HAL
open science

Éléments de réflexion autour de la conception du jouet pour un jeu sérieux

Bertrand Marne

To cite this version:

Bertrand Marne. Éléments de réflexion autour de la conception du jouet pour un jeu sérieux. EIAH'2019 : Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Jun 2019, Paris, France. pp.1-12. halshs-02151806

HAL Id: halshs-02151806

https://shs.hal.science/halshs-02151806v1

Submitted on 10 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Éléments de réflexion autour de la conception du jouet pour un jeu sérieux

Bertrand Marne[1]

[1] ICAR UMR 5191, Université Lumière Lyon 2, France
bertrand.marne@ens-lyon.fr

Résumé. Les jeux sérieux destinés à l'apprentissage peuvent proposer plus qu'un supplément de motivation aux EIAH. Certains auteurs avancent que ceux fondés sur des jouets en transforment également les aspects pédagogiques. Le jouet est alors défini comme l'artefact « avec » lequel joue plutôt que celui « auquel » on joue. Ce sont les qualités exploratoires et expérimentales suggérées par « avec » que ces auteurs proposent d'exploiter. Dans la perspective de questionner la place du jouet dans un jeu sérieux, nous commençons par interroger leur conception. Dans cet article, nous proposons trois études de terrain menées en situation écologique. Elles visent à identifier des patrons de conception pour l'intégration de jouets dans les jeux sérieux. Nous discutons les résultats des trois études et proposons des fondations de patrons de conception pour la construction d'une simulation, et pour la conception des interactions ludiques avec elle.

Mots-clés. Jeu sérieux, ingénierie, jouet, micro-monde, patrons de conception

Abstract. Serious learning games can provide more than just an extra engagement to ITS. Some authors argue that those based on toys also transform their pedagogical aspects. The toy is then defined as an artifact you play "with" rather than the artifact you play "at". The exploratory and experimental qualities suggested by "with" are pointed out by these authors. In order to question serious game based on toys, we began with the investigation of their design. In this article, we propose three field studies conducted in an ecological situation. They aim to identify design patterns for the integration of toys into serious games. We discuss the results of the three studies and propose design pattern foundations for the design of a simulation, and for the design of playful interactions with it.

Keywords. Serious Game, design, toy, microworld, design patterns

1 Introduction

Dans les nombreuses acceptions des jeux sérieux (JS) à vocation d'apprentissage, nous choisissons de focaliser cette étude sur les JS cherchant à obtenir une motivation intrinsèque des apprenants-joueurs plutôt que les JS ayant recours aux mécanismes de gamification. Parmi ceux-ci, nous visons plus précisément les JS qui ne cherchent pas seulement à augmenter la motivation et l'engagement à utiliser un EIAH. Mais, ceux dans lesquels les interactions sont utilisées pour proposer de l'exploration et de

l'expérimentation afin de tenter de proposer un apprentissage plus constructiviste que transmissif aux apprenants-joueurs. Ryan et al., en s'appuyant explicitement sur les travaux de Schell [18], et dans une réinterprétation implicite du concept de micro-mondes [14], proposent de centrer la conception de cette catégorie de JS sur la construction d'un jouet systémique [16]. Nos travaux s'inscrivent dans cette problématique générale qui interroge les apports de la notion de jouet dans les méthodes de conception des JS.

Dans cet article nous décrivons nos recherches, constituées de trois études de terrain, pour extraire les fondations de patrons de conception [1, 12] de JS articulés sur ces jouets systémiques. Nous commençons par présenter les travaux antérieurs qui nous ont servi de base pour définir les concepts de notre problématique. Dans une seconde partie, nous présentons la méthodologie de recherche que nous avons choisie et les biais qu'elle provoque pour mener les trois études que nous décrivons et discutons dans la troisième partie. Dans la conclusion, nous faisons le bilan de ces travaux et évoquons nos futures recherches sur ces questions.

2 Le jouet comme fondement de jeux sérieux constructivistes

Certains auteurs comme Bogost et al., Ryan et al. considèrent que les JS pour l'apprentissage ne doivent pas viser en premier lieu la motivation, mais un apprentissage expérientiel [2, 4, 16]. En effet, ils montrent que les JS de ce type proposent des expériences d'apprentissage plus constructivistes, qui par ailleurs induisent une motivation intrinsèque. Alors que les autres, souvent articulés sur les principes de gamification, apportent plutôt une motivation extrinsèque [2]. Or, la gamification peut aussi avoir des effets négatifs sur l'apprentissage, comme la baisse de la motivation intrinsèque [6] ou la course à la récompense [5].

Les travaux de Ryan et al. [16] en utilisant la « *Procedual Rethoric* »[1] proposée par Bogost [4] et le « *Deep Conceptual Learning* »[2] proposé par Gee [7] invitent à fonder la conception d'un JS sur l'utilisation d'un jouet grâce à la « *Lens of the Toy* » de Schell [18]. Selon Ryan et al., un bon jouet est un système complexe qui propose de nombreuses affordances ludiques et qui sollicite les capacités cognitives de reconnaissance de structures, de raisonnement stratégique et de résolution de problèmes [16]. En cela, ils enrichissent la notion de jouet proposée par Schell. Ce dernier définit le jouet comme « le jouet est artefact *avec* lequel on joue ». Et non l'artefact *auquel* on joue, qui est lui plutôt le jeu : l'objet-jeu se décrit alors comme l'ensemble de règles (obstacles et buts) qui encadrent l'utilisation du jouet [18].

