sur quoi travaillait chaque membre de l'équipe à un instant donné. Enfin, l'absence d'une timeline claire a également contribué à rendre difficile la coordination du travail sur ce projet.

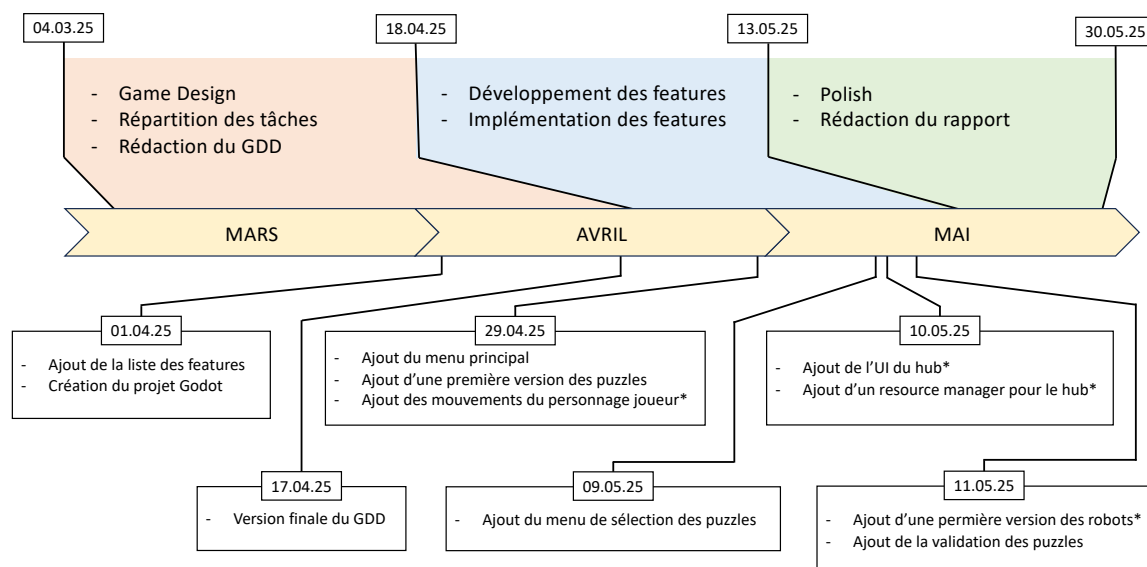


Figure 3. Timeline du projet. En haut : timeline prévue. En bas : timeline effective.

Concept de gamification

Comme tout concept de sciences humaines, le concept de gamification possède de nombreuses définitions parfois contradictoires. Dans son article *L'extension du jeu : la ludification*, Maude Bonenfant résume ces différentes définitions en 5 points centraux : « D'abord, il faut qu'il y ait 1) des éléments propres aux jeux, 2) qui doivent être utilisés dans des contextes extérieurs au jeu afin 3) d'augmenter l'engagement (la motivation, la participation, etc.) et améliorer l'expérience de l'utilisateur (plus plaisant, agréable, etc.) 4) dans le but d'avoir des effets sur son comportement 5) pour la réalisation de tâches (dans un sens très large). » (Bonenfant, 2023). Si *Synapse* propose bien des éléments propres aux jeux (1) dans le but d'augmenter l'engagement (3) afin de pousser les enfants à se confronter à des puzzles (4) dans le but d'acquérir des compétences liées aux portes logiques (5), cela ne se fait pas dans un contexte extérieur au jeu (2). En réalité, plutôt que d'importer dans un contexte non-ludique des éléments de jeu, nous importons dans un contexte ludique des éléments extérieurs au jeu (à savoir l'apprentissage des portes logiques)¹. Malgré ce décalage sémantique, la littérature portant sur la gamification permet une analyse pertinente du game design de *Synapse*. Dans *A RECIPE for Meaningful Gamification* (Nicholson, 2015), Nicholson propose une analyse de la motivation en reprenant la distinction entre motivation intrinsèque et motivation extrinsèque décrite par Deci et Ryan (Deci, Ryan, 2004). La motivation intrinsèque y est décrite comme étant la motivation qu'a une personne accomplissant une tâche à effectuer cette tâche de manière inhérente, là où la motivation extrinsèque est la motivation résultante de récompenses externes à la tâche. En s'appuyant sur les travaux de Deci et Ryan, Nicholson rappelle que, si la motivation extrinsèque est efficace lorsqu'il s'agit de pousser une personne à effectuer une tâche, elle peut causer un désintérêt pour celle-ci : « Si des récompenses sont utilisées pour encourager un comportement qu'une personne a déjà une certaine motivation intrinsèque à adopter, et que ces récompenses sont supprimées ou ne sont plus considérées comme ayant une certaine valeur, le sujet sera moins enclin à adopter le comportement que lorsqu'il l'a commencé. » (Nicholson, 2015, p.3, notre traduction). Les récompenses de ce type sont donc une épée à double tranchant ; d'une part elles permettent d'attirer le public cible vers un

