



curiosité

Epistémologie



De nouvelles formes de médiations scientifiques semblent s'orienter vers les dispositifs interactifs. Acteur de son propre savoir, l'utilisateur est davantage concerné par le contenu qu'il manipule. En utilisant les systèmes interactifs, comme les jeux vidéo, la science peut alors s'expérimenter. Au delà d'une transmission de savoir, l'utilisateur peut éprouver la pratique scientifique par l'action et la recherche. C'est grâce aux jeux vidéo que l'on peut concevoir des mécanismes menant à la curiosité. En effet, cette dernière permet de faire naître chez le joueur des questionnements auxquels il va tenter de répondre par l'expérimentation, à la manière d'un scientifique.



Design pour la curiosité épistémique

Larcher Priscilla - 2020

Larcher Priscilla - 2020

▶ Design

pour la



Curiosité Epistémique



Le jeu vidéo comme expérience de la posture du scientifique



► Design pour la curiosité épistémique

Le jeu vidéo comme expérience de la posture du scientifique



Mémoire de recherche professionnel présenté par Priscilla Larcher sous la direction de Valentine Reynaud et Jean-Baptiste Joatthon



Diplôme Supérieur d'Arts Appliqués en Design Interactif - Pôle supérieur de design Léonard de Vinci, Villefontaine.





Comment faire émerger l'attitude de curiosité du scientifique grâce au jeu vidéo ?

11Préface

13.....Introduction

20.....1 - Concilier science et jeu vidéo

20..... A - Un rapprochement qui semble étonnant

20La science et du jeu vidéo, en opposition?

22Médiation scientifique, un lien possible

26..... B - Le Serious Game, un premier pas

26Définition du serious game

26Jeux éducatifs et la science

28Détourner des jeux existants avec du contenu scientifique

30S'assurer que le contenu persiste

38Critique du serious game

39..... C - Vers une posture scientifique et épistémique

39Définition de la science

40Être un scientifique : se poser des questions et essayer d'y répondre

41La posture épistémique au sein d'un programme éducatif

48.....2 - La Curiosité, moteur de la posture épistémique

48..... A - Des curiosités : des postures engagées vers la connaissance

49Définition de la curiosité

514 types de curiosités

56..... B - Etude de cas : The witness

56Analyse des 20 premières minutes du jeu

62un effort cognitif pour chaque curiosité

70.....3 - Désigner la curiosité épistémique

70..... A - Accrocher l'utilisateur - curiosité perceptive

70Mettre l'emphase sur les contradictions

72Mettre l'emphase sur les bizarreries

74Mettre des call to actions(appel à l'action)

75..... B - Maintenir l'utilisateur - Curiosité spécifique et épistémique

75Effort cognitif progressif : curiosité spécifique

76Suivre ses propres pistes : curiosité épistémique

81..... C - Aérer l'utilisateur - curiosité de diversion

82..... D - Intention de transmission

82Atelier de création : pitch de jeu vidéo sur la physique des particules.

84La rhétorique procédurale : le message transmis par le système

91.....Conclusion

94.....Annexes

94..... Annexe 1 : Réponses de scientifiques au questionnaire d'enquête portant sur la subjectivité dans l'activité de recherche.

96..... Annexe 2 : Retour d'expérience de l'expérimentation illustrant les 4 types de curiosités.

98..... Annexe 3 : Atelier d'idéation - pitch de jeu sur la physique des particules

100Ressources

100..... Bibliographie

102..... Articles

104..... Webographie

106..... Ludographie

109.....Remerciements

► Préface

En participant à la Scientific Game Jam en Mars 2019 organisée par le Grenoble Game Lab, j'ai eu l'occasion de faire un prototype de jeu vidéo en 48h ayant comme thématique la thèse d'un chercheur. Notre équipe a remporté le premier prix. Suite à la présentation de ce prototype au forum des NIMS (Nouvelles initiative en Médiation Scientifique), j'ai eu l'opportunité de faire une alternance dans la Chaire Science et Jeu vidéo à l'école Polytechnique. Au regard de ces trois expériences, j'ai souhaité poursuivre mes réflexions par le biais de ce mémoire pour approfondir les relations qu'entretiennent science et jeu vidéo.

► Introduction

En tant que citoyen, être au courant des avancées scientifiques semble être profitable pour pouvoir prendre des décisions en temps qu'individu informé et être conscient des enjeux de notre société actuelle. La science est désignée comme étant l'ensemble des connaissances sur un domaine précis recueillies à partir de méthodes. Ces dernières donnent des clés aux individus pour qu'ils puissent construire leur manière de concevoir le monde. C'est pourquoi, la médiation scientifique tente de faire des ponts entre la science et le grand public pour éveiller une conscience scientifiques chez les individus. L'émergence récente de l'interactivité dans cet éveil joue un rôle important dans la médiation scientifique. En effet, nous pouvons constater une démultiplication des dispositifs interactifs dans les musées. Par exemple, la Cité des Sciences à Paris, la Cité de l'Océanographie à Biarritz ou encore L'Exploradôme à Vitry-sur-Seine, sont des musées qui contiennent systématiquement des mises en scène à la fois numériques mais aussi électromécaniques. Passant de visiteur à utilisateur, le public devient acteur de son propre apprentissage. Le jeu vidéo, de plus en plus présent dans notre quotidien, apparaît récemment comme nouveau support pour la médiation scientifique. En effet, il est

sujet à un engouement très fort car il est déjà très présent au sein de la population française : 51% des français y jouent régulièrement (1 à 2 fois par semaine)¹. Les jeux vidéos qui contiennent du contenu scientifique peuvent appartenir aux “*Serious Games*”, ou jeux sérieux en français. Ce sont des catégories de jeu de tout type, qui ont des intentions autres que le seul divertissement, comme une intention pédagogique, publicitaire ou encore de sensibilisation. Faire la médiation de sciences en utilisant le jeu vidéo pourrait s’articuler autour d’intentions pédagogiques, c’est à dire que le jeu vidéo pourrait être utilisé pour faire apprendre à sa cible du contenu lié à un domaine scientifique. Cependant, la médiation scientifique ne s’inscrit pas uniquement dans un contexte scolaire : une de ses missions consiste à trouver des moyens de captiver l’intérêt et de rendre curieux la cible qu’elle vise. Sur le site internet du réseau professionnel des cultures scientifique, technique et industrielle, les mots suivants confirme cette volonté :

“Ses différents acteurs (...) veulent éveiller, par la joie et le plaisir, la curiosité envers les sciences et les techniques.”²”

¹ Syndicat des Éditeurs de Logiciels de Loisirs (SELL), *Bilan du marché français du jeu vidéo pour l’année 2018*, Julie Chalmette, 2019, p.33.

² Association des musées et centres pour le développement de la culture scientifique, technique et industrielle, site internet de l’AM-CSTI, <https://www.amcsti.fr/fr/a-propos-amcsti/>, rubrique Culture Scientifique, 2020.

Alors comment échapper au risque de réduire le jeu vidéo scientifique à un nouveau support descendant du savoir ? Le jeu vidéo contient une richesse de mécaniques qui ne cessent d’évoluer. Certaines d’entre elles offrent la possibilité au joueur de s’investir avec curiosité dans une démarche de déduction. Les joueurs construisent leurs propres questionnements et se donnent les moyens d’y répondre. C’est pourquoi, dans ce mémoire, je souhaite explorer la capacité du jeu vidéo à proposer une expérience épistémique singulière.

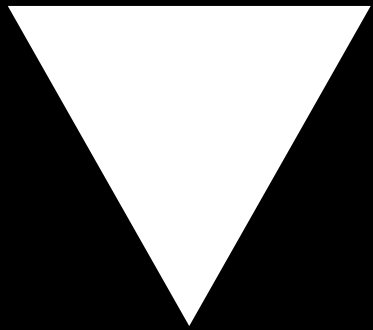
Autrement dit,

Comment faire émerger l’attitude de curiosité du scientifique grâce au jeu vidéo ?

D’abord, je tenterai de comprendre les rapports qu’entretiennent actuellement science et jeu vidéo. Ensuite, je questionnerai les *serious games* à caractère scientifique, puis je définirai la posture scientifique en m’appuyant sur une définition de la pratique épistémique du scientifique. Ensuite nous nous appuyerons sur la curiosité comme engagement vers la posture épistémique : c’est à dire le point commun entre le jeu vidéo et la pratique scientifique. Nous proposerons dans une dernière partie des pistes de mécaniques de jeu qui suscitent la curiosité de l’utilisateur afin de provoquer une attitude épistémique.



Conseiller scientifique
du vidéo



1 -

**Conscilier science
et jeu vidéo**



1 - Concilier science et jeu vidéo

A - Un rapprochement qui semble étonnant

Science et jeu vidéo, en opposition ?

Faire un rapprochement entre science et jeu vidéo peut sembler étonnant. L'un est rigueur, l'autre est loisir. Repousser les limites de la connaissance au service du progrès et de l'humanité est une activité rigoureuse, complexe et responsabilisante. Tandis que la pratique du jeu vidéo est ludique, c'est à dire de l'amusement pour lui même.

En effet, ce dernier est associé au divertissement. Le jeu vidéo est un dispositif interactif qui est automatisé grâce à un ordinateur. En fonction de nos actions, la machine renvoie des informations par un dispositif "vidéo". De manière générale, le jeu est autotélique, c'est à dire qu'il n'a pas d'autre but que lui même : les personnes jouent pour jouer. Historiquement, le jeu vidéo est né dans des laboratoires. *Tennis for Two* (fig. 1) est considéré comme étant le tout premier jeu. Conçu en 1958 par William Higinbotham et développé par Robert Dvora, Il servait de démonstrateur technologique pour les portes ouvertes du

laboratoire universitaire de Brookhaven. Ce qui a propulsé le jeu vidéo hors des laboratoires, c'est l'apparition des bornes d'arcades. Positionnées à des endroits stratégiques d'affluence comme les hypermarchés ou les bars, le jeu vidéo revêt ainsi l'image d'un bien nous permettant de consommer du divertissement. Intégré dans les foyers grâce aux consoles de jeu-vidéo, il devient alors monnaie courante et est davantage considéré comme étant réservés aux enfants. Aujourd'hui les jeux vidéo sont présents jusque



Figure 1,
photographie de
Tennis For Two.

L'activité scientifique quant à elle consiste à étudier un "objet" grâce à une méthode stricte et à en tirer des vérités sur le monde, c'est à dire des connaissances objectives et universelles³.

Faire de la science semble nécessiter de la rigueur et un fort investissement intellectuel.

La science est jugée utile au regard de la société car le progrès de nombreux domaines (médecine, énergie, astronomie, etc) s'appuient principalement sur ses découvertes.

La science et les jeux vidéo semblent s'opposer. Or, depuis peu, l'association entre science et jeu vidéo semble pouvoir s'effectuer dans la médiation scientifique.

Médiation scientifique, un lien possible

La médiation scientifique est une activité qui consiste à créer un lien entre la science et le public en ayant pour objectif d'offrir à la population une culture dite scientifique qui les concerne en temps que citoyen. Le mot médiation provient du mot *medium* qui signifie le milieu : le médiateur est celui qui fait l'entremise entre une personne et une autre. Ici, le médiateur scientifique fait le lien entre les productions scientifiques et un public. Il existe plusieurs formes de médiations scientifiques, la

plus connue étant la visite guidée : le médiateur scientifique utilise le lieu comme support pour partager des connaissances en s'adaptant au public visé.

Récemment, les dispositifs interactifs proposent au public des expériences autonomes et engageantes. En effet, l'interaction propose à l'utilisateur d'être acteur de sa propre connaissance, le spectateur devenu utilisateur prend part au dispositif pour apprendre et comprendre. Par exemple, la scénographe Clémence Farelle engage ces mécanismes pour transmettre du contenu comme nous le démontre la conception du Musée Océanographique de Monaco (fig. 2). Tout d'abord, elle choisit de mettre en évidence des objets scientifiques en exposition, pour conserver une certaine forme de tradition appelé le "soclage" dans la culture muséographique. Cependant, pour que les visiteurs s'approprient les objets, elle décide d'hybrider ce type d'exposition avec une série de table de manipulations (fig 3). Elle propose au visiteur de mimer le geste des instruments scientifiques pour déclencher un dispositif audiovisuel, apportant ainsi du contenu. Par exemple, pour expliquer comment fonctionne un sondeur, elle propose au visiteur de tourner une manivelle qui va déclencher une vidéo via un dispositif électromécanique.