Ryan et al., sans l'expliciter dans leurs travaux, retrouvent des notions proches des micro-mondes, puisqu'ils considèrent qu'un jouet, au cœur d'un JS éducatif, doit être un modèle concret des systèmes qui dirigent le domaine à enseigner [14, 16]. Et ainsi, ils décrivent le jouet comme un outil qui invite, par l'action de jeu, à l'exploration des systèmes, à la reconnaissance de ses structures et à l'expérimentation pour essayer de contrôler, puis de maîtriser ces systèmes. C'est très proche des micro-mondes, ces EIAH qui mettent les utilisateurs dans une situation d'autonomie afin de développer des connaissances par la découverte, la conception d'hypothèses et l'expérimentation de celles-ci [14]. Ainsi, lorsqu'un apprenant-joueur manipule un micro-monde ou un

1 Capacité d'un processus interactif à porter un message
2 Un apprentissage profond est émergent et se fait intrinsèquement par l'activité de jeu

jouet selon Ryan et al., il cherche à comprendre les règles et les équilibres existant dans les systèmes que le jouet présente, et ce de deux manières. Soit en l'explorant : il provoque des causes et en observe les conséquences pour en induire des règles. Soit en expérimentant : il cherche à obtenir des conséquences en multipliant les possibilités de causes pour vérifier une ou plusieurs règles, ses hypothèses, par abduction [15].

Pour construire ces JS fondés sur des jouets/micro-mondes, Ryan et al. proposent, sans la vérifier expérimentalement, une méthode qui ressemble beaucoup à certains de nos travaux (légèrement antérieurs) : les 6 facettes de la conception des jeux sérieux [10, 11]. Les 6 facettes forment un modèle formel de la conception des JS qui a été évalué expérimentalement [11] et qui a été conçu pour faciliter la collaboration entre les parties prenantes de cette conception. La méthode de Ryan et al. se décompose en 5 étapes chronologiques (contrairement aux 6 facettes) :

1. Identifier les mécaniques et dynamiques impliquées dans les systèmes du domaine que l'on cherche à enseigner. Cette étape correspond de façon remarquable à deux facettes. La facette 1 : la définition des *Objectifs pédagogiques* qui correspond à la modélisation du domaine à enseigner et la facette 2 : la *Simulation du domaine* qui décrit les modèles formels des systèmes à l'œuvre dans le domaine à enseigner.
2. Présenter le système de façon à faciliter la reconnaissance de ses structures sous-jacentes. Ce qui rejoint les concepts décrits dans la facette 2 de *Simulation du domaine*.
3. Fournir un outil pour que l'apprenant-joueur ait un contrôle incarné et ludique. Soit un outil à la fois simple et aux affordances multiples pour une interaction fine et ludique avec le système. Il s'agit exactement de ce que propose la facette 3 : *Interactions avec la simulation* qui concerne la conception de l'interface ludique avec la simulation (facette 2) proposée à l'apprenant-joueur.
4. Ajouter des buts pour créer des étapes dans la découverte du système par les apprenants-joueurs. C'est en correspondance avec la facette 4 : *Problèmes et progression* qui concerne les défis et les obstacles à proposer aux apprenants-joueurs afin de les faire progresser à la fois dans le jeu et dans les compétences recherchées.
5. Fournir le nécessaire pour permettre aux apprenants-joueurs de partager leurs nouvelles compétences. Ce qui ressemble à la facette 6 : *Conditions d'utilisation* qui concerne notamment l'élaboration des conditions d'institutionnalisation des apprentissages.

Assez logiquement, compte tenu de leurs propositions en opposition aux techniques de gamification, les étapes proposées par Ryan et al. ne reprennent pas les contenus de la facette 5 : *Décorum* correspondant à la conception des éléments de gamification d'un JS.

En reprenant la définition du jouet donnée dans la « *Lens of the Toy* » de Schell [18], nous avons constaté que parmi ces 5 étapes, seules les trois premières sont centrées sur l'élaboration du jouet. Les deux suivantes sont centrées sur la construction de l'objet-jeu.

Nos travaux ont pour objectif de questionner les JS fondés sur des jouets systémiques. Et notamment, d'explorer la possibilité que ces JS, comme les micro-mondes [14], permettent aux apprenants-joueurs la découverte par l'exploration, la compréhension et la modélisation des systèmes qui régissent les domaines enseignés par des raisonnements inductifs. Mais aussi, l'expérimentation pour vérifier et conforter les modèles hypothétiques par des raisonnements abductifs.

Dans cette perspective, nous avons commencé nos travaux par interroger la conception des JS de cette catégorie. Notamment, nous avons cherché à mettre à l'épreuve sur le terrain les propositions méthodologiques de Ryan et al. et tenté d'extraire des éléments de patrons de conception [1, 12] de ces situations.