¹ Cette affirmation est elle-même discutable. En effet, le jeu et l'apprentissage sont deux activités intimement liées chez l'être humain, et on pourrait donc considérer que tout apprentissage est en partie ludique (à ce sujet, voir Samuelsson et Johansson, 2006). Cette question dépasse cependant le cadre de ce travail.

comportement désiré, mais d'autre part elles risquent d'avoir un effet repoussoir lorsque la valeur de ces récompenses diminue aux yeux du public cible. Le design de *Synapse* se base sur ce constat pour essayer de produire un “entonnoir” de récompenses afin de guider les enfants vers l'apprentissage du fonctionnement des portes logiques. Ainsi, en partant de motivations complètement externes à l'apprentissage, on cherche à atteindre une forme de motivation intrinsèque. Tout commence avec l'acquisition de ressources qui mène à l'augmentation du nombre affiché à l'écran. À partir de là, l'enfant va devoir acquérir plus de robots et les améliorer. L'augmentation du nombre de robots affichés à l'écran, et leur vitesse de travail plus rapide représente une récompense en soi. L'enfant est contraint à résoudre des puzzle pour obtenir ces deux récompenses. Or, ces puzzles contiennent eux-mêmes une forme de récompense directe sous la forme de l'animation de validation des puzzles réussis, qui montrent visuellement que le puzzle est résolu.

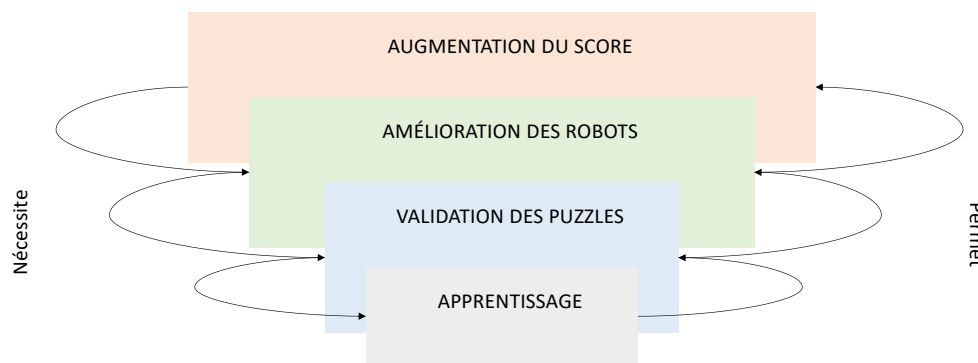


Figure 4. Structure en entonnoir des récompenses.

Chaque étape vise ainsi à rediriger l'attention de l'enfant vers une récompense plus “petite” mais plus proche de l'apprentissage, jusqu'à atteindre ce dernier. Ainsi, l'augmentation du score n'est donc pas la résultante directe de la réalisation des puzzles, ce qui devrait en théorie permettre d'atténuer son effet néfaste en tant que motivation extrinsèque. Bien-sûr, il faudrait confronter cette décision de design à des playtests et vérifier que l'effet recherché se produit bel-et-bien. Et c'est là qu'une des limites du projet se fait ressentir : le prototype présenté lors de la séance de playtests se limite à la partie puzzle du jeu. Nous avons donc pu vérifier l'efficacité de cette dernière lorsqu'il s'agit d'apprendre le fonctionnement des portes logiques à une population déjà intéressée, mais n'avons pas pu vérifier l'efficacité de notre design en entonnoir.

