



HAL
open science

Le paradoxe du marionnettiste

Eric Sanchez

► **To cite this version:**

Eric Sanchez. Le paradoxe du marionnettiste. Education. Université Paris 5 Sorbonne Descartes, 2014. tel-01141017

HAL Id: tel-01141017

<https://hal.science/tel-01141017>

Submitted on 10 Apr 2015

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.

Le paradoxe du marionnettiste

Contribution théorique et méthodologique
à l'étude des jeux épistémiques numériques

Mémoire d'habilitation à diriger des recherches présenté par :

Eric SANCHEZ

Spécialité sciences de l'éducation de l'Université Paris 5 Sorbonne Descartes

le 17 novembre 2014

Jury

Georges-Louis BARON (EDA, Université Paris-Descartes)

Mireille BETRANCOURT (TECFA, Université de Genève)

Eric Bruillard (Stef, ENS Cachan)

Luc Trouche (Ifé, ENS de Lyon)

Thomas Michael POWER (Université Laval, Québec)

Jacques WALLET (CIVIIC, Université de Rouen)

Le paradoxe du marionnettiste

Le paradoxe du marionnettiste

Remerciements

Le mémoire de synthèse constitue la partie émergée d'un travail qui doit beaucoup à d'autres personnes que l'auteur qui le signe.

Ainsi, mes plus vifs remerciements vont à Georges-Louis Baron qui a accepté de suivre ce travail et à Gilles Brougère dont la relecture et l'expertise m'ont été précieuses.

Je remercie tout particulièrement Stéphanie Bétraucourt, Eric Bruillard, Luc Trouche, Michael Power et Jacques Waller qui me font l'honneur de participer au jury.

Je remercie également mes collègues, et en particulier ceux de l'Institut français de l'éducation, pour l'environnement scientifique stimulant qu'ils contribuent à créer, et pour les échanges et débats inspirants que nous avons pu avoir.

Enfin, mes remerciements vont à ma famille et à mes proches qui ont su me soutenir et à Florence pour sa classe aux coquilles orthographiques.

Le paradoxe du marionnettiste

Table des matières

Introduction	10
1. Un parcours : de la biologie-géologie à l'étude des situations d'apprentissage instrumentées 14	
1.1 Une tension épistémologique.....	15
1.2 De l'enseignement à la recherche	16
1.2.1 De l'enseignement avec les TIC à la recherche sur les usages du numérique	17
1.2.2 Développement de nos travaux de recherche sur les EIAH et les jeux numériques .	19
1.3 Les <i>jeux épistémiques numériques</i> , au carrefour de différentes trajectoires	21
1.4 Contexte : le jeu, pédagogie alternative	23
1.4.1 Un nouveau rapport phénoménologique au monde	23
1.4.2 Une nouvelle culture de l'apprendre	25
1.4.3 Digital natives et millenium learners, l'école sommée de se réformer	25
1.4.4 De l'informalisation de l'enseignement à sa ludicisation.....	27
1.4.5 Le ludant, un nouvel apprenant.....	29
1.5 Conclusions et implications pour la recherche	33
2. Serious Play vs Serious Game	36
2.1 Du jeu au jeu numérique épistémique	37
2.2 Jeu sérieux, une expression permettant de publiciser l'idée qu'il est possible d'apprendre en jouant	41
2.3 Deux points de vue et un impact important sur le processus de conception et l'évaluation des apprentissages	45
2.4 Conclusions et implications pour la recherche	46
3. Le jeu, espace métaphorisé et fictionnel	48

3.1	Analogie, métaphore, fiction : de la simulation au jeu	49
3.2	Transposition informatique et authenticité.....	52
3.3	Complexité, cadre épistémique et développement épistémique.....	57
3.4	Conclusions et implications pour la recherche	59
4.	Le Jeu espace de réflexivité	62
4.1	<i>Placere et docere</i>	63
4.2	Les jeux épistémiques, situations adidactiques	64
4.3	Une modélisation pour les jeux numériques épistémiques.....	67
4.4	Rétroactions et espace de réflexivité.....	74
4.5	Du feedback à l'évaluation : les jeux numériques épistémiques comme dispositifs d'évaluation.....	79
4.6	Les limites du jeu : debriefing, after-action review et institutionnalisation.....	81
4.7	Conclusions et implications pour la recherche	84
5.	Le jeu espace de créativité	86
5.1	Le jeu, du rituel à l'innovation	87
5.2	L'avatar comme l'invention de soi.....	89
5.3	Adaptation vs ajustement.....	91
5.4	<i>Légaliberté</i> et émancipation intellectuelle	94
5.5	Conclusions et implications pour la recherche	95
6.	Aspects méthodologiques : de l'approche ethnographique à la <i>recherche orientée par la conception</i>	100
6.1	Fondements historiques : démarches participatives en sciences humaines.....	103
6.2	Ingénierie didactique et Design-Experiment : articuler théorie et pratique	108
6.3	La <i>recherche orientée par la conception</i> comme approche méthodologique.....	112
6.3.1	Recherche et développement expérimental dans le champ de l'éducation	112
6.3.2	La ROC, une recherche fondamentale finalisée	113
6.3.3	La ROC, une recherche contextualisée (prendre en compte la complexité)	114
6.3.4	La ROC, une recherche interactive, itérative et flexible (collaborative).....	116

6.3.5	La ROC, une praxéologie partagée	117
6.4	Une phylogenèse des méthodologies participatives pour la recherche en éducation ...	120
6.5	Traces numériques d'apprentissage, une nouvelle phénoménotechnique pour les sciences de l'éducation	122
6.6	Conclusions et implications pour la recherche	126
	Un chantier est ouvert.....	128
	Bibliographie	132
	Table des illustrations.....	152
	Index des principaux mots ou expression clefs	153
	Annexes.....	156
	Annexe 1 : lexique et étymologie autour du jeu.....	157
	Annexe 2 : Questions de conception – Le modèle 3E.....	159

Le paradoxe du marionnettiste

Introduction

Comment s'imaginer [...] un homme doué d'intelligence [...] tendre de toute la force de sa pensée vers ce but ridicule : acculer un roi de bois dans l'angle d'une planchette ! (S. Zweig, Le joueur d'échecs)

« How can we trust this game to tell us what happened when we are the puppet master ? » (Egenfeldt-Nielsen, 2007)

La question de l'usage des jeux numériques en contexte éducatif renvoie au paradoxe des apprentissages dans les environnements simulés (Egenfeldt-Nielsen, 2007). La simulation, en tant qu'expérience empirique (Varenne, 2006), est en effet à la base de nombreux jeux. Le joueur est un marionnettiste qui décide du devenir de son avatar-marionnette. Mais comment le marionnettiste peut-il croire ce que lui dit la marionnette qu'il anime ? Comment l'apprenant/joueur peut-il accepter de faire siens les concepts sous-jacents aux simulations et aux jeux dans lesquels il est engagé ? La relation qu'un joueur entretient avec un jeu est dialogique au sens que Bakhtine donne à ce terme pour la littérature (Todorov, 1981). Le joueur et son avatar sont placés sur un pied d'égalité. La parole de l'un n'a pas plus d'autorité que la parole de l'autre et le joueur se découvre au travers de la marionnette qu'il fait vivre. Là réside le *paradoxe du marionnettiste*. Apprendre de ses découvertes en jouant, mais apprendre de découvertes que l'on a soi-même suscitées, programmées, provoquées.

Ce mémoire s'intéresse à la question des apprentissages dans le cadre de situations que nous qualifions de *jeux numériques épistémiques*. La terminologie retient généralement l'expression *jeu sérieux* pour désigner des jeux vidéo conçus pour des visées épistémiques, mais nous argumentons ici pour l'usage de l'expression *jeu numérique épistémique* pour désigner non pas l'artefact lui-même, le jeu-*game*, la structure du jeu, mais le jeu-*play*, la situation ludique, au sein de laquelle un ou des artefacts numériques sont employés. Les jeux numériques épistémiques sont donc des situations d'apprentissage instrumentées. Nous verrons que cette approche, qui trouve ses racines dans les travaux d'Henriot (1969), ouvre des perspectives intéressantes tant pour aborder les questions de conception que pour conduire une analyse de l'usage du jeu en contexte éducatif.

La question de l'usage des *jeux numériques épistémiques* pour des visées éducatives est complexe et, au-delà de son rôle de note de synthèse, le présent mémoire a aussi une ambition prospective. Il vise à proposer un cadre théorique et méthodologique original pour conduire des travaux de recherche sur cette thématique. Ce mémoire est également l'occasion de faire le bilan d'un parcours professionnel et d'en tirer les enseignements.

Nous décrirons, dans une **première partie**, comment un parcours professionnel nous a conduit à un changement de posture. Comment l'enseignant de biologie-géologie en est venu à intégrer les technologies numériques à ses pratiques en concevant lui-même les simulations, puis à s'engager dans une démarche de chercheur sur les usages du numérique. Dans cette première partie nous brosserons également un tableau du contexte qui nous a amené à nous intéresser aux jeux numériques en tant que pédagogie alternative.

Une **seconde partie**, consacrée à la notion de jeu et au contexte dans lequel s'inscrivent les travaux qui s'intéressent à cette forme de pédagogie, permettra d'argumenter les choix que nous avons faits pour nos propres travaux. Nous proposons ainsi, en rupture avec les approches généralement retenues dans le champ interdisciplinaire des « *games studies* », de considérer, plutôt que le jeu-*game* (ou *serious-game*), la situation de jeu, le jeu-*play*, au sein de laquelle se nouent les interactions épistémiques. Cela nous amène à considérer que le jeu permet l'émergence d'un nouveau type d'apprenant, un apprenant/joueur, que nous proposons de nommer *ludant*. La thèse discutée dans ce mémoire est que les jeux numériques épistémiques constituent un espace tridimensionnel pour l'apprentissage. Ces trois dimensions seront abordées dans les trois sections suivantes.

Dans la **troisième partie** de ce mémoire, nous abordons l'idée qu'un jeu épistémique numérique, constitue un *espace métaphorisé et fictionnel* dont les caractéristiques relèvent d'un travail de transposition à partir d'un domaine de référence, objet d'apprentissage. Cette transposition pose différentes questions dont celle de l'authenticité des interactions qui se développent dans cet espace et, consécutivement, de la nature et de la validité des apprentissages qu'il peut permettre. Elle pose également la question de la place des technologies numériques pour la conception de cet espace.

Une seconde dimension, abordée dans la **quatrième partie**, renvoie au jeu épistémique numérique en tant qu'*espace de réflexivité* qui permet à l'apprenant/joueur d'expérimenter, dans un contexte de sécurité, sa manière de penser et d'agir. Cela nous amènera à discuter le caractère *adidactique* des situations ludiques qui sera principalement abordé sous l'angle des rétroactions que le joueur reçoit en fonction de ses actions et du potentiel des jeux en tant que dispositifs d'évaluation. Nous proposons un modèle qui s'appuie sur la Théorie des situations didactiques pour formaliser les différents types d'interactions qui se nouent dans le cadre de jeux épistémiques numériques.

La **cinquième partie** de ce mémoire nous conduit à décrire une troisième dimension qui renvoie au jeu épistémique numérique en tant qu'*espace de créativité*. Cette dimension, liée en particulier à la liberté offerte par les situations de jeu, nous permettra d'aborder les modalités des apprentissages avec les jeux numériques épistémiques en discutant la notion d'apprentissage adaptatif, en mettant en évidence les apports de nos propres travaux sur cette question, et en montrant les pistes qu'ils ouvrent pour de nouvelles investigations.

Les aspects méthodologiques de nos travaux seront abordés dans la **sixième partie** de ce mémoire. Cette section s'appuie sur un état de l'art des méthodes collaboratives en sciences de l'éducation qui nous permet de proposer une phylogénèse de différents courants méthodologiques. Nous y défendrons l'idée de la nécessité d'un renouvellement épistémologique pour les méthodologies participatives de recherche en éducation et, en particulier pour les travaux qui portent sur les apprentissages avec les jeux numériques épistémiques. Cela nous conduit à proposer un paradigme méthodologique qui s'appuie sur un modèle de recherche-développement *experimental*. Ce modèle, qui s'inscrit dans la lignée de la *design-based research* que nous traduisons par *recherche orientée par la conception*, propose un formalisme des relations praticien-chercheur considérées comme le partage de praxéologies qui nourrit la pratique comme le travail de recherche.

- Chapitre 1 -

**Un parcours : de la biologie-géologie à l'étude des situations
d'apprentissage instrumentées**

Il y a, dans le projet de retracer un parcours professionnel, le risque de développer un discours finaliste : décrire chacune des étapes de ce parcours comme des avancées qui viendraient nourrir un dessein prédéterminé. En effet, le terme (provisoire !) d'un parcours professionnel a nécessairement un caractère téléonomique. Néanmoins, si nous nourrissions, dès la fin du collège (on disait alors CES), l'ambition d'embrasser la carrière d'enseignant, les événements qui se sont succédés ne relèvent pas véritablement d'un plan de carrière.

La biologie, notre formation initiale, qui a pour postulat fondamental celui de l'objectivité de la nature, fournit, sous la plume de Jacques Monod (1970), les concepts de *hasard* (des circonstances) et de *nécessité* (de s'adapter aux circonstances), qui permettent d'éviter le piège téléologique. A ces concepts biologiques il faudrait en ajouter d'autres : rencontres (cruciales), centres d'intérêt (qui évoluent), de choix (qu'il a bien fallu parfois faire) et de plaisir (moteur de motivation). Ainsi la démarche que nous avons adoptée ici, consiste, *a posteriori*, à essayer de donner du sens à un parcours professionnel que, de prime abord on pourrait qualifier d'erratique, en montrant comment chaque étape se nourrit des précédentes sans toutefois être prédéterminée. C'est en tout cas ainsi que nous souhaiterions que soient lues les lignes qui suivent.

1.1 Une tension épistémologique

Ce parcours professionnel débute avec l'obtention du CAPES et de l'agrégation de biologie-géologie et donc une formation qui combine l'étude de la biologie - discipline qui s'intéresse à des objets d'étude marqués par leur complexité mais dont les méthodologies sont principalement analytiques et expérimentales - et celle de la géologie, par essence discipline historique et interprétative, fondée sur des approches de terrain. Notre formation initiale a donc été marquée par une tension épistémologique entre une discipline, la biologie, pour laquelle la logique qui prévaut généralement est celle de l'administration de la preuve par la confrontation des idées aux faits expérimentaux et que l'on peut ainsi qualifier de nomothétique et, la géologie, discipline fondamentalement herméneutique (Frodeman, 1995; Raab et Frodeman, 2002) pour laquelle le géologue/enquêteur parfois raconte, plutôt qu'il ne juge et tranche sur la base de résultats expérimentaux (Stengers, 1993). Cette tension épistémologique nous la rencontrerons encore lorsqu'il sera question de nous engager dans des travaux de recherche en didactique des sciences. Ce sera alors l'occasion d'être de nouveau confronté à un objet d'étude complexe : l'apprentissage instrumenté avec les technologies numériques. Le choix de la didactique, science humaine, nous conduira à interroger notre formation en sciences expérimentales tout en y puisant des idées importantes d'un point de vue épistémologique telles qu'une réflexion sur la complexité (concept également important en biologie) ou sur l'enquête de terrain (méthodologie fondamentale en sciences de la Terre).

Notre parcours nous conduira dans un premier temps à travailler sur des questions relatives à l'enseignement des disciplines qui ont fait l'objet de notre formation initiale. Nos premiers travaux de recherche concernent l'enseignement de la géologie avec les technologies numériques, d'abord pour le travail en classe dans le cadre de notre mémoire de Master sur un jeu numérique, puis, pour notre travail de thèse, sur l'usage des technologies numériques dans le cadre de la classe de terrain en géologie. Cela nous a conduit à approfondir la question des méthodologies de recherche en éducation pour prendre en compte cette complexité. Si nous avons pu d'abord être amené à nous

engager dans des travaux d'enquêtes en ligne sur de grand échantillons et donc employant des méthodologies quantitatives, ce sont principalement des méthodologies fondées sur des approches participatives et contributives que nous avons été amené à mettre en œuvre par la suite. Participatives, parce qu'elles ont, dès le début impliqué la contribution d'enseignants aux différentes étapes de la recherche. Contributives, parce qu'elles ont toujours donné lieu à des réalisations qui ont pu diffuser auprès des milieux de pratique. Dans nos travaux, ce sont des méthodologies de type *ingénieries didactiques* (Artigue, 1988) d'abord, *design-based research* (Barab, 2004; Design-Based Research Collective, 2003) ensuite, vers lesquelles nous nous sommes orienté. La dernière section de ce mémoire est consacrée à la mise en perspective des paradigmes méthodologiques de nos travaux et aux orientations qu'ils prennent dans les projets que nous menons actuellement. Les méthodologies que nous avons retenues combinent des méthodes qualitatives au travers de l'analyse de transcriptions d'audio et vidéo, focus groupes, et quantitatives avec des méthodes basées sur le recueil et l'analyse de traces numériques d'apprentissage.

Ce travail de réflexion méthodologique fera l'objet d'une présentation lors d'une pré-conférence pour le colloque ESERA et lors du colloque International sur les TIC en Education à Montréal. Il nous a conduit également à organiser un atelier dans le cadre de la conférence EIAH 2013. Ces choix méthodologiques sont aussi évidemment fortement liés aux contextes dans lesquels se sont déroulés nos travaux. C'est en particulier le travail conduit avec les équipes d'enseignants du secondaire associés à l'Institut national de recherche pédagogique (INRP) puis de l'Institut français de l'éducation IFé qui a largement influencé la nature des travaux que nous avons menés. Ce travail de réflexion méthodologique fait également l'objet de cours que nous donnons pour le Master Histoire, Philosophie et Didactique des Sciences co-habilité par les universités Lyon 1 et Montpellier 2. Cette question sera discutée dans la section six de ce mémoire consacrée aux méthodologies de recherche que nous avons développées dans le cadre de nos travaux.

1.2 De l'enseignement à la recherche

Après notre formation disciplinaire et un très bref passage dans l'enseignement secondaire, d'abord dans un collège de Haute Marne puis un lycée de l'académie de Lyon, enseignant de biologie-géologie très peu expérimenté, nous avons sollicité un détachement auprès du Ministère de la coopération et été affecté au Ministère de l'éducation du Cameroun dans le cadre d'un programme d'appui à la formation des enseignants (projet F.A.C.II Education). Ces trois années consacrées à la formation d'enseignants ont été importantes dans notre parcours professionnel. En premier lieu parce qu'elles nous auront permis de réfléchir à ce que signifie former des enseignants dans un contexte où les modèles dont nous disposions, dans les domaines de la pédagogie et de la didactique, étaient rendus largement inopérants et où, en somme, pour nous, tout était à construire. Nos lectures nous amèneront alors à expérimenter des méthodologies de formation de type recherche-action qui nous permettaient d'une part de saisir un contexte qui nous était largement inconnu et, d'autre part, d'adopter une position relevant de l'accompagnement du développement professionnel des enseignants dont nous avons la charge plutôt que de la formation proprement dite. C'est ainsi, par exemple que, en 1991/1992, nous avons animé, dans le Nord-Cameroun, un groupe constitué d'enseignants impliqués dans un travail de recherche-action dont l'objectif était de recueillir les représentations des élèves sur le volcanisme, et d'en déduire les modalités à mettre en œuvre dans l'enseignement pour prendre en compte ces conceptions. Cette période de notre activité

professionnelle a été aussi l'occasion de rencontrer de nombreux chercheurs géographes, linguistes et ethnologues, qui travaillaient alors auprès des tribus du Plateau de l'Adamaoua et du Nord Cameroun. L'agrégé de sciences expérimentales rencontrait ainsi des chercheurs en sciences humaines et sociales. Les longs échanges que nous avons eus sur les problématiques de la coopération et des approches ethnographiques auront probablement eu une influence sur notre pratique de formateur d'enseignants, puis de chercheur en sciences de l'éducation. De plus, cette expérience professionnelle de l'interculturel se révélera ensuite un atout précieux pour nous engager sur d'autres terrains.

Ce fut ensuite, en 1997, une affectation en Nouvelle Calédonie où nous avons, en tant que responsable de la filière « sciences de la vie et de la Terre » de l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres du Pacifique, pendant quatre années, été responsable de la formation initiale et continue des enseignants du secondaire de cette discipline puis, en 2009, au Québec, comme professeur à la faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke, où nous enseignons, en formation initiale et continuée, à des étudiants et enseignants de sciences et technologies. C'est au cours de ces missions, ainsi que dans le cadre de nos activités de formateur associé à l'IUFM de Lyon, que nous avons développé notre expertise de formateur de formateurs. Le volet de cette expertise consacrée à la préparation au concours du CAPES sera formalisé sous la forme d'un manuel co-écrit avec Jean-Marc Jacques lors de notre séjour dans le Pacifique. Ces missions effectuées outre-mer ont été entrecoupées de périodes consacrées à enseigner les sciences de la vie et de la Terre dans des lycées en France. Ces parenthèses hexagonales auront été autant d'occasions d'un retour sur le « terrain » de l'enseignement secondaire qui se traduiront aussi par l'acceptation de responsabilités en lien direct avec nos enseignements comme la participation à l'écriture d'un manuel scolaire destiné aux classes de terminales scientifiques et à des participations à des groupes de conception des sujets du baccalauréat.

Cet intérêt pour la question du développement professionnel des enseignants reste aujourd'hui très présent dans nos travaux et les projets que nous menons intègrent tous un tel volet quand ils n'en constituent pas le cœur même.