C'est pourquoi, en proposant d'associer un geste à du contenu, les utilisateurs seront davantage attentifs quand aux informations qui leurs seront présentées. Ce constat a été expérimenté par la pédagogue Maria Montessori :

“L'intellect de l'enfant ne travaille pas seul, mais, partout et toujours, en liaison intime avec son corps, et plus particulièrement avec son système nerveux et musculaire⁴.”

En effet, lorsque l'on mobilise notre corps dans l'action, nous sommes impliqués dans ce que nous faisons et donc nous sommes davantage conscient des notions que nous manipulons. L'interaction permet ainsi de capter l'attention de l'utilisateur, mais aussi de mobiliser ses gestes et de lui transmettre du contenu.

Puisque le propre du jeu vidéo est l'interaction, il serait un autre moyen de faire de la médiation scientifique. C'est en particulier avec les “*Serious Games*” que le jeu vidéo peut être utilisé pour diffuser et rendre accessible certains domaines scientifiques. Dans cette prochaine partie, nous tenterons de définir les qualités et les désavantages du *serious game* en tant que support de médiation scientifique.

⁴ STANDING E.M., *Maria Montessori à la découverte de l'enfant*, Paris, Desclée de Brouwer, 1972, p102



Figure 2, photographie du rez-de-chaussé du Musée Océanographique de Monaco.



Figures 3, photographie des tables de manipulations du Musée Océanographique de Monaco.

B - Le Serious Game, un premier pas

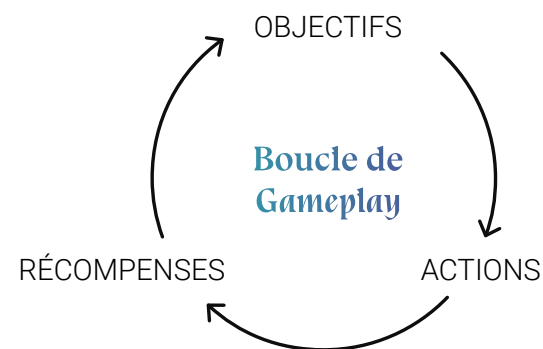
Définition du Serious Game

Le “*Serious Game*” est un dispositif qui prend la forme d’un jeu mais qui possède une utilité autre que le seul divertissement. Celui-ci s’applique à différents domaines comme le marketing en tant que publicité, dans une démarche de sensibilisation ou d’information, dans le domaine de la formation supérieure par le biais de la simulation, ou alors dans l’éducation scolaire, ayant pour but de faciliter l’apprentissage.

Jeux éducatifs et science

C’est dans cette dernière forme de *serious game*, les jeux éducatifs, que la science est majoritairement intégrée. La science, considérée ainsi comme un savoir que l’on additionne, est mobilisée dans un jeu pour être transmise. En effet, les *serious games* éducatifs ont pour démarche d’emprunter les mécaniques d’apprentissage que permettent les jeux vidéo pour des objectifs pédagogiques et didactiques. C’est-à-dire que les jeux vidéo facilitent l’apprentissage au travers d’un processus interactif impliquant l’apprenant. Ce processus, est en partie assuré par ce qui est appelé la boucle de “*gameplay*” (fig. 4). Ce mécanisme permet d’engager le joueur dans l’activité du jeu.

Dans un premier temps, le joueur doit identifier un objectif, ensuite il doit faire une action qui tend vers ce dernier et ainsi acquérir une récompense lorsque l’objectif est atteint. Une fois la tâche accomplie, le joueur sera relancé vers un autre objectif, et ainsi de suite.

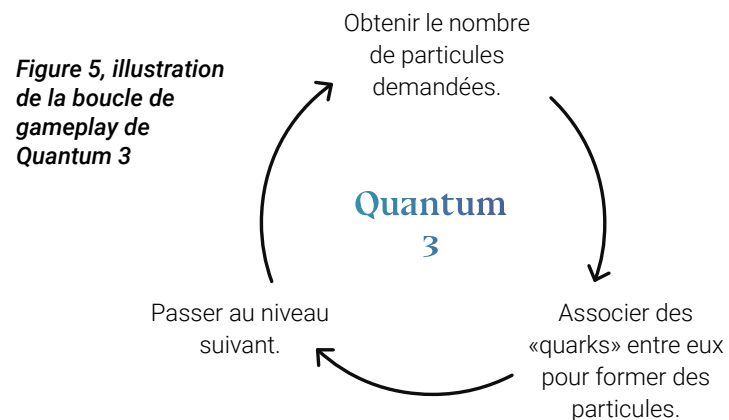


Figures 4, illustration de la boucle de gameplay.

C’est dans ce système que le joueur est davantage engagé dans une envie de continuer à progresser dans ces boucles. Dans cette prochaine partie, nous explorerons comment cette boucle de gameplay peut être sollicitée dans le but de transmettre un contenu scientifique.

Détourner des jeux existants avec du contenu scientifique

Pour transmettre un contenu scientifique, le jeu mobile *Quantum 3*⁵ développé par un GameLab au sein du Michigan State University en 2019, détourne les contenus d'un jeu existant pour y intégrer des notions de physique des particules. Il a pour objectif de faire apprendre au joueur les fondamentaux de la physique des particules en reprenant les bases du système de jeu "match-3 games" (le plus connue étant *Candy Crush*). Le but du jeu est de réaliser l'associations des éléments "u", "u" et "d" pour réaliser un certain nombre de combinaisons et ainsi gagner une partie (fig. 5).



⁵ Games for Entertainment and Learning Lab, *Quantum 3*, Michigan State University, 2019.

⁶ Studio King, *Candy Crush*, 2013.

On doit alors réaliser un certains nombres de ces associations pour tenter d'acquérir le nombre demandé de "particules" situées en bas de l'écran. Cependant, on peut se demander si un apprentissage par le jeu est assuré. En effet, pour atteindre les objectifs que formule le jeu, le joueur va répondre au jeu à travers la logique du système *match-3-game* sans forcément comprendre les signes qu'il manipule, ni même les apprendre.



Figure 6, capture d'écran des consignes du jeu Quantum 3.

Source : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gellab.quantum3&hl=fr>

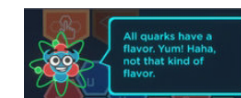


Figure 7, capture d'écran du tutoriel.

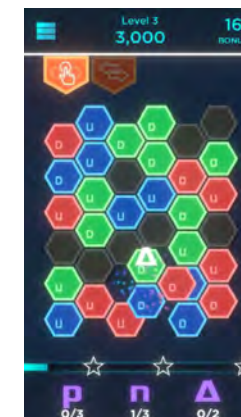


Figure 8, capture d'écran d'une association de 3 éléments en train d'être combiner.

Le choix d'utiliser le *match-3-game* comme système de jeu semble bien correspondre à une réalité scientifique, les protons sont composés de 2 *quarks up* et de 1 *quarks down*. Cette information constitue la condition de victoire dans la mécanique de jeu. Cependant cette information est susceptible d'être invisible auprès du joueur car il y a un manque de pédagogie : aucun mécanisme ne pousse le joueur à comprendre le contexte et les raisons qu'il y a derrière cette association, remettant ainsi en question l'efficacité de l'apprentissage scientifique dans ce jeu.

Pour faire apprendre du contenu scientifique, détourner un jeu existant ne suffit pas, il faut veiller à ce que le joueur puisse s'appropriier les contenus qu'il manipule et les comprendre en s'assurant ensuite qu'ils persistent.

S'assurer que le contenu persiste

C'est ce que propose le jeu *ChemCaper*⁷, développé par *ACE EdVenture Studio* en 2016. Ce jeu vise à aborder des notions liées à la chimie élémentaire dans un cadre scolaire. Les concepteurs ont choisi de personifier les éléments du tableau périodique en les intégrant dans un système de jeu déjà existant. C'est la catégorie de jeu *Role Playing Game* (RPG) qui ressemble de près à la licence des jeux *Pokémon*⁸ (fig.9).



Figure 9, capture d'écran d'une scène de combat dans le jeu *ChemCaper*.



Figure 10, capture d'écran d'une scène de combat dans le jeu *Pokémon*.

⁷ ACE EdVenture Studio, *ChemCaper*, 2016.
⁸ Nintendo, *Pokemon*, 1996.

Au coeur du système de quête propre au *RPG* (effectuer des combats pour rapporter un ou plusieurs objets à personnage non joueur, pour faire avancer la quête et l'objectif principal), les joueurs utilisent des créatures qui font référence



figure 11, capture d'écran de l'interface d'associations d'orbis dans le jeu vidéo "ChemCaper".



figure 12, capture d'écran de la créature nommée "Oxyto" qui est le résultat de l'association de deux orbis d'oxygènes.

par une métaphore visuelle et nominale aux éléments de la table de Mendeleïev ou aux molécules. La particularité de ce jeu, par rapport au système de *RPG* classique, est que les joueurs sont amenés à fabriquer ces créatures à partir d'orbis qui symbolisent des particules (fig. 11). En associant ces orbis, ces particules, il reconstitue alors une créature (fig. 12), un élément du tableau.

Ce jeu vidéo a fait l'objet d'une étude⁹ auprès d'une classe d'élèves. Celle-ci démontre que les élèves comprennent davantage les notions traitées en cours en y associant ce qu'ils ont expérimenté dans le jeu. En ayant déjà fabriqué des rapprochements dans le jeu vidéo, ils ont davantage de facilité à reproduire ces associations dans la réalité. La corrélation entre les orbis et les créatures permettent, par la métaphore, de faire un lien entre les particules et les éléments du tableau périodique. Cette similitude entre le contenu réel et fictif favorise ainsi la mémorisation des concepts scientifiques. De plus, l'accompagnement d'un professeur permet de s'assurer que les élèves ont bien construit les rapport entre le jeu et la réalité scientifique.

⁹ "students reported that they remembered 90% of the concepts taught in the game 6 months after playing the game for the first time!", ChamCaper, <https://chemcaper.com/about-the-game/>, 2020.

Le jeu *ChemCaper* a été adapté en jeu de carte nommé *BonDing : Card Game*¹⁰. Il reprend le même système d'association d'orbes et de créatures pour illustrer les concepts d'association entre particules et molécules (figure 16 et 17).

Figure 13, photographie du set de jeu de carte de *BonDing*.



Figure 14, photographie du jeu qui illustre l'association d'orbe pour former des créatures.



Puisqu'ils possèdent les mêmes intentions de transmission pédagogique, quel serait l'intérêt du jeu vidéo par rapport à un jeu plus traditionnel comme un jeu de carte ?

Pour répondre à cette question, nous pouvons d'abord définir ce qu'est le jeu avant de nous intéresser au jeu vidéo.

Différence entre jeu traditionnel et jeu vidéo dans l'apprentissage

Premièrement le jeu est un espace intermédiaire entre un système et une activité. Le système répond à des règles, c'est ce qui est désigné par *Game* en anglais¹¹. Mais le jeu est aussi une activité, désignée par *Play* en anglais : c'est ce qui se construit dans l'esprit du joueur¹². Le jeu est ainsi une expérience qui se construit à la connexion de deux espaces (fig.15) : il n'est ni tout à fait le système, ni tout à fait ce qui se passe dans la tête du joueur : il est entre les deux¹³.

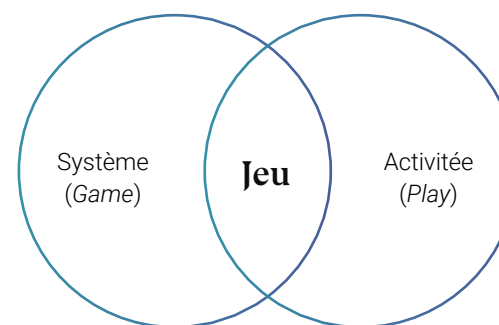


Figure 15, illustration de la composition du jeu.

¹¹ Jesper JUUL, *Half-Real. Video Games between Real Rules and Fictional Worlds*, Cambridge, MIT press, 2005, p.36.

¹² Jacques HENRIOT, *Le jeu*, Paris, PUF, 1969, p. 73.

¹³ Mathieu TRICLOT, *Philosophie des jeux vidéos*, Paris, La Découverte, "Collection Science humaine et sociale", 2011, p.30.