En ce qui concerne la caméra, chacune des deux parties du jeu adopte un mode de visualisation différent. Selim Krichane, dans son livre *La Caméra Imaginaire* (Krichane,

2018), propose une typologie des différents modes de visualisation existant dans le jeu vidéo. En se basant sur cette typologie, nous pouvons décrire la partie incrémentale du jeu comme ayant une caméra *aérienne à translation bidimensionnelle avec activation synchrone*. Elle est *aérienne* car elle représente l'action du jeu depuis un point de vue surélevé, au-dessus de cette dernière. Elle est *à translation bidimensionnelle* car la caméra peut se déplacer selon deux axes (gauche – droite et haut – bas). Enfin, elle a une *activation synchrone* car le déplacement de la caméra est synchronisé avec le déplacement du personnage joueur. Ce choix de point de vue a pour objectif de permettre une identification au personnage joueur. Ainsi, l'enfant est poussé à explorer le monde via un avatar. Cela conduit à une mise à distance de l'action qui renforce l'aspect hyperbolique et absurde du côté exponentiel de la croissance propre aux jeux incrémentaux. Ceci est encore renforcé par des graphismes décrit par Krichane comme du *cartoonisme*, c'est-à-dire une représentation stylisée des éléments du jeu. À l'inverse, la caméra de la partie puzzle donne sur un plan fixe et remplace le *cartoonisme* par de *l'abstraction symbolique*. L'action n'est donc plus effectuée par un personnage, mais par l'enfant directement. L'*abstraction symbolique*, quant à elle, permet de représenter les éléments de jeu par des formes abstraites, permettant de concentrer l'attention de l'enfant sur le fonctionnement du *système* de jeu plutôt que sur l'apparence des divers *éléments* de jeux.

Conclusion

En conclusion, *Synapse* est un projet visant à proposer aux enfants un moyen d'apprendre le fonctionnement des portes logiques. Le prototype produit semble être efficace pour enseigner le fonctionnement des portes logiques à une population adulte avec un intérêt préalable pour ce sujet, mais son efficacité face à la population cible reste incertain. Le principal succès de *Synapse* réside dans les apprentissages qui ont été effectués par les membres de l'équipe en travaillant sur ce projet. L'aspect compartimenté de la production, menant chaque membre de l'équipe à travailler de manière autonome et isolée, est à la fois l'une des causes majeure des principaux problèmes ayant émergés lors du projet, mais également ce qui a permis d'avoir un prototype fonctionnel au terme du projet.

Bibliographie

- Bonenfant, Maude, 'L'extension du jeu : la ludification', in *Introduction aux théories des jeux vidéo*, ed. by Sébastien Genvo and Thibault Philippette (Presses universitaires de Liège, 2023), pp. 75–84, doi:[10.4000/books.pulg.26189](https://doi.org/10.4000/books.pulg.26189)
- Deci, Edward L., and Richard M. Ryan, eds., *Handbook of Self-Determination Research*, Softcover edition (University of Rochester Press, 2004)
- Krichane, Selim, *La Caméra Imaginaire* (Georg Editeur, 2018), doi:[10.32551/GEORG.11118](https://doi.org/10.32551/GEORG.11118)
- Nicholson, Scott, 'A RECIPE for Meaningful Gamification', in *Gamification in Education and Business*, ed. by Torsten Reiners and Lincoln C. Wood (Springer International Publishing, 2015), pp. 1–20, doi:[10.1007/978-3-319-10208-5_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5_1)
- Pramling Samuelsson, Ingrid, and Eva Johansson, 'Play and Learning—Inseparable Dimensions in Preschool Practice', *Early Child Development and Care*, 176.1 (2006), pp. 47–65, doi:[10.1080/0300443042000302654](https://doi.org/10.1080/0300443042000302654)
- Sanchez, Julio, *Embedded Systems Circuits and Programming*, 1st ed (Taylor & Francis Group, 2012)
- Zubek, Robert, *Elements of Game Design* (The MIT Press, 2020)

Ludographie

- Coffee Stain Studios, 'Satisfactory' (Coffee Stain Publishing, 10 September 2024) <<https://www.satisfactorygame.com/>>
- LevelHead, 'Turing Complete' (LevelHead, 2 October 2021) <<https://turingcomplete.game/>>
- Wube Software LTD., 'Factorio' (Wube Software LTD., 14 August 2020) <<https://www.factorio.com/>>