1.2.1 De l'enseignement avec les TIC à la recherche sur les usages du numérique

Notre rencontre avec les technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE) a été le fruit du hasard de l'attribution, par erreur, en 1986, au laboratoire du lycée dont nous étions responsable, d'un crédit pour l'achat d'un poste d'expérimentation assistée par ordinateur (EXAO) puis, plus tard, de la sous-occupation par nos collègues d'une salle d'ordinateurs en réseau. Notre relation aux technologies numériques s'est vite traduite par une grande insatisfaction quant aux logiciels disponibles pour nos enseignements. Cela nous a amené à nous former à la programmation, principalement en autodidacte, mais aussi aidé par une participation à des rencontres informelles organisées par des collègues alors en charge de la mise en œuvre de l'enseignement optionnel de l'informatique au lycée. Nous avons ainsi pu développer nos premières applications, d'abord en Visual Basic, puis en Pascal Orienté Objet (en utilisant l'environnement © Delphi). La première application que nous avons développée était un logiciel de QCM pour le réseau de l'établissement dans lequel nous enseignions et le vif, et inespéré, intérêt qu'il a suscité auprès des lycéens, y compris au-delà du cercle de nos élèves, nous a encouragé à poursuivre. Déçu par les animations et les exercices disponibles, peu convaincu par les contenus et les approches

pédagogiques véhiculés par les applications disponibles pour notre discipline, nous nous sommes engagé dans la réalisation de simulateurs beaucoup plus adaptés à nos pratiques d'alors. Plusieurs d'entre eux ont rencontré un certain succès. *Géologue*, devenu dans sa version finale le jeu *Chronocoupe*, est toujours téléchargé et commenté sur les forums d'enseignants. *Cycles Sexuels des Mammifères*, plus de 12 ans après la sortie de sa dernière version, est toujours distribué et vendu par le CNDP. Nous recevons encore aujourd'hui, des demandes d'aide d'utilisateurs qui éprouvent des difficultés pour l'installer sur les nouveaux systèmes d'exploitation, ce qui atteste de l'intérêt qu'il continue à susciter. Outre l'importance qu'a eu cette autoformation à la programmation sur notre compréhension actuelle des environnements informatiques, ce travail a été l'occasion pour nous d'initier une réflexion sur des thématiques que nous développerons plus tard dans un cadre, non plus uniquement de conception, mais de recherche. Ainsi, on trouve dans *Cycles Sexuels des Mammifères* les prémises d'une réflexion sur ce que sont des traces numériques d'apprentissage et la manière dont elles peuvent être utilisées par l'enseignant et l'élève lui-même (cette question fait aujourd'hui l'objet d'un de nos cours de Master). Dans sa dernière version, *Chronocoupe* est un jeu numérique et cette version a pu être utilisée dans le cadre de notre travail de DEA dont nous par la suite repris les données pour conduire de nouvelles analyses. Dans ces deux cas, l'usage en classe repose sur des activités de simulation en biologie et géologie et la question de la place de la simulation dans l'enseignement des sciences reviendra régulièrement dans nos travaux de recherche et nos enseignements. Elle fera en particulier l'objet de très nombreuses communications et publications dans des revues professionnelles à destination des enseignants et des formateurs.

C'est lors de notre séjour en Nouvelle Calédonie que nous avons été amené à développer des activités de formation dans le domaine de l'utilisation des TICE. Nous avons alors été nommé correspondant de l'IUFM pour les Nouvelles Technologies Educatives et notre expérience dans le développement d'applications et de leur utilisation pour l'enseignement des sciences nous valait d'être sollicité pour animer des formations dans ce domaine. Ces compétences ont probablement été des éléments déterminants pour notre recrutement à l'Institut National de Recherche Pédagogique en 2002. Chargé d'études et de recherche au sein de cet Institut, membre d'une équipe dirigée par Georges-Louis Baron, notre intérêt s'est alors porté sur les usages des technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement. Parmi les thématiques que nous avons abordées, ce sont les usages de la géomatique qui ont plus particulièrement retenu notre attention, au point que cette thématique sera développée dans notre travail de thèse. La géomatique, en tant que technologie permettant de représenter l'espace et de s'y repérer, nous permettait alors de concilier différents centres d'intérêt : la question des approches innovantes et pluridisciplinaires pour l'enseignement des sciences et en particulier les approches de type investigation scientifique, un intérêt renouvelé pour les pédagogies fondées sur le travail de terrain et, enfin, la question des usages du numérique en tant qu'outil de modélisation. Cela nous a conduit à créer, avec un collègue, l'Observatoire des Pratiques Géomatiques. Cet observatoire s'était d'abord donné pour mission de réaliser un état des lieux des pratiques géomatiques dans l'enseignement secondaire en France à travers la réalisation d'enquêtes. Il a également permis d'animer les échanges au sein d'une communauté autour de cette question, de faire des propositions en termes d'usages scolaires. Ce travail s'est traduit par notre participation au projet autrichien *GEOKOM.PEP* qui a eu des prolongements dans le cadre du réseau européen *Digital-Earth.eu* auquel nous collaborons aujourd'hui en particulier en tant que coéditeur d'un ouvrage à paraître sur les approches innovantes

intégrant l'utilisation de la géomatique dans l'enseignement. Cet observatoire est donc toujours actif, piloté par un enseignant associé à l'Institut français de l'éducation. Il est l'un des « centres d'excellence géomatique » du réseau européen *Digital-Earth.eu* auquel nous continuons de participer. Une suite de notre implication sur cette thématique est notre participation au comité puis au jury de thèse de Raffaella Balzarini (2013) qui s'est intéressée à la question de l'enseignement de la géomatique.

Notre propre sujet de thèse permettait de combiner ces différents centres d'intérêt. A la frontière entre informatique et didactique, cette thèse a été encadrée par Bernard Tribollet et Alain Mille et, dans un premier temps, ce sont les aspects modélisation, pour le cadre théorique, et traces numériques d'apprentissage, pour les aspects méthodologiques, qui ont été privilégiés. Après le décès accidentel de Bernard Tribollet, le travail méthodologique étant achevé, l'encadrement scientifique de ce travail a été assuré par Christian Orange et Luc Trouche, directeur de l'équipe que nous avons alors intégrée. Ce changement de l'équipe de direction de la thèse aura évidemment un impact fort sur le travail mené. Il nous permettra d'approfondir la question de la modélisation dans l'enseignement des sciences, en particulier en nous appuyant sur les travaux de Martinand (1994) et nous ouvrira d'autres horizons théoriques tels que la théorie instrumentale (Rabardel, 1995). Du point de vue des réalisations, il a abouti à la conception et à l'expérimentation en classe de *Géonote*, un environnement informatique pour l'apprentissage humain (EIAH) permettant de préparer, conduire et exploiter une classe de terrain au lycée. Basé, comme pour notre DEA, sur l'exploitation de traces numériques d'apprentissage, ce travail a permis de proposer et de tester un modèle de démarche d'investigation, et de souligner les apports du numérique pour concevoir des situations d'apprentissage conduisant à privilégier de telles approches pédagogiques. Réalisé dans le cadre spécifique de la classe de terrain, ce travail aura alors des prolongements dans des projets qui visaient à aborder la question de l'investigation scientifique pour l'enseignement des sciences. Cela conduira en particulier à une enquête nationale sur les pratiques enseignantes dans ce domaine et un projet mené dans l'académie de Lyon pour accompagner la mise en place d'un enseignement co-disciplinaire mathématiques/sciences physiques et chimiques/sciences de la vie et de la Terre. Ce travail a également donné lieu au projet COPex (Concevoir des protocoles pour apprendre les sciences expérimentales) – conduit en partenariat avec des collègues de l'Université Joseph Fourier et financé par un ACI Education et Formation. Le volet numérique de projet de recherche a par la suite été développé dans le cadre de notre participation au projet européen *Computer Aided Teaching and Learning Material in Science Education*.

1.2.2 Développement de nos travaux de recherche sur les EIAH et les jeux numériques

L'étude de l'usage de la simulation et de la modélisation numériques ont été pour nous l'opportunité de débiter nos travaux de recherche sur les EIAH et de nous confronter à l'étude des relations complexes qui lient usages du numérique et apprentissage. La suite de ce parcours professionnel nous conduira à initier une réflexion sur d'autres EIAH. Cela se concrétisera par exemple par l'encadrement des mémoires de différents étudiants de Master en didactique des sciences comme Réjane Monod-Ansaldi pour une analyse de l'usage de l'EIAH *EduAnatomist*, de Florie Dilas sur l'usage de la simulation au lycée pour l'enseignement de la régulation de la pression artérielle, ou, plus récemment d'Emmanuel Rollinde sur l'EIAH *SALSAJ* pour l'apprentissage de méthodes en

astronomie et Jamila Al Kathib sur l'usage des tablettes tactiles dans le cadre des relations école-musée au collège.

Notre recrutement à l'Université de Sherbrooke comme professeur au terme d'une période de six mois consacrée à un séjour de professeur invité, sera l'occasion de nouvelles rencontres et de commencer à nous intéresser à d'autres thématiques en lien avec les usages du numérique. En effet, cette université québécoise a, au sein de sa faculté d'éducation, depuis le début des années quatre-vingt, conduit un travail important sur la pédagogie de l'enseignement supérieur ce qui lui vaut d'avoir une réputation internationale sur ce champ de recherche. Par ailleurs, certains de nos enseignements étaient donnés entièrement en ligne et cela nous a amené à nous intéresser aux problématiques de la formation ouverte et à distance (FOAD). C'est ainsi que nous avons été amené à encadrer le mémoire de maîtrise de Shawn Young sur l'utilisation de la plateforme de cours (*Learning Management System*) Moodle pour l'accompagnement pédagogique après la classe dans l'enseignement des sciences au secondaire. Mais ce sont plus particulièrement les approches par compétences qui ont retenu notre intérêt et nous avons, lors de notre séjour, déposé et obtenu le financement facultaire de deux projets visant à concevoir des cours en ligne de la maîtrise en éducation de l'Université de Sherbrooke.

De retour à l'Institut national de recherche pédagogique intégré à l'École normale supérieure de Lyon et devenu Institut français de l'éducation, nous poursuivrons ce travail initié au Québec en développant un axe de recherche sur les usages du numérique dans l'enseignement supérieur au sein de l'équipe EducTice dont nous prenons la responsabilité en succédant à Luc Trouche. Plusieurs projets ont alors été initiés dans ce domaine dont DevSup, conduit en partenariat avec l'Université de Sherbrooke et financé par la MINES 2012, qui a donné lieu à la conception et à l'expérimentation d'ALOES (Assistant en Ligne pour l'Opérationnalisation de l'Enseignement dans le Supérieur). Cet intérêt pour la problématique des usages du numérique pour l'enseignement supérieur s'est également traduit par notre engagement dans l'organisation de différentes manifestations scientifiques telles que les journées scientifiques sur l'usage du numérique en pédagogie universitaire à l'Institut Français de l'éducation en janvier 2012, un workshop et une table ronde dans le cadre du congrès international *World Wide Web* en avril 2012 à Lyon et une conférence nationale sur l'éducation aux médias et à l'information.

Ce retour à Lyon sera également marqué par une diversification de nos enseignements. Nous serons ainsi amené à enseigner de nouveau dans le Master Histoire, Philosophie et Didactique des Sciences co-habilité par les universités Lyon 1 et Montpellier 1 (en tant que responsable de l'Unité d'Enseignement de didactique de la biologie/géologie pour un an) mais également à l'Université Lyon 2 (Master Métiers de l'Enseignement Scolaire, de la Formation et de la Culture), à l'Université Paris 7 (Master Didactique des disciplines) et à l'École normale supérieure de Lyon dans le Master Enseignement (Agrégation) et pour la formation des doctorants (Préparation à l'Enseignement). Du point de vue de nos enseignements, ce sera également pour nous l'opportunité de nous engager dans le travail de mise en place du Master architecture de l'information de l'ENS de Lyon pour lequel nous prendrons la responsabilité du Domaine éducation et la responsabilité de deux unités d'enseignement, l'une portant sur les questions des modèles et méthodes pour l'enseignement distant et l'autre sur les usages des ressources numériques en éducation.

Le travail que nous avons conduit lors de notre séjour à l'université de Sherbrooke puis les prolongements qu'il aura eu à Lyon en tant que responsable de l'équipe EducTice se sera donc traduit par un élargissement de nos thématiques de recherche et d'enseignement ce qui nous conduira à développer une réflexion élargie sur l'e-éducation. Cela se concrétisera également par notre participation à des réseaux professionnels du domaine tels que *l'International Federation for Information Processing* (IFIP) pour laquelle nous avons été élu co-chair du Groupe de travail 3.1 (enseignement secondaire), ainsi que par notre implication dans différents projets financés tels que Tactiléo, un projet de recherche-développement sur les usages des interfaces tactiles dans l'enseignement primaire et secondaire. Cette implication se traduit en particulier par l'encadrement de la thèse de Taima Perez sur un modèle de ressources numériques pour les dispositifs munis d'interfaces tactiles, pour lequel nous avons obtenu une accréditation auprès du conseil scientifique de l'ENS de Lyon après accord du directeur de l'école doctorale.

Nos travaux sur le numérique convergent aujourd'hui vers la question des usages des *jeux épistémiques numériques* et c'est sur ce champ que nous développons plus spécifiquement une expertise. Nous avons ainsi été amené à participer au jury de thèse de Celso Gonçalves (2013) sur la question de l'authenticité dans les jeux et à co-encadrer la thèse de Fahima Djelil (Université d'Auvergne).

1.3 Les jeux épistémiques numériques, au carrefour de différentes trajectoires

Ce parcours professionnel relève donc plus du cabotage entre les îles d'un archipel complexe que d'une trajectoire rectiligne tant il est marqué par une diversification de nos activités de recherche et d'enseignement qui, aujourd'hui, s'inscrivent toutes dans le champ de l'e-Education. Cette diversification a été rendue nécessaire par les responsabilités que nous avons prises en tant que responsable d'une équipe de recherche. Néanmoins, dans le même temps, nous nous sommes efforcé de développer un domaine de recherche plus spécialisé sur les questions de l'apprentissage avec des jeux numériques épistémiques.

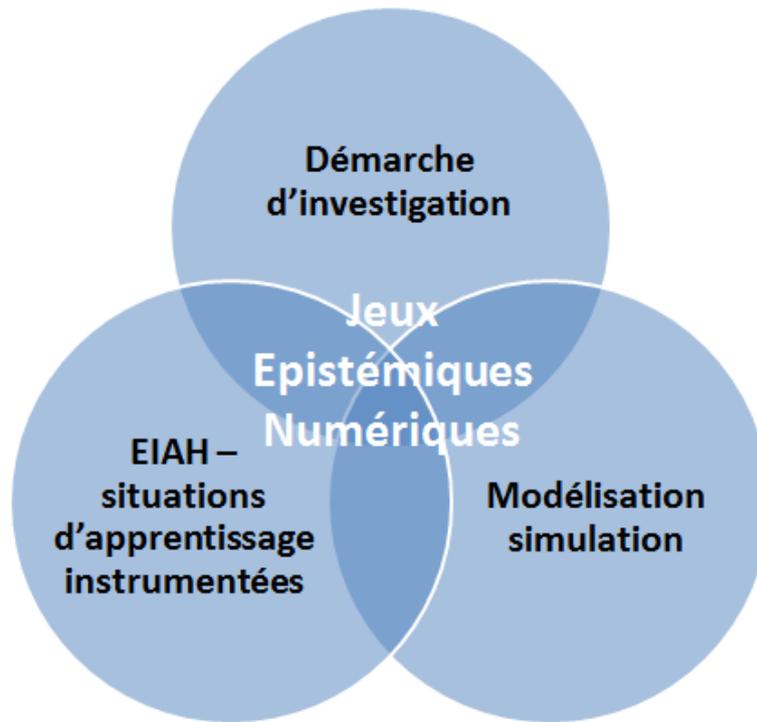


Figure 1 : Les Jeux Epistémiques Numériques au carrefour de trois champs de recherche

Ainsi, les problématiques que nous travaillons aujourd'hui sur cette thématique, empruntent à trois champs de recherche (fig. 1). Il s'agit des démarches d'investigation et de la question centrale de l'autonomie de l'apprenant dans le cadre de l'apprentissage des sciences. L'approche que nous avons pu retenir pour travailler cette thématique s'appuie sur la Théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998b) qui conduit à considérer que l'apprentissage résulte d'un processus adaptatif en lien avec le développement d'interactions entre un apprenant et un milieu didactique. Il s'agit également de la thématique de la modélisation et de la simulation dans l'enseignement des sciences qui nous a amené à travailler la place des modèles dans l'enseignement des sciences en tant qu'instruments de connaissance (Sanchez, 2008b) et leur intérêt pour concevoir des environnements de simulation destinés à l'enseignement des sciences. Enfin, il s'agit du champ des EIAH et des apprentissages instrumentés qui nous a amené à développer des travaux sur l'usage des technologies numériques pour la conception de situations d'apprentissage (Jekel, Sanchez, Gryl, et Jouneau-Sion, sous presse).

La figure 1 tente de positionner ces différents champs en soulignant leurs intersections :

- EIAH et démarche d'investigation, en particulier dans le cadre de notre thèse et du développement de Géonote. Ces travaux se sont poursuivis dans de nombreux projets sur les usages de la géomatique ;
- Modélisation/simulation et démarche d'investigation pour des travaux également initiés dans le cadre de notre thèse et qui auront des prolongements dans différents projets ou encadrement d'étudiants ;

- EIAH et modélisation/simulation qui s'est traduit, en particulier, par des collaborations dans des projets tels que COPEX ou CORISE.

A la croisée entre nos travaux sur les démarches d'investigation, sur l'usage de la simulation et de la modélisation dans l'enseignement des sciences ainsi que sur les situations d'apprentissage instrumentées, l'apprentissage avec des jeux numériques épistémiques est le champ de recherche qui fait plus spécifiquement l'objet de ce mémoire.

1.4 Contexte : le jeu, pédagogie alternative

“The gap is so great that the required subject-matter, the methods of learning and of behaving are foreign to the existing capacities of the young » (Dewey, 1938 p. 19)

« On s'amuse dans ma classe, ils n'aiment pas ça » Julie Christie, dans Fahrenheit 451 (Truffaut, 1966)

L'usage de jeux numériques dans l'enseignement et la formation est souvent présenté comme une pédagogie alternative justifiée par la nécessité de prendre en compte la culture numérique d'une nouvelle génération d'apprenants. Cette partie est consacrée à discuter cette idée en soulignant qu'il est nécessaire de prendre en compte que « cultures numériques » se décline nécessairement au pluriel et fait invariablement signe vers une extrême diversité des usages des technologies numériques qui détermine un rapport phénoménologique nouveau avec le réel. Dans ce contexte, l'idée d'utiliser des jeux pour des visées éducatives apparaît comme une forme d'informalisation de l'enseignement et un des avatars d'une tendance générale qui se traduit par la ludicisation des pratiques pour de nombreux secteurs de l'activité humaine.

1.4.1 Un nouveau rapport phénoménologique au monde

Le terme *numérique* est aujourd'hui largement polysémique. Comme le relève Bassy (2011), il désigne ou qualifie une infrastructure technique, un support d'inscription, un contenu, un mode de transmission de l'information, un type de pratique ou d'usage ou un environnement de pratiques sociales. C'est, pour Doueihy (2013) une culture qui :

« modifie nos regards sur les objets, les relations et les valeurs, et qui se caractérise par les nouvelles perspectives qu'elle autorise dans le champ de l'activité humaine » (Doueihy, 2013 p. 34)

L'impact que le numérique a sur notre manière d'appréhender le monde plaide pour l'existence d'une culture que l'on pourrait qualifier de culture numérique. Dans un ouvrage récent tiré de son travail de thèse, Vial (2013) tente de construire une philosophie des techniques numériques. Son travail le conduit à considérer que, avec le numérique, c'est une nouvelle phénoménotechnique qui émerge, c'est-à-dire l'émergence d'un rapport phénoménologique au monde d'une nature inédite car médié par des technologies nouvelles. Forgé par Bachelard, le terme phénoménotechnique vient souligner que le réel auquel nous accédons n'est pas donné mais construit à l'aide des instruments

que nous utilisons (Bachelard, 1938). Vial (*Ibid.*) s'appuie ainsi sur une philosophie kantienne pour montrer qu'il existe des conditions *a priori* de la perception et bachelardienne pour indiquer que ces conditions sont avant tout techniques. Il utilise l'expression *matrice ontophanique* pour désigner les structures *a priori* de la perception qui dépendent des instruments que nous utilisons. C'est selon lui, une véritable révolution phénoménologique à laquelle nous assistons. Cette révolution concerne l'acte même de la perception et donc la manière dont *nous connaissons*. La révolution numérique serait ainsi une révolution phénoménologique et la fracture numérique générationnelle, le résultat de l'émergence d'une nouvelle matrice ontophanique (*Ibid.*) propre aux « natifs du numérique ». Ainsi, pour désigner notre champ de recherche, nous préférons le terme numérique (pour l'éducation et la formation), plutôt que l'acronyme TICE.

Mais en quoi cette culture numérique a-t-elle une influence sur le regard que nous portons sur notre monde ? Doueïhi (Doueïhi, 2011, 2013) répond à cette question en proposant une définition à ce qu'est le numérique :

« un écosystème dynamique animé par une normativité algorithmique et habité par des identités polyphoniques capable de produire des comportements contestataires »
(Doueïhi, 2013 p. 22)

Cette définition permet de souligner la labilité des interfaces (*écosystème dynamique*) et les incessants changements que subissent ces interfaces entraînent *de facto* une labilité des usages. Elle permet également de souligner que les interfaces sont prescriptives du point de vue des usages. Leur caractère prescriptif est lié à la normativité du code utilisé pour leur développement car ce code, détermine, *in fine*, les actions que l'utilisateur pourra effectuer. Ainsi, l'expérience vécue dépend du code (*normativité algorithmique*) de l'environnement numérique. Néanmoins, ces expériences sont plurielles (*identités polyphoniques*), en particulier en raison de la traçabilité de l'expérience qui permet l'adaptation de l'environnement en fonction des déclinaisons de soi et qui ainsi conditionne également l'expérience vécue. Enfin, cette norme peut être contournée (*comportements contestataires*). La culture numérique se caractérise ainsi par une tension entre normativité et liberté. On retrouvera plus loin cette tension dans les jeux numériques épistémiques qui constituent des systèmes contraints par des règles (les règles du jeu) mais qui, généralement, offrent néanmoins une grande liberté au joueur.

Une autre dimension importante que Doueïhi met en avant concerne les évolutions de cette culture numérique. D'une culture de la chaise et de l'écran, on est passé très rapidement à une culture de la mobilité (avec des écrans). Cette mobilité permet au numérique d'être pervasive et notre monde est un monde hybride, un *métavers*¹, c'est-à-dire un méta-univers qui se constitue par hybridation du monde physique et d'éléments simulés.

¹ Doueïhi emprunte ce terme au roman *Snow Crash* de Neal Stephenson : Stephenson, N. (2000) *Le Samouraï virtuel*. Le Livre de Poche.