Le jeu vidéo se caractérise par le fait que les règles, le *game*, est automatisé par la machine. C'est la machine qui instrumente le système du jeu pour produire le jeu vidéo. C'est de cette instrumentation, ou *computerization* en anglais, que le système produit une réactivité immédiate : dès que le joueur actionne l'interface, le jeu vidéo réagit immédiatement. C'est le principe de l'interactivité. Ainsi, c'est dans cette activité en temps réel que le joueur va pouvoir expérimenter un monde virtuel.

De plus, avec cette instrumentation, la boucle de *gameplay* prend son sens. Le joueur, en étant en interactivité constante avec le dispositif, peut passer entre les étapes de la boucle en progressant à chaque passage de celle-ci. Chaque boucle donne lieu à des niveaux de plus en plus complexes. On propose au joueur des challenges de plus en plus élaborés tout en s'assurant qu'il a les compétences pour pouvoir les relever. À chaque objectif atteint, le joueur est amené à apprendre une mécanique de jeu plus complexe.

C'est dans cette progression que peut émerger un état de concentration appelé le *flow*¹⁴ (fig.16).

¹⁴ Chen JENOVA, «Flow in games (and everything else)», Vol 50, N°4, Commun. ACM. 2007, (p.31 à p.34).

C'est une impression qui résulte du fait que le système de jeu permet au joueur de se situer sur une courbe de progression fluide. Il est face à une activité qu'il aura envie de réaliser car il la jugera inconsciemment ni trop difficile, ni trop facile.

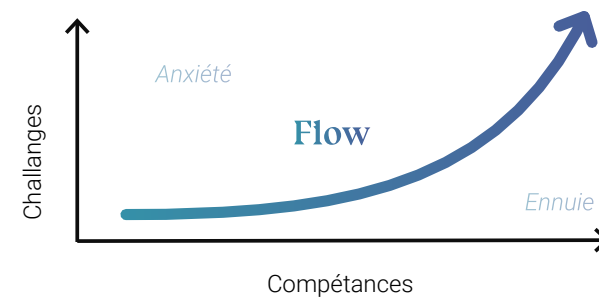


Figure 16, illustration de la courbe du flow.

Dans le jeu de carte Bonding Game, la mécanique d'association d'orbes formant des particules convient à un stade premier de transmission. En revanche, pour un coeur de gameplay similaire, le jeu vidéo Chem Caper propose une évolution et une progression, à la fois dans l'apprentissage des mécaniques de jeu mais aussi dans l'apprentissage du contenu scientifique. C'est pourquoi, le flow que propose le jeu vidéo permet de maximiser le processus d'apprentissage en comparaison à un jeu classique.

Critique du serious game

Comme nous l'avons vu précédemment avec *Chem Caper*, le jeu vidéo est un outil performant pour faciliter l'apprentissage. Cependant, dans un contexte hors scolaire, le jeu vidéo sérieux revêt une image plutôt négative : il se présente comme une injonction à l'apprentissage. Il est *top-down*, c'est à dire que le savoir part de celui qui connaît vers celui qui ne connaît pas : c'est l'institution qui souhaite faire entrer le contenu dans l'esprit des apprenants. Cette manière de transmettre signifie que le savoir est quelque chose de figé. Or, la science n'est pas uniquement caractérisée par du contenu que l'on additionne, elle est une pratique. Les scientifiques se posent des questions et se donnent les moyens d'y répondre, de chercher eux-même la connaissance. Selon Socrate¹⁵, le savoir ne serait pas transmissible, ce ne serait pas quelque chose de figé. Pour lui, il serait nécessaire que chacun parvienne au savoir. Nous pouvons alors penser que cet élan vers le savoir serait une attitude propre au scientifique et serait accessible par tous. Cette attitude se nomme la démarche épistémique.

¹⁵ « de moi ils n'ont jamais rien appris, mais c'est de leur propre fond qu'ils ont, personnellement, fait nombre de belles découvertes, par eux-mêmes enfantées » Socrate par PLATON, *Théétète*, «l'art d'accoucher les âmes», 150c.

Nous tenterons dans cette prochaine partie de définir le lien entre la posture épistémique et la posture scientifique. Nous comprendrons comment elles sont actuellement intégrées au travers de dispositifs interactifs.

C - Vers une posture scientifique et épistémique

Définition de la science

Issue du latin *scientia*, qui signifie la connaissance ou le savoir, la science est une pratique qui produit un ensemble de connaissances nous permettant de mieux comprendre le monde dans lequel nous vivons. La science désigne ainsi l'étude de phénomènes par le biais de méthodes. En effet, nous pouvons ainsi établir si un savoir semble vrai ou non. Elles s'appliquent à tous les domaines observables : l'astronomie, la biologie, les sciences humaines, l'ingénierie, les mathématiques, etc. Chacune de ces disciplines possède des méthodes qui leurs sont propres, la plus utilisée étant la méthodologie hypothético-déductive. Elle consiste à observer un phénomène naturelle, formuler une hypothèse par l'intuition, en déduire une prédiction et inventer une expérimentation pour confirmer ou infirmer l'hypothèse.

Si une affirmation sur le monde est issue d'une observation objective et d'un raisonnement logique, on peut considérer qu'elle est vraisemblable. Un autre principe méthodologique consiste à dire que quelque chose est vraisemblable jusqu'à preuve du contraire. C'est pourquoi chaque connaissance est recevable si elle peut être remise en question et si elle peut être testée. C'est ce que l'on appelle aussi le scepticisme : c'est l'art de douter de tout et faire preuve d'humilité quand on propose une affirmation sur le monde. Aussi, chaque affirmation doit pouvoir être confirmée si les contextes de son apparition peuvent être reproductibles.

Être un scientifique, se poser des questions et tenter d'y répondre

Afin de mieux comprendre la science d'une façon un peu moins théorique, j'ai décidé d'entamer une démarche de terrain et ainsi d'interroger 6 chercheurs. En plus d'une conversation téléphonique avec certains d'entre eux, j'ai construit un questionnaire en ligne afin de récolter un maximum de données (Annexe 1, pages 94 à 95.). Selon eux, être un scientifique signifie plusieurs choses : se poser des questions, tenter d'y répondre et trouver d'autres questionnements. Être un scientifique serait davantage une attitude face à la connaissance. Être scientifique c'est adopter une posture

épistémique. Épistémique vient de *epistēmē* qui signifie à la fois le savoir, mais aussi le savoir en acte. C'est à dire que la science est l'aptitude à connaître par le biais de l'action, de l'expérimentation. C'est dans une activité exploratoire que nous allons chercher des réponses aux questions que l'on se pose. Être dans une posture épistémique, c'est adopter une démarche scientifique, c'est à dire se poser des questions et se donner les moyens d'y répondre.

La posture épistémique au sein d'un programme éducatif

Cette posture est utilisée dans le programme éducatif "Les Savanturiers". Porté par le Centre de Recherches Interdisciplinaires (CRI) depuis 2013, il est à destination des élèves de tous âges auxquels il propose de "devenir un scientifique" à leurs échelles. Il s'agit d'un :

« Projet d'éducation par la recherche, orchestré par les enseignants, mené par les élèves accompagnés par un mentor scientifique bénévole spécialiste d'un domaine¹⁶. »

¹⁶ Les Savanturiers, <https://les-savanturiers.cri-paris.org/projets-savanturiers/projets-dans-la-classe/un-projet-savanturier-cest-quoi/>, 2020.

Cette méthode aide les élèves à mobiliser leurs curiosités et leurs envies dans une démarche de recherche. Afin de toucher le plus grand nombre, le programme propose une plateforme numérique : le Carnet Numérique de l'Élève Chercheur (CNEC) (fig.17) co-conçue avec la société Tralalère carnet dans lequel les élèves peuvent construire de manière dynamique leurs recherches. Les enseignants constituent des dossiers de ressources pour des groupes d'élèves à partir de la base de données existante ou à partir de leurs propres ressources. De plus, des chercheurs bénévoles peuvent être appelés à aider les classes tout au long de leur parcours. Les élèves peuvent ainsi construire un questionnement argumenté sur un espace "fiche recherche". Ils peuvent y consigner leurs expériences, les prendre en photo, les commenter, récolter d'autres sources d'informations et soumettre leurs avancées pas à pas à l'enseignant.

J'ai pu échanger avec Catherine Roland, ex-responsable du projet, à propos de la conception de la plateforme numérique. L'intention derrière cette "fiche recherche" est de permettre aux élèves de structurer leur pensée. Elle les accompagne à travers les différentes étapes de leur démarche, pour faciliter le travail de synthèse et la prise de recul. Elle intègre la possibilité d'essai-et-erreur

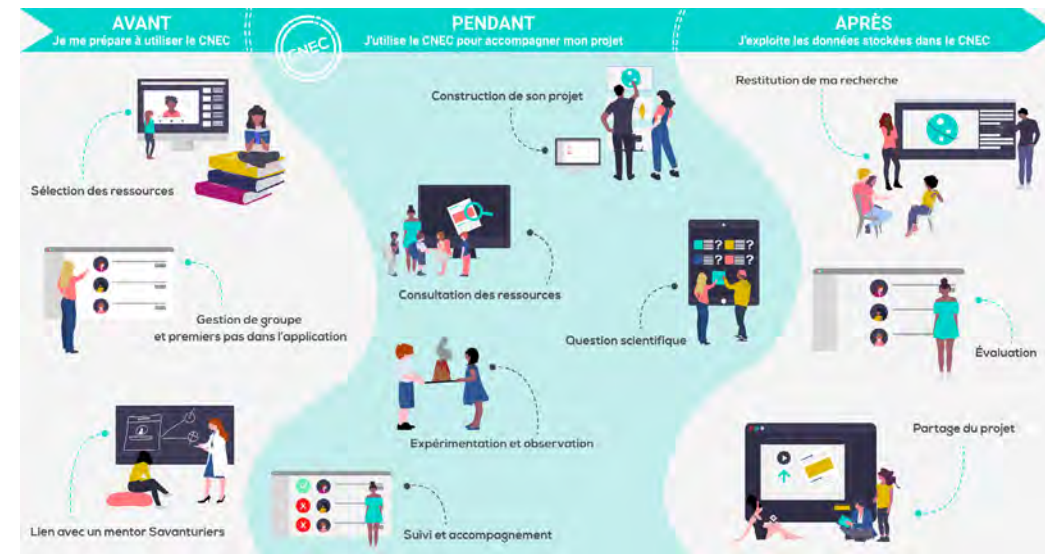


Figure 16, parcours utilisateurs du CNEC.

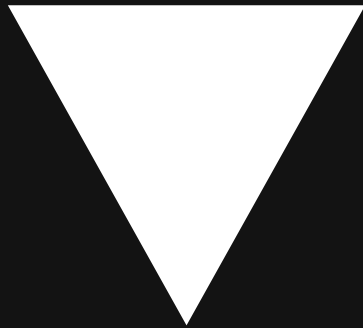
inhérente à l'exploration, tout en suivant le travail chronologique. Elle permet de replacer les activités en cours par rapport aux étapes précédentes, par rapport au projet global en cours, pour renforcer les acquis, redonner du sens et faciliter la mobilisation des efforts au moment de commencer la session de recherche. Le dispositif permet également de fluidifier les échanges avec l'enseignant qui est notifié à chaque nouvelle contribution des groupes et peut à tout moment leur faire des retours. Cette souplesse permet à l'enseignant de consacrer le temps présentiel à l'approfondissement et l'accompagnement sur les étapes les plus délicates.

On observe alors que cette posture est présente dans le cadre d'une intention d'apprentissage. Elle permet de rendre l'apprenant acteur de sa propre formation.

Pour autant, dans un contexte hors scolaire, comment peut-on mener quelqu'un à s'investir dans une attitude de recherche approfondie et intense ? Comment peut-on amener des joueurs à faire émerger des questionnements sans que l'objectif du jeu ne soit formulé ?

Comme nous l'avons vu précédemment, la posture épistémique peut s'instrumenter. Elle émerge lorsque nous éprouvons une envie d'en apprendre plus sur un sujet. Dans cette prochaine partie, nous tenterons de comprendre en quoi la curiosité en temps que mécanisme peut-elle pousser, autant, les joueurs que les scientifiques, à adopter une posture épistémique.





2 -

La curiosité,
moteur de la posture
épistémique



2 - La curiosité, moteur de la posture épistémique

A - Des curiosités : postures engagées vers la connaissance

Comment faire en sorte que le joueur se mette spontanément à se poser des questions en ayant pour objectif d'y répondre ? Qu'est-ce qui, originellement, fait émerger ces questionnements autant chez les joueurs que chez les scientifiques ?