3 Propositions méthodologiques

Pour proposer et mettre à l'épreuve des méthodes de conception de JS fondés sur des jouets, nous avons choisi de nous inscrire dans une démarche de recherche écologique proche de la recherche-action. Ce choix est à la fois guidé par des contraintes pratiques et des choix épistémologiques.

À propos de ces derniers, nous cherchons à extraire des éléments de patrons de conception pour aider à la fabrication des JS centrés sur des jouets. Dans le domaine des JS, les méthodes récentes d'extraction de patrons de conception s'intéressent à leur extraction à partir de JS déjà existants [9]. Ces méthodes d'extraction permettent d'identifier les bons résultats et d'en inférer des patrons de conception, mais ne permettent malheureusement pas d'identifier les obstacles et problèmes survenus lors de la conception, et les moyens de les résoudre. C'est pourquoi, en complément, nous avons choisi de travailler sur une extraction de patrons *durant* le processus de conception lui-même. Ceci implique une approche très écologique, comme celles de la recherche-action, en suivant les concepteurs aussi souvent que possible.

De plus, comme les JS fondés sur les jouets sont rares, nous avons aussi choisi d'être partie prenante, pour aider les concepteurs que nous suivions en leur apportant, quand c'était nécessaire, des éléments méthodologiques élaborés à partir des expériences antérieures et de l'état de l'art. Ainsi, nous avons choisi de nous inscrire dans une épistémologie proche de la recherche collaborative orientée par la conception (ROC) [17], elle-même inspirée de la Design Based Research [19].

Ce choix nous a également permis de surmonter l'une des principales contraintes pratiques de ce type de recherche : trouver un terrain d'étude dans lequel la recherche-action peut être suffisamment longue pour permettre d'observer et d'agir sur des situations variées, sans que le risque économique pesant sur les concepteurs soit grand. Dans ce contexte proche de la ROC [17], nous avons choisi le cadre pédagogique d'un enseignement universitaire sur les JS.

Bien que ces choix méthodologiques aient rendu possible une étude d'une certaine ampleur par sa durée et son nombre de participants, nous avons dû tenir compte d'un certain nombre de biais. Par exemple, le fait que nous soyons partie prenante, ou le fait que ce public qui découvre les JS est peut-être assez différent du public que nous pourrions cibler avec des patrons de conception.

Pour prendre en compte ces biais, au-delà de l'analyse des JS produits [9], de celle des prototypes conçus à chaque itération de la production, et des observations directes des méthodes employées, nous avons aussi collecté des réponses à des questionnaires et à des entretiens proposés à trois occasions : avant le début de la conception et des apports méthodologiques, pendant la conception, et après la production du JS final et son évaluation scolaire. Lors de toutes ces observations, notre collecte d'informations a été guidée par plusieurs objectifs. Nous avons cherché à savoir quelles étaient les préconceptions des étudiants sur les méthodes de conception de JS et comment et pourquoi ces méthodes ont pu changer au cours du projet, afin d'avoir pour chacun

des participants une idée des connaissances antérieures, des choix et des sources d'information qui ont participé à l'évolution de celles-ci au cours des travaux.

Nous avons travaillé en trois étapes et avec plusieurs groupes d'étudiants. Progressivement, nous avons amélioré les aides méthodologiques fournies en nous appuyant sur leurs difficultés à appréhender et à mettre en œuvre la notion de jouet.

4 Résultats de l'étude de terrain et discussion

Cette étude de terrain s'est déroulée sur une période de 3 ans (une étape par an) auprès de 104 étudiants ayant développé 23 prototypes de JS par groupes de 3 à 12 personnes. 58 de ces étudiants étaient en Master 2 (M2) de journalisme dans un cursus axé sur les pratiques numériques journalistiques. Les 46 autres étudiants sont en Diplôme Universitaire (DU) de level design (niveau bac+3).

Les étudiants ont travaillé à la conception et réalisation de prototypes dans le cadre de leur formation aux JS en général, et aux newsgames [3] en particulier pour les étudiants journalistes. Ces projets sont menés de façon agile, sur un semestre avec entre 12 et 24 h de cours méthodologiques auxquels s'ajoutent de l'accompagnement.

Les prototypes de JS issus de ces travaux restent pour la plupart assez rudimentaires, aussi bien dans leurs aspects pédagogiques, que ludiques, voire du mélange de ces deux aspects. L'objectif n'était pas de faire concevoir un JS idéal, mais en produisant un premier prototype de JS, de permettre aux étudiants de se familiariser avec ce type de média. Ainsi, nous ne décrivons ni discutons des qualités ludiques ou pédagogiques des projets portés par ces étudiants. Nous nous limitons à décrire et discuter la présence, la conception et l'intégration de jouets dans les JS produits.

Pour travailler, les étudiants bénéficiaient d'un bagage méthodologique et logiciel fourni lors des premiers cours. Ces contenus ont varié entre les étapes, en fonction des résultats précédents. Les trois études sont présentées dans les sous-sections suivantes.