1.4.2 Une nouvelle culture de l'apprendre

L'essor du numérique modifie donc radicalement tous les secteurs de l'activité humaine et en particulier la manière dont les jeunes apprennent et se socialisent (Ito et al., 2008; D. Thomas et Brown, 2011). On assiste donc à l'émergence d'une nouvelle culture de l'apprendre qui s'appuie sur deux dimensions qui caractérisent le numérique et en particulier l'Internet :

“The first is a massive information networks that provides almost unlimited access and resources to learn about anything. The second is a bounded and structured environment that allows for unlimited agency to build and experiment with things within those boundaries.” (D. Thomas et Brown, 2011) (p. 19)

L'accès massif à l'information est rendu possible par des progrès technologiques tels que le développement des réseaux, la libéralisation des données (*open data*), le web sémantique et le développement de la dimension ubiquitaire des terminaux d'accès à ces informations. Les « autoroutes de l'information » du début des années quatre-vingt-dix se sont transformées en un nuage de données en réseau pour lequel tout un chacun peut être utilisateur ou contributeur. C'est le Web 2.0 conçu par et pour des *producers* (Bruns, 2008). La seconde dimension, cette possibilité de transformer, presque sans limite, les ressources numériques disponibles, est liée à la nature même du support de ces informations, un code modifiable à l'infini. Ainsi, le concept de *néoténie* qui, en biologie du développement, désigne la conservation, chez l'adulte, de caractères juvéniles, caractérise assez bien le numérique. Support de l'information éponyme, sa plasticité autorise que cette information soit perpétuellement modifiée, remodelée, réinventée plutôt qu'achevée. Génétique et informatique s'appuient sur deux modes de codage de l'information, le code génétique et le code binaire, qui contiennent en germe tout un potentiel d'innovation. Cette information numérique, les individus peuvent se l'approprier, la modifier, en utilisant des outils qui permettent des transformations sans nécessairement intervenir au niveau du code lui-même : *mashup* de vidéos, *folksonomie* et *syndication* de contenu sont des formes diverses de cette appropriation/transformation. Le caractère néoténique de l'information génétique a ainsi permis que la société de l'information, celle d'un savoir diffusé, devienne société de la connaissance, c'est-à-dire celle d'un savoir référé aux individus. Ces individus construisent et partagent cette connaissance à l'aide des informations qu'ils récoltent, associent, transforment, inventent...

1.4.3 Digital natives et millenium learners, l'école sommée de se réformer

Digital natives ?

« *Etre, c'est technaître* » (Vial, 2013 p. 146) car le numérique façonne la manière dont les jeunes construisent leur rapport à la connaissance. Mais, au-delà des annonces sur les *Digital natives* (Prensky, 2001), les *New Millenium Learners* (Francesc, 2006) et la *Génération C* (CEFRIO, 2011), que savons-nous de la culture numérique – des cultures numériques – des élèves et étudiants ? Les travaux qui portent sur la culture numérique des jeunes et leur rapport au savoir permettent de brosser un tableau nuancé. Ainsi, en s'appuyant sur une large revue de la littérature, Baron et Bruillard (2008) relèvent que :

« Les digital natives sont pour une bonne part aussi des novices, des digital naïves »

En conséquence, si les *New Millenium Learners* ou *Digital Natives* sont différents de la génération précédente en ce qui concerne leurs pratiques et leurs attentes en matière d'éducation, il est faux de dire qu'ils souhaitent tous que le numérique entre massivement à l'école. Ainsi, ce sont plutôt les critères de productivité et de commodité qui prévalent dans l'adoption du numérique par les jeunes (OECD, 2012). La fracture numérique qui était principalement liée à des questions d'équipement des familles renvoie aujourd'hui principalement, dans les sociétés occidentales, à la capacité des individus à utiliser les technologies de manière appropriée. De ce point de vue, les jeunes ne sont pas nécessairement égaux et, si la fracture numérique tend à se réduire du point de vue des équipements, tout laisse à penser qu'elle s'aggrave entre ceux qui disposent, dans leur environnement familial et social, d'une certaine forme d'accompagnement et ceux qui sont laissés à eux-mêmes et aux hasards de leurs expériences personnelles. « Cultures numériques » se décline donc au pluriel et fait signe vers une extrême diversité des usages des technologies numériques. Ainsi, le concept de *digital native* ne permet aucunement de rendre compte d'une réalité qui demeure bien plus complexe que l'image d'enfants aguerris aux usages du numérique au simple motif que leur naissance coïnciderait avec celle des technologies de l'information et de la communication. Si le numérique façonne leur manière de voir le monde, ce sont souvent aussi des « naïfs du numérique » qui conceptualisent de manière limitée les usages qu'ils ont des technologies (Giannoula et Baron, 2002).

Culture numérique et école, un hiatus ?

La question des relations entre le numérique et l'École ressortit donc moins aux progrès de la technologie qu'à la détermination de la culture qui s'y dessine. Avec le numérique, c'est une *méta-culture* qui se développe, c'est-à-dire une culture qui interroge toutes les autres cultures. Ainsi, parce qu'il transcende les disciplines et bouleverse les rapports des élèves, dans leur diversité et dans leur pluralité, au monde scolaire, le numérique oblige l'École à se repositionner et à repenser les fondements mêmes de ses missions : transmettre des savoirs, former des citoyens libres et responsables. Dans un tel contexte, la nécessité de renouveler les démarches pédagogiques pour les adapter aux jeunes du numérique est de plus en plus souvent affirmée.

Déjà, il y a un siècle, Dewey s'inquiétait du hiatus (*gap*) creusé entre les jeunes et leur école jugée non adaptée à leurs désirs et capacités, tant du point de vue des contenus que des pédagogies mises en œuvre (Dewey, 1938). Il est aujourd'hui attesté que les usages des technologies en classe restent faibles malgré une infrastructure technologique bien développée (Baron et Bruillard, 2008). Doit-on s'inquiéter du fossé qui se creuse entre les pratiques des jeunes fortement empreintes de technologies numériques et les pratiques scolaires, qui, pour l'essentiel restent fondées sur des modèles mis en place il y a plus d'un siècle ? Des études montrent que les technologies numériques ont changé la manière dont les jeunes apprennent et se socialisent (Ito et al., 2008; Lenhart et al., 2008). Ces études mettent l'accent sur les différences qui s'accroissent entre ce qui est demandé aux jeunes par l'institution scolaire et leurs pratiques usuelles des technologies. Elles soulignent que les éducateurs devraient tenir compte de ces différences et mettent en avant le risque d'un divorce entre une génération et son école. En effet, l'École est aujourd'hui confrontée à des élèves dont elle connaît moins bien les compétences réelles, parce que celles-ci cristallisent fortement au gré de leurs interactions sociales ; tout en ayant pour mission de les former, notamment à résoudre les problèmes de plus en plus complexes qui se posent dans une société de la connaissance.

De nouveaux défis et de nouvelles opportunités pour l'école

Ces études (Ito et *al.*, 2008; Lenhart et *al.*, 2008) marquent également un infléchissement des points de vue par rapport à des discours qui, jusqu'alors, mettaient principalement l'accent sur les problèmes d'addictions, d'isolement social, de violence et de contenus inappropriés liés aux usages d'Internet et des jeux vidéo. Elles soutiennent l'idée que les nouveaux médias, tels que les jeux, peuvent avoir des effets positifs sur les apprentissages (Baranowski et *al.*, 2003) et la socialisation des adolescents (Shaftel, Pass, et Schnabel, 2005). L'introduction du numérique à l'école est alors justifiée par les opportunités qu'il offre en termes de développement d'une pédagogie centrée sur l'élève, sur le développement du travail collaboratif et sur la prise en compte des aspects informels de l'apprentissage tels que la possibilité d'apprendre en tout lieu et à tout moment (Redecker et *al.*, 2011). Mais les défis que les enseignants doivent relever pour intégrer le numérique à leurs pratiques sont généralement passés sous silence. Par ailleurs, le danger de faire de l'école le bras armé d'une société de consommation de biens électroniques est rarement évoqué. Le discours majoritaire qui est porté est celui de la nécessité d'adapter l'école aux changements technologiques et sociétaux en oubliant qu'un des rôles fondamentaux de l'école est d'émanciper. Ainsi, si l'un des enjeux des réformes à mener dans le champ de l'éducation réside bien dans la nécessité d'adapter l'école aux jeunes qui y vivent, il est également important de prendre en compte que son rôle est surtout de former les citoyens qui inventeront la société de demain. « *La Société sera faite pour l'École et non pas l'École pour la Société* » écrivait Bachelard (1938) pour souligner que si l'école doit répondre à une demande sociale, elle est avant tout au service d'un projet émancipateur des individus.

Des voix s'élèvent aujourd'hui pour souligner le danger de bâtir une école au service d'un projet consumériste (Frau-Meigs et Gautellier, 2013) et la nécessité de « construire un rapport raffiné, rationnel et critique aux outils et médias environnants » (Kambouchner, Meirieu, et Stiegler, 2012). Dans ce contexte, une réflexion sur l'usage de jeux numériques pour un projet éducatif doit prendre en compte que les questions ne peuvent pas se limiter à évaluer l'efficacité d'une telle approche pédagogique mais doivent porter le projet pédagogique dans sa globalité : modalités, pertinence et place au sein de la e.Education et, en particulier, comme une forme d'*informalisation* de l'enseignement.

1.4.4 De l'informalisation de l'enseignement à sa ludicisation

Informalisation, une hybridation

L'expression *informalisation* de l'enseignement (Redecker et *al.*, 2011) vient surtout désigner la diversification des temps et des lieux éducatifs (apprendre n'importe où, n'importe quand). Il renvoie également à l'idée de « proposer des agencements significatifs pour que se produisent des apprentissages informels » (Schugurensky, 2007). Par apprentissage informel nous entendons, tel que défini par Werquin (2010), un apprentissage « découlant des activités de la vie quotidienne liées au travail, à la famille ou aux loisirs. Il possède la plupart du temps un caractère non intentionnel de la part de l'apprenant » qui se distingue de l'apprentissage formel « dispensé dans un contexte organisé et structuré et est explicitement désigné comme apprentissage (en termes d'objectifs, de temps ou de ressources » (ibid.). Les critères de non intentionnalité de l'apprentissage et d'activité de loisir s'appliquent bien à l'usage des jeux numériques. Par ailleurs, les modalités de cet apprentissage, telles que *l'apprentissage par expérience* (Maulini et Montandon, 2005) ou *expérientiel* (Werquin, 2010) et *apprentissage incidentiel* (Eneau, 2005) sont des modalités

également relevées par les auteurs qui se sont intéressés à l'apprentissage par le jeu et insistent sur l'importance du *learning by doing* (Kirriemuir et Mc Farlane, 2004). Ces modalités inversent la chronologie de l'apprentissage par rapport à des méthodes d'enseignement basées sur l'articulation cours/exercice pour lesquelles on apprend (de l'enseignant), pour appliquer ensuite. Le projet didactique est explicite et les exercices d'application viennent, dans un second temps, pour renforcer les apprentissages par l'entraînement et la vérification de leur acquisition. L'informalisation des pratiques apparaît comme une forme d'hybridation. Enseignement formel et informel se rencontrent dans des espaces d'apprentissage numérisés qui conduisent à revisiter les temps et les espaces éducatifs

Le jeu comme *informalisation* de l'apprentissage

Dans une revue de la littérature, Kirriemuir et Mac Farlane (2004) mettent en perspective l'apprentissage informel qui résulte des pratiques ludiques des jeunes au regard de l'enseignement dont ils bénéficient à l'école :

“The review of literature around children’s social games play, for example, repeatedly highlights the ways in which children take on the role of teachers, providing advice, support, hints, tips and models of learning to other children. Perhaps more than any other aspect, this reconceptualisation of children as bearers of expertise, as capable of acting in the role of expert, raises serious questions about how we currently structure learning experiences in schools.”

Dans un jeu, les modalités d'apprentissage sont en effet de nature informelle. Le joueur est face à une situation qui l'amène à résoudre des problèmes généralement nouveaux pour lui. Il n'a pas reçu d'enseignement le préparant à affronter ces problèmes. Le projet didactique n'est pas explicite et c'est par l'expérience, par des essais successifs, dont certains sont couronnés de succès parce qu'ils conduisent à mobiliser des connaissances nouvelles, qu'il apprend. Ce n'est que dans un second temps, que le formateur ou l'enseignant peut, éventuellement, intervenir pour rendre explicites les connaissances nouvelles. Nous reviendrons plus loin sur la nature *adidactique* des situations de jeu ainsi que sur l'importance de cette phase qualifiée d'*institutionnalisation*. A ce stade, nous nous contenterons de souligner la nature informelle d'une pédagogie basée sur le jeu en relevant qu'il ne s'agit pas d'une forme d'autodidaxie car il n'y a pas de projet d'apprendre de la part du sujet.

Le chiffre d'affaire du jeu vidéo dans le monde a franchi la barre des 60 milliards d'euros² en 2012. Le jeu semble donc prendre une place de plus en plus importante dans les sociétés occidentales et les mondes virtuels constituent des espaces qui permettent à des adultes de jouer de manière aussi désorganisée que des enfants (Sutton-Smith, 1997). Du point de vue des apprentissages, les résultats d'une étude portant sur le rapport qu'entretiennent les jeunes avec les jeux vidéo battent en brèche certains stéréotypes. Cette étude montre en effet que les jeux vidéo sont, chez la population étudiée, des outils de socialisation (Lenhart et al., 2008). D'autres travaux se sont penchés sur les apprentissages qui résultent des pratiques ludiques. Par exemple, une étude (Steinkuehler et Duncan, 2008) qui a consisté à analyser un forum de discussion consacré à *War of Warcraft*, un jeu

² Syndicat National du Jeu Vidéo <http://www.snjv.org/fr/industrie-francaise-jeu-vidéo/chiffres-marches-jeu-vid.html>

massivement multi-joueurs, montre que les joueurs développent des compétences qui relèvent, pour certains aspects, de la mise en œuvre de raisonnements scientifiques : formulation d'hypothèses, conception d'un protocole permettant de les éprouver, etc.

L'usage de jeux numériques en contexte éducatif peut être considéré comme une tentative de prendre en compte que la très grande majorité de nos savoirs proviennent d'apprentissages de nature informelle (Halliday-Wynes et Beddie, 2009) c'est-à-dire se déroulant d'une part « hors des structures éducatives instituées (école, université, service ou organisme de formation) » : travail, famille, loisir et communauté, et, d'autre part, de manière fortuite : non intentionnel, non planifié, non organisé, non structuré, non validé, moins reconnu et reconnaissable, sans contenu défini et sans prérequis » (Carré et Charbonnier, 2003).

L'usage de jeux numériques en contexte éducatif peut également être considéré comme une tentative de *ludicisation* (Genvo, 2011) des méthodes pédagogiques qui s'inscrit également dans un contexte où les caractéristiques du jeu sont employées pour rendre attractives, voir plaisantes, des activités considérées comme *a priori* rébarbatives comme le sont les exemples de transformation du poste de travail en jeu que décrivent Reeves et Read (2009).

1.4.5 *Le ludant, un nouvel apprenant*

Jouer pour apprendre, une idée nouvelle ?

Le jeu est inscrit dans la Convention internationale des droits de l'enfant³ en tant que droit fondamental permettant son développement et l'idée qu'il puisse y avoir des liens étroits entre jeu et apprentissage n'est pas nouvelle. Dans son ouvrage « Jeu et Education », Brougère (2000) cite Yon (1940) pour souligner que la dichotomie jeu/travail n'a pas toujours été de mise :

« Ludus, a désigné concurremment une activité libre et spontanée, qui est le jeu et une activité imposée et dirigée qui est le travail scolaire » (p. 43)

En nous appuyant sur le latin *ludus*, nous proposons d'utiliser le terme *ludant* pour désigner un joueur impliqué dans un jeu conçu à des fins d'apprentissage et souligner que les deux facettes de son activité constituent une réalité univoque qui se traduit par des apprentissages dans le cadre de situations qualifiées de jeux. Il s'agit alors de considérer le jeu moins comme une ruse destinée à conduire un apprenant à accepter de s'engager dans des activités d'apprentissage que comme une situation aux propriétés éducatives intrinsèques. En jouant, le *ludant* est amené à apprendre. Il mobilise et développe des compétences en lien avec un projet éducatif. L'expression « jeu sérieux » relèverait alors du pléonasme plutôt que de l'oxymore.

De la même manière que dans la langue latine, en grec, jeu et éducation sont désignés par le même terme, *paideia* (Botturi et Loh, 2008). L'idée que les caractéristiques du jeu ne sont pas antinomiques de celles de l'éducation est également reprise par Papert (2002) qui souligne que si l'on prend du plaisir à jouer à un jeu, il faut néanmoins y investir des efforts (voir également le lexique étymologique de l'annexe 1).

³ « Les États parties reconnaissent à l'enfant le droit au repos et aux loisirs, de se livrer au jeu et à des activités récréatives propres à son âge, et de participer librement à la vie culturelle et artistique » (UNICEF, 1989) p18

Les éthologues s'accordent généralement pour considérer le jeu comme une fonction biologique qui permet, chez l'animal, comme chez le jeune enfant, une adaptation sensori-motrice au milieu de vie, l'établissement de relations sociales et le développement des capacités cognitives (Jacob et Power, 2006) et ce discours est souvent mis en avant pour justifier de l'usage du jeu en contexte éducatif. Ceci a pu conduire à des prises de positions radicales qui vont jusqu'à considérer le jeu comme un moyen d'apprendre naturel au regard d'une école considérée comme absconse et n'ayant pas fait la preuve de son efficacité (Crawford, 1982). L'école s'est depuis longtemps préoccupée d'exploiter le jeu, soit en le considérant comme une activité libre et naturelle nécessaire au développement de l'enfant, le jeu est alors considéré comme une « nécessaire récréation », soit comme une manière de rendre plus attrayantes les activités scolaires (Brougère, 2000). Ainsi, Friedrich Froebel (1782-1852) est un pédagogue qui a joué un rôle important pour la diffusion de l'idée que le jeu pouvait être utilisé pour le développement moral et intellectuel des enfants. Son influence sur les mouvements pédagogiques pour l'enseignement pré-scolaire de la fin du XIXème sera importante. Des années de pratiques ludiques en milieu scolaire ont précédé le développement de l'expression *jeux sérieux*. Ces pratiques ont eu des fortunes diverses selon les époques mais elles sont restées largement cantonnées aux classes maternelles et élémentaires.

Jouer devient une activité sérieuse

L'idée que le jeu puisse avoir une dimension utilitaire dépasse largement le domaine de l'éducation. Des institutions, des musées, des entreprises, de grandes organisations internationales ou des organismes de santé utilisent des jeux dits sérieux pour recruter ou former leur personnel, promouvoir leurs produits, sensibiliser leur public ou soigner. Ainsi, la marine nationale française utilise huit jeux accessibles en ligne pour sensibiliser les jeunes à ses métiers (*persuasive games*). La société AXA forme ses cadres à l'entretien d'évaluation et l'OMS prépare des personnels de santé à une épidémie de fièvre jaune en Afrique (*training games*). Le constructeur Skoda Fabia fait la promotion de ses automobiles avec *Ice Racing* (*advergame*) et dans son éditorial pour le *British Medical Journal*, Griffiths cite de nombreuses applications des jeux en milieu hospitalier (Griffiths, 2005). Les jeux numériques sont donc exploités pour des objectifs qui sont loin d'être futiles au regard des enjeux économiques d'un marché qui se développe (Checola, 2008).

Selon Egenfeldt-Nielsen (2007), les premières tentatives d'utiliser des jeux commerciaux dans un contexte de formation doivent être attribuées à l'armée américaine. Ainsi, dans les années quatre-vingts, le jeu *Battlesom* a été utilisé dans la formation des troupes pour développer la coordination œil-main. Les résultats obtenus amenèrent les promoteurs de l'expérimentation à établir un constat d'échec. Ce n'est qu'à la fin des années quatre-vingt-dix que l'expérience fut renouvelée, cette fois avec *Marine Doom* une version modifiée de *Doom*, un jeu de combat. Dans l'enseignement, du primaire au secondaire, l'usage des jeux numériques semble encore très limité malgré des incitations institutionnelles qui prennent, en France, la forme de larges plans de financement des entreprises engagées dans le secteur du *serious gaming* (Checola et Woitier, 2010), de rapports parlementaires apologétiques (Fourgous, 2010), de dossiers en ligne à destination des enseignants et des formateurs

sur des sites institutionnels (voir par exemple le site Eduscol⁴) et de nombreuses initiatives qui sont parfois le fait de réseaux d'enseignants (voir par exemple le réseau Ludus⁵).

En Europe, l'initiative « *Games in School* » a débouché sur la publication d'un rapport sur l'usage des jeux vidéo dans les écoles européennes (Wastiau et al., 2009) et d'un guide destiné aux enseignants. Ce rapport contient également une recension de la littérature scientifique consacrée à ce thème. L'initiative est subventionnée par la fédération européenne des industries du jeu vidéo (ISFE). Sans surprise, le rapport conclut en déplorant le manque de jeux conçus spécifiquement pour l'éducation et en faisant la promotion des jeux vidéo :

« *Les jeux vidéo représentent une source pédagogique intarissable et ils le resteront jusqu'à ce qu'une ressource d'enseignement appropriée soit proposée* ». (Wastiau et al., 2009)

Dans une revue de la littérature réalisée en 2004, Kirriemuir et Mac Farlane (2004) montraient que deux aspects sont généralement avancés pour justifier l'emploi de jeux numériques à l'école. D'une part ce type de pédagogie est considéré comme de nature à rendre l'apprentissage plus motivant et, d'autre part, il permet de développer des approches de type « learning by doing ». On retrouve ici les deux points de vue relevés par Brougère (2000). Le jeu est considéré comme un artifice pédagogique ou pour ses propriétés éducatives intrinsèques. Le potentiel des jeux a été évoqué pour lutter contre l'échec, le décrochage et les pathologies scolaires telles que la dyscalculie (Wilson et al., 2006). Enfin, il faut noter que certains pays qui utilisent les jeux dans les classes le font dans le cadre d'une éducation aux médias et aux technologies (Wastiau et al., 2009).

Des détracteurs aussi...

L'usage des jeux, numériques ou pas, a eu et a encore ses détracteurs. Déjà, Freinet (1946) distinguait le *travail-jeu* de l'école qui « ne donne pas immédiatement un produit directement utile à la société [...]. Il s'agit seulement de préparer l'enfant à son rôle d'homme [...] d'inscrire la nécessité et la noblesse du travail dans sa chair, dans ses muscles, dans des habitudes, dans ses pensées, pour qu'il en soit à jamais imprégné et marqué » (p 211) du *jeu-travail* des enfants « qui en a toutes les caractéristiques, avec en moins cependant cette spiritualité supérieure qui vient du sentiment de l'utilité sociale du travail, laquelle hausse l'individu à la dignité de son éminente condition. » (p 155). Pour Freinet, les jeux qui peuvent être considérés comme des « jeux de détente compensatrice [...] sont comme l'antichambre des jeux à gagner et des jeux-haschich » (p 192). Plus récemment, et cette fois directement à l'adresse des jeux numériques, leur usage pédagogique a été qualifié de *chocolate-covered broccoli approach* (Bruckman, 1999) ou *sugar coating education* (Kirriemuir et Mc Farlane, 2004) pour souligner que la dimension ludique est avant tout au service d'un projet visant à augmenter la palatabilité d'un contenu éducatif peu appétissant (Habgood, 2007).