Ayant rencontré et questionné 6 scientifiques issus de domaines de recherche variés, l'état de curiosité semble faire partie intégrante de leurs activités.

(Hélène GODIN,
Chercheuse
Enseignante en
Cinématographie.)

«Y a-t il eu un élément déclencheur qui a mené à votre engagement dans la recherche scientifique ?

“Ma curiosité et mon plaisir de transmission.”»

(Guillaume
TCHERNIATINSKY,
Chercheur en
Physique des
Plasmas.)

«Si vous avez la possibilité de faire éprouver une sensation issue de votre vécu de chercheur à quelqu'un d'autre, qu'aimeriez-vous transmettre ?

“La curiosité lorsque la simulation est terminée et que l'on attend de voir si notre hypothèse était vérifiée.”»

(Extrait d'un questionnaire d'enquête auprès de scientifiques en Annexe 1, pages 94 à 95.)

Ainsi, lorsque nous sommes dans une posture de recherche scientifique ou lorsque nous jouons à un jeu vidéo, il semblerait que notre curiosité soit éveillée. Nous verrons que la curiosité peut-être utilisée comme levier pour faire éprouver la posture épistémique. Tâchons d'abord de définir la notion de curiosité.

Définition de la curiosité

Premièrement, le mot curiosité provient du latin *curiosus* qui lui-même vient du latin *cura* et qui signifie *soin*. La curiosité est un comportement que l'on adopte face à quelque chose qui nous intrigue, on va naturellement se diriger vers lui pour en apprendre davantage. Au sens commun, la curiosité s'associe à une attitude plutôt péjorative qui se caractérise par le fait de se renseigner sur quelque chose avec indiscretion. Mais, au regard de son étymologie, la curiosité serait plutôt un comportement mélioratif : lorsque l'on est curieux, on prendrait soin de son objet de curiosité. La cause de cet état de curiosité peut être due à un conflit entre nos attentes et la réalité : ce désaccord provoquerait donc une surprise. Passé cet étonnement, nous identifions ainsi un écart de connaissance (“*knowledge gap*¹⁷”) et souhaitons immédiatement en savoir plus pour pouvoir le réduire.

¹⁷ George LOEWENSTEIN, «The Psychology of Curiosity: A Review and Reinterpretation», Vol 116, N°1, *Psychological Bulletin*, 1994, p.75 à p.98.

La curiosité est un état qui se situe dans une zone intermédiaire (fig. 17) entre quelque chose que l'on maîtrise déjà et quelque chose qui est trop obscure pour nous. Si je suis en face d'une chose que je connais déjà, elle n'aura pas mon attention. En revanche, si la situation est beaucoup trop complexe à saisir, je vais très facilement m'en détacher : je vais anticiper le fait que je vais devoir fournir un effort mental. Si je suis en face d'un objet que je connais déjà mais qui comprend des particularités que je ne saisis pas encore, je vais profondément me motiver pour atteindre l'objectif de saisir cet objet de curiosité.



Figure 17, illustration du lieu de la curiosité.

La curiosité a cette particularité d'être un élan à l'action de savoir ou un élan soutenu vers la compréhension. La curiosité est une aptitude de l'esprit à focaliser spontanément son attention sur quelque chose, elle serait alors à l'origine de nos questionnements.

Les 4 types de curiosité

Si la curiosité est l'une des clés de la posture épistémique, alors il faut analyser plus en finesse cet "état de curiosité". Selon Daniel Berlyne¹⁸, Il existerait 4 formes de curiosité : a curiosité perceptive, de diversion, spécifique et épistémique (Fig.18). Cette dernière confirmerait que certaines situations de curiosité peuvent mobiliser la posture épistémique.

Perceptive	Spécifique	Diversión	Épistémique
▽	□	×	○
Envie de comprendre la provenance d'un stimulus extérieur qui a attirer notre attention	Envie de comprendre un situation qui à l'air logique	Envie d'aller vers un situation nouvelle pour échaper à l'ennuie	Envie de comprendre une situation qui à n'a pas l'air logique (au premier abords)

Figure 18, illustration des 4 types de curiosités.

Afin de comprendre comment peuvent fonctionner ces états de curiosité, j'ai décidé de construire un dispositif qui permet de les expérimenter. Il me permet aussi de les illustrer, je vous invite donc à le tester à l'adresse suivante :

<http://priscilla-larcher.com/experimentation/niveau1.html>

¹⁸ Daniel BERLYNE, « A theory of human curiosity », vol 45, n°3, British Journal of Psychology, 1954, (p.180 à p.191).

La première, la **curiosité perceptive**, est caractérisée par le fait que notre attention se dirige vers un stimulus nouveau. Sur ce premier écran, nous sommes incités à inclure le carré en l’alignant avec les autres simplement parce que l’image le suggère (fig.19).

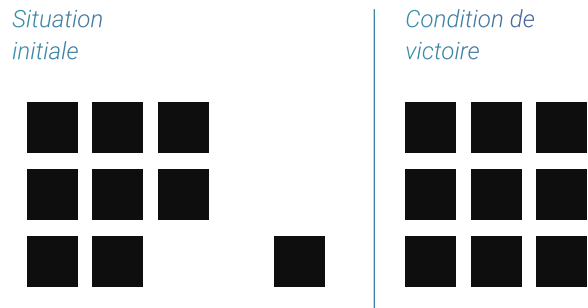


Figure 19, écran 1, curiosité perceptive.

Le niveau suivant s’inscrit dans la **curiosité de diversion**. C’est celle qui nous fait naturellement nous diriger vers des lieux propices à l’émergence de nouvelles choses, souvent lorsque nous éprouvons de la lassitude par exemple.

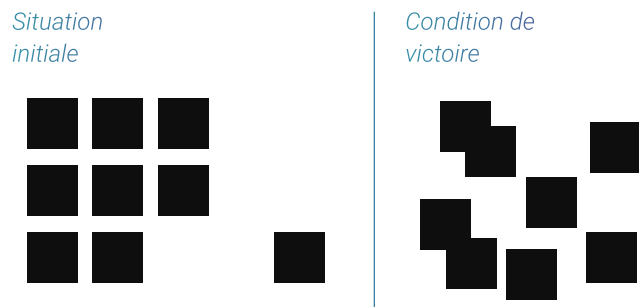


Figure 20, écran 2, curiosité de diversion.

Ainsi, puisque nous nous retrouvons devant la même situation que le premier écran, nous serons amené à “challenger” le dispositif : ici, l’action à faire pour passer au niveau suivant correspond à déplacer aléatoirement les carrés de leurs positions initiales (fig.20).

La troisième curiosité est une **curiosité spécifique**, c’est lorsque l’on cherche spécifiquement (Fig.21) à trouver de nouvelles informations pour répondre à un objectif précis.

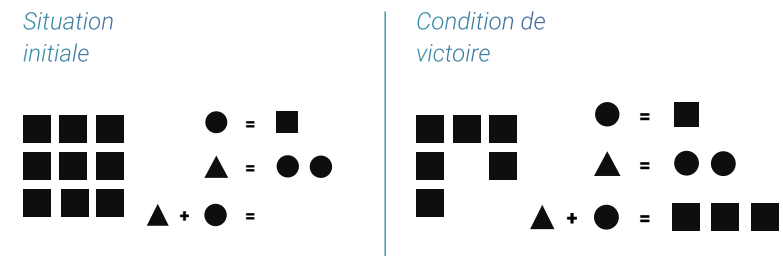


Figure 21, écran 3, curiosité spécifique.

Elle opère lorsque nous avons l’impression que nous sommes en mesure d’anticiper ce qu’il faut faire. Dans le troisième écran de mon expérimentation, les carrés blancs semble indiquer un emplacement vide, nous pouvons anticiper ce qu’il faut faire : mettre les carrés dans les emplacements. Dès ce contexte repéré nous pouvons spécifiquement chercher la solution au problème posé. La curiosité spécifique s’éteint lorsque l’objectif est atteint, elle peut être relancée grâce à la curiosité épistémique.

Cette dernière serait celle qui maintient toute personnes dans le fait de repousser les limites de la connaissance. On est dans un état de **curiosité épistémique** lorsque nous sommes face à un objet de curiosité dont on n'arrive pas encore à saisir la logique (Fig.21).

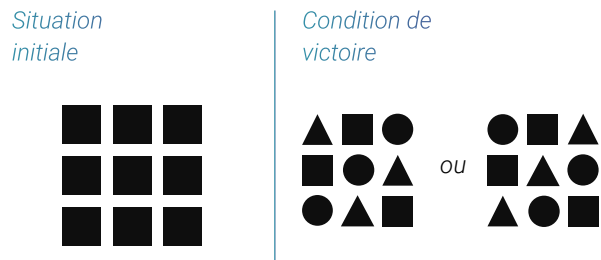


Figure 21, écran 4, curiosité épistémique.

C'est parce que nous avons conscience qu'il y a un écart entre ce que l'on sait et ce que l'on ne sait pas, un différentiel de connaissance, que cela nous pousse et nous motive intrinsèquement à en apprendre davantage. En cliquant aléatoirement sur les carrés, nous recherchons l'objectif à atteindre pour passer au niveau suivant. Expérimenter permet de comprendre l'étendue des possibilités de ce niveau et ainsi percevoir son objectif sous-jacent. Puisque chaque carré peut se changer en 3 formes différentes mais que seul 3 d'entre eux ne changent pas, on peut en déduire qu'il faut aligner les 3 formes différentes pour toute les colonnes sans que chaque une de ces formes ne se retrouve sur la même ligne, comme un sudoku. On peut alors penser que la curiosité

épistémique est ce qui propulse l'envie d'en savoir plus en expérimentant, autrement dit, la curiosité épistémique mène à la posture épistémique.

J'ai fait tester mon expérimentation sur un panel de 8 personnes au sein de ma classe de DSAA (Annexe 2, pages 96 à 97.). Même si ils étaient tous *designer*, cela n'a pas influencé les résultats car nous pouvons tous faire l'expérience de la curiosité. Les tests ont révélé que le dernier écran était leur préféré (6 personnes sur 8). En effet, ils se sentent défiés par le dispositif et semblent satisfaits après avoir réussi face à un dispositif qui leur semblait complexe. Aussi, il est probable que ce sentiment de satisfaction soit dû à une progression de la complexité des niveaux. Grâce aux niveaux 1, 2 et 3, les utilisateurs peuvent avoir le temps de s'approprier la mécanique, les mettant ainsi en condition à état de réflexion plus complexe.

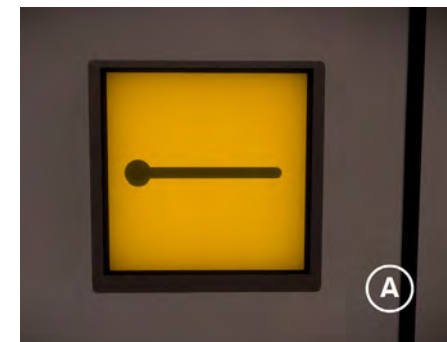
Le dernier niveau, lui, réutilise ce qui a été appris plutôt, tout en ajoutant une nouvelle difficulté, une nouvelle mécanique, une condition de victoire plus complexe, à trouver soi-même, ce qui stimule davantage les joueurs tant que la solution leur paraît accessible.

La curiosité est donc un élan vers le savoir provoquant ainsi un état de concentration et de réflexion qui peut être propulsé de différentes manières. Afin de mieux saisir la manière dont les différentes formes de curiosité sont mobilisées au sein d'un dispositif plus complexe, analysons maintenant les 20 premières minutes du jeu vidéo *The Witness*¹⁹ conçu par Jonathan Blow en 2016.

B - Étude de cas : The witness

Analyse des 20 premières minutes de jeu

Dès le début, le joueur apprend les bases interactives du jeu dans un long couloir au bout duquel apparaît une porte avec un panneau orange (Fig.22). Lorsque nous cliquons dessus, notre vision se recentre sur l'écran, l'animation d'un petit cercle qui se disperse comme une onde nous indique qu'il faut retracer la ligne avec notre curseur. Intuitivement, tracer une ligne dans ce panneau semble évident. Une fois le panneau activé, la porte s'ouvre. Ce panneau a éveillé notre curiosité perceptive, subconsciente au joueur, elle permet simplement de l'engager dans l'action.



Figures 22, capture d'écran du jeu *the witness* du premier lieu dans le couloir.