4.1 Première étude : le jouet présenté comme une des méthodes de conception

La première étude menée a réuni 26 étudiants de M2 de journalisme, regroupés dans 6 projets de JS (dont un groupe de 9, pour un projet de plus grande ampleur) dont ils ont choisi le sujet librement.

Les étudiants ont bénéficié d'une introduction aux JS fondée sur *Journalism at Play* de Bogost [3] et mettant en avant les newsgames comme des médias systémiques et expérientiels. Puis, la méthodologie des 6 facettes de la conception des jeux sérieux et leurs patrons de conception [10] leur a été expliquée parce qu'elle décompose la conception de façon intelligible, en particulier pour des novices. Au cours de ces apports méthodologiques, la notion de jouet a été définie et présentée comme une bonne pratique pour combiner les facettes de la simulation du domaine et de l'interface ludique avec cette simulation.

Pour accompagner la réalisation technique, des outils auteurs ont été proposés avec une grande liberté pour les choisir. Nous les classons en plusieurs catégories : un outil de conception (Legadee [8]), des outils fabrication de narrations interactives

(Twinery[3] et Klynt[4]), un outil de réalisation de jeux de rôles (RPG Maker[5]), un outil auteur de JS point & clic (eAdventure [13]), des outils de réalisation de jeux sans programmation (GDevelop[6] et Construct[7]).

Les 6 travaux qui en résultent sont synthétisés dans le Tableau 1. La colonne *Genre* décrit à quel genre vidéoludique appartient le JS, la colonne *Ambition* décrit le but que les étudiants voulaient atteindre avec. La colonne *Principales mécaniques* décrit les interactions et les moyens ludiques principaux mis en œuvre dans le JS. Enfin, la colonne *Méthode d'apprentissage visée* décrit comment les étudiants projetaient que se fasse l'institutionnalisation des savoirs dans leurs JS.

Leurs travaux n'ont pour la plupart pas dépassé le stade de prototypes et à ce titre n'ont pu être évalués que lors de playtests[8] rudimentaires. Au cours de ceux-ci, institutionnalisation des avoirs liés à l'utilisation du JS n'a pas pu être mesurée.

Tableau 1. Synthèse des JS produits lors de l'étude 1

Nom du JS	Genre	Ambition	Outils auteur	Principales mécaniques	Méthode d'apprentissage visée
ISIS the End[9]	Narration interactive	Faire comprendre les mécanismes de la radicalisation	Klynt	À chaque étape un choix détermine l'étape suivante	Exploration + texte de remédiation quand il y a erreur
Citizens of Nowhere	Narration interactive	Découvrir les épreuves endurées par les réfugiés	Twinery	À chaque étape un choix détermine l'étape suivante. Des choix font varier des jauges déclenchant des événements	Exploration + expérimentation des hypothèses
Dealopolis	Narration interactive	Comprendre l'articulation drogue-corruption	RPG Maker	Collecte d'indices dans une carte. Puis QCM.	Exploration (indices, réponses au QCM) + textes de remédiation
Femmes à travers le monde	Associations d'objets	Sensibilisation aux risques d'agression pour les femmes	Construct	Association de choix en fonction de la situation	Le joueur perd toujours : Exploration + texte de remédiation
Reportage Ebola	Narration interactive	Comprendre les conditions du journalisme africain	Twinery	À chaque étape un choix détermine l'étape suivante	Exploration + textes de remédiation
Vélo en ville	Narration interactive	Sensibiliser aux dangers de la circulation pour les cyclistes	Twinery	À chaque étape un choix détermine l'étape suivante	Exploration + textes de remédiation

Notre première observation est que les projets des étudiants sont quasiment tous des projets de narration interactive, dans lesquelles les interactions se résument le plus souvent à faire des choix qui orientent la suite de l'histoire (des choix souvent binaires et non cornéliens : entre bon et mauvais choix). Les étudiants avaient prévu que l'institutionnalisation des savoirs se ferait soit en faisant un mauvais choix, lisant

3 Twinery : https://twinery.org/ (consulté le 26/04/2019)
4 Klynt : http://www.klynt.net/ (consulté le 26/04/2019)
5 RPG Maker : https://www.rpgmakerweb.com/ (consulté le 26/04/2019)
6 Gdevelop : https://gdevelop-app.com/ (consulté le 26/04/2019)
7 Construct : https://www.scirra.com/ (consulté le 26/04/2019)
8 Technique d'évaluation des jeux très employée dans l'industrie des jeux vidéo.
9 Isis the End est de plus grande ampleur (projet de l'année des étudiants). Il est d'ailleurs disponible en ligne : http://www.isistheend.com/ (consulté le 26/04/2019)

les textes de remédiation, et en recommençant ; soit en lisant des « indices » fournis avant les choix. Un projet se distingue : *Citizens of Nowhere* parce qu'en plus de la narration interactive, il ajoute un système de jauges (santé, argent) qui varie en fonction des choix et qui peut ré-aiguiller la narration. Tardivement dans la conception, les étudiants avaient voulu mettre en place une petite simulation au cœur de leur JS très narratif. Leur souhait était d'utiliser la notion de jouet systémique pour provoquer, en plus de l'exploration, un apprentissage par l'expérimentation. Nous avons d'ailleurs retenu l'idée de *jauge* pour modéliser les variables à l'œuvre dans la simulation des systèmes, car d'après nos entretiens finaux, il a semblé parlant pour l'ensemble des étudiants.