Les détracteurs de l'usage des jeux se trouvent parfois du côté des élèves eux-mêmes (Kirriemuir et Mc Farlane, 2004). Les raisons évoquées relèvent du fait que les jeux conçus pour le secteur éducatif sont parfois jugés trop élémentaires au regard des produits de l'industrie du jeu vidéo tant du point

⁴ <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/jeuxserieux>

⁵ <http://lewebpedagogique.com/reseauludus/>

de vue des graphismes que du *game-play*. La prise en compte de la dimension éducative par les concepteurs est quant à elle jugée pauvre en ce qui concerne la progressivité des apprentissages et condescendante quant à la manière dont elle est introduite

Dans leur revue de la littérature, les mêmes auteurs (*ibid.*) relèvent également des obstacles du côté des enseignants : difficulté pour identifier l'intérêt pédagogique d'un jeu donné du point de vue de son adaptation au curriculum et à la pertinence de ses contenus, le manque de temps pour se familiariser avec le jeu et imaginer son usage, le nombre de fonctionnalités non pertinentes qui ne peuvent pas être désactivées et constituent une perte de temps.

Certaines études démontrent même leur inefficacité par rapport aux objectifs affichés. Ainsi, les auteurs d'une recherche (Lorant-Royer, Spiess, Goncalves, et Lieury, 2008) consistant à évaluer l'efficacité d'un jeu « d'entraînement cérébral » concluent :

« Aucune progression n'est statistiquement significative pour les épreuves scolaires. Pour les tests cognitifs, les jeux vidéo permettent une légère progression de 20% pour la mémoire des chiffres et les symboles, mais ne font pas mieux que les jeux papier-crayon ou le groupe contrôle. On n'observe pas d'augmentation de la motivation intrinsèque mais une baisse du score d'autodétermination pour « l'Entraînement cérébral ». En conclusion, « l'Entraînement cérébral » n'a que deux effets modestes (20%) sur les six tests, comparables à d'autres jeux (ou le groupe contrôle) et doit être considéré comme une simple distraction. »

D'une manière générale, peu d'études empiriques attestent de l'intérêt de l'usage des jeux en contexte éducatif ce qui amène Young et ses co-auteurs à conclure ironiquement en citant Toad, le champignon de *Super Mario Bros* :

"After initial analyses, we determined that, to date, there is limited evidence to suggest how educational games can be used to solve the problems inherent in the structure of traditional K-12 schooling and academia. Indeed, if you are looking for data to support that argument, then we are sorry, but your princess is in another castle." (Young et al., 2012)

Ainsi, l'introduction des jeux numériques dans les systèmes éducatifs ne va pas de soi et, comme le relève Egenfeldt-Nielsen, les freins à leur adoption par les enseignants sont nombreux:

"The lacking of game-based learning makes it hard to make real headway towards general acceptance and everyday use in the educational system. Not because game-based learning doesn't work, but rather because it is perceived, designed and positioned in a way that hinder broad adaption." (Egenfeldt-Nielsen, 2010)

Ces freins avaient été relevés en France dès le développement de jeux destinés à l'éducation et, comme le relèvent Baron et Bruillard, il semble que :

« l'esprit du jeu était plutôt antagoniste avec celui de l'institution scolaire, du moins dans l'enseignement de second degré. » (Baron, G-L et Bruillard, 1996)

1.5 Conclusions et implications pour la recherche

Notre inscription, en tant que chercheur, sur la thématique des *jeux épistémiques numériques* est donc liée à :

- **l'émergence d'un nouveau contexte** qui se traduit – bien que l'introduction du jeu dans les systèmes éducatifs n'aille pas de soi car des freins existent au niveau de l'institution, des enseignants et des apprenants eux-mêmes - par un renouvellement de l'intérêt pour le jeu en tant que pédagogie alternative. Bien que l'idée d'apprendre en jouant ne soit pas nouvelle, c'est une idée renouvelée qui s'inscrit dans un contexte marqué par l'émergence d'une culture numérique. Cette culture signe un nouveau rapport phénoménologique au monde et permet l'émergence d'une culture de l'apprendre qui se traduit, en particulier, par une *informalisation* des pratiques. Le jeu, apparaît alors comme une pédagogie alternative permettant de prendre en compte la culture numérique des apprenants. Le renouvellement de l'idée que l'apprentissage puissent se dérouler dans le cadre de jeux est également en lien avec de nouvelles opportunités en terme de conception d'environnements d'apprentissage intégrant une dimension ludique offertes par le développement du numérique ;
- **la nécessité pour la recherche d'interroger ce type de pratique.** Il existe en effet une justification sociale pour des travaux de recherche qui, au-delà des discours apologétiques sur l'usage du jeu, puissent documenter les pratiques afin d'identifier les défis et opportunités offerts par les dispositifs techno-pédagogiques qui s'appuient sur le jeu et que nous proposons de nommer *jeux épistémiques numériques*. Les enjeux portent également sur la question des modèles sous-jacents à ces dispositifs. Il s'agit de formaliser des propositions innovantes pour la conception de situations d'apprentissage ludiques favorisant des interactions épistémiques et médiatisées par les technologies numériques. Nous formulons l'hypothèse que, avec le jeu, ce sont de nouvelles formes d'apprentissage qui sont rendues possible et qu'elles permettent l'émergence d'un nouveau type d'apprenant que nous proposons de nommer *ludant*. Les enjeux sont donc également théoriques et portent sur ce qu'est l'apprentissage lui-même. Il s'agit en effet de comprendre comment les interactions qui se nouent dans de telles situations peuvent prendre un caractère épistémique ;
- **Un parcours personnel** caractérisé par trois grandes trajectoires de recherche. Une première trajectoire nous a amené à travailler sur la place de la modélisation et de la simulation dans l'enseignement des sciences selon une double approche épistémologique et didactique. Elle nous a conduit également à nous intéresser aux apprentissages avec les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) souvent en lien direct avec des questions relatives aux usages de la simulation et de la modélisation dans l'enseignement des sciences. Cette trajectoire se concrétise par notre inscription dans des communautés de chercheurs telles que la communauté EIAH soutenue par l'Association des Technologies de l'Information pour l'Education et la Formation⁶ (ATIEF). Une troisième trajectoire concerne la question des démarches d'investigation également en lien avec la modélisation en tant que processus

⁶ <http://atief.imag.fr/>

permettant d'apprendre de manière autonome en travaillant des questions scientifiques pluridisciplinaires complexes et souvent non déterministes. Avec les *jeux épistémiques numériques*, nous sommes amené, en tant que chercheur, à travailler sur un objet qui se trouve à la croisée de ces différentes trajectoires.

Notre contribution aux sciences de l'éducation porte donc sur le développement d'un champ de recherche sur les *jeux épistémiques numériques* qui se positionne à l'interface des champs de l'ingénierie des EIAH et des sciences de l'information et de la communication. Ce positionnement vise à permettre de mettre en place des collaborations pluridisciplinaires d'une part avec les chercheurs en informatique pour la conception et l'analyse des usages des EIAH et, d'autre part, avec les chercheurs qui s'intéressent aux médias numériques et à la culture éponyme. Ce positionnement se concrétise aujourd'hui tant dans les projets de recherche dont nous sommes responsables (tels que le projet JEN.lab, sélectionné pour financement par l'ANR dans le cadre de l'appel à projets « apprentissage ») que dans nos enseignements, en particulier au travers des responsabilités que nous avons prises dans le Master architecture de l'information de l'ENS de Lyon. Il se concrétise également par notre contribution à d'autres projets financés par l'Agence Nationale de la Recherche tels que le réseau ORPHEE (Organisation de la Recherche Pluridisciplinaire en e-Education) financé dans le cadre de l'appel à projets générique 2014, Instrument de financement « Réseaux de recherche » et le projet HUBBLE (Observatoire humain pour l'analyse à partir des traces *elearning*) retenu pour financement par l'ANR dans le cadre l'appel à projets générique 2014, Défi « Société de l'information et de la communication ».

- Chapitre 2 -

Serious Play vs Serious Game

« Le jeu n'est pas dans la chose mais dans l'usage qu'on en fait » (Henriot, 1969 p. 24)

Le point de vue que nous adoptons dans nos travaux nous amène à faire nôtre l'expression jeu numérique épistémique plutôt que jeu sérieux (traduction littérale de l'expression serious game) et à considérer la situation au sein de laquelle se développent des interactions (épistémiques) plutôt que l'artefact informatique per se. Dans cette section, nous nous appuyons sur une revue de la littérature et sur nos propres travaux pour étayer ce point de vue. Il s'agira d'abord de discuter la notion de jeu afin d'en souligner le caractère flou et polysémique. Nous évoquerons également les travaux qui relèvent l'importance du jeu pour le développement de l'enfant et par là même, le caractère utilitaire de ce type d'activité pour des visées éducatives. Nous discuterons ensuite les différentes acceptions de l'expression jeu sérieux pour proposer un point de vue qui conduit à s'engager dans des travaux de recherche qui s'intéressent à l'étude des interactions qui se nouent dans le cadre de situations d'apprentissage ludiques.

2.1 Du jeu au jeu numérique épistémique

“It is not a bite, it is a nip” (Bateson)

Jeu, un terme polysémique et ambigu

Le terme *jeu* est utilisé pour nommer des objets et des activités aussi différents que des cartes à jouer (un jeu de carte), une activité sportive (le jeu de tennis), artistique (le jeu de l'acteur) ou l'espace entre deux pièces mécaniques (le jeu entre le piston et la paroi du cylindre). Ce caractère polysémique rend le terme *jeu* particulièrement difficile à définir et circonscrire. Ainsi, pour Wittgenstein (1953), tenter d'identifier des caractéristiques communes aux différents objets et activités qualifiés de jeux conduit à l'échec. Il note en effet qu'il n'existe pas de propriété commune qui les unisse. Il note également que l'usage du terme *jeu* pour les décrire provient surtout d'un entrecroisement de ressemblances et de différences qui permettent de passer d'un jeu à l'autre en conservant le même vocable, ou, pour employer un de ses concepts célèbre, d'une *family resemblance*. Ceci a amené Grandjouan (1963) à considérer que parler du jeu en général est comparable à « qui voudrait parler des étoiles et traiterait non seulement des astres lointains en même temps que des étoiles filantes, mais aussi des étoiles filantes, de certaines décorations, de la place de l'Etoile ou des vedettes de la scène ou de l'écran » (p. 49). Ce que Henriot réfute en soulignant que l'identité de terme est révélatrice d'une parenté de sens qu'il trouve dans l'activité du joueur, activité qu'il qualifie « d'attitude ludique » (Henriot, 1969). Ainsi, pour cet auteur : « Tout jeu, au sens de la théorie, se définit comme une situation. » (Henriot, 1989 p. 108).

Dans son ouvrage paru en 1997, *The Ambiguity of play*, Sutton-Smith (1997) relève quant à lui l'ambiguïté du terme en soulignant qu'elle est sous-tendue par différents systèmes de valeurs qu'il qualifie de rhétoriques idéologiques : le progrès (le jeu des enfants comme modalité de développement), le sort (les jeux de hasard comme métaphore de notre destinée), le pouvoir (le jeu et la monstration des performances), l'identité (le jeu comme modalité d'expression et de communication), l'imaginaire (le jeu comme espace de créativité), le moi (le jeu comme circonstance permettant d'éprouver une expérience positive intense) et la frivolité (le jeu comme circonstance permettant au joueur de s'abstraire des contraintes du monde physique). A ces différentes rhétoriques correspondent différents types de jeu et, du point de vue de la recherche, de nombreux courants théoriques issus de différentes disciplines. Pour Sutton-Smith, la question de la diversité des jeux se résout en prenant en compte qu'ils sont « *typically a primary place for the expression of anything that is humanly imaginable* » (p. 226).

Le jeu, un comportement mais un mode de communication aussi

L'une des définitions du jeu les plus reprise dans la littérature est celle de Huizinga (1951). Il s'agit, selon cet auteur, d'une « action ou une activité volontaire, accomplie dans certaines limites fixées de temps et de lieu, suivant une règle librement consentie mais complètement impérieuse, pourvue d'une fin en soi, accompagnée d'un sentiment de tension et de joie et d'une conscience d'être autrement que dans la vie courante ». Caillois reprendra les travaux de Huizinga et retiendra les attributs suivants pour décrire un jeu (Caillois, 1958) : libre (" On ne joue que si l'on veut, que quand on veut, que le temps qu'on veut "), séparée (circonsrite dans des limites de temps et d'espace précises et fixées à l'avance), fictive et réglée (" Les lois confuses et embrouillées de la vie ordinaire sont remplacées, dans cet espace défini et pour ce temps donné, par des règles précises, arbitraires,

irrécusables, qu'il faut accepter comme telles et qui président au déroulement correct de la partie. "), incertaine dans son déroulement, même si elle est soumise à des règles et, improductive (ne créant ni bien, ni richesses, ni éléments nouveaux). Il distingue quatre attitudes ludiques distinctes qui fondent quatre catégories fondamentales de jeux mais qui peuvent se combiner : l'ambition de triompher grâce au seul mérite dans une compétition réglée (*agôn*), la démission de la volonté au profit d'une attente anxieuse et passive de l'arrêt du sort (*alea*), le goût de revêtir une personnalité étrangère (*mimicry*) et la recherche du vertige (*ilinx*).

Henriot (1969) proposera une critique des définitions de Huizinga et de Caillois en soulignant que la liberté du jeu est une pseudo-liberté, une liberté empirique et pratique qui permet de sortir du jeu à tout moment mais qui ne s'applique pas à ce qui se passe dans le jeu lui-même. Il souligne également que le caractère séparé du jeu dans le temps et dans l'espace vaut pour les jeux de règles mais qu'il est difficile de concevoir le jeu comme une activité séparée lorsqu'on considère d'autres jeux qui consistent à endosser un rôle et finalement, à jouer tout le temps. Plutôt que le critère d'incertitude, Henriot (Ibid.) propose de prendre en compte une dialectique entre la certitude (le joueur met en œuvre tous les moyens pour arriver à ses fins) et l'incertitude (il ne parviendra pas nécessairement à ses fins). Il adresse également une critique au critère d'improductivité (tout jeu a une influence sur le joueur qui le joue) et de règle (qui n'est pas spécifique au jeu mais concerne également le travail). Enfin, Henriot (Ibidem), s'appuyant sur Grandjouan, relève qu'il est préférable de considérer le caractère factice du jeu, plutôt que fictif. En effet, l'opération du joueur n'est pas fictive mais d'un réalisme poussé, qui mobilise ses ressources sensorielles et cognitives. Ce second degré est un élément fondamental du jeu. Ainsi, comme le relève le dramaturge Richard Schechner (2013) : « *a playful nip may not be a bite, but it is indeed what a bite means* » p. 104.

Un comportement ludique reproduit les caractéristiques d'un comportement de référence, souvent en exagérant les caractéristiques mais aussi en s'en amusant et c'est donc un fait du joueur qui prend de la distance. Le joueur qui simule, dans le cadre d'un jeu, sait, comme les autres participants, qu'il simule. Par ailleurs, jouer permet de saisir le sens d'un comportement sans en subir les conséquences (la frivolité). Ainsi, le jeu constitue tout autant un type de comportement qu'un mode de communication.

Situation ou artefact ?

Les auteurs qui se sont essayés à proposer une définition le font généralement en donnant une liste d'attributs qui permettent de dire qu'une situation relève d'un jeu. Ainsi, pour Goffman (1961), les deux caractéristiques fondamentales du jeu sportif sont l'incertitude qui provoque suspense et excitation, ainsi que la publicisation des résultats qui démontre les progrès réalisés, la dextérité, le courage et le *self-control*. Pour Brougère (2005), qui souligne également le critère incertitude, un jeu est une activité de second degré dans laquelle le joueur est libre de ses initiatives et de ses décisions. Le fait que le jeu relève d'une activité de second degré lui confère son caractère frivole et le pendant de la liberté offerte par le jeu est l'existence de règles explicites qui encadrent la liberté du joueur (ibid.). D'autres auteurs se sont attachés à proposer des attributs qui permettent de caractériser les jeux. Ainsi, Crowford (1982) insiste sur la notion de prise de décision du joueur, Csikszentmihalyi (1990) sur l'engagement du joueur qui se traduit par son absorption par le jeu et sa concentration (le

flow) ou Zimmerman (2004) sur la présence d'un résultat quantifiable (« *quantifiable outcome* »). Pour ce dernier auteur, ce critère permet de distinguer les jeux structurés par des règles explicites, les « *toy-games* », des « *puzzle-games* », qui permettent une activité libre et spontanée. Caillois (1958) avait déjà distingué ces deux catégories de jeux en les nommant respectivement *paida* et *ludus*. Quant à Winnicott (1971), il insiste sur la distinction entre le "game" qui est un jeu structuré autour de règles, et le "play", jeu "qui se déploie librement" et constitue un espace transitionnel entre le moi et le non-moi de l'enfant. *Game* et *play* ne s'opposent pas nécessairement puisque l'expression jeu de rôles peut être traduite en anglais par *role playing game* et c'est également une combinaison de ces deux mots qui permet, en anglais, de désigner la jouabilité d'un jeu vidéo (*game-play*) comme pour souligner une tension entre la contrainte des règles imposées par l'architecture du jeu et la liberté offerte au joueur. Enfin, d'autres définitions du terme jeu ne renvoient pas à la situation qui se met en place mais à l'artefact qui est utilisé pour jouer. C'est ainsi qu'est forgée l'expression jeu vidéo.

Il faut par ailleurs distinguer le jeu-*game* du jouet. Un jouet est un artefact qui n'intègre aucune contrainte sur la manière de jouer, aucune règle qu'il faudra suivre, aucune perspective de récompense, aucun enjeu. C'est au joueur de définir les règles qui permettront l'amusement. *A contrario*, un jeu-*game* ne se limite pas à reproduire un univers mais constitue également une structure qui oriente le déroulement du jeu-*play*.

Jeu est donc un terme qui recouvre des objets très disparates et les nombreuses définitions qu'il est possible de trouver dans la littérature reflètent la diversité des champs disciplinaires de leurs auteurs et les intentions qui les animent. On peut situer les différentes définitions sur un axe dont les pôles seraient d'une part un pôle *game* qui renverrait plutôt aux contraintes imposées par un artefact du point de vue des interactions qu'il est possible de mettre en place (puzzles, jeux vidéo). L'autre pôle serait le pôle *play* qui désignerait plutôt une situation dans laquelle se mettent en place des interactions et dont les artefacts utilisés seraient moins contraignants du point de vue de ces interactions.

Oxymore ou pléonasme ?

Les tentatives définitionnelles se compliquent encore lorsqu'il s'agit de proposer une définition à l'expression *jeu sérieux*. La formule n'est pas nouvelle. Platon l'utilisait pour décrire le comportement des dieux ou, dans « Le Phèdre », les mythes. Il a été ensuite repris par La Bruyère, dans « Les Caractères » (1668), pour décrire le climat qui régnait à la cour du roi de France. D'emblée, l'oxymore a donc été employée pour désigner une situation mêlant la frivolité des comportements et l'importance des enjeux alors même que la notion de jeu, dans l'univers judéo-chrétien, a d'abord été opposée à celle de dévotion puis à l'idée de travail (Hamayon, 2012). On attribue généralement à Abt (1970) son introduction pour l'usage qui en est fait aujourd'hui. L'expression *jeu sérieux* s'est popularisée et c'est le plus souvent l'expression anglaise *serious game* qui est utilisée pour désigner des jeux vidéo – des artefacts donc - employés à des fins utilitaires, en particulier d'éducation ou de formation.

Pourtant, de nombreux travaux qui se sont intéressés au jeu, à son rôle dans le développement de l'enfant et le processus d'apprentissage mettent l'accent sur la situation vécue ou les interactions mises en place plutôt que sur les artefacts qui sont utilisés. Ainsi, Piaget et Inhelder (1966) soulignent

la fonction sémiotique du jeu, c'est-à-dire sa capacité d'évoquer des objets ou des situations non perçus en se servant de signes ou de symboles. Le jeu apparaît alors comme un « secteur d'activités dont la motivation ne soit pas l'adaptation au réel mais au contraire l'assimilation du réel au moi, sans contraintes ni sanctions » (*ibidem*, p. 59). Pour Winnicott (1971), lorsque l'enfant joue, il entre dans une aire intermédiaire où la réalité intervient non plus comme une contrainte, mais se voit remodelée en fonction de ses besoins internes. Cette aire intermédiaire constitue un espace de liberté, notion que l'on retrouve lorsque le terme jeu est employé pour désigner l'espace qui permet, à deux pièces mécaniques, de se désolidariser partiellement. La liberté autorise l'expérimentation. De ce fait, le jeu, en tant que situation vécue, contient en germe le développement de l'individu qui s'y construit en mettant en œuvre sa créativité. C'est ainsi que, pour désigner les jeux, Vygotski (1966) utilise quant à lui le terme *situations* qui, selon lui, « permettent le développement de l'enfant ». Il s'agit pour l'enfant de développer ses capacités d'abstraction et son imagination pour atteindre des buts inatteignables dans la « vraie vie ».

Le jeu, propriété émergente

On voit par là que la définition usuelle pour l'expression *jeu sérieux* est problématique. En effet, l'interactivité n'est pas une propriété intrinsèque des artefacts informatiques mais plutôt la propriété émergente d'un dispositif socio-technique. Cette interactivité dépend de la manière dont l'artefact est introduit dans une situation, des tâches qui sont prescrites à l'apprenant et de son acceptation d'interagir. Par conséquent, le point de vue que nous adoptons nous conduit à considérer les situations au sein desquelles se développent des interactions épistémiques. De ces interactions émerge un sentiment de plaisir lié au fait que l'expérience vécue présente des caractéristiques ludiques telles que des défis à relever, des réussites, une expérience originale ou un sentiment de liberté. En ce sens notre approche est proche de celle de Dewey (1934), qui pour un autre domaine, l'art, soulignait que le sentiment artistique se manifeste dans le cadre d'interactions entre l'œuvre – en tant qu'artefact - et son public. Ainsi, pour Dewey, ce sont ces interactions qu'il est important de considérer plutôt que l'œuvre elle-même. C'est également ce point de vue que Henriot défend lorsqu'il écrit : « *le jeu n'est pas dans la chose mais dans l'usage qu'on en fait* » (Henriot, 1969 p. 24), idée reprise par Salen et Zimmerman (2003) qui écrivent "*play does not just come from the game itself, but from the way that players interact with the game* » Autrement dit, le caractère ludique d'une situation serait donc une propriété émergente qui tiendrait autant à la nature du jeu-*game* que des prédispositions du joueur et de sa volonté de jouer. C'est l'approche que nous retenons pour nos travaux. Penser la situation plutôt que l'artefact, considérer les interactions qui se nouent pour tenter de comprendre comment ces interactions peuvent devenir épistémiques.