Ensuite, en explorant la zone dehors, un grand portail semble signifier la poursuite de l'exploration. Sur ce portail apparaît un panneau qui semble être bloqué par trois plaques rectangulaires (Fig. 23). À la vision de ce portail verrouillé, nous sommes curieux de savoir comment l'ouvrir. Lorsque que l'on regarde au sol, des câbles relient ce panneau à d'autres panneaux (Fig.24). Nous comprenons alors qu'il suffit de résoudre les puzzles qu'il y a sur ces panneaux pour ouvrir le portail : c'est un objectif intrinsèque qui correspond à l'éveil de la curiosité spécifique. En regardant les panneaux dispersés dans le hub, nous comprenons qu'ils sont reliés au portail par des câbles, nous anticipons alors le fait qu'en activant ces panneaux, nous pourrions ouvrir le portail.

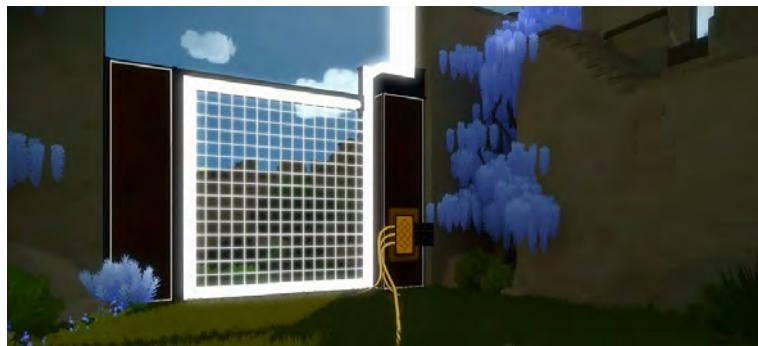


Figure 23, capture d'écran du portail avec les 3 rectangles déverrouillés.



Figure 24, capture d'écran des câbles qui relie le verrou du portail à des panneaux à résoudre.

La curiosité spécifique nous pousse à formuler nous-même des objectifs que l'on va ensuite tenter de résoudre par l'anticipation, ce qui nous force à agir et à être maintenu dans le jeu par l'action. En revanche, dès que les objectifs sont atteints, la curiosité spécifique s'éteint. C'est là que la curiosité épistémique se charge de la relancer.

En effet, après avoir résolu les puzzles et ouvert le portail, nous nous retrouvons dehors, sur une île. Un chemin au sol nous indique implicitement la venue d'un prochain puzzle. Celui-ci est beaucoup plus complexe (Fig. 25).



Figure 25, capture d'écran de la porte qui contient un panneau complexe.

Nous n'arrivons pas à comprendre la logique qui le compose, nous continuons notre chemin pour voir si nous pouvons trouver des éléments de réponse. Nous retombons sur des puzzles assez simples en espérant qu'ils seront en lien avec le panneau complexe (Fig. 26). Nous savons qu'il y a quelque chose à faire pour débloquer ce dernier, pourtant rien ne nous permet de prédire comment faire. C'est précisément une situation de curiosité épistémique qui nous motive à chercher, tester et expérimenter ailleurs pour trouver des solutions à un problème que l'on ne peut pas encore identifier.



Figure 26, capture d'écran de la série de panneau plus simple.

La curiosité de diversion apparaît à tout moment dans le jeu. En effet, nous sommes sur une île qui présente les caractéristiques d'un monde ouvert. Nous avons la possibilité d'aller où nous voulons. Ainsi, face à des situations où la complexité de certains puzzles nous frustre, nous pouvons à tout moment partir ailleurs. En se baladant, nous tombons fortuitement face à des formes identiques aux motifs des tableaux mais en anamorphose dans le décors (Fig. 27).



Figure 27, capture d'écran du trait en Anamorphose dans le décor.

C'est là que la mécanique de traçage de trait peut s'appliquer aussi en surimpression à ce monde virtuel. Puisque nous nous sommes conformés à la mécanique de traçage, nous en venons à les voir partout, dans les feuillage, dans l'eau, dans la roche. Provoquées par l'errance dans le monde ouvert, des situations de coïncidences formelles permettent de briser le caractère austère de certains puzzles pour permettre de nous faire prendre du recul tout en attisant notre curiosité.

Jusque-là, le jeu semble construire un chemin logique dans lequel plusieurs formes de curiosités se succèdent, d'abord la curiosité perceptive, ensuite la curiosité spécifique, puis la curiosité épistémique. En effet, cet ordre permet d'engager progressivement le joueur dans une attitude épistémique. L'effort cognitif à fournir évolue lentement, c'est pour cette raison qu'elle est aussi efficace car elle se rapproche beaucoup du *flow*. Pour le démontrer, nous nous intéresserons à l'effort cognitif de ces 4 formes de curiosités.

Un effort cognitif pour chaque curiosité

La cognition est issue du latin *cognitio* qui signifie action de connaître, ou encore de *cognoscere* qui signifie, prendre connaissance ou s'enquérir. Cela désigne tous les processus et les mécanismes mentaux nécessaires

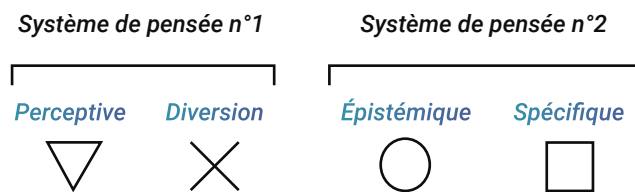
à l'acquisition du savoir en passant par le langage, la mémorisation, le raisonnement, l'apprentissage, l'attention, la prise de décision et ainsi de suite. Chacune de ces capacités nécessite un effort en ne mobilisant pas la même intensité pour chaque tâches (parler, mémoriser, expliquer, décider...).

Pour les situations de curiosité de perception et de diversion, l'effort cognitif mobilisé ne requiert pas beaucoup de ressources et d'énergies. Ces formes de curiosités sont autant éprouvées par les animaux que par les humains et relèvent d'une activité autotélique et désintéressée²⁰. On réagit simplement au stimulus. C'est ce qui est caractéristique d'un système de pensée que l'on considère comme instinctif et intuitif qui s'effectue en un cours instant. Appelé le Système de pensée n° 1 par *Daniel Kahneman*²¹, ce serait une situation que l'on aura tout vécu dans la vie : une porte qui claque, une sonnerie de téléphone ou encore un bruit dont on ne parvient pas à situer la provenance. «Avoir de la curiosité» serait alors universel. En revanche, ce que l'on désignerait comme «être curieux», en ce sens que la curiosité serait comme une attitude que l'on entretient, relèverait plutôt

²⁰ Stanislas DEHAENE, *L'engagement actif, la curiosité, et la correction des erreurs*, Cours au Collège de France, 2015.

²¹ Daniel KAHNEMAN, *Thinking Fast and Slow*, New York, Farrar, Straus and Giroux, 2011, trad. fr. R. Clarinard, *Système 1/Système 2 : Les deux vitesses de la pensée*, Paris, Flammarion, 2012.

du Système de pensée n°2. C'est à dire que l'on aurait une certaine facilité à nous plonger dans de profondes réflexions. Le système 2 relèverait donc davantage de la curiosité spécifique et épistémique. Si l'on souhaite mettre en condition un utilisateur dans une posture épistémique, nous devrions d'abord mobiliser sa curiosité épistémique. Or il est décourageant de s'impliquer directement dans une tâche qui mobilise un effort cognitif aussi important. C'est pourquoi, il est nécessaire de construire un dispositif faisant d'abord intervenir des situations de curiosité mobilisant le système de pensée n°1 pour le faire converger vers le système de pensée n°2.

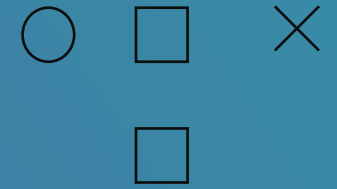
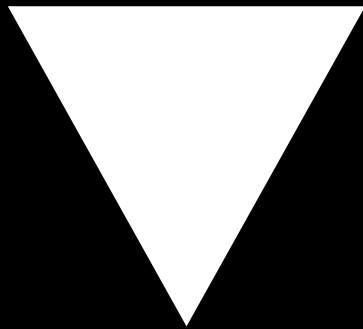


Ce rapport progressif à l'effort mental est similaire à celui que nous pouvons éprouver dans un état de flow. Comme nous l'avons souligné dans la 1ere partie, le flow est un état de concentration intense. Il résulte du subtil équilibre croissant entre le niveau de difficulté et les compétences du joueur. À travers ce mécanisme, nous sommes poussés à nous impliquer davantage dans le jeu.

C'est pourquoi chaque état de curiosité pourrait jouer un rôle à part entière dans la construction d'un dispositif interactif faisant la médiation d'une science. La curiosité épistémique serait là pour garantir une attitude scientifique. C'est l'élan principal qui pousse les utilisateurs à se mettre en action pour chercher des réponses même s'il ne savent pas encore à quoi ils ont à faire. La curiosité de perception serait là pour interpeller et engager l'utilisateur, la curiosité spécifique serait là pour le maintenir par des objectifs anticipables et enfin la curiosité de diversion serait la pour permettre à l'utilisateur d'avoir des aérations dans le jeu pour qu'il puisse en retour mieux se replonger dans une situation épistémique.

Nous pouvons en déduire que la curiosité est une attitude qui peut être investie à la fois pour déclencher mais aussi pour maintenir le joueur dans une posture épistémique. Dans cette prochaine partie, nous verrons comment engager et maintenir un joueur dans une posture épistémique au travers de design suscitant la curiosité.

Concevoir des
mécanismes
à l'aide de
la CAO



3 -

**Concevoir des
mécaniques qui
suscitent la curiosité
scientifique**



3 - Concevoir des mécaniques qui suscitent la curiosité scientifique

A - Accrocher l'utilisateur : curiosité perceptive

Mettre l'emphase sur les bizarreries

Ce premier point peut paraître évident, pour autant il est essentiel. En effet, pour attirer l'attention des utilisateurs, il est possible de convoquer des événements plutôt incongrus qui attirent notre attention. Par exemple, dans *Everything*²², développé et auto édité par David O'Reilly en 2017, les déplacements des animaux que l'on incarne au tout début du jeu sont assez surprenants. Ils avancent en roulade (Fig. 28). Sûrement dûe à une économie de moyen, cette manière de se déplacer provoque néanmoins l'étonnement pour l'utilisateur. C'est ce qui pourrait l'inciter à continuer à se déplacer dans le monde.

Figure 28, Capture d'écran des déplacements des Ourangs Outans que l'on incarne dans le jeu *Everything*.



Figure 29, capture d'écran mettant en avant l'espèce incarnée, ici les Ourangs Outans, dans le jeu *Everything*.

Aussi, dans *Outer Wilds*, développé par Moebius en 2019, les concepteurs ont choisi de renforcer des événements qui marquent l'esprit du joueur (Fig. 30). Les phénomènes qui se produisent de manière abrupte provoquent une attention particulière du joueur le poussant à comprendre les circonstances de ces incidents.

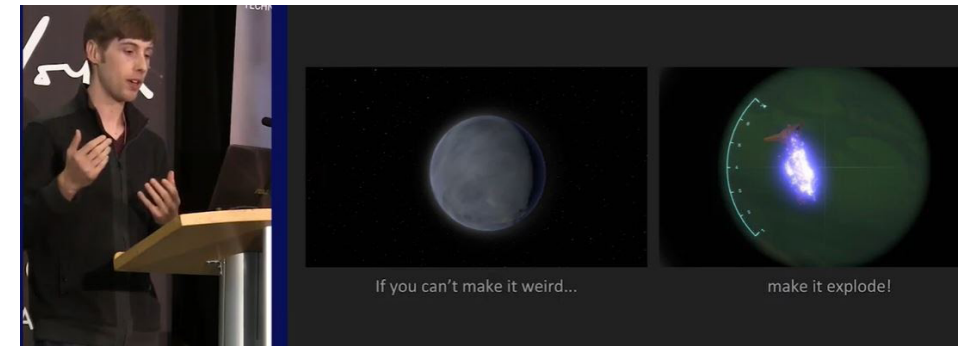


Figure 30, extrait de la vidéo conférence intitulé "Designing for Curiosity in *Outer Wilds*"²⁴ de Alex Beachum, Game designer chez Moebius.

²³ Moebius, *Outer Wilds*, 2019.

²⁴ Alex BEACHUM, *Designing for Curiosity in Outer Wilds*, extrait de la conférence Full Indie Summit, 2019, à 10 min et 40 sec.