À l'exception du groupe de *Citizens of Nowhere*, nous avons constaté que les étudiants n'avaient pas fait le pas de côté suggéré par Bogost [3]. Il propose d'éviter les méthodes journalistiques narratives pour fournir des contenus plus expérientiels et systémiques, dans lesquels l'apprentissage se fait par des combinaisons d'exploration et d'expérimentation. Du point de vue méthodologique, nous n'avions donc pas réussi à proposer des moyens qui permettaient aux étudiants d'envisager le jouet comme solution valide pour construire des expériences avec ce type d'apprentissage, plutôt que des JS fondés sur des récits journalistiques.

Nous pensons également que le choix des outils auteurs les plus simples à prendre en main (Twinery, Klynt et RPG Maker) par les étudiants a joué un rôle important dans le choix des contenus puisqu'ils sont conçus pour les narrations interactives. Nous avons utilisé ces observations pour notre seconde étude.

4.2 Seconde étude : le jouet placé au centre des méthodes de conception

Elle s'est déroulée d'une part auprès de 32 étudiants en M2 de journalisme (regroupés dans 8 projets de JS) et d'autre part auprès de 23 étudiants en DU de level design (regroupés dans 5 projets de JS).

Pour les journalistes, la mise en œuvre a été fondée sur les mêmes principes que l'étude précédente avec les changements suivants : le concept de jouet a été placé au centre des enseignements méthodologiques, sans pour autant en proposer une méthode de conception détaillée. Son articulation avec les *systèmes* décrits par Bogost [3] est réifiée grâce au principe des *jauges*, retenu à la précédente itération de l'étude. Elles permettent de modéliser les variables systémiques dont le jouet peut faire varier les valeurs. De plus, afin d'éviter l'influence trop forte des outils auteurs dans le genre de jeu, il est demandé, d'une part, de faire le premier des deux playtests avec un prototype non numérique (jeu physique, jeu de plateau, etc.). D'autre part, pour le second prototype, les outils auteurs les plus versatiles (GDevelop et Construct) sont proposés en priorité. Les travaux de ces groupes sont présentés dans Tableau 2.

Les travaux présentés dans le Tableau 3 sont ceux des groupes d'étudiants level designers pour lesquels nous avons introduit plusieurs différences avec les journalistes. À la place des travaux de Bogost sur les newsgames, un travail de réflexion a été mené sur *The Lens of the Toy* de Schell avec la recherche de bons exemples de jouets dans les jeux vidéo populaires. De plus, le domaine a été imposé : les étudiants devaient concevoir un JS de niveau collège sur le système immunitaire.

Auprès des étudiants journalistes (Tableau 2), nous observons que la proposition de JS a été plus diversifiée que lors de l'étude précédente. Il y a encore deux JS narratifs. Mais cette fois, cherchant à intégrer un jouet en fin de conception, ces deux groupes

ont ajouté un système de jauges incrémentées/décrémentées en fonction des choix. À la manière des tests dans les magazines estivaux, elles classent l'apprenant-joueur dans une catégorie à la fin du JS. D'autres JS conçus lors de cette étude n'ont pas d'aspect systémique. Le jeu de l'oie, le casse brique et le QCM humoristique ne proposent pas d'expérimentation aux apprenants-joueurs, seulement la lecture d'informations. Dans *La Catalogne* et *Make Hummus not Walls* les étudiantes ont pourtant intégré un « jouet » (au sens de Schell), mais totalement décorrélé des aspects systémiques du domaine à découvrir (donc, pas au sens de Ryan et al.). Seuls les JS *Enfance dans le monde* et *Jeu de l'Amazonie* proposent aux joueurs de comprendre comment fonctionnent des systèmes en leur permettant d'explorer, puis expérimenter. Pour le premier des JS, cet aspect systémique a été introduit par un système de jauges (santé, éducation, plaisir, etc.), pour le second par une petite simulation qui est interrogée à chaque action du joueur.

Tableau 2. Synthèse des JS produits lors de l'étude 2 avec des étudiants journalistes