Jeu-play vs jeu-game

Dans le domaine de l'usage des jeux vidéo pour des visées éducatives, Gee (2008) distingue le *game*, jeu vidéo ou autre artefact logiciel, du *Game*, le contexte social dans lequel le jeu est utilisé et les interactions qui émergent. D'un point de vue pragmatique, cette distinction entre le jeu-*game* et le jeu-*play* signifie qu'une application informatique pourra, ou ne pas être considérée comme un jeu selon la manière dont elle sera utilisée et cet usage dépendra de la manière dont l'enseignant ou le formateur l'auront intégrée à leurs pratiques pédagogiques mais également du *ludant* lui-même qui acceptera, ou pas, de *rentrer dans le jeu*. Cette observation, réalisée maintes fois dans le cadre des expérimentations que nous avons menées, plaide pour une approche non-technocentrée pour la recherche sur les technologies numériques. En ce sens nous rejoignons des points de vue exprimés

par Henriot (1969) pour le jeu (« l'essentiel, dans une telle étude n'est pas réellement le jeu auquel joue le sujet, mais le jeu qu'il joue quand il joue. » p. 47) mais aussi par d'autres auteurs lorsqu'il est question d'apprentissage instrumenté. Ainsi Peraya et Charlier (2007) déplorent que les travaux de recherche qui portent sur l'usage des technologies soient qualifiés en fonction des artefacts auxquels ils s'intéressent (les espaces numériques de travail, les tablettes tactiles...) plutôt qu'à un domaine de connaissance scientifique (le travail collaboratif, les interactions..). La diversité des supports informatiques plaide également pour que notre intérêt se porte sur la situation plutôt que sur la structure du jeu. Ces supports sont également marqués par leur hybridation avec des éléments non numériques, ainsi de nombreux jeux permettent aujourd'hui d'interagir avec des dispositifs en réalité mixte, c'est-à-dire pour lesquels des objets du monde physique et des données informatiques sont mêlées (Chalon, 2004). Les jeux biotiques (*biotic games*) qui intègrent, outre des éléments informatiques, de véritables processus biologiques, sont un exemple récent de tels jeux (Riedel-Kruse, Chung, Dura, Hamilton, et Lee, 2011).

Jeux épistémiques numériques

Ainsi, nous nous intéresserons à des jeux qui sont des situations modélisées au sein desquelles le *ludant* peut éprouver ses façons de penser et d'agir, en développer de nouvelles, dans un cadre dans lequel il éprouve un sentiment de sécurité. Nous proposons, à la suite des travaux de Shaffer (2006), que le terme *jeu numérique épistémique* (*digital epistemic game*) soit employé pour désigner des situations d'apprentissage ludiques élaborées à l'aide de technologies numériques. Gee et Shaffer utilisent ce terme pour souligner que le *ludant* est amené à résoudre des problèmes complexes, proches de la réalité : « *a game based on the way of thinking (the epistemic frame) of some important community in the real world* » (J. Gee et Shaffer, 2010). Ces jeux mobilisent les savoir-faire, les méthodes, les connaissances et les valeurs maîtrisés et partagés par les experts du domaine. Ces éléments constituent, pour le *ludant*, un cadre que Shaffer qualifie de *cadre épistémique* (Ibid.). Nous discuterons plus loin cette notion de cadre épistémique et la manière dont elle s'articule avec nos propres travaux en particulier sur la manière dont un jeu influence l'épistémologie personnelle d'un individu. On pourra d'ores et déjà retenir l'idée que l'adjectif « épistémique » a l'avantage d'être plus précis que l'adjectif « sérieux » qui est le plus souvent attaché au jeu lorsqu'on souhaite souligner qu'il a été conçu avec des visées éducatives. C'est par ailleurs cet adjectif qui est utilisé pour qualifier les interactions conduisant l'apprenant à développer des explications et à proposer des arguments et qui jouent un rôle dans la construction des connaissances scientifiques (Baker et Press., 1999; Ohlsson, 1995). Il faut ici souligner que l'expression jeu épistémique n'est pas nouvelle. Néanmoins, elle est généralement employée avec un sens plus restreint pour désigner un comportement relatif à la connaissance (Hutt, 1979) ou différent, pour désigner une « modélisation du savoir conçu, dans une perspective actionnelle, comme un système de capacités. » (Gruson, Forest, et Loquet, 2012 p. 10).

2.2 Jeu sérieux, une expression permettant de publiciser l'idée qu'il est possible d'apprendre en jouant

Jeux sérieux ?

Une publication rédigée avec deux collègues suite à un atelier que nous avons animé dans le cadre des Journées Scientifiques de Pédagogie Numérique en 2011, montre bien que deux points de vue

coexistent sur ce qu'est un jeu sérieux (Sanchez, Ney, et Labat, 2011). Nous y discutons, à partir des travaux de deux équipes (MOCAH à l'Université Pierre et Marie Curie à Paris et MeTAH à l'Université Joseph Fourier à Grenoble), les différentes acceptions retenues pour l'expression « jeu sérieux ». Cette expression a, en effet, des acceptions diverses. En premier lieu, et c'est le cas pour les jeux développés par l'équipe MOCAH, il y a une référence implicite à la notion de jeu vidéo et à l'utilisation des technologies issues du monde du jeu vidéo pour une utilisation utilitaire (ou « sérieuse »). Cette acception de l'expression rejoint celle défendue par Alvarez dans sa thèse (Alvarez, 2007) lorsqu'il définit les *serious games* comme résultant de « l'intégration d'un scénario pédagogique avec un jeu vidéo ». Dès 2005, le premier *Serious Game Summit Europe* à Lyon proposait la définition suivante : « Les *serious games* sont des applications de simulation/formation qui utilisent les dernières technologies issues du monde du jeu vidéo et de la réalité virtuelle ». Les jeux *Chronocoupe* et *Tamagocours* que nous avons développé correspondent à cette définition.

Avec une approche différente, comme pour l'équipe MeTAH qui a développé LoE (Laboratory of epidemiology) (Ney, Gonçalves, Balacheff, et Schwartz, 2010), un jeu destiné à la formation des étudiants en médecine, d'autres jeux que nous avons développés dans le cadre de nos travaux sont basés sur l'immersion permettant aux apprenants de se sentir engagés dans une simulation qui modélise une situation réelle, mais sans être limités par le cadre de l'écran d'un jeu vidéo alors même que les technologies numériques occupent une place importante dans la conception. C'est l'approche que nous avons retenue dans le cadre du projet *Jouer Pour Apprendre en Ligne*. C'est ainsi que le jeu *Clim@ction* comprend des phases consacrées à jouer en ligne en utilisant une plateforme mais également des phases jouées sur le terrain, avec, en particulier, l'emploi de la réalité augmentée et d'autres qui se jouent sans l'usage du numérique. Ce type de jeu est également parfois désigné par l'expression *jeu pervasif* (S. Thomas, 2006), dont les caractéristiques principales sont d'être *distribué*, c'est-à-dire non inféodé aux limites de l'écran d'un ordinateur et *persistant*, car exécuté en continu et continuellement accessible aux étudiants sur plusieurs semaines (Moher, 2006).

On peut considérer que toutes ces acceptions ont leur légitimité, mais dans la mesure où l'expression anglo-saxonne « *serious game* » suggère la présence d'un jeu vidéo, l'expression « jeu sérieux » recouvre une acception plus large, qui englobe, au-delà du jeu-*game*, le jeu *play*, et n'en est donc pas une bonne traduction. Néanmoins, les deux approches se rejoignent quant à la manière dont sont articulées les dimensions ludiques et éducatives. Dans les deux cas, les connaissances visées apparaissent comme des instruments que les apprenants-joueurs devront utiliser pour résoudre les problèmes qui leur sont confiés. C'est ainsi que les actions du joueur viendraient alimenter les apprentissages de l'apprenant.

Métaphore intrinsèque vs métaphore extrinsèque

Les jeux développés pour des visées éducatives qui utilisent les technologies issues des jeux vidéo, intègrent la notion de jeu avec un double aspect : soit le jeu est déconnecté du contenu à apprendre soit les connaissances à acquérir sont intégrées à la jouabilité (*game-play*). Dans le premier cas, le joueur joue à un jeu et il accède à un contenu éducatif qui n'est pas en rapport avec le jeu - on parle alors de jeux extrinsèque (Habgood, 2007). Il accède alors à un contenu éducatif sous une forme plus ou moins traditionnelle auquel vient s'ajouter un système de récompense sous forme de jeu. Cette acception est aussi parfois désignée par le terme « ludo-éducatif » (Baron, G-L et Bruillard, 1996).

Dans le deuxième cas, on est proche de la notion de simulation, mais avec des différences importantes qui tiennent à l'existence des ressorts du jeu et d'une scénarisation incluse dans le jeu avec des objectifs de difficulté croissante, à un environnement graphique qui peut s'éloigner du réel et à un système de récompense pour le joueur quand il atteint ses objectifs. On parle alors de jeu intrinsèque (*Ibid.*). Fabricatore (2000) avait déjà utilisé l'expression « métaphore intrinsèque » par opposition aux cas où l'aspect jeu est une surcouche sans rapport avec le contenu didactique (« métaphore extrinsèque »).

Serious game, educational game et edutainment

Une recherche dans le corpus d'ouvrages numérisés par Google (*Google Books*) avec l'application *NGram Viewer* permet de se faire une idée de l'évolution dans le temps de l'usage des expressions *serious game*, *educational game* et *edutainment* (fig. 2). En ordonnée sont indiqués les pourcentages d'occurrences d'un mot dans l'ensemble du corpus de la base (ouvrages numérisés par Google) et en abscisse, le temps.

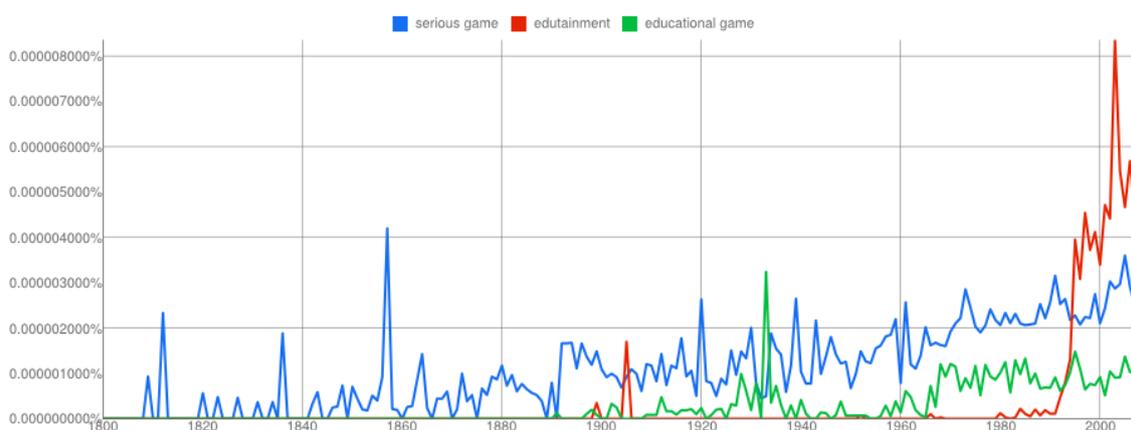


Figure 2 : pourcentage des occurrences des termes *serious game*, *educational game* et *edutainment* dans la littérature anglo-saxonne

On sait peu de chose sur les algorithmes de *NGram Viewer* et il n'est probablement pas pertinent de considérer les valeurs de pourcentage d'occurrences pour elles-mêmes mais plutôt les évolutions comparées des différents termes. Ce graphique permet d'illustrer ce que nous avançons plus haut. L'expression *serious game* a une longue histoire et si elle est aujourd'hui employée pour désigner des applications informatiques de type jeu vidéo utilisées pour des visées utilitaires, elle l'a d'abord été pour des situations qui mêlent la frivolité des comportements et l'importance des enjeux ou des jeux considérés comme importants car faisant appel à des processus cognitifs considérés comme élevés (c'est par exemple le cas pour le jeu d'échec). Elle est ainsi employée pour assoir une rhétorique qui tend à considérer le jeu enfantin comme un support pour la compréhension du monde.

Ce n'est que plus tard que la formule sera reprise, sous la forme de l'expression figée « jeu sérieux », pour publiciser l'idée que les jeux vidéo puissent avoir une dimension utilitaire et présentent un intérêt pour l'éducation, la formation, l'entraînement mais également pour d'autres secteurs d'activité tels que la publicité, la communication institutionnelle ou partisane voire dans le cadre de thérapies. En Europe, l'industrie du jeu vidéo au travers de sa principale fédération (*Interactive Software Federation of Europe*) a joué un rôle important pour défendre cette idée par exemple en

finançant des études dans ce domaine telles que celle de Wastiau, Kearney, et Van den Berghe (2009).

Il est possible de retrouver l'expression *educational game* (jeu éducatif) dans la littérature au début du XX^{ème} siècle ; elle perdure jusqu'à aujourd'hui plutôt en se développant. Cela correspond peu ou prou à l'influence de pédagogues, tel que Montessori ou Freinet, qui ont intégré le jeu comme composante des pratiques pédagogiques qu'ils tentaient de développer, non pas parce qu'il considéraient le jeu comme un moyen de séduire l'enfant (et de ce point de vue ces pédagogues rejettent le jeu qui aliène et ne prend pas en compte la liberté de l'enfant) mais parce que les méthodes qu'ils développent intègrent les éléments clés constitutifs du jeu que sont l'autonomie du joueur (la liberté des stratégies mises en œuvre et les moyens de les évaluer) et le caractère situé de l'apprentissage. Cela correspond également, à l'institutionnalisation de l'idée que le jeu fait partie de l'arsenal pédagogique adapté à l'éducation du jeune enfant. Le terme *edutainment*, que l'on peut traduire en français par *ludo-éducatif*, apparaît à la fin des années 80 au moment où les progrès de l'informatique permettent de réaliser des jeux éducatifs pour l'ordinateur alors en cours de diffusion dans les foyers.

Une recherche analogue dans le corpus de la littérature francophone (fig. 3) produit des résultats similaires bien que le terme ludo-éducatif soit trop rare pour apparaître. Il semble que les progrès de l'informatique de la fin des années quatre-vingt aient participé à populariser l'idée qu'un jeu puisse avoir un rôle éducatif.

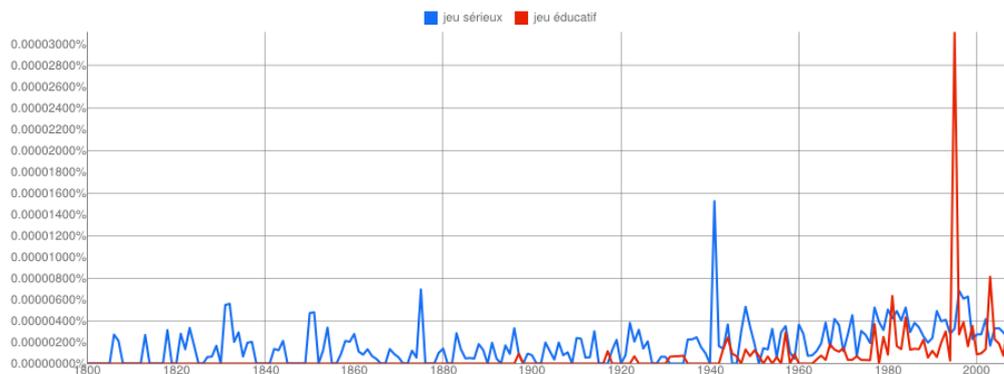


Figure 3 : pourcentage des occurrences des expressions *jeux sérieux* et *jeux éducatifs* dans la littérature francophone

Ludicisation

Ainsi, les jeux dits sérieux apparaissent comme les derniers avatars d'un courant pédagogique qui associe jouer et apprendre et qui a mis très tôt en avant la notion de jeu éducatif (fig. 3). Les technologies numériques, en offrant de nouvelles possibilités en termes de réalisme des simulations et d'interactions offertes au joueur, sont venues élargir le champ des possibles et renouveler l'intérêt pour ce type d'approche. Deux types de jeux peuvent alors être distingués. Les jeux extrinsèques qui correspondent aux applications ludo-éducatives nées à la fin des années quatre-vingt et, plus récemment, des applications qui correspondent à des jeux intrinsèques que nous qualifions de jeux numériques épistémiques. Ces jeux sont également parfois qualifiés de jeux de simulation (Sauvé et Kaufman, 2010) car ils sont fondés sur un modèle de connaissance avec lequel le *ludant* peut

« jouer ». Ces jeux prennent parfois l'aspect de jeux vidéo et ils correspondent alors à ce qu'il est convenu d'appeler *serious game sensu stricto*. Ils peuvent également prendre la forme de jeux *pervasifs*, ne plus être limités au stricte cadre de l'écran d'un ordinateur, et mêler des éléments de virtualité et le monde physique lui-même, souvent, à l'aide d'outils numériques mobiles tels qu'un *smartphone*. Ainsi, des dispositifs numériques peuvent être employés à des fins de « ludicisation » (Genvo, 2011), c'est-à-dire pour permettre à l'utilisateur de vivre une expérience ludique alors même que le dispositif élaboré ne peut pas être qualifié de jeu dans la mesure où il n'existe pas une véritable structure ludique proposant un enjeu et des règles. Nous reviendrons plus loin sur ce concept de *ludicisation*.

2.3 Deux points de vue et un impact important sur le processus de conception et l'évaluation des apprentissages

Jeux vidéo ou jeux *pervasifs*, nous avons montré l'impact de ce choix sur le processus de conception d'un jeu ainsi que sur l'évaluation des apprentissages. Les deux points de vue se rejoignent quant à la manière dont sont articulées les dimensions ludiques et éducatives. Dans les deux cas, les connaissances visées apparaissent comme des instruments que les apprenants-joueurs devront utiliser pour résoudre les problèmes qui leur sont confiés (jeux intrinsèques). C'est pourquoi nous proposons d'utiliser l'expression *jeu numérique épistémique*, pour désigner les situations d'apprentissage que recouvrent ces deux approches.

Néanmoins, les travaux des équipes MOCAH et MeTAH, que nous mentionnons plus haut, illustrent deux points de vue qui, tout en se recouvrant sur le fait que ce sont des jeux dont l'objet est le contenu à acquérir, conduisent à formuler des questions spécifiques. En ce qui concerne le problème de la conception, là où l'équipe MOCAH s'attache à produire une simulation informatique du domaine de référence qui constituera le modèle de connaissances avec lequel les apprenants-joueurs auront à interagir, l'équipe MeTAH transpose une situation de référence en incluant dans le dispositif des éléments autres que purement informatiques et pouvant conduire à des interactions humaines multimodales (vidéo, forum, courriel, téléphone...). Ces choix influencent également la manière dont sont effectués le suivi des apprenants et l'évaluation des apprentissages. L'intégration de l'ensemble des différents aspects du jeu dans un artefact informatique permet de confronter les actions réalisées (le modèle comportemental de l'apprenant-joueur issu des traces d'usage) à un réseau de Petri, qui sont des graphes bipartis modélisant des systèmes dynamiques, indiquant si des actions sont correctes (« franchissables ») compte tenu de l'état de la situation, et à une ontologie du domaine couplée avec une ontologie des actions de jeu qui permet de caractériser des actions réalisées par le joueur et non présentes dans le réseau de Petri. Dans le cas d'un jeu *pervasif* tel que LoE, l'approche retenue a nécessité le développement de méthodes d'analyse spécifiques des perceptions des étudiants. D'autre part, les rétroactions sont construites par des agents humains et non calculées par un programme informatique. Ces moments d'interaction sont toutefois complètement intégrés dans le scénario du jeu et son environnement informatique.

Bien que fondamentalement différentes dans leur manière de considérer ce qu'est le jeu, ces deux approches se rejoignent néanmoins dans leur manière d'aborder le travail de conception. Dans les deux cas c'est l'expérience utilisateur qui prime et l'accent est mis sur l'expérience vécue. Ainsi, il

serait plus juste de parler de *game-play-design* plutôt que de *game-design*. Les questions de conception et de suivi des apprenants seront développées plus loin à partir de nos propres travaux.

2.4 Conclusions et implications pour la recherche

L'essentiel, dans une telle étude n'est pas réellement le jeu auquel joue le sujet, mais le jeu qu'il joue quand il joue. (Henriot, 1969)

Il faut donc distinguer « le jeu à quoi jouent les joueurs, du jeu qu'ils jouent lorsqu'ils s'engagent dans l'aventure » (Henriot, 1969) p27, c'est-à-dire le jeu-*game*, en tant que structure, du jeu-*play*, en tant qu'activité. Par conséquent, lorsqu'il s'agit d'aborder la question des relations entre jeu et apprentissage, c'est moins l'artefact (le *serious game*) que le contexte (Steinkuehler et Duncan, 2008), la situation construite avec l'artefact (le *serious play*) qu'il nous semble important de considérer (Sanchez, 2012). La question de l'apprentissage avec les jeux qualifiés de sérieux relève donc du *Digital Play-Based Learning* plutôt que du *Game-Based Learning* (Mitgutsch, 2007). Ce point de vue, sans être majoritaire, n'est pas original. Il est en effet, partagé par des chercheurs de nombreuses disciplines (voir par exemple Genvo, 2013; Tricot, 2013). Il a des implications importantes pour nos propres travaux. En premier lieu, c'est bien le jeu en tant qu'activité, le *play*, plutôt que le jeu en tant que structure, le *game*, que nos travaux considèrent. En ce sens, notre approche se démarque des travaux de didactique des sciences ou de psychologie cognitive qui s'intéressent aux représentations des élèves et qui considèrent que la connaissance est constitutive de l'individu. Nos travaux s'appuient sur l'idée que la connaissance réside dans les interactions, et, en ce sens se rapproche de théories sur la cognition située (Lave et Wenger, 1991). Par conséquent, lorsqu'il s'agira de concevoir des *jeux épistémiques numériques*, l'approche que nous retiendrons relèvera du design d'expérience (de Freitas et Maharg, 2011), intégrant le *ludant* dès les premières étapes de la conception. Sur le volet analyse, nos travaux s'attacheront à l'analyse des usages, des interactions qui se nouent, plutôt qu'aux artefacts *per se* et c'est véritablement l'analyse des usages et de leur influence sur les apprentissages qui est au cœur de nos recherches.

Cela n'exclut pas des analyses spécifiques des artefacts par inspection pour l'examen des modèles de connaissances implémentés ou du processus de transposition à la base de leur conception. Ainsi, dans la section suivante, nous serons d'abord amené à envisager le jeu en tant que structure englobant un modèle de connaissance et porteuse d'une épistémologie avant d'examiner la question de l'authenticité de ce modèle de connaissance sous l'angle des interactions que le jeu permet.