Mettre des appels à l'action

Ensuite, il est possible d'engager la curiosité perceptive grâce des objets interactifs qui suggèrent un appel à l'action. Par exemple, dans le jeu *Everything*, nous avons la possibilité de contrôler une espèce animale puis d'incarner d'autres espèces à des échelles différentes (Fig. 31). Ce qui pousse le joueur à interagir avec l'environnement, ce sont ces petits signes qui apparaissent à des endroits stratégiques. (Fig. 32) Au premier abord, ils ne semblent signifier rien en particulier. Cependant, puisqu'ils disparaissent en un rien de temps, nous sommes curieux de savoir ce que révèle l'activation de ces signes. Après les avoirs activés, nous pouvons ainsi lire certains messages (Fig.33). Parmi eux, nous pouvons débloquer des fonctionnalités supplémentaires : se lier à d'autres espèces ou alors se reproduire et ainsi faire apparaître un autre membre de la même espèce. Le côté aléatoire de l'apparition de ces signes et de leur présence limitée dans le temps favorise l'engagement. Comme dans l'expérience de "la Boîte de Skinner²⁵", le fait de ne pas avoir une récompense systématique, favorise l'envie d'actionner.

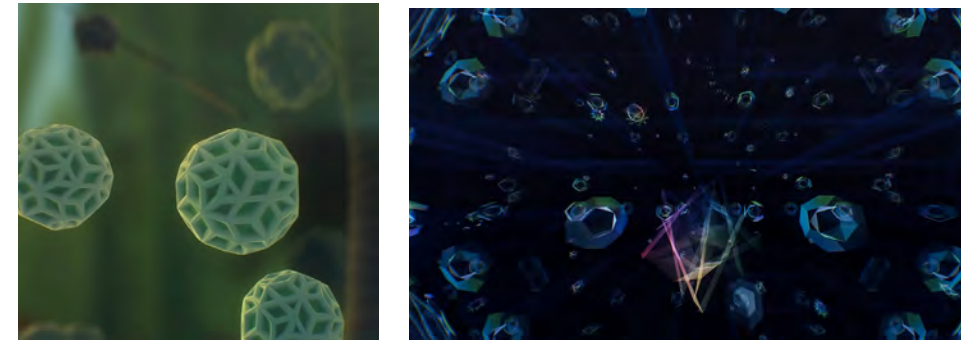


Figure 31, capture d'écran du point de vue de l'échelle microscopique des particules et macroscopique d'une géométrie fondamentale dans le jeu Everything.



Figure 32, le signe qui indique une nouvelle interaction possible, à droite un signe indiquant les pensées d'une espèce en figure 33.

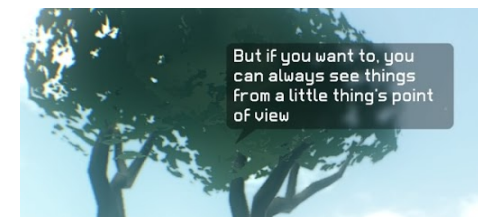


Figure 33, fenêtre de "pensée" d'une espèce, ici de l'arbre.

Mettre l'emphase sur les contradictions

Ensuite, il est possible de concevoir un environnement qui souligne des incohérences pour interpeller le joueur en mobilisant son esprit de déduction. Le fait de mettre l'emphase sur ces éléments contradictoires permet au joueur de s'en rendre compte par lui-même, provoquant de manière autonome une envie de comprendre.



Figure 34, extrait de la vidéo conférence intitulé "Designing for Curiosity in Outer Wilds" de Alex Beachum, Game designer chez Moebius²⁶.

Par exemple, dans *Outer wilds*, après les premières minutes du jeu, nous incarnons un astronaute qui doit essayer de comprendre ce qu'il se passe dans un système solaire. Un exemple de situation de contradiction est mobilisé lors du lancement du canon à sonde orbitale : certains messages déposés par les anciens explorateurs laissent entendre qu'il

est hors de fonction alors qu'un autre, juste à coté, souligne l'exact opposé (Fig. 34). Cette incohérence pousse alors le joueur à essayer de comprendre pourquoi il y a cette erreur.

Après avoir réussi à impliquer l'utilisateur dans le jeu, nous pouvons maintenant le maintenir au travers du mécanisme de la curiosité spécifique et épistémique.

B - Maintenir l'utilisateur : curiosité spécifique et épistémique

Effort cognitif progressif : curiosité spécifique

Expliqué lors de l'étude de cas du jeu *The Witness*, pour maintenir le joueur dans le jeu, il faut que le support propose un effort cognitif progressif de sorte à créer une boucle de gameplay qui s'inscrit dans une sensation de flow. Donner la possibilité au joueur de progresser graduellement favorise non seulement la compréhension de la manipulation de l'interface mais renforce aussi son maintien dans le jeu grâce à son envie de relever les défis proposés. En définitive, avoir l'illusion et la satisfaction de résoudre quelque chose de complexe favorise la rétention du joueur.

Construire un environnement propice à l'exploration : curiosité épistémique

Ensuite, Il est possible d'utiliser des moyens pour que le joueur puisse construire sa piste de recherche. Le jeu vidéo *Her Story*²⁷ développé et édité par *Sam Barlow* en 2015 propose de découvrir le coupable du meurtre de Simon à partir d'interrogatoires vidéos de sa femme (Fig. 35). Pour ce faire, nous interagissons à travers la simulation de l'écran d'ordinateur de l'inspecteur de police (Fig.36). Les interactions sont minimales, la principale action est l'utilisation de mots-clés dans la barre de recherche, mais elles proposent de manière efficace de se mettre dans la peau d'un enquêteur. Chaque mot tapé affiche des vignettes de vidéos. Chaque vidéo comprend des informations différentes, des indices différents. C'est ainsi que l'on va suivre une piste de mot-clé en mot-clé. Le rôle de l'enquêteur est pleinement assumé par le joueur. Ce qui motive le joueur, c'est d'essayer de comprendre ce qu'il s'est passé. La récompense qu'obtient le joueur est uniquement endogène : puisqu'il cherche lui-même le moyen de comprendre qui est le coupable, chaque vidéo, chaque étape dans la piste de recherche est une récompense en soi.



Figure 35, capture d'écran d'une des vidéos d'interrogatoires.

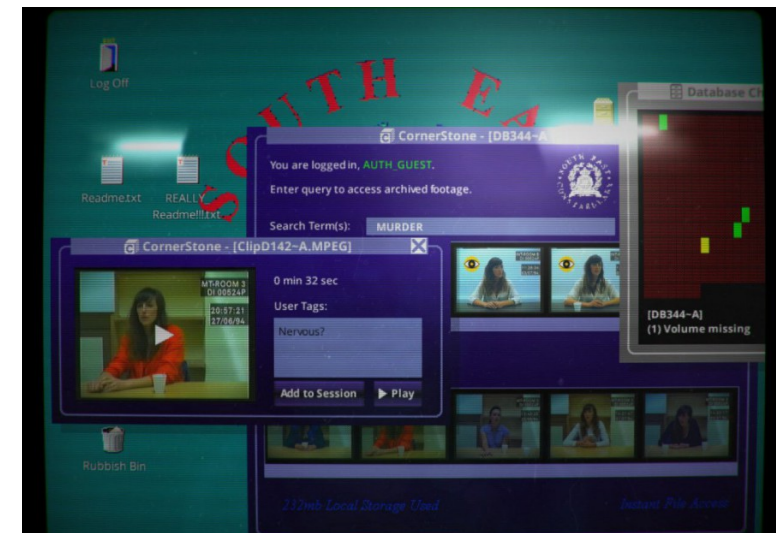


Figure 36, capture d'écran qui illustre la possibilité de "tagger" une vidéo pour relever les informations dans le jeu vidéo *Her story*.

Mais suivre une piste peut aussi se faire de manière automatisée. Par exemple, dans *The Return Of the Obra Dinn*²⁸, conçu par Lucas Pope en 2018, le jeu propose de mener l'enquête pour tenter de découvrir les circonstances des morts mystérieuses de la majorité de l'équipage du bateau *Obra Dinn*. Nous avons la possibilité d'utiliser une boussole (Fig. 37) pour accéder à un flash back afin d'observer les scènes qui précèdent la mort de chacune des victimes et ainsi d'identifier le défunt, le meurtrier et l'origine de son décès. Pour accompagner la récolte de ces informations, le joueur a la possibilité de consulter un carnet (Fig. 38). Il permet de s'y retrouver dans la chronologie des événements mais surtout de pouvoir garder trace de ce que l'on observe en assignant des réponses pré-écrites sur les scènes.



Figure 37, capture d'écran de la première scène de crime dans *The Return of The Obra Din*.



Figure 38, capture d'écran du flash back de la scène de crime de la première victime dans *The Return of The Obra Din*.

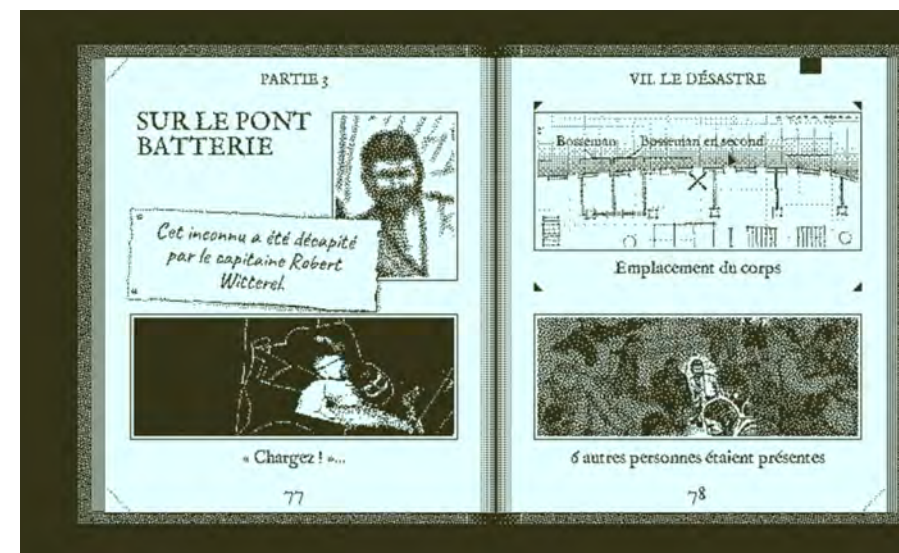


Figure 39, capture d'écran de l'interface de suivi de piste dans *The Return of The Obra Din*.

Construire un environnement propice à l'exploration : curiosité épistémique

Dans *Outer Wilds*, l'intention du jeu est de faire vivre au joueur une expérience proche de l'exploration spatiale et d'utiliser la connaissance comme seule forme de récompense. Pour ce faire, les concepteurs ont construit un monde ouvert avec des planètes qui constituent des

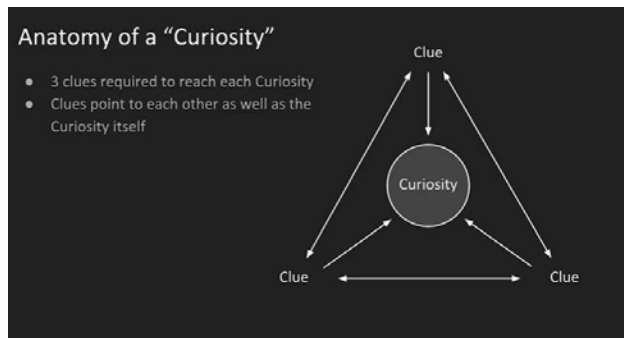


Figure 40, extrait de la vidéo conférence intitulé "Designing for Curiosity in *Outer Wilds*" de Alex Beachum, Game designer chez Moebius²⁹.

zones de curiosité.

Elles s'organisent en toile d'araignées (Fig. 40) : où que l'on soit dans le jeu, nous pouvons tomber sur des indices qui mène, soit à d'autres indices, soit à des zones de curiosités. Chaque élément est lié à un autre, ce qui fait que le

joueur va être poussé à explorer chaque zones. Chaque indice est une nouvelle question épistémique : "Quelle est cette explosion?", "À quoi sert cette machine qui ne fonctionne plus ?", etc. À chaque zone où l'on pourrait se poser des questions se trouve un indice qui s'y réfère, menant ainsi le joueur à suivre une piste. Il a donc l'impression de suivre son propre chemin

C - Aérer l'utilisateur : curiosité de diversion

Toute ces manières d'amener le joueur dans une réflexion plus ou moins intense nécessite des moments de relâchement. Ces instants sont nécessaires afin d'éviter que le joueur sorte du jeu prématurément à cause d'un blocage. Lui laisser la possibilité de s'intéresser à d'autres objets de curiosité peut ainsi être une opportunité pour se pencher sur un autre objectif ou peut-être y revenir plus tard. C'est en partie possible grâce aux jeux qui ne proposent pas une linéarité dans leurs objectifs implicites. Avec plusieurs lieux d'interactions différents, le joueur peut ainsi aller voir ailleurs tout en restant dans le jeu. Laisser l'opportunité au joueur de faire autre chose mais toujours dans le jeu, c'est donner place à des respirations nécessaires et ainsi favoriser une expérience de réflexion limitant les frustrations.