Nom du JS	Genre	Ambition	Outils de développement	Principales mécaniques	Méthode d'apprentissage visée
Enfance dans le monde	Jeu d'adresse	Sensibiliser aux difficultés des enfants des pays pauvres	GDevelop	Se déplacer en évitant de se faire attraper	Exploration + expérimentation
Jeu de l'Amazonie	Stratégie au tour par tour	Comprendre les équilibres écologiques et économiques de l'agriculture en Amazonie	GDevelop	Tour par tour : choix (déforestation, plantation, jachère, récolte, etc.) en fonction de ses ressources	Exploration + expérimentation
La Catalogne	Jeu d'action	Comprendre les enjeux de l'indépendance de la Catalogne	Construct	Se déplacer avec agilité en collectant des informations	Lecture des informations
Make Hummus not Walls	Casse brique	Connaître des faits sur la Barrière de séparation d'Israël	GDevelop	Récupérer des messages par agilité	Lecture des informations
Make Twitter Great Again	Suite de QCM humoristiques	Faire connaître les tweets du Président des USA	Klynt	À chaque étape un QCM à remporter ou perdre	Exploration + textes de remédiation
Rentabilise Neymar	Narration interactive	Comprendre les transferts et le management des joueurs de football	Twinery	À chaque étape un choix détermine l'étape suivante + Système de jauges → ajouté à la fin	Exploration + texte de remédiation + expérimentation
Garde la pêche	Narration interactive	Apprendre à avoir une alimentation équilibrée à faible impact écologique	Twinery	À chaque étape un choix détermine l'étape suivante + Système de jauges → ajouté à la fin	Exploration + texte de remédiation + expérimentation
Un toit sur Lyon	Jeu de l'oie	Apprendre les démarches pour se loger	GDevelop	Déplacement sur un plateau + Questions à chaque étape	Exploration + textes de remédiation

Quatre des huit JS produits sont non systémiques, même si deux d'entre eux contiennent des « jouets » (pour coller aux demandes de l'enseignant). Dans les deux JS narratifs, les étudiants sont parvenus à contourner les contraintes des outils auteurs (avec des pions réels, à comptabiliser à la fin de la partie) pour introduire un aspect systémique fondé sur des jauges. Les deux autres JS s'approchent plus encore de la notion de jouet selon Ryan et al., en intégrant un système avec lequel il est possible de

jouer pour en expérimenter le fonctionnement et les limites. Dans ces deux JS, les playtests ont montré que des apprenants-joueurs exploraient et expérimentaient les jouets-systèmes sans nécessairement suivre les buts des JS.

Nous avons constaté que les outils auteurs les plus versatiles étaient très difficiles à pendre en main par des étudiants peu familiers des outils numériques. C'est ce qui a conduit certains groupes, après avoir fait un JS non numérique systémique, à se résoudre à réaliser un JS numérique non systémique, conçu avec des outils plus simples à appréhender comme Twinery ou Klynt.

Au contraire, les étudiants en level design (Tableau 3) étaient pour la plupart familiers du numérique et de la programmation et se sont facilement approprié l'outil auteur Construct à partir duquel tous les projets ont été menés.

Tableau 3. Synthèse des JS produits l'étude 2 avec des étudiants level designers.

Nom du JS	Genre	Outils de développement	Principales mécaniques	Méthode d'apprentissage visée
Deficience	Tower defence	Construct	Association de défenses à des vagues de microbes	Exploration + expérimentation
Heal and Help	Jeu de plateau	-	Choisir des défenses pour contrer des événements infectieux	Exploration + expérimentation
Immune Defence	Tower defence	Construct	Association de défenses à des vagues de microbe	informations textuelles + entraînement
Immunis	Jeu de tir	Construct	Poursuivre et détruire les microbes ciblés par anticorps	informations textuelles + entraînement
Infiltrhex	Jeu de stratégie au tour par tour	Construct	À chaque tour, choisir des actions pour les microbes afin de traverser les défenses	Exploration + expérimentation

Nous observons que les JS réalisés appartiennent à des genres assez proches : le genre *tower defense* est assez proche du genre *jeu de stratégie au tour par tour*. Nous distinguons néanmoins deux familles de choix de méthodes institutionnalisation des savoirs, indépendantes des genres : d'une part, les JS dans lesquels il est prévu que l'apprentissage se fasse par l'apport d'informations (tutoriels) et son renforcement est prévu par l'entraînement. D'autre part, ceux dans lesquels il est prévu que l'apprentissage se fasse en explorant, puis en expérimentant différentes solutions.

Nous avons constaté que l'ensemble des JS proposés sont systémiques, et nous pensons que cela est lié à trois causes : en premier lieu, la nature du sujet imposé aux étudiants (*système* immunitaire). En second lieu, l'absence de la barrière technique de la maîtrise de l'outil auteur. Et enfin en dernier lieu, grâce à la culture vidéoludique des étudiants, associée au travail d'inventaire qui a été fait de systèmes et des jouets dans les jeux vidéo populaires. Cependant, seuls les JS qui proposent de l'exploration semblent être vraiment structurés autour d'un jouet au sens de Ryan et al. En effet, ils sont les seuls à proposer des artefacts que les candidats aux playtests ont pris plaisir à manipuler indépendamment des instructions et des buts donnés dans les JS.

Nous avons tiré 3 observations principales de l'ensemble de cette étude 2 :

- L'introduction du concept de jauge semble faciliter la conception d'artefacts systémiques (Bogost [3]), mais pas forcément de jouets (Ryan et al. [16]).
- Le manque de maîtrise des outils auteurs versatiles (Construct, Gdevelop) est un obstacle à l'implémentation de jouets dans les prototypes.
- Les sujets de JS qui paraissent plus systémiques facilitent la création de jouets. Donc, il nous faut proposer une méthode d'identification des aspects systémiques dans tous les sujets (étapes 1 et 2 de Ryan et al. [16]).