- Chapitre 3 -

Le jeu, espace métaphorisé et fictionnel

Cette section est consacrée à discuter l'idée qu'un jeu numérique épistémique constitue un espace métaphorisé et fictionnel conçu, à partir d'un domaine de référence, par un processus de transposition conduisant à la formalisation des règles du jeu. La structure du jeu (le jeu-game) présente des affordances pour le développement d'interactions épistémiques et l'émergence d'une situation ludique (le jeu-play). Ainsi, un point central de notre thèse est que les jeux numériques épistémiques peuvent constituer des situations qui conduisent le ludant à s'engager dans la résolution de problèmes complexes et non déterministes pour le développement de compétences. Cette transposition pose en particulier la question de l'authenticité des interactions qui se nouent au sein des situations ludiques et de l'épistémologie qu'elles portent.

3.1 Analogie, métaphore, fiction : de la simulation au jeu

Un jeu numérique, en tant que jeu-game constitue une structure, la métaphore d'une situation de référence. Il comprend un modèle de connaissance qui peut être manipulé, instancié. Ce modèle constitue ainsi une simulation et le ludant est un marionnettiste qui décide de la manière dont les événements surviennent. La frontière entre jeu et simulation est parfois difficile à identifier. On peut néanmoins relever que la simulation renvoie au jeu-game alors que la dimension ludique relève plutôt de la situation construite, le jeu-play. C'est donc le type d'interactions qui se mettent en place qui déterminera si l'expérience vécue peut être qualifiée de ludique ou pas. Dans cette partie nous discutons des relations entre modèle, simulation et jeu en nous appuyant en particulier sur les travaux de Varenne (2006).

Dans son ouvrage, *Le Jeu*, Henriot relève que le jeu apparaît « comme l'image même de la vie, mais comme une image fictive, idéale, ordonnée, séparée, limitée ». (Henriot, 1969) p151. Les termes employés par Henriot pour qualifier le jeu et ses relations avec la vie pourraient également l'être pour qualifier une simulation informatique et ses relations avec la réalité qu'elle vise à représenter. Tout jeu comprend une dimension qui relève de la simulation, qualifiée de simulation numérique pour les jeux éponymes. Par simulation informatique nous entendons « un traitement pas à pas par ordinateur soit d'un modèle mathématique sans solution analytique, soit d'un moteur d'inférence à base de règles » (Varenne, 2003). Cette simulation s'appuie sur un modèle de connaissance, modèle qu'il est possible d'instancier, de manipuler, pour simuler. Dans un jeu, ce modèle de connaissance prend la forme de règles qui déterminent et contraignent les actions du joueur.

Une simulation n'est pas en soi un jeu mais elle peut devenir ludique selon l'usage qui en est fait et la frontière entre simulation et jeu est ténue. Dans son ouvrage *Jouer/apprendre*, Brougère (2005 p. 58) s'appuie sur l'exemple du pilote de ligne pour tracer cette frontière. Aux commandes de son avion, le pilote affronte le monde physique et toute erreur de pilotage peut avoir des conséquences dramatiques sur ses passagers et lui-même. Dans le simulateur d'entraînement, la situation de pilotage est reproduite fidèlement tant du point de vue des informations visuelles et physiques ressenties par le pilote que du réalisme des conséquences des actions sur les commandes. Elle reste néanmoins fondée sur un modèle, par essence incomplet, qui peut ne pas prendre en compte certains aspects de la situation de référence. Dans ce cas, l'erreur a des conséquences moindres mais néanmoins importantes pour le pilote qui, en cas d'échec, peut perdre sa licence. Si ce même pilote, dans un cadre familial, joue à *Flight Simulator*⁷, une erreur de pilotage qui l'amènerait à l'accident n'aurait aucune conséquence (si ce n'est peut-être une perte de crédibilité auprès de ses enfants !). C'est un jeu. L'erreur est permise car sans véritables conséquences car « seul important ici l'engagement et le choix du joueur, non une contrainte extérieure relative à un autre objectif. » (*Ibid.* p. 58). Il est toujours possible de recommencer pour réussir. Certains éléments du jeu *Flight Simulator*, absents dans la situation réelle et dans le simulateur d'entraînement, sont présents pour que le logiciel ait certaines affordances ludiques (les défis à relever, les points gagnés) mais c'est avant tout une simulation qui ne devient jeu que dans l'usage qui en est fait. Ainsi, la simulation relève du jeu-game, c'est-à-dire de la structure du jeu alors que le jeu relève du jeu-play, c'est-à-dire de la situation qui s'élabore lorsque des interactions se nouent entre le joueur et le jeu-game. Cela

⁷ <http://www.microsoft.com/france/jeux/flight-simulator-x.aspx>

signifie que, *in fine*, c'est le *ludant*, en tant que marionnettiste, qui décide du déroulement de l'histoire.

Dans nos propres travaux, les modèles implémentés dans les jeux que nous avons développés sont plus ou moins formels et l'aspect simulation, bien qu'il soit toujours présent, prend des formes très diverses. Pour *Chronocoupe* (E Sanchez, 2011b; E. Sanchez, 2011), il existe bien un modèle formel du domaine de la géologie qui est abordé. Ce modèle, tout en étant très élémentaire, décrit les différents types d'événements géologiques et leurs effets du point de vue de la géométrie des structures qu'ils permettent de mettre en place. *Tamagocours* (Sanchez, 2013b) comprend un modèle de connaissances et un simulateur à base de règles qui détermine la palatabilité de l'aliment choisi pour nourrir le *tamagotchi*. Dans *Clim@ction* (Sanchez et al., 2012a; Sanchez, Lison, et Kramar, 2013), le modèle de connaissance n'est pas un modèle formel et, bien que les technologies numériques y tiennent une place importante, ce jeu de rôle ne s'appuie pas sur une simulation informatique mais sur une situation simulée, formalisée par les règles du jeu. Ce modèle de connaissance est également ouvert et évolue en fonction des interactions qui se mettent en place et qui, d'une certaine manière, l'enrichissent. Néanmoins, dans ce jeu de rôle, les acteurs simulent de manière assez réaliste la mise en œuvre d'un Plan Climat Energie Territorial. Le jeu *Mets-toi à table !* (Monod-Ansaldi et al., 2013) est de nature différente et la dimension simulation est moins nette quoique présente dans le jeu de masquage/démasquage d'un personnage qui conduit à « simuler » un profil alimentaire. On voit, au travers de ces différents exemples de jeux réalisés dans le cadre des projets que nous avons pilotés, que l'idée de simulation recouvre des réalités différentes qui tiennent à la nature des modèles qui sous-tendent les jeux. De *Clim@ction* à *Chronocoupe*, ces jeux se distribuent selon un axe qui part des modèles analogiques non formels décrits par les règles du jeu et qui miment une situation de référence, et se prolonge vers des modèles formels, mathématisés et computables.

Dans ses travaux, Varenne insiste sur la dimension expérimentale de la simulation informatique. Il la considère comme une « expérience de second genre » (Varenne, 2006) par opposition au « premier genre » qui concerne « l'expérience immédiate » les « expérimentations scientifiques ». Pour Varenne, la simulation n'est donc pas un simple succédané de l'expérience qui est offert au scientifique. C'est un champ expérimental *per se*, qui permet de vivre une véritable expérience empirique. C'est cet aspect de la simulation qui est très souvent souligné par les auteurs qui s'intéressent aux apprentissages avec des jeux numériques.

*“simulation will do not less than break down the artificial barriers between what we learn and what we do, between learning in business and learning in academics”
(Aldrich, 2005)*

Les jeux ont ainsi une relation de parenté avec les micromondes⁸ (Bruillard, 1997) et c'est alors la possibilité offerte au joueur d'expérimenter avec le simulateur pour explorer, conduire ses propres investigations, qui est mise en avant :

⁸ « Les micromondes désignent des mondes artificiel dans lesquels on agit sur des objets, dont le comportement respecte certaines contraintes de fidélité et de cohérence. » (Bruillard, 1997) p 142

“We can describe the constructivist edutainment microworlds as simulating a part of the world allowing the player to explore this manifestation, resulting in strong learning experiences.” (Egenfeldt-Nielsen, 2006 p. 198)

Néanmoins, pour nos propres travaux, l'idée de simulation ne permet pas de rendre totalement compte de l'univers qui est élaboré dans le jeu. Le jeu peut aussi être regardé comme un trope (Sutton-Smith, 1997 p. 142). Les idées exprimées dans un jeu sont en effet détournées de leur sens propre pour construire un monde imaginaire. Par exemple, pour le projet *Tamagocours*, la conception du jeu nous a amené à concevoir une situation qui consiste, pour un enseignant à utiliser, de manière licite, des ressources numériques dans son enseignement. Le jeu *Tamagocours* s'appuie sur un personnage, un *tamagotchi*, dont l'état de santé dépend de la manière dont il est « nourri » c'est-à-dire du choix, pertinent ou non, des aliments choisis par le *ludant*. Il existe une relation analogique entre les éléments du jeu et ceux de la situation de référence (Tamagotchi/situation d'enseignement, aliment/ressource numérique, palatabilité de l'aliment/licéité des ressources numériques...). La simulation se fait métaphore⁹ car il y a un sens caché, la question de la licéité des ressources numériques, derrière la métaphore alimentaire du *Tamagocours*. De plus, c'est l'éloignement de la métaphore avec la situation de référence dont elle rend compte, le second degré du jeu, qui lui donne toute sa force et sa portée ontologique car, dans un jeu, comme une métaphore littéraire, capture l'essence de la situation qu'elle vise à décrire. La métaphore est alors une forme épurée de la situation de référence et le joueur est amené à concentrer son attention sur ce qui fait le cœur de cette situation.

Pourtant, ne prendre en compte que la dimension métaphorique du jeu en la rapportant à une situation de référence ne permet pas de rendre compte de manière complète de ce qu'est un jeu. En effet, les jeux ne sont pas uniquement une manière de reproduire le monde ou d'en capturer l'essence, mais ils offrent également la possibilité de concevoir des mondes nouveaux et originaux au sein desquels il est possible de vivre une expérience empirique (Sutton-Smith, 1997 p. 158). Produits de l'imagination, ces mondes nouveaux sont des fictions qui s'appuient sur des éléments crédibles. Imitations, ils ont un caractère factice et ces fictions permettent au joueur une immersion diégétique au sens où elles lui procurent la sensation de vivre dans le monde qui est représenté (Arsenault et Picard, n.d.).

Mais la distinction entre réel (la situation de référence) et virtuel (la simulation intégrée dans le jeu) est arbitraire. Cet arbitraire relève du fait que, même en dehors du jeu, nous n'accédons jamais au réel mais à une réalité façonnée par nos langages, c'est-à-dire une réalité qui n'est pas donnée mais construite. Ainsi, pour Bachelard :

« Le réel n'est jamais « ce qu'on pourrait croire » mais toujours ce qu'on aurait dû penser » (Bachelard, 1938)

⁹ Citant Marjanovic-Shane (1990), Sutton-Smith (1997) critique ce point de vue en relevant que le jeu n'est pas une métaphore mais une allégorie. A l'appui de cette thèse il avance que le jeu renvoie moins à la nature, aux propriétés d'un réel auquel il ferait référence qu'à un monde fictif créé pour les besoins du jeu. Néanmoins, les jeux épistémiques numériques, parce qu'ils sont conçus pour des visées éducatives, possèdent bien un ancrage plus ou moins explicite dans un réel, objet d'apprentissage.

Les jeux constituent une nouvelle façon d'appréhender le réel qui est de nature *simulationnelle*. En effet, originellement, le terme virtuel désigne l'état potentiel d'une chose. Il s'oppose, selon la philosophie aristotélicienne, à son existence en acte c'est-à-dire lorsqu'elle est en train de se produire. Ce terme a été repris par les physiciens pour désigner, dans le domaine de l'optique, des images, bien réelles, obtenues par un appareil optique et perçues par l'œil mais qu'on ne peut pas projeter sur un écran. Le virtuel ne s'oppose donc pas au réel mais constitue plutôt une manière différente d'être réel. Il renvoie, plutôt qu'à une prétendue irréalité, à une réalité simulée, engendrée, construite par un appareil (Vial, 2013). Ce point soulève une question fondamentale dans les jeux qui est celle de l'illusion. Winnicott souligne la difficulté de distinguer ce qui relève de l'expérience objective et de l'activité subjective.

« Dès la naissance, l'être humain est confronté au problème de la relation entre ce qui est objectivement perçu et ce qui est subjectivement conçu ». (Winnicott, 1971) p.44

Cette illusion est au cœur du paradoxe du marionnettiste. En effet, selon Winnicott, le jeu prend place à l'interface entre un espace interne subjectivement vécu et l'environnement externe objectivement perçu et l'illusion résulte du fait que le joueur n'est pas en mesure de dire si les événements qui surviennent résultent de son désir subjectif ou d'une réalité externe et objective. L'usage d'un jeu dans le cadre d'un projet pédagogique implique donc de prendre en compte la nécessité de *désillusionner* le joueur. Ce point est discuté plus loin dans ce mémoire.

3.2 Transposition informatique et authenticité

« Regarder n'est pas jouer » (Triclot, 2011 p. 96)

La question des contenus d'un jeu peut être abordée en employant les concepts de transposition didactique et de transposition informatique. Cette transposition conduit à faire des choix qui posent le problème de la fidélité du modèle utilisé pour élaborer le jeu-game. Il convient alors de distinguer fidélité des situations et authenticité des interactions et de considérer que la transposition porte sur les interactions plutôt que sur la situation sensu stricto.

L'élaboration d'un *jeu épistémique numérique* passe par une étape de transposition qui consiste à concevoir, à partir d'une situation ou de savoirs de référence, un modèle de connaissance intégré dans le jeu. Ce modèle de connaissance prend alors la forme de règles qui contraignent et déterminent les actions du *ludant*. Une erreur chronologique dans *Chronocoupe*, un choix erroné « d'aliment » dans *Tamagocours* conduisent le joueur à perdre car ses choix ne satisfont pas aux contraintes imposées par les modèles de connaissance implémentés. Ces deux exemples de jeux, développés pour nos propres travaux, permettent d'illustrer deux questions cruciales pour la conception des *jeux épistémiques numériques* : la *transposition informatique* en lien avec la *fidélité* des modèles élaborés par ce processus de transposition ainsi que *l'authenticité* des interactions qui se mettent en place.

Dans *Chronocoupe* (fig. 4), un jeu que nous avons conçu pour les besoins d'un travail de recherche sur les stratégies mises en œuvre par des élèves de lycée (E Sanchez, 2011b; E. Sanchez, 2011), il

s'agit de charger successivement différentes images de coupes géologiques qu'il faut reproduire en utilisant un simulateur d'événements géologiques. L'enseignant n'intervient pas lors du jeu. C'est l'élève, devenu *ludant* qui, par confrontation de sa production à l'image modèle, décide s'il a réussi ou pas, à reproduire l'image en cours. Les connaissances à mobiliser pour gagner sont des règles de géologie, qualifiées de « principes », qui permettent d'établir la chronologie relative de processus géologiques à partir de l'observation d'un affleurement : une structure géologique A qui recoupe ou qui se superpose à une structure géologique B a été mise en place postérieurement à cette dernière. Pour réussir à reproduire les images « modèles » le *ludant* doit donc identifier les différentes structures géologiques, repérer leurs relations géométriques, et en fonction des recouvrements (principe de recoupement) et des superpositions (principe de superposition) observés, simuler une chronologie des processus géologiques afin de reproduire l'image. La transposition concerne donc ici deux aspects du domaine de référence en géologie : la modélisation des événements géologiques et la modélisation des principes de chronologie relative.

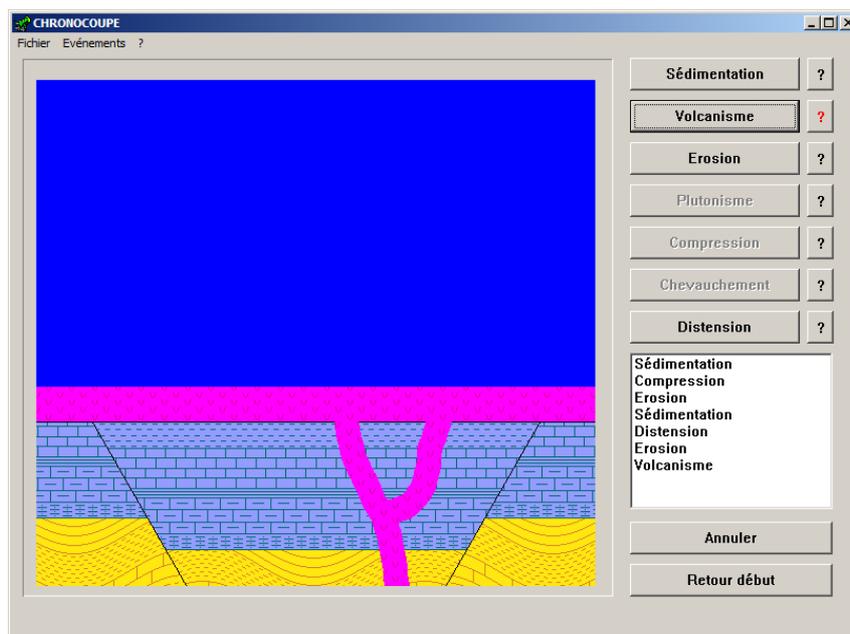


Figure 4 : copie d'écran de *Chronocoupe*

Pour *Tamagocours* (Sanchez, 2013b), un jeu collaboratif multi-joueurs en ligne, c'est la métaphore du *tamagotchi* qui a été retenue. Ce *tamagochi* est un personnage qu'il faut alimenter pour le maintenir en vie. Il s'agit ici d'un *Tamagocours* (fig. 5) que le joueur doit pouvoir alimenter en ressources pédagogiques numériques (images, sons, vidéos, articles, publications conçues à des fins pédagogiques, articles, etc.) afin de le « nourrir ».

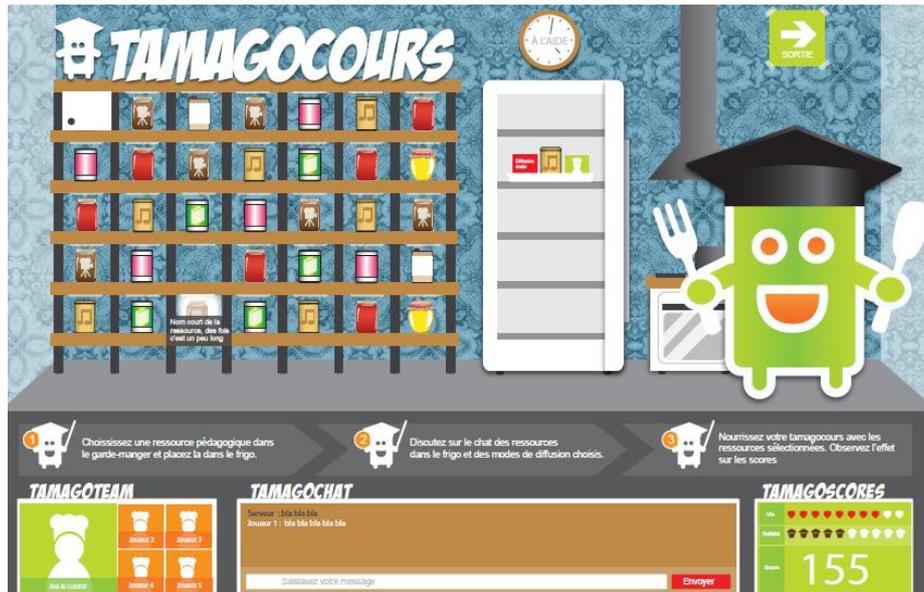


Figure 5 : écran principal de Tamagocours montrant la métaphore alimentaire retenue pour le *game-play*

Le concept de *transposition informatique* (Balacheff, 1994) permet de comprendre le processus de conception du modèle de connaissance implémenté dans un jeu. Il s'agit ici d'un processus apparenté à la transposition didactique (Chevallard, 1985) c'est-à-dire de la traduction de savoirs de référence en savoirs à enseigner. Dans le cas de la transposition informatique, cette traduction conduit à produire un dispositif qui peut être découpé en un domaine interne, une interface et un domaine externe dans lequel se trouve l'élève/apprenant. Pour *Chronocoupe*, les savoirs de référence sont les différentes structures géologiques et leurs relations géométriques. Le domaine interne du jeu comprend un modèle formel traduit sous la forme d'algorithmes à la base du simulateur. A l'interface, le simulateur produit des images qui sont des représentations schématiques mais relativement réalistes de coupes géologiques car elles emploient les conventions habituellement utilisées par les géologues pour réaliser de tels schémas. Ces images ont un caractère fidèle tant que le nombre d'événements géologiques simulés est limité. Au-delà d'une dizaine d'événements environ, les images produites sont aberrantes. Pour *Tamagocours*, il n'existe pas un modèle formel des règles juridiques qui encadrent l'usage des ressources numériques mais un modèle à base de règles qui s'appuie sur des bases de données relationnelles. Ces bases de données stockent les métadonnées des ressources numériques, dont leur caractère licite ou pas. A l'interface, le caractère métaphorique du *Tamagocours* en fait une représentation très éloignée du domaine de référence. Ces choix de transposition informatique sont guidés par des considérations qui relèvent de la possibilité, ou pas, de concevoir un modèle formel *computationable* des savoirs de référence. Les limites du jeu sont bornées par le domaine de validité de ce modèle. En effet, en tant que représentation partielle et partiale, ce modèle ne peut pas rendre compte totalement de la situation de référence. Cet argument, qui renvoie à l'idée de *complétude*, est souvent évoqué pour souligner les limites de l'apprentissage avec les jeux et les simulations :

“they can rarely simulate every nuance of a real world situation, and therefore (especially in critical industries) cannot totally replace real-world training.” (Kirriemuir et Mc Farlane, 2004)

En effet, toute situation d'apprentissage est nécessairement une reconstruction qui résulte d'un processus de transposition didactique. Ainsi, opposer apprentissage dans les environnements simulés et apprentissages en conditions réelles n'est probablement pas la meilleure manière de poser la question de l'authenticité des situations d'apprentissage et nous y revenons plus loin.