D - Mise en application

Atelier de création : pitch de jeu vidéo sur la thématique de la physique des particules.

Afin de mettre en application ces 4 types de curiosité, j'ai organisé une journée "atelier sprint design" comportant les 6 employés de mon entreprise d'alternance et moi-même (game designer, développeur, game artist, cheffe de projet, chercheur). Cette séance avait pour objectif d'utiliser les mécanismes de curiosité pour aboutir à un concept de jeu vidéo qui fait la médiation d'une science. Puisque dans l'équipe nous avons la chance d'avoir un chercheur en physique des particules, nous avons décidé de choisir ce domaine. La matinée, j'ai proposé aux participants de définir une intention de transmission, c'est à dire établir ce que le jeu permettra de transmettre comme message lié à la science. Leur objectif était de faire comprendre au joueur l'idée suivante : "La réalité n'est pas forcément ce que tu perçois".

L'atelier s'est organisé en 4 étapes (Annexe 3, pages 98 à 99). La première est une rédaction d'idées à l'écrit en individuel. Ensuite, par trois, je leur ai demandé de choisir et de schématiser en groupe, 3 idées d'interactions parmi leurs notes. Une troisième phase consistait à choisir une des 3 idées et de produire 8 petites

déclinaisons d'éléments. Cette étape permettait de trouver d'autres éléments reliés à l'idée choisie. Enfin, en dernier, les participants devaient réaliser un schéma global du parcours utilisateur du dispositif imaginé.

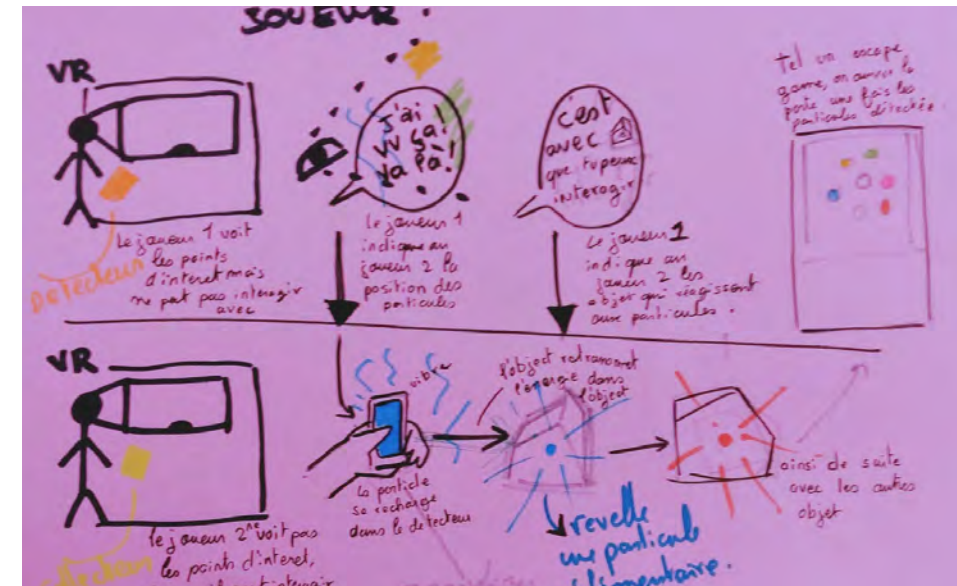


Figure 41, photographie du parcours utilisateur du jeu imaginé à l'issue de l'atelier pour le premier groupe.

Le groupe dont j'ai fait partie a proposé un principe de jeu asymétrique (Fig.41) basé sur les principes mécaniques de l'escape game : deux joueurs doivent chercher des éléments dans la mise en scène pour pouvoir sortir de la pièce. Voici comment nous avons détourné le genre : les joueurs sont dans une pièce commune, l'un peut voir des points d'intérêt, l'autre peut

interagir avec. De ce fait, l'un doit réussir à guider l'autre pour qu'il puisse atteindre l'objectif principal. Ces points d'intérêt correspondent à une visualisation des particules dans l'espace. Chaque objet dans la scène, "diffuse" une particule que le joueur doit repérer : la lampe diffuse des photons, la fenêtre diffuse des muons et des neutrinos, un câble électrique diffuse des électrons. C'est par un processus analogique et métaphorique que le contenu scientifique, c'est à dire les particules, sont présentées.

La Rhétorique Procédurale : le message transmis par le système

La transmission du message "La réalité n'est pas forcément ce que tu perçois" est assuré par le système de jeu. Nous avons l'intention que les joueurs comprennent que ce qu'ils perçoivent n'est pas forcément la réalité par rapport à l'autre joueur. C'est pourquoi, ce *gameplay* adopte un argument rhétorique, c'est le principe de la rhétorique procédurale³⁰. Conceptualisé par *Ian Bogost*, la rhétorique procédurale peut s'appliquer à tout système. Elle va permettre au concepteur de faire passer une idée, des valeurs, un message pour celui qui utilise le système. La rhétorique procédurale est de plus en plus utilisée dans les jeux vidéo pour transmettre

³⁰ Ian BOGOST, *Persuasive Games: The Expressive Power of Videogames*, Cambridge, MIT P, 2007.



Figure 42, capture d'écran du jeu *Paper, Please* démontrant l'utilisation des tampons de rejet ou d'admission.

des messages. C'est à travers le *gameplay* que le joueur va pouvoir atteindre de lui-même le message que veut transmettre le concepteur. Par exemple, le jeu vidéo *Paper, Please*³¹, développé par *Lucas Pope* en 2013 propose de se mettre dans la peau d'un agent de l'immigration.

Le *gameplay* consiste à examiner des documents pour décider ou non (Fig. 42) de faire entrer des étrangers dans l'état autoritaire et fictif de Arstotzka. Le joueur doit alors effectuer des choix moraux tout au long de

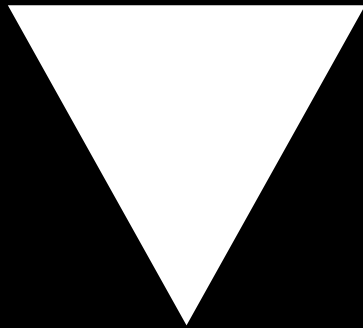
³¹ Lucas POPE, *Paper, Please*, 2013.

son expérience. Par exemple, la moindre erreur est réprimandée par l'état : laisser passer une personne qui a un passeport invalide mais qui est en nécessité vitale de passer, fait baisser le salaire de notre personnage et ne permet plus de subvenir aux besoins de sa famille. En étant confronté ainsi à la première personne à ce système, nous pouvons nous rendre compte qu'adopter un comportement éthique demande un effort considérable et presque irréalisable dans un contexte autoritaire oppressant. La rhétorique procédurale pourrait alors être un moyen de faire passer un message lié à la science et que celui-ci serait non-seulement entendu mais aussi vécu par le joueur.

Cet atelier m'a permis d'aborder une piste de création qui pourrait utiliser des mécaniques du jeu vidéo faisant passer un message lié à la science. L'un des points soulevés durant cet atelier nous a mené à la réflexion suivante : quel degré de science souhaitons-nous mettre dans notre jeu scientifique à expérience épistémique ? En effet, délimiter les éléments à transmettre est tout de même nécessaire même si l'objet principal du jeu reste la posture épistémique. Mes prochaines pistes de réflexion pourront ainsi s'orienter sur la définition d'une granularité de la science transmise dans un jeu.



conclusion



Conclusion



► Conclusion

Afin que la science puisse se transmettre grâce au support du jeu vidéo, elle doit éviter d'être perçue comme descendante, figée. Le jeu vidéo doit permettre au joueur de vivre la science en adoptant une posture scientifique. Pour que les utilisateurs puissent expérimenter cette attitude, les jeux vidéo peuvent mobiliser des mécaniques de jeu dites "épistémiques". C'est à dire que le joueur devient acteur de son propre savoir par l'interaction. Ce dernier adopte alors le comportement du scientifique en étant dans une démarche épistémique. Il est invité à se poser ses propres questions et se donner les moyens d'y répondre.

Pour mettre en condition l'utilisateur dans une posture épistémique, la curiosité est primordiale. En effet, caractérisée par un élan vers la connaissance, la curiosité est ce qui pousse naturellement à adopter un état de concentration face à une situation que l'on souhaite comprendre ou résoudre. Elle peut prendre plusieurs formes : perceptive, de diversion, spécifique et épistémique. Chacune mobilise notre intérêt de différentes façons en impliquant un effort mental plus ou moins important. Ces états de curiosité peuvent être mobilisés pour faire éprouver une posture

épistémique en utilisant certaines mécaniques dans la conception du jeu.

Tout d'abord, la curiosité peut accrocher l'utilisateur en usant d'appels à l'action (contradictions, bizarreries, stimulus visuels et sonores). Ensuite il est possible de maintenir l'utilisateur dans un état de concentration et de réflexion en lui proposant une progression proche de la courbe du flow dans les différents niveaux du jeu. Aussi, c'est en définissant une boucle de gameplay qui contient des objectifs et des récompenses endogènes, que le joueur pourra avoir l'impression de mener ses propres recherches. De plus, proposer une expérience proche de l'exploration avec un monde plus ou moins ouvert peut relancer des élans de curiosité. Parmi tous les moments de réflexions dans un jeu, des moments d'aération peuvent s'immiscer afin de laisser à l'utilisateur la possibilité de divaguer dans le monde pour mieux revenir vers d'autres éléments de réflexion. Enfin, puisque le jeu est un système, il est possible d'envisager qu'il puisse garantir la transmission d'un message lié à une science en faisant preuve de rhétoriques procédurales.

Dans mes prochaines expériences, je tâcherai de mettre en application toutes les mécaniques précédemment citées pour les mettre à l'épreuve auprès d'utilisateurs. Parallèlement, la construction de ces dispositifs me permettront de définir une possible granularité de contenu scientifique à transmettre.

Annexes 1 -

Réponses de scientifiques au questionnaire d'enquête portant sur la subjectivité dans l'activité de recherche.

Participants :

Hélène GODIN - Études Cinématographiques
- Réaliser une comparaison d'analyse esthétique de deux œuvres cinématographiques.

Valentin LACHAND
- Doctorat en Informatique

Jacquelin Nicolas - Machine Learning - tracking vidéo

Ducros Alix - Interaction Humain-Machine - Recherche sur les méthodes de design situées

Ugo Nanni - Glaciologiste
- La compréhension du fonctionnement des glaciers en étudiant ce qu'il se passe à la base de ces glaciers.

Guillaume Tcherniatinsky - La physique des plasmas
- Valider à l'aide de données l'efficacité d'un logiciel de simulation numériques

En une phrase, qu'est-ce qui vous intéresse dans votre activité de chercheur ?

Je m'épanouis énormément dans la transmission à mes élèves car j'enseigne par le biais de mon doctorat, mais aussi et surtout dans l'organisation de colloques et de séminaires. (Hélène GODIN - Cinématographie)

Ce qui m'intéresse est la liberté d'organisation ainsi que la diversité de ce que nous faisons. (Valentin LACHAND - informatique)

La découverte d'un truc novateur qui marche bien. (Nicolas JACQUELIN - Machine Learning)

La liberté et le temps d'explorer un sujet, qui n'ai pas de rentabilité ou d'efficacité immédiate à première vue. (Alix DUCROS - Interaction Humain Machine)

Etre comme un enfant qui essaie de comprendre pourquoi il y a des fossiles de coquillages au sommet des montagnes. (Ugo NANNI - Glaciologiste)

L'activité cognitive d'imagination et de logique requise lorsque je dois modéliser un environnement. (Guillaume TCHERNIATINSKY - La physique des plasmas)

Si vous avez la possibilité de faire éprouver une sensation issue de votre vécu de chercheur à quelqu'un d'autre, qu'aimeriez-vous transmettre?