4.3 Troisième étude : avec une méthode de conception détaillée du jouet

Cette troisième étude a impliqué 23 étudiants de DU de level design et 11 étudiants en M2 de journalisme, cette fois répartis équitablement sur 3 projets de JS avec un thème imposé : L'Europe politique. Nous avons été convaincus d'instaurer ce mélange d'étudiants par le changement de stratégie d'étudiants journalistes : ils avaient d'abord conçu des prototypes de JS non numériques, plutôt systémiques. Puis, finalement, ils avaient décidé de les abandonner face aux problèmes d'implémentation dans les outils auteurs (Construct, Gdevelop).

Comme nous avions (volontairement) imposé un thème qui semble peu systémique, nous avions aussi fourni aux étudiants une méthode détaillée de conception de jouet, fondée d'une part sur Ryan et al. [16] articulée avec les 6 facettes [11]. Et d'autre part sur l'observation des difficultés rencontrées lors des deux premières études. Elle décrit le travail qui doit être opéré dans les facettes de la *Simulation du domaine* et des *Interactions avec la simulation*.

Le Tableau 4 contient le texte de l'une des fiches méthodologiques de synthèse fournies aux étudiants. Le Tableau 5 synthétise les JS produits lors de cette étude 3.

Tableau 4. Récapitulatif de la méthode de conception des jouets proposée aux étudiants

Facette n°2 : Concevoir la simulation	Facette n°3 : Construire les interactions

1. **Choisir** un sujet systémique
2. Décrire et **modéliser** les systèmes
  1. Identifier les **paramètres** du système → **jauges**
  2. Identifier les **éventements** qui font varier les paramètres
  3. Identifier comment les paramètres **interagissent** entre eux
  4. Identifier les **règles** qui régissent le système
  5. **Simplifier** en se concentrant sur ce que l'on veut faire comprendre aux utilisateurs/ices
3. **Programmer** la simulation des systèmes
  ○ Système à base d'équations
  ○ Système à base de règles
  ○ Ou les deux
4. **Tester** la simulation pour vérifier...
  ○ Sa fiabilité
  ○ Sa simplicité
	1. Identifier comment le **hasard** peut jouer dans le système
	2. Imaginer une **métaphore**
	  1. Imaginer plusieurs **interactions** potentielles pour chaque paramètre
	  2. Imaginer plusieurs **feedbacks** possibles pour chaque changement du système
	  3. **Coordonner** interactions et feedbacks
	  4. Imaginer un environnement et des objets pour « **emballer** » les interactions et les feedbacks
	3. **Vérifier** que les interactions+feedbacks permettent...
	  1. D'explorer le jouet pour essayer de comprendre le système : **explorer** les règles du système
	  2. D'**expérimenter** les règles que les utilisateurs/ices ont comprises
	4. **Tester :** est-il intéressant de manipuler le jouet, sans but et sans contrainte

Tableau 5. Synthèse des JS produits lors de l'étude 3

Nom du JS	Genre	Ambition	Outils de développement	Principales mécaniques	Méthode d'apprentissage visée
Enter the EU	Simulation	Comprendre le processus d'entrée d'un pays dans l'UE	Construct	Choix binaires à chaque tour pour influencer des jauges	Exploration + expérimentation
Élections européennes	Succession de QCM	Comprendre la constitution de listes électorales	Unity 3D[10]	Choisir ou non les cartes qui sont présentées.	Exploration + textes de remédiation
Procédure législative	Simulation	Comprendre l'élaboration des lois dans l'UE	Construct	Choix binaires à chaque tour pour influencer des jauges	Exploration + expérimentation

10 Unity 3D : https://unity3d.com/ (consulté le 26/04/2019)

Nous avons fait deux observations principales. D'une part, les outils auteurs n'ont pas été un obstacle technique : les groupes étaient grands et peuplés de suffisamment d'étudiants connaisseurs.

D'autre part, nous avons observé que pour deux des trois projets, les étudiants se sont emparés des éléments méthodologiques pour identifier ce qui faisait système dans leurs sujets afin de concevoir des simulations autour de jauges. Pour ces deux JS, l'interface choisie est celle de *Reigns*[11] qui propose un moyen simple et facilement ludique d'interfacer une simulation multifactorielle. Les étudiants ont pu constater à l'occasion des playtests que des participants exploraient et expérimentaient en *jouant* avec la simulation pour inférer la compréhension des systèmes, parfois sans poursuivre les buts du JS, c'est-à-dire comme pour des jouets au sens de Ryan et al.

Si nous avons constaté que les 3 premières étapes de la méthode de Ryan et al. associées aux 6 facettes semblent donner de bons résultats, il nous faut néanmoins poursuivre nos études. Principalement en vérifiant, d'une part, quels sont les éléments méthodologiques fournis qui sont les plus utiles. D'autre part, en vérifiant qu'ils ne mènent pas toujours à des interfaces de type *Reigns* ou si ce résultat est un biais issu des échanges entre les étudiants. Ces travaux complémentaires devraient nous permettre, autour de la base méthodologique que nous venons d'établir, de construire des patrons de conception structurés pour concevoir des JS articulés sur des jouets systémiques.