Les limites du jeu sont également liées au choix de réaliser une représentation réaliste ou métaphorique des savoirs de référence. Ainsi, le critère de fidélité de l'interface (*face validity*) que Reeves (2006) propose pour évaluer un jeu ne peut pas être retenu. Des jeux, tels que *Tamagocours* (fig. 5), ont une dimension volontairement métaphorique et leur intérêt réside plus dans leur capacité à capturer l'essence d'une situation de référence que de leur capacité à représenter de manière réaliste cette situation. Par ailleurs, dans un article consacré à *Spore*¹⁰, un jeu vidéo sur la thématique de l'évolution (Sanchez et Prieur, 2009), nous soulignons le fait que, bien que ce jeu s'appuie sur un modèle de connaissances fondé sur le dessein intelligent, c'est-à-dire un modèle d'évolution incompatible avec les connaissances scientifiques actuelles, il est utilisé par des enseignants, du secondaire ou du supérieur, pour enseigner une vision darwinienne de l'évolution. L'enseignant demande alors à ses étudiants de jouer, mais il complète la phase de jeu par un retour critique sur la manière dont les savoirs de référence sont modélisés. Le second critère de Reeves (2006) semble donc également être mis en défaut. Un jeu avec un contenu non approprié (*non-appropriate content*) peut être utilisé pour enseigner un contenu approprié. Là encore, cette constatation plaide pour considérer non pas le jeu-*game* mais le jeu-*play*.

La question de la fidélité des modèles est cruciale lorsqu'on s'intéresse à l'usage de jeux dans un contexte éducatif. En effet, les données de la recherche suggèrent que les apprentissages basés sur le jeu et leur transfert dépendent du degré de recouvrement entre le jeu et les tâches de la situation de référence (Tobias et Fletcher, 2012). Ney et al. (2010) proposent un modèle basé qui s'appuie sur l'authenticité perçue par le joueur apprenant et qui distingue :

- l'authenticité externe qui renvoie au réalisme du jeu par rapport à la situation de référence ;
- l'authenticité interne qui renvoie à la cohérence des actions à réaliser dans le jeu ;
- l'authenticité didactique c'est-à-dire la pertinence du jeu par rapport aux objectifs d'apprentissage.

Le respect des critères d'authenticité externe et interne suppose que le concepteur du jeu soit parvenu à satisfaire aux critères de réalisme et de fidélité, c'est-à-dire à réaliser un jeu qui s'appuie sur une représentation réaliste de la situation de référence et fidèle du point de vue du modèle de connaissance. Avec les nuances que nous apportons lorsque nous discutons plus haut de l'usage du jeu *Spore*, cette fidélité paraît effectivement un critère important quand il s'agit de considérer le modèle de connaissance implémenté dans le jeu. Néanmoins, en ce qui concerne le réalisme, Henriot

¹⁰ <http://www.spore.com>

avait exprimé un point de vue contraire en relevant que « plus le jeu est éloigné de la réalité, et plus sa valeur éducative est grande. Car il n'apprend pas des recettes ; il développe des aptitudes » (Henriot, 1969) p322. En effet, nous avons vu plus haut avec l'exemple du jeu *Tamagocours*, que, du point de vue de la représentation du domaine de référence, l'approche pouvait être toute différente en en réalisant non pas une représentation réaliste, mais une représentation métaphorique.

Ainsi, s'attacher à considérer le jeu-*play* plutôt que le jeu-*game* conduit à déplacer la question de la fidélité du modèle de connaissance. C'est alors moins la structure du jeu qui importe, que les interactions qui se nouent dans la situation mise en place. Par conséquent, pour *Tamagocours*, c'est la manière dont les ressources destinées à nourrir le tamagotchi sont choisies, qui a une certaine authenticité car la validité de ces choix est en tout point similaire à celle du domaine de référence. L'authenticité didactique est alors totalement dépendante de l'authenticité des interactions car elle découle de la similarité des décisions à prendre dans le jeu et dans la situation de référence. Autrement dit, l'authenticité n'est pas une propriété intrinsèque des artéfacts éducatifs mais plutôt une propriété émergente qui découle des perceptions de l'utilisateur (Petraglia, 1998). Cette authenticité peut alors être considérée selon trois niveaux distincts : celui de la certification des savoirs qu'il mobilise (la validité du modèle de connaissance), celui de la réalité qu'il représente (la représentation de la situation de référence) et enfin, celui de la vérité qu'il exprime (l'authenticité des interactions qui se nouent dans le jeu). Il faut distinguer réalisme et authenticité car comme le relève Triclot (2011 p. 90), l'immersion du joueur dans le jeu dépend moins de la fidélité avec laquelle l'univers de référence est représenté que de la capacité du jeu à engendrer « une incitation à l'action ». Autrement dit, « le jeu vidéo développe une autre forme de réalisme, qui n'est plus seulement affaire de représentation, mais d'action » (Ibid. p. 95) et « regarder n'est pas jouer » (Ibid. p. 96).

L'un des intérêts de l'usage du jeu dans un contexte éducatif consiste donc dans la possibilité de contextualiser les savoirs de référence objectifs d'apprentissage. Le projet *JEN.lab* que nous avons déposé en réponse à l'appel à projet 2013 du programme « apprentissage » de l'Agence nationale de la recherche, et qui a été sélectionné pour financement, se situe dans la continuité des travaux initiés dans le cadre du projet franco-qubécois *Jouer pour Apprendre en Ligne* (Sanchez et Jouneau-Sion, 2013). Il vise à explorer l'apport des technologies numériques pour la conception de *jeux épistémiques numériques*. Il se situe dans le courant des jeux à réalité alternée ou *Alternate Reality Game* (ARG) qui permettent aux joueurs de vivre une expérience ludique dans un univers parallèle, simultané au monde physique, dont les frontières sont poreuses. Les ARG s'appuient sur différentes plates-formes pour plonger les joueurs dans un scénario persistant (Breeze et Bono, 2004). La principale caractéristique d'un ARG est d'étendre le cadre du jeu au-delà des écrans (*ibid.*). Finalement, la frontière entre les éléments qui relèvent du monde physique et ceux qui sont simulés se trouve gommée dans les ARG du fait qu'ils combinent différents éléments. Longeon (2011) synthétise bien ce qu'est un ARG :

« Un jeu qui entremêle les expériences dans le monde réel et dans le virtuel. Le concept de jeu à réalité alternée bouleverse les codes prédéfinis dans le monde du Jeu puisqu'il combine les alternances et les transferts dans ces deux dimensions. On constate alors une tension entre réel (TINAG : This is not a game) et virtuel (TIAG : This is a game) qui est maintenue, entretenue par l'intermédiaire de l'usage de technologies mobiles et d'objets

intelligents. Celles-ci sont alors des vecteurs translationnels entre réel et virtuel rendant ainsi le jeu pervasif ».

L'usage du terme « virtuel » introduit une certaine ambiguïté dans la mesure où il est employé dans un sens pour lequel il serait préférable d'utiliser le terme « simulation » pour montrer que les éléments qui sont hybridés avec le monde physique ne se caractérisent pas par leur irréalité (ils sont de fait bien réels) mais plutôt par le fait qu'ils sont produits par les technologies utilisées. Ainsi, il nous semble préférable d'utiliser l'expression réalité mixte, ou *métavers* (Doueïhi, 2013), pour souligner le caractère hybride des éléments employés pour concevoir le jeu-*game*.

Le projet *JEN.lab* se situe donc dans le courant des *Mixed Reality Learning Game (MRLG)*. Milgram et Kishino (1994) ont défini les environnements de réalité mixte (RM) comme la combinaison d'objets du monde physique et virtuels (au sens de simulés). La réalité mixte forme un continuum entre monde physique et monde simulé. Elle s'appuie sur des technologies telles que les lunettes de réalité augmentée, les dispositifs mobiles (téléphones, tablettes, ...) ou les tables tactiles augmentées par des interfaces tangibles. Certains jeux épistémiques peuvent être considérés comme des ARG ou MRLG qui permettant aux apprenants de s'engager dans la résolution de problèmes complexes, fondamentalement authentiques, pluridisciplinaires et contextualisés.

3.3 Complexité, cadre épistémique et développement épistémique.

Un jeu peut constituer une situation d'apprentissage dans laquelle le ludant sera amené à résoudre des problèmes authentiques, complexes et non déterministes. Les technologies numériques, en combinant des éléments des mondes physique et virtuel, permettent d'élaborer de telles situations. Ces situations sont porteuses d'une épistémologie qui, selon les cas, sera plus ou moins bien acceptée dans un cadre scolaire.

Les jeux sont porteurs d'une épistémologie que D. Shaffer (2006) nomme cadre épistémique :

« Epistemic frames include methods for justification and explanation, and forms of representation, but orchestrated with strategies for identifying questions, gathering information, and evaluating results, as well as self-identification as a person who engages in such forms of thinking and ways of acting. » (D. Shaffer, 2006)

Pour construire le concept de *cadre épistémique*, Shaffer s'appuie sur l'idée développée par Foucault qu'il existe un ordre formel sous-jacent qui échappe aux individus et constitue un *episteme* (Foucault, 1966), c'est-à-dire "un réseau imperceptible de contraintes" qui détermine une façon de penser, de parler, de se représenter le monde. Ainsi, le développement d'une expertise implique la maîtrise de savoirs, de leur mode de production mais aussi le partage de valeurs d'une communauté de pratique donnée qui peut être constituée des membres d'une même profession par exemple (D. Shaffer, 2006). Le concept de cadre épistémique est à la base de l'idée de jeu épistémique.

Pour cet auteur, le potentiel éducatif des jeux épistémiques réside dans le fait qu'ils permettent au *ludant* de vivre une expérience authentique et ainsi, par immersion, de développer une manière de penser et d'agir propre à une communauté de pratique donnée. Du point de vue de la conception du jeu cela renvoie à la question de l'authenticité des jeux discutée plus haut et un des points cruciaux

consiste dans la possibilité de conserver, dans le modèle de connaissance du jeu, la complexité de la situation de référence.

Certains jeux que nous avons conçus constituent des situations complexes dans le sens que Morin (1990) donne à ce terme. Appréhendés dans une perspective systémique, ils relèvent de savoirs pluridisciplinaires, interreliés, parfois contradictoires et n'offrent aucune solution simple pouvant être déduite de l'application de principes. C'est en particulier le cas pour les jeux développés dans le cadre du projet *Jouer pour apprendre en ligne* (Sanchez, Delorme, Jouneau-Sion, et Prat, 2010). De ce point de vue, on peut considérer qu'un projet de développement durable, tel que mis en œuvre dans le cadre du jeu *Clim@ction*, résulte de la combinaison non déterministe de savoirs issus de ses trois piliers : l'écologie, l'économie et le social (Brundtland, 1987). L'objectif est alors d'amener les élèves à expérimenter la complexité d'une situation interdisciplinaire, ouverte et sans solution simple où la résolution d'un problème passe par la collaboration, la confrontation et la négociation à l'instar de ce qui constitue de tels projets dans une situation réelle. Pour transposer une telle situation en classe, le jeu simule la participation d'un territoire à un Plan Climat Énergie Territoire Territorial (PECT) où l'objectif est de réduire la consommation énergétique et de produire des énergies renouvelables. Les élèves ont alors le choix de prendre soit le rôle d'un élu local, soit celui d'un membre d'une entreprise spécialisée dans un type d'énergie renouvelable, soit celui d'un citoyen membre d'une association de citoyens. Et pour fournir une aide aux différents groupes, un cabinet d'experts constitué notamment des enseignants peut être consulté via la plateforme en ligne du jeu.

Pour *Mets-toi à table !* (Monod-Ansaldi et al., 2013), un autre jeu développé et expérimenté dans le cadre du même projet de recherche, le thème abordé est celui des choix alimentaires. Ces choix sont abordés dans leurs multiples dimensions tant du point de vue de ses déterminismes (physiologique, culturel) que de leurs conséquences (environnementales et économiques). Là encore, c'est l'appréhension d'un problème dans sa globalité qui est visée. Complexité signifie «ce qui est tissé ensemble» c'est-à-dire constituant un « tissu d'événements, actions, interactions, rétroactions, déterminations, aléas, qui constituent notre monde phénoménal » (Morin, 1990).

Morin insiste sur le fait qu'il faut distinguer ce qui relève de la complexité de ce qui relève du compliqué. A titre de contre-exemples on peut souligner que le jeu *Tamagocours* ne constitue pas une situation complexe malgré la complexité des règles juridiques qui encadrent l'exception pédagogique. Il existe, pour chacun de problèmes d'usage des ressources numériques, des règles qui s'appliquent et donc une solution unique.

D'un point de vue pédagogique, les jeux épistémiques proposent aux élèves de résoudre des problèmes qualifiés, dans la littérature anglo-saxonne, de « *ill-structured problems* » (Jonassen, 2000; King et Kitchener, 1994). Ils se caractérisent par le fait qu'ils ne peuvent pas être résolus avec un haut degré de certitude et que plusieurs solutions peuvent être proposées, aucune n'étant ni certaine, ni vérifiable, y compris par des experts. Ceci fait que les élèves doivent proposer et défendre des solutions raisonnées et argumentées face à un problème complexe, et ce, afin de développer des connaissances, des compétences transversales et se développer d'un point de vue épistémique. La capacité d'un individu à résoudre de tels problèmes est en partie liée à son épistémologie personnelle (Jonassen, 2000) c'est-à-dire à la manière dont il considère la connaissance et l'acte de connaître. Le modèle d'Hofer et Pintrich conçu dans un cadre de psychologie développementaliste,

et qui a été le cadre principal des analyses conduites par Kramar dont nous avons co-encadré le mémoire de Master (2012; Lison, Sanchez, Kramar, et Lison, forthcoming; Sanchez et al., 2013), distingue quatre dimensions pour l'épistémologie personnelle d'un individu. Les deux premières dimensions renvoient à la nature de la connaissance. La dimension *certitude* indique le degré avec lequel la connaissance est conçue comme certaine. Elle constitue un continuum de croyances de l'idée que la vérité absolue existe avec certitude à des positions où le savoir est considéré comme provisoire et changeant. La dimension *simplicité* décrit le caractère isolé ou au contraire intégré des connaissances c'est-à-dire de l'idée que les connaissances sont des faits que l'on peut connaître de manière discrète, sans lien avec d'autres, à celle où le savoir est relatif, contingent et contextuel. Cette dimension est directement liée à l'idée de complexité telle que définie par Morin. Les deux autres dimensions du modèle de Hofer et Pintrich renvoient à l'acte de connaître. La dimension *source* de la connaissance est relative au lieu de production du savoir, hors de soi, ou prise en compte que l'individu est lui-même acteur de la construction du savoir et donc prise de conscience progressive d'être soi-même un acteur actif dans la construction des savoirs. Cette prise de conscience permet de dépasser l'idée que la connaissance réside et provient d'autorités externes. La dimension *justification* est relative soit aux représentations individuelles sur la manière dont la science justifie ses résultats, soit à la justification des savoirs ou des idées auxquelles on adhère. Cette dimension est représentée par un continuum de représentations qui vont d'une adhésion à des idées fondées uniquement sur des arguments d'observation et d'autorité voire parfois d'opinions personnelles à la justification raisonnée d'un point de vue, prenant en compte diverses opinions.

Les analyses des résultats obtenus dans le cadre du projet *Jouer Pour Apprendre en Ligne* ont montré que l'acceptation par les élèves de jouer le jeu *Clim@ction* étaient en lien direct avec l'adéquation de leur épistémologie personnelle avec l'épistémologie portée par le jeu. Ainsi, nous avons pu observer que, si une majorité d'élèves semble satisfaits de pouvoir eux-mêmes amener du savoir dans la classe et mettent en avant l'authenticité de la situation vécue pour justifier leur adhésion au jeu, d'autres élèves expriment un certain rejet vis-à-vis du jeu. Ils justifient ce rejet en soulignant qu'il existe des domaines où la question d'une évolution des savoirs ne se pose pas et déplorent le fait qu'on ne retire pas de savoirs d'un tel dispositif d'enseignement. Le travail qui a été mené dans le cadre de ce projet permet donc de mettre en évidence un obstacle qu'il serait impropre de qualifier d'*obstacle didactique* car il ne porte pas sur l'acquisition de ce qui constitue un savoir particulier et un échec de l'apprentissage d'un concept. Cet obstacle est en lien avec le rejet d'une forme d'ingénierie didactique élaborée par l'enseignant et cela nous a conduit à le qualifier d'*obstacle épistémologique* (Kramar, 2012). Une des conditions à satisfaire pour que le franchissement d'un tel obstacle soit possible réside dans une différence pas trop grande entre les épistémologies de l'élève et du milieu didactique. De ce point de vue nos travaux rejoignent des idées exprimées par Sutton-Smith (1997 p. 96) pour les jeux en général : jouer le jeu, c'est adhérer à une idéologie. Dans le cas des *jeux épistémiques numériques*, on pourrait reformuler cette idée en avançant que jouer le jeu, c'est adhérer à une épistémologie.

3.4 Conclusions et implications pour la recherche

Simulations ou métaphores, les *jeux épistémiques numériques* apparaissent comme une façon nouvelle d'appréhender le réel dans le cadre de l'éducation et la formation. En effet, ils permettent à l'apprenant de vivre une expérience empirique dans des univers conçus en hybridant des éléments

de la réalité physique et des éléments simulés à base de réalité augmentée et de réalité mixte. Ainsi, ils permettent de concevoir des situations d'apprentissage au sein desquelles l'apprenant est amené à résoudre des problèmes complexes, pluridisciplinaires et non déterministes et, ce faisant, de développer des compétences plutôt que de mémoriser des connaissances factuelles et décontextualisées. Un des enjeux de recherche majeur porte donc sur la conception de tels univers hybrides et des modèles qui sous-tendent cette conception.

Parmi les questions importantes, il faut relever celle de l'authenticité des jeux ainsi développés. Nous avons en effet montré qu'il faut distinguer la question de l'authenticité de celle du réalisme et donc que cette question se pose en prenant en compte la nature des interactions qui se nouent dans la situation de jeu plutôt que le réalisme des interfaces c'est-à-dire d'appréhender la conception du point de vue des interactions. Cela implique de prendre en compte le *ludant* dès les premières étapes de la conception et d'inclure dans les équipes projets, non seulement des informaticiens mais également des métiers à l'interface entre les dispositifs informatiques et leurs usagers comme les architectes de l'information pour l'organisation des données afin de les rendre disponibles à l'utilisateur et les UX designers sur la question des interactions.

Une autre question clef est celle du contenu des *jeux épistémiques numériques*. Nous avons souligné l'importance de prendre en compte l'épistémologie des jeux élaborés. L'analyse didactique d'un jeu ne peut donc pas se limiter à décrire les connaissances mobilisées dans le jeu mais doit également prendre en compte la manière dont ces connaissances sont prises en charge dans le jeu tant du point de vue de leur nature que des processus qui conduisent à leur production. Nos propres travaux tendent à montrer que l'importance de cette question tient au fait que l'engagement dans un jeu dépend de l'acceptation de l'épistémologie qu'il porte.

Importance de dépasser le dualisme réel/virtuel lorsqu'il est question de l'usage du numérique, nécessité de prendre en compte l'authenticité d'un jeu plutôt que son réalisme, d'appréhender sa conception au niveau des interactions, ces questions sont des questions clefs pour la conception des *jeux épistémiques numériques*. Elles permettent de poser un regard neuf sur ce que sont les jeux et sur les modèles qui sous-tendent leur conception en élargissant le spectre des possibles en termes de situations d'apprentissage. L'espace métaphorisé et fictionnel que constitue un jeu permet le développement d'interactions de nature épistémique. C'est ce point que nous abordons dans la section suivante.

- Chapitre 4 -

Le Jeu espace de réflexivité

« Jouer c'est une expérience : toujours une expérience créative, une expérience qui se situe dans le continuum espace-temps, une forme fondamentale de la vie » (Winnicott, 1971 p. 103)

Cette section est consacrée à discuter le caractère adidactique des jeux épistémiques numériques. Nous insisterons en particulier sur le fait que, au-delà du caractère motivant d'un jeu épistémique numérique, son intérêt réside dans le fait qu'il permet au ludant d'expérimenter, dans un contexte pour lequel il peut éprouver un sentiment de sécurité, sa manière de penser et d'agir. Cela nous amènera à discuter le caractère adidactique des situations ludiques. Ce sont principalement les questions liées aux feedbacks et à l'évaluation ainsi la question de l'intégration des jeux épistémiques numériques dans une séquence d'enseignement que nous abordons dans cette section.

4.1 Placere et docere

« L'attention de l'enfant est bien facile à prendre ; faites-lui un pont depuis ses jeux jusqu'à vos sciences ; et qu'il se trouve en plein travail sans savoir qu'il travaille » (Alain, 1932)

La littérature consacrée aux apprentissages dans le cadre de situations ludiques met en général en avant le caractère motivant des jeux. En effet, leur examen montre qu'ils mobilisent des éléments largement mentionnés dans les théories sur la motivation. Néanmoins, au-delà de cet aspect, ce sont probablement les questions de la dévolution et de l'engagement du joueur qui sont centrales et qui légitiment l'intérêt de l'usage de jeux dans un cadre éducatif.

Placere et docere, plaire et instruire, le principe qu'on attribue au poète Horace (65-8 av. J.-C.), est celui le plus souvent convoqué lorsqu'il s'agit de justifier de l'utilisation de jeux numériques pour des visées éducatives. En effet, considéré comme un élément clef du processus d'apprentissage, la question de la motivation a été souvent abordée par la recherche et son importance largement démontrée (Viau, 1994). Les tenants d'une pédagogie ludique mettent donc souvent en avant le pouvoir motivationnel des jeux (Egenfeldt-Nielsen, 2007; Wilson et al., 2006). D'autres travaux ont proposé des modèles spécifiques de la motivation dans les jeux. C'est par exemple la cas du travail de thèse de Mariais qui distingue sept ressorts motivationnels (Mariais, Michau, et Pernin, 2010). Le modèle de Ryan et Deci (2000), que nous avons retenu dans nos travaux propose un cadre pour penser cette question de la motivation en contexte éducatif. Selon ces auteurs, la motivation résulte de la volonté de satisfaire des besoins fondamentaux et universels qui comprennent la compétence, l'autonomie et les relations sociales. Ces éléments sont abordés ci-dessous en lien avec la question de la conception de jeux numériques épistémiques.