Je le fais déjà en tant qu'enseignante avec mes élèves : je leur fais comprendre avant tout que personne n'a la science infuse et qu'il y a toujours quelque chose à découvrir. (Hélène GODIN - Cinématographie)

(pas de réponse) (Valentin LACHAND - informatique)

Le grisement quand on voit un modèle converger avec succès. (Nicolas JACQUELIN - Machine Learning)

La sensation de faire grandir, à sa minuscule échelle, la somme des connaissances disponible. (Alix DUCROS - Interaction Humain Machine)

J'aimerais transmettre la sensation de découverte, quand l'on trouve quelque chose, une idée, un résultat inattendu, ou attendu, quand on arrive à observer un phénomène unique. Cette sensation de découverte est un peu comme tomber amoureux. (Ugo NANNI - Glaciologiste)

La curiosité lorsque la simulation est terminée et que l'on attend de voir si notre hypothèse était vérifiée. (Guillaume TCHERNIATINSKY - La physique des plasmas)

Si vous deviez expliquer ce que c'est que d'«être un scientifique», que diriez vous ?

Un scientifique est une personne animée par une curiosité sur un sujet extrêmement précis dans un domaine tout aussi précis et qui travaille à produire un savoir pour informer d'autres personnes sur ce sujet précis d'une manière qui n'a jamais été faite avant. (Hélène GODIN - Cinématographie)

Essayer de répondre à des problèmes en utilisant une démarche rigoureuse (Valentin LACHAND - informatique)

Quelqu'un qui cherche beaucoup et qui trouve parfois. Mais quand il trouve, il se rend compte que ça valait le coup. (Nicolas JACQUELIN - Machine Learning)

C'est de se poser une question de recherche, et de se donner les moyens d'y répondre en suivant les méthodes scientifiques du domaine. (Alix DUCROS - Interaction Humain Machine)

C'est se poser des questions et chercher encore de nouvelles questions (Ugo NANNI - Glaciologiste)

Une personne qui doit faire des hypothèses sur le fonctionnement de la nature, imaginer des expériences pour réfuter cette hypothèse, et les conduire. (Guillaume TCHERNIATINSKY - La physique des plasmas)

Annexes 2 - Retour d'expérience de l'expérimentation illustrant les 4 types de curiosités.

Synthèse :

6/8 personnes ont apprécié l'écran 4. Tout les participants ont été surpris par l'apparition de nouvelles formes dans l'écran 4. Les personnes apprécient les challenges et les casses tête mais déprécient énormément lorsqu'ils bloquent depuis longtemps. Une itération est envisageable pour éviter que les joueurs trouvent par hasard.

Participants :

N°1 : Perceptif

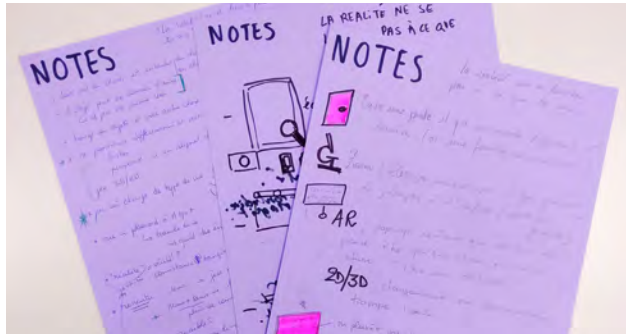
N°2 : Diversion

N°3 : Spécifique

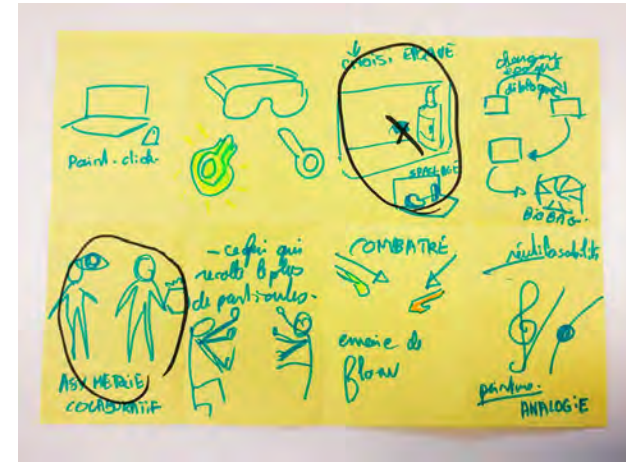
N°3 : Epistémique

Célia		«J'étais dans l'attente que le système me donne la réponse»	«À tout les coups il n'y en a pas assez!» (attend + de challenge?)	«Ça change de mécanique, j'ai bien aimé»
Johana		«Faut tous les sortir en fait ?»		«Est-ce qu'il y a une logique que je ne comprend pas ?»
Juliette	«Ça me semble trop évient, il y a un truc je suppose?»		Avant même de jouer, elle cherche une logique au puzzle	«Ho!»(lorsqu'elle voit le triangle + a trouver la solution par hasard)
Coralie		«C'est comme si je m'étais faite avoir par le jeu»		
Antoine		Avant même de mettre le premier carré, il cherche autre chose		(Surprise lorsqu'elle voit le triangle + n'as pas trouver la solution)
Ludivine			«Il n'y en auras pas assez...»	«Ho!» pour le rond.
Flora				
Coline		«Ho!» quand elle bouge le carré		N'y parvient pas «Est-ce que j'ai fais une bêtise ? Jme sent bête..»

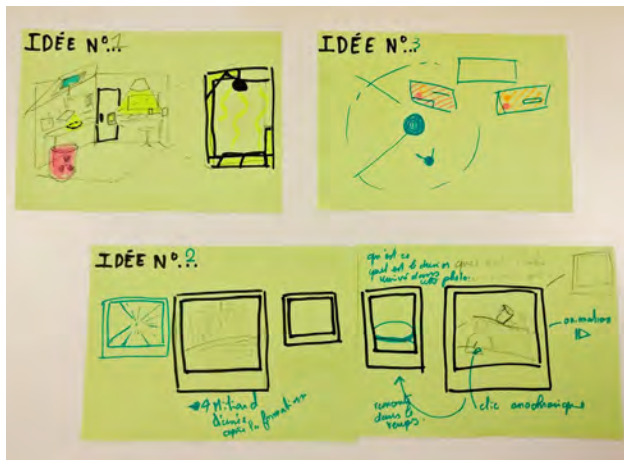
Annexes 3 - Atelier d'idéation - pitch de jeu sur la physique des particules



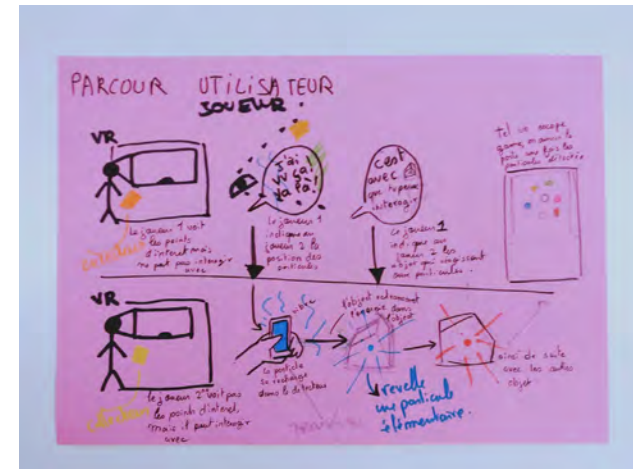
Étapes 1, noter un maximum d'idées individuellement en 10 minutes.



Étapes 3, retenir 1 idée et la développer en 8 points illustrés



Étapes 2, illustrer 3 idées retenues



Étapes 4, pitcher le jeu autour d'un parcours utilisateur

Bibliographie

BOGOST Ian, Persuasive Games: The Expressive Power of Videogames, Cambridge, MIT P, 2007.

Dictionnaire Le Robert, édition de 1995, p. 2 051.

HENRIOT Jacques, Le jeu, Paris, PUF, 1969, p. 73.

JUUL Jesper, Half-Real. Video Games between Real Rules and Fictional Worlds, Cambridge, MIT press, 2005, p.36.

D. KAHNEMAN, Thinking Fast and Slow, New York, Farrar, Straus and Giroux, 2011, trad. fr. R. Clarinard, **Systeme 1/Systeme 2 : Les deux vitesses de la pensée,** Paris, Flammarion, 2012.

PLATON, Théétète, «l'art d'accoucher les âmes», 150c.

TRICLOT Mathieu, Philosophie des jeux vidéos, Paris, **La Découverte,** "Collection Science humaine et sociale", 2011, p.30.

STANDING E.M., Maria Montessori à la découverte de l'enfant, Paris, Desclée de Brouwer, 1972, p102.

SKINNER Burrhus Frederic, The Behavior of Organisms: an experimental/ analysis (1938), New-Yak, Appleton, 1966, p.66.
<http://s-f-walker.org.uk/pubsebooks/pdfs/The%20Behavior%20of%20Organisms%20-%20BF%20Skinner.pdf>

Articles

Chen JENOVA, «**Flow in games (and everything else)**», *Vol 50, N°4, Commun. ACM. 2007, (p.31 à p.34).*

<https://www.jenovachen.com/flowingames/p31-chen.pdf>

George LOEWENSTEIN, «**The Psychology of Curiosity: A Review and Reinterpretation**», *Vol 116, N°1, Psychological Bulletin, 1994, p.75 à p.98.*

https://www.researchgate.net/publication/232440476_The_Psychology_of_Curiosity_A_Review_and_Reinterpretation

Daniel BERLYNE, « **A theory of human curiosity**», *vol 45, n°3, British Journal of Psychology, 1954, (p.180 à p.191).*

<https://static1.squarespace.com/static/53a79084e4b01786c921de45/t/53a86486e4b009ec07711b59/1403544710847/>

Webographie

Association des musées et centres pour le développement de la culture scientifique, technique et industrielle, AMCSTI, <https://www.amcsti.fr/fr/a-propos-amcsti/>, rubrique Culture Scientifique, 2020.

BEACHUM Alex, **Designing for Curiosity in Outer Wilds**, *Extrait de la conférence Full Indie Summit*, <https://youtu.be/p6lOHRIEdYI>, 2019.

ChamCaper, <https://chemcaper.com/about-the-game/>, 2020.

DEHAENE Stanislas, **L'engagement actif, la curiosité, et la correction des erreurs**, *Cours au Collège de France*, <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2015-02-03-09h30.htm>, 2015.

Les Saventurier, Présentation du programme, <https://les-savanturiers.cri-paris.org/projets-savanturiers/projets-dans-la-classe/un-projet-savanturier-cest-quoi/>, 2020.

Syndicat des Éditeurs de Logiciels de Loisirs (SELL), **Bilan du marché français du jeu vidéo pour l'année 2018**, https://drive.google.com/file/d/1_b_ImB3Efg2sfpkGxh_be60avgv-_Jp5/view, Février 2019, p.33.

Ludographie

BonDin : Card Game, [ACE EdVenture Studio](#), 2018.

Candy Crush, [King Studio](#), 2013.

ChemCaper, [ACE EdVenture Studio](#), (Android, Windows, Mac) 2016.

Everything, [David OREILLY](#), (PlayStation 4, Windows, Switch, Mac) 2017.

Her Story, [Same BARLOW](#), (Android, Windows, Mac) 2015.

Outer Wilds, [Moebius](#), (PlayStation 4, Xbox One, Windows) 2019.

Paper, Please, [Lucas POPE](#), (Windows, Mac, Play Station 4) 2013

Pokemon, [Nintendo](#), 1996.

Quantum 3, [Games for Entertainment and Learning Lab](#), Michigan State University, (Android) 2019.

The Return Of the Obra Dinn, [Lucas POPE](#), 3909 LLC, (Windows, Mac, PlayStation 4, Xbox One, Switch) 2018.

The Witness, [Jonathan BLOW](#), (PlayStation 4, Xbox One, Windows, Android) 2016.

Remerciements

Je remercie toute l'équipe pédagogique du DSAA du Pôle Supérieur de Design de Villefontaine, en particulier mon tuteur, Jean-Baptiste Joatton ainsi que Valentine Reynaud pour m'avoir accompagné dans l'élaboration de ce mémoire. Je souhaiterais remercier toutes les personnes qui ont pris le temps de participer à mes ateliers d'idéation et de répondre à mes questions. Enfin, je remercie mes proches et mes camarades pour m'avoir aidé et soutenu dans toutes les phases de construction de ce mémoire.