5 Conclusion

Dans la perspective de fournir des Jeux Sérieux (JS) permettant un apprentissage par l'exploration et l'expérimentation grâce à des jouets/micro-mondes très systémiques, nous avons choisi de mener trois études de terrain en situation écologique. Elles sont inspirées de la recherche collaborative orientée par la conception, et menées auprès d'une centaine d'étudiants ayant participé à la conception de 23 prototypes de JS. Les objectifs de ces études étaient, d'une part, de mettre à l'épreuve la méthode de conception proposée par Ryan et al. [16] et, d'autre part, d'extraire des éléments de patrons de conception pour les JS centrés sur des jouets/micro-mondes.

Nous avons observé que pour que les participants appréhendent correctement la notion du jouet systémique, comme un micro-monde, il est nécessaire d'aller au-delà de la définition et des éléments méthodologiques proposés par Schell [18] dans *The Lens of the Toy*. Ainsi, nous montrons que les 3 étapes de conception de jouets proposées par Ryan et al. [16] associées aux 6 facettes de la conception des jeux sérieux [10] ont aidé les participants à intégrer et concevoir leurs JS autour de jouets systémiques.

Nous proposons donc (Tableau 4) des principes fondateurs pour des patrons de conceptions associés aux facettes de *Simulation du domaine* et d'*Interactions avec la simulation*. Ces fondations devront être enrichies, raffinées et formalisées pour constituer des patrons complets.

Nous avons aussi observé l'influence (négative) de certains outils auteurs dans la conception et l'implémentation de jouets systémiques dans les JS. Pour éviter cet effet négatif, nous envisageons de rendre formels les futurs patrons de conception afin de faciliter leur implémentation dans les outils auteurs.

11 Reigns : https://www.devolverdigital.com/games/view/reigns (consulté le 26/04/2019)

Remerciements. L'auteur remercie le LABEX ASLAN (ANR-10-LABX-0081) de l'Université de Lyon pour son soutien financier dans le cadre du programme « Investissements d'Avenir » (ANR-11-IDEX-0007) de l'État français géré par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

Bibliographie

1. Alexander, C. et al.: A pattern language. Oxford University Press US (1977).
2. Bogost, I.: Exploitationware. In: Colby, R. et al. (eds.) Rhetoric/Composition/Play through Video Games: Reshaping Theory and Practice of Writing. pp. 139–147 Palgrave Macmillan US, New York (2013).
3. Bogost, I. et al.: Newsgames: Journalism at play. Mit Press, Cambridge, MA (2012).
4. Bogost, I.: Persuasive Games: The Expressive Power of Videogames. MIT Press, Cambridge, UK (2007).
5. Callan, R.C. et al.: How to avoid the dark side of gamification: Ten business scenarios and their unintended consequences. In: Gamification in education and business. pp. 553–568 Springer (2015).
6. Deci, E.L. et al.: A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. Psychol. Bull. 125, 6, 627 (1999).
7. Gee, J.P.: Deep learning properties of good digital games: How far can they go? Serious Games Mech. Eff. 67–82 (2009).
8. Marfisi-Schottman, I.: Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games. INSA de Lyon (2012).
9. Marfisi-Schottman, I., Piau-Toffolon, C.: Extraire et réutiliser des patrons de conception à partir de Learning Games existants. Presented at the Atelier méthodologies de conception collaboratives des EIAH de la Conférence EIAH 2015 June 2 (2015).
10. Marne, B. et al.: Articuler motivation et apprentissage grâce aux facettes du jeu sérieux. In: Actes de la conférence EIAH 2011. pp. 69–80 Université de Mons, Mons, Belgique (2011).
11. Marne, B.: Modèles et outils pour la conception de jeux sérieux : une approche meta-design. Université Pierre et Marie Curie (UPMC) (2014).
12. Meszaros, G., Doble, J.: A pattern language for pattern writing. In: Pattern Languages of Program Design-3. pp. 529–574 Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA (1997).
13. Moreno-Ger, P. et al.: The <e-Game> Project: Facilitating the Development of Educational Adventure Games. In: Proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and exploratory learning in digital age (CELDA 2005). , Porto, Portugal (2005).
14. Papert, S.: Microworlds: transforming education. In: Artificial intelligence and education. pp. 79–94 (1987).
15. Peirce, C.S.: Minute Logic: Chapter I. Intended Characters of this Treatise. MS [R] 425, (1902).
16. Ryan, M. et al.: Deep Learning Games through the Lens of the Toy. In: Meaningful Play 2012. pp. 1–29 , East Lansing, USA (2012).
17. Sanchez, É., Monod-Ansaldi, R.: Recherche collaborative orientée par la conception. Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage. Educ. Didact. 9, 2, 73–94 (2015).
18. Schell, J.: The Art of Game Design: A book of lenses. Morgan Kaufmann (2008).
19. Wang, F., Hannafin, M.J.: Design-based research and technology-enhanced learning environments. Educ. Technol. Res. Dev. 53, 4, 5–23 (2005).