Le sentiment de compétence augmente lorsque les *ludants* doivent atteindre des objectifs clairs. La clarté des objectifs dépend de la capacité du *ludant* de se représenter l'issue du jeu en termes de réalisations. Lorsque cette condition est remplie, la dévolution du problème (Brousseau, 1986) à résoudre devient possible. C'est-à-dire que le *ludant* peut alors accepter de prendre en charge le défi/problème et les décisions qu'il prend sont alors motivées par la compréhension qu'il a de la situation plutôt que par les attentes de l'enseignant (Ahuja, Mitra, Kumar, et Singh, 1995). La capacité d'un jeu à constituer un « moteur de dévolution » a été relevée par Pelay dans sa thèse (Pelay, 2011). Le sentiment de compétence dépend également du niveau de difficulté du défi/problème qui doit donc être adapté aux capacités du *ludant*. Cela peut se traduire par différents niveaux de jeu dont la complexité augmente au fur et à mesure de la progression vers l'enjeu. Les premiers travaux de Bandura qui ont, par la suite, conduit à sa théorie sur l'auto-efficacité, ont été menés, dans les années soixante, dans le cadre d'expérimentations impliquant des jeux (Bandura et Kupers, 1964). Un défi motivant peut être également un élément important pour renforcer le sentiment de compétence. Le caractère motivant d'un défi dépend de facteurs intrinsèques au problème à résoudre (tels que sa nouveauté ou les conséquences de sa résolution) tous en lien avec les attentes du *ludant* qui pourra être motivé par tel ou tel aspect spécifique. Dans les focus groupes que nous avons conduits dans le cadre du projet *Jouer Pour Apprendre en ligne*, de nombreux éléments, parfois paradoxaux, sont ressortis des entretiens avec les élèves : plaisir de réaliser

quelque chose de difficile, attrait de la nouveauté, dimension frivole de la situation ou au contraire son ancrage dans le réel et les bénéfices liés à la situation.

La motivation, en lien avec les relations sociales qui s'établissent du fait du jeu, comprend des éléments de compétition car les jeux sont des *méritocraties* (D. Thomas et Brown, 2011). Néanmoins, le succès dans un jeu peut également découler de la capacité à collaborer avec d'autres et de son engagement ou résulter d'une combinaison entre ces deux éléments.

La motivation est aussi l'élément le plus souvent mis en avant pour justifier l'usage de jeux en contexte éducatif mais c'est alors souvent une ruse qui vise à conduire l'apprenant à s'engager dans un travail que sinon, il ne ferait pas spontanément. En cela, cette conception du jeu rejoint les propos d'Erasme qui propose d'adoucir l'apprentissage en le transformant en jeu. Ainsi, lorsqu'il en vient aux connaissances qu'un enfant doit acquérir à l'école il écrit :

« telle manière douce de les communiquer les fera ressembler à un jeu et non à un travail. Car, à cet âge, il est nécessaire de les tromper avec des appâts séduisants puisqu'ils ne peuvent pas encore comprendre tout le fruit, tout le prestige, tout le plaisir que les études doivent leur procurer dans l'avenir. » (Erasme, 1529)

Ainsi sont nés les jeux éducatifs. Le jeu, lorsqu'il franchit les portes de l'école est considéré comme un comme moteur de motivation, plutôt que comme révélateur des capacités de l'enfant. Il est alors considéré comme une ruse, « un moyen pour séduire l'enfant », et non pas comme ayant une valeur éducative intrinsèque (Brougère, 2000).

Enfin, la motivation du *ludant*, son niveau d'engagement, dépendent également de l'autonomie qui lui est offerte. L'autonomie comprend d'une part la liberté de faire des choix et de prendre ses propres décisions quant à la stratégie à adopter. La plupart du temps, il est nécessaire que différentes stratégies soient gagnantes. Elle dépend également des conséquences de ses actions dans le jeu car ce sont ces rétroactions qui lui permettent de juger de la pertinence de ses décisions. C'est ce point qui sera développé dans le paragraphe suivant. En effet, pour nos propres travaux, c'est la dimension motivationnelle qui a trait à l'autonomie de l'apprenant que nous avons retenue. Cela nous conduit à considérer que les jeux épistémiques constituent un espace de réflexivité qui permet au *ludant* d'éprouver sa manière de penser et d'agir dans un cadre de sécurité. Ce point est discuté dans cette section en nous appuyant d'abord sur la Théorie des situations didactiques de Guy Brousseau (1986).

4.2 Les jeux épistémiques, situations didactiques

Les travaux de Brousseau et la Théorie des situations didactiques constituent un cadre fécond pour l'étude des jeux épistémiques numériques. Ce cadre permet de considérer les jeux épistémiques comme des situations, des jeux-play, au sein desquelles se développent des interactions épistémiques avec un milieu didactique/ludique constitué par le jeu-game.

Nous avons, dans des travaux antérieurs à ceux consacrés aux apprentissages dans le cadre de jeux numériques épistémiques, discuté le concept de démarche d'investigation (Sanchez, 2008b). Cela nous avait conduit à considérer qu'une démarche d'investigation comprend un ensemble de tâches

qui consistent dans la mise en tension de résultats issus de travaux empiriques (recueil de données issues d'observations ou d'expérimentations) avec les éléments théoriques constitutifs des modèles scientifiques de référence. Si d'autres définitions proposent un point de vue plus large et englobent, dans le processus, les « débats avec les pairs » (Linn, Davis, et Bell, 2004) ou insistent sur l'importance d'activités pratiques (Jorde et al., 2009), toutes soulignent le caractère problématique de la connaissance (les démarches mises en œuvre conduisent à la résolution de problèmes) et l'importance accordée à l'autonomie des élèves impliqués dans de telles démarches. L'engagement des élèves dans une démarche d'investigation implique donc qu'ils soient placés dans un contexte rationnel qui les conduise à formuler des problèmes et proposer des solutions.

Nos travaux sont en partie fondés sur l'idée piagétienne que l'apprentissage a une composante adaptative et que « les connaissances se manifestent essentiellement comme des instruments de contrôle des situations » (Brousseau, 1997). Ainsi, la connaissance est problématique et « un sujet manifeste ses connaissances dans ses interactions avec un milieu didactique selon les « règles » ou dans le cadre d'une situation » (ibid.). Le concept de *milieu didactique* énoncé par Brousseau est central dans notre approche. Il s'agit du système avec lequel l'élève interagit. Si le milieu didactique réagit aux actions que l'élève exerce sur lui, ce dernier peut en tenir compte pour ses propres actions. L'apprentissage dépend ainsi de la correction des actions effectuées et de l'anticipation de leurs effets. L'apprentissage est alors considéré comme un processus qui conduit l'apprenant à élaborer des connaissances en s'affrontant à un milieu didactique. Mais il ne s'agit pas d'un simple ping-pong behavioriste qui conduirait à ce que l'apprenant modifie ses actions en fonction des rétroactions du milieu selon un modèle stimulus/réponse. Par situation d'apprentissage nous entendons situation adidactique, c'est-à-dire un espace de réflexivité au sein duquel l'apprenant est placé en position d'analyser les conséquences de ses actions.

Une *situation adidactique* est une « situation où la connaissance du sujet se manifeste seulement par des décisions, par des actions régulières et efficaces sur le milieu et où il est sans importance pour l'évolution des interactions avec le milieu que l'actant puisse ou non identifier, expliciter ou expliquer la connaissance nécessaire. » (Brousseau, 1997). Une *situation adidactique* permet donc que la situation fonctionne sans l'intervention du maître au niveau des connaissances. Cette dimension est souvent relevée dans la littérature consacrée aux jeux sérieux. L'utilisation d'un jeu permet à l'enseignant d'avancer masqué en cachant ses intentions didactiques :

« In conventional education, the learner is usually aware of the objectives of the activity he or she is engaged in. For children, such learning objectives often have little meaning... In interactive edutainment, on the other hand, the objective can be hidden while the activity appears driven by exploration, discovery and adventure. Children are attracted to such activity easily and will quite willingly go through a session, indeed, sometimes ask for it. A good example of this is the game Where in the World is Carmen San Diego, where the child learns history and geography in the process of being a detective. » (Ahuja et al., 1995).

Les décisions prises par les élèves, les actions qu'ils effectuent sont ainsi légitimées par la logique interne de la situation élaborée plutôt que par les attentes de l'enseignant.

« Les situations "a-didactiques" sont les situations d'apprentissage dans lesquelles le maître a réussi à faire disparaître sa volonté, ses interventions, en tant que renseignements déterminants de ce que l'élève va faire » (Brousseau, 1997).

Ainsi, le concept de *situation adidactique* (Brousseau, 1998b) nous semble pertinent pour décrire un jeu épistémique. La Théorie des Situations Didactiques nous permet d'articuler deux dimensions de notre travail. Elle nous fournit un cadre qui nous permet de penser la conception du jeu et la situation d'apprentissage au cours de laquelle il a été utilisé et d'élaborer un milieu didactique. Elle nous permet également d'analyser la situation expérimentée, en particulier en focalisant notre attention sur les modalités des interactions qui se mettent en place et les stratégies adoptées par les *ludants*. Cette approche n'est pas originale. C'est celle qui a été retenue par d'autres auteurs impliqués dans la conception et l'analyse de situations de jeux (Gonçalves, 2013; Pelay, 2011; Robardet, 1997). En effet, le choix de la Théorie des situations didactiques pour modéliser un jeu-*play* qui intègre un jeu-*game* découle directement des premiers travaux de Brousseau pour qui enseigner et apprendre sont les deux facettes d'un jeu au cours duquel l'enseignant gagne lorsque les élèves apprennent (Brousseau, 1986).

Les travaux que nous avons réalisés avec *Chronocoupe*¹¹ (E Sanchez, 2011b), et qui ont été précurseurs de ceux que nous avons conduits sur cette même thématique par la suite, nous avaient amené à considérer qu'un *jeu épistémique numérique* peut être modélisé sous la forme d'une *situation adidactique*, un jeu-*play*, au cours de laquelle des interactions se mettent en place entre au moins un élève et un milieu didactique principalement représenté par le jeu-*game*. Rappelons que le jeu *Chronocoupe* consiste à reproduire des coupes géologiques en simulant différents types d'événements géologiques. Ce faisant, il est attendu que les élèves mobilisent les principes de géologie qui permettent, à partir d'une analyse des relations géométriques entre les structures géologiques, d'en déduire la chronologie relative. Une description de la situation en prenant comme cadre d'analyse la Théorie des situations didactiques permet de dégager les éléments suivants :

- le *milieu adidactique* est représenté par le jeu-*game* lui-même. L'élève est un actant qui agit sur l'interface de l'application et qui, en retour, agit sur l'élève en lui faisant prendre conscience de ses erreurs ou réussites. Ce *milieu adidactique* est objectif et il est possible d'en anticiper les réactions. Les initiatives que peut prendre l'élève sont encadrées par des « règles » implémentées dans le jeu. En ce sens, la notion de milieu didactique telle qu'elle est exprimée ici, rejoint la manière dont l'exprimait Brousseau lors d'une école d'été de mathématique en 1989 (Margolinas, 1995) : « un jeu ou une partie du jeu qui se comporte comme un système non finalisé » ;
- les actions sur l'interface, les clics que l'élève sélectionne pour activer des événements géologiques relèvent d'une *situation d'action* (Brousseau, 1997). Les initiatives qu'il prend, les choix qu'il effectue, sont contraints par la nature des connaissances qu'il est en mesure de mobiliser et par l'idée qu'il se fait du problème à résoudre. Les rétroactions de l'interface lui permettent de juger la pertinence des choix qu'il a effectués. Il peut, le cas échéant, les réviser jusqu'à mettre en œuvre des procédures gagnantes. La situation peut donc l'amener

¹¹ Voir la figure X p Y

à des changements conceptuels, à abandonner des connaissances inopérantes pour la situation vécue et à développer d'autres connaissances qui lui permettent de résoudre le problème dont il a la responsabilité ;

- la *dévolution du problème* s'effectue après que l'enseignant ait rappelé la signification des événements géologiques modélisés dans le jeu. Il s'agit de reproduire cinq coupes géologiques. L'issue de la situation dépendra alors entièrement des décisions du *ludant*. L'acceptation de la responsabilité du problème à résoudre par l'élève se traduit par le fait que ses actions sont complètement motivées et justifiées par ses connaissances et les contraintes du milieu. Cette responsabilité est paradoxale. En effet, la frivolité du jeu qui dédramatise les erreurs est une clef de la dévolution. En ce sens, on pourrait qualifier ces responsabilités de « *freely chosen irreponsabilities* » (Jenkins, 2011) ;
- la réussite ne dépend plus alors de la capacité de l'élève à décoder les attentes de l'enseignant et ses procédés didactiques mais entièrement de la logique interne de la situation. « Les situations "a-didactiques" sont les situations d'apprentissage dans lesquelles le maître a réussi à faire disparaître sa volonté, ses interventions, en tant que renseignements déterminants de ce que l'élève va faire » (Brousseau, 1997). En ce sens, la situation construite permet d'échapper aux effets pervers *du contrat didactique* ;
- Les *variables didactiques* de la situation sont de différentes natures mais relèvent principalement des choix d'interface de l'application : impossibilité d'annuler deux coups successifs et niveau de difficulté des coupes à reproduire de manière à ce que les stratégies de type essai-erreur, fondées sur le hasard, qui ne mobilisent pas les connaissances visées soient invalidées.

La situation construite peut donc être qualifiée de *situation adidactique*. On notera néanmoins que les situations adidactiques de validation et de formulation sont absentes de ce jeu-*play*. Ceci est lié au fait que chaque élève affronte seul l'ordinateur et que, au cours du jeu, à aucun moment l'enseignant ne demande aux élèves de formuler les stratégies gagnantes. Dans le cas présent, il existe néanmoins une phase d'institutionnalisation au cours de laquelle l'enseignant amène ses élèves à formuler les principes de chronologie relative. Mais cette phase se déroule en dehors du jeu-*play*, après que les élèves aient quitté le jeu. Nous y revenons dans la section suivante destinée à préciser le formalisme que nous utilisons pour modéliser un jeu épistémique.

4.3 Une modélisation pour les jeux numériques épistémiques

Cette section est consacrée à discuter une proposition de modélisation de jeu épistémique numérique en nous appuyant sur la structuration des milieux didactiques telle qu'elle a été décrite par Margolinas (1995) dans le cadre de la Théorie des situations didactiques. Cela nous amène de nouveau à distinguer de nouveau le jeu-play du jeu-game et à en inférer un certain nombre d'implications, tant du point de vue de la conception qu'en termes d'analyse des interactions.

Nous appuyer sur la Théorie des situations didactiques nous amène à considérer le jeu au regard de la structuration du milieu telle que décrite par Margolinas (1995) et reprise par Gonçalves dans sa

thèse (Gonçalves, 2013) pour décrire une situation de jeu, ou d'autres auteurs, par exemple pour modéliser des situations de développement professionnel d'enseignants (Aldon, 2014). La structuration du milieu vient enrichir le concept de milieu didactique pour prendre en compte deux paradoxes. D'une part, il s'agit de rendre compte que toute ingénierie didactique porte en elle le projet de son extinction. Une situation adidactique peut donc être comprise comme un modèle des interactions qui se développent dans les situations non-didactiques. Il existe donc un niveau infra-didactique qui correspond à une situation d'action. Par ailleurs, les connaissances acquises ont vocation à être mobilisées dans d'autres contextes que celui qui a présidé à leur élaboration. La phase d'institutionnalisation consiste à sortir du jeu adidactique. L'enseignant est alors amené à pointer les concepts mobilisés au cours du jeu et à souligner leur caractère universel. Ce niveau qui se traduit l'explicitation des intentions éducatives peut être qualifié de « niveau didactique ».

Pour illustrer la modélisation que nous adoptons, nous nous appuyons sur l'exemple du jeu *Tamagocours* (Sanchez, 2013b), un jeu collaboratif, multi-joueurs en ligne qui repose sur une métaphore: celle du Tamagotchi qu'il faut alimenter pour le maintenir en vie. Il s'agit ici d'un *Tamagocours* que le joueur doit pouvoir alimenter en ressources pédagogiques (images, sons, vidéos, articles, publications conçues à des fins pédagogiques, articles, etc.) afin de le « nourrir ». Chaque équipe d'étudiants a pour mission d'élever un *Tamagocours* en lui fournissant des ressources numériques. Une équipe se forme en ligne. Le *Tamagocours* se présente sous la forme d'un personnage qui apparaît rassasié ou affamé en fonction des ressources qui lui sont fournies. Les ressources sont simplement récupérées dans un vivier par chaque joueur d'une équipe. Elles sont mutualisées dans un "réfrigérateur" commun puis, après concertation en ligne par *clavardage*, sélectionnées et fournies au *Tamagocours* par simple glissé/déposé. Une ressource illicite conduit au dépérissement du *Tamagocours* et éventuellement à sa « mort », une ressource licite à son développement. Dépérissement, mort et développement peuvent être facilement visualisés car des représentations différentes du *Tamagocours* symbolisent ces différents états. Le score dépend des erreurs effectuées dans l'emploi des ressources. Le *ludant* peut accéder à des ressources en ligne présentant les règles juridiques qui s'appliquent pour l'utilisation des différentes ressources pédagogiques. Il est possible de rejouer un même niveau de jeu sans limitation de manière à améliorer le score. Ce score, ainsi que les traces numériques enregistrées lors de la partie, peuvent être utilisées pour la certification des étudiants. Ils permettent en effet de se faire une bonne idée de la manière dont une équipe a progressé dans sa connaissance des règles juridiques et le niveau atteint à l'issue de la partie.

Margolinas propose un modèle qui permet d'une part de rendre compte d'une structuration du milieu didactique en niveaux emboîtés et, d'autre part, de prendre en compte sa dynamique et son évolution dans le temps. Ainsi, une situation de niveau n constitue le milieu didactique du niveau $n+1$. Margolinas distingue 7 niveaux dont les termes sont, au niveau infra-didactique, un milieu M-3 constitué du milieu matériel de l'élève E -3 considéré comme actant objectif d'une situation S-3. Au terme des niveaux supra-didactiques, le milieu est le milieu M3 du professeur P3 d'une situation S3 qualifiée de *noosphérienne* qui permet de modéliser le contexte institutionnel du travail de l'enseignant.

Dans nos propres travaux qui visent à modéliser un jeu-play, nous nous limitons à un modèle qui rend compte des niveaux S-2, S-1 et S0 afin de rendre compte plus spécifiquement des situations de jeu proprement dites et de la situation didactique qui signe la sortie du jeu.

Une situation S-2 est une situation d'action qui se situe donc à un niveau infradidactique. Le milieu adidactique est représenté par le jeu-game qui rétroagit en fonction des actions effectuées par le ludant. Pour reprendre l'exemple de *Tamagocours*, le milieu adidactique est constitué par l'application elle-même. Ce milieu n'est pas un donné mais un construit dans le sens où, parmi tous les éléments qui ont été intégrés dans le jeu, seuls certains d'entre-eux sont effectivement perçus par le ludant. En ce sens le jeu-game, en tant que milieu didactique, relève plus d'un *Umwelt* (von Uexküll, 1956), c'est-à-dire un monde sémiotique au sein duquel il va puiser du sens pour assoir son adaptabilité, que d'un milieu au sens biologique (c'est-à-dire physico-chimique) du terme. Les stratégies mises en place sont validées ou invalidées par l'évolution de l'état du *Tamagocours*. Les interactions qui se mettent en place entre le joueur apprenant et l'application signent l'apparition d'un jeu-play. L'actant est un ludant dont les connaissances évoluent en fonction des rétroactions du milieu et donc en réponse à ses contraintes selon un processus qui relève de l'adaptation. Ce niveau est également celui de la dévolution. C'est à l'élève/apprenant et à lui seul qu'incombe la responsabilité du problème à résoudre et c'est de lui dont dépend l'issue de la situation. L'enseignant est, à ce niveau, un simple observateur.

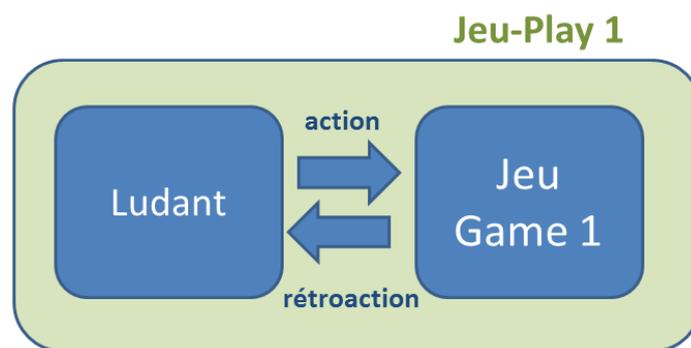


Figure 6 : jeu-play individuel – situation d'action

La zone de clavardage de l'interface permet aux membres d'une même équipe d'interagir. Ces interactions sont rendues nécessaires par le fait qu'un joueur ne peut terminer seul un même niveau et par le fait également qu'il est informé des erreurs de ses coéquipiers du fait du synchronisme des actions et des feedbacks et qu'il peut anticiper leurs erreurs en inspectant les ressources présentes dans le frigo. Ce choix est destiné à faciliter la mise en place de situations adidactiques de formulation c'est-à-dire des interactions, entre membres d'une même équipe pour formuler les règles qui conduisent à choisir ou rejeter une ressource. Cela se traduit par exemple par des copier/coller dans la zone de *clavardage* des règles énoncées dans le module d'aide pour répondre à des questions de coéquipiers. Il s'agit également de permettre des interactions dans le cadre de situations adidactiques de validation au cours desquelles des apprenants/joueurs vont être amenés à valider ou invalider de manière explicite les stratégies qui ont été expérimentées, établir ensemble leur validité et, de ce fait, identifier les règles juridiques qui encadrent l'usage des ressources numériques. Le jeu-play 1 devient alors le milieu adidactique d'une nouvelle forme de jeu-play qui

Le paradoxe du marionnettiste

est un jeu multijoueurs et la situation mise en place alterne entre les niveaux S-2 et S-1 selon que le *ludant* interagit avec l'application uniquement ou avec ses partenaires de jeu.

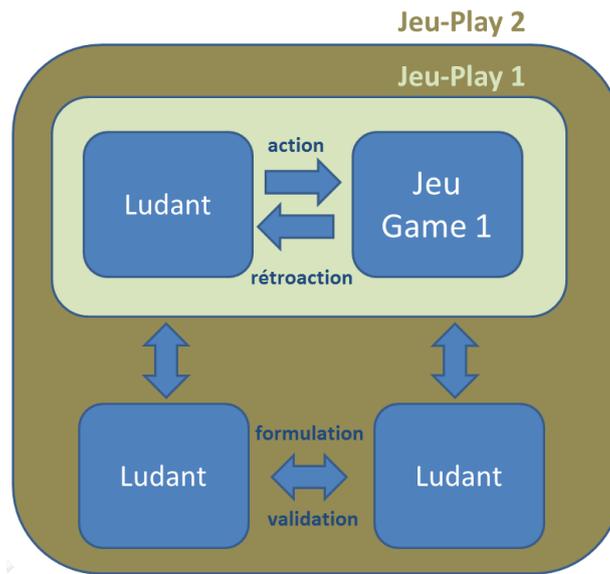


Figure 7 : jeu-play multijoueur

La phase d'institutionnalisation (ou débriefing) organisée par l'enseignant signe la sortie du jeu-play. En pratique, elle se déroule soit immédiatement après le jeu dans le cas d'un jeu organisé en présentiel soit après un temps plus ou moins long après la phase de jeu. Ce jeu-play 2 devient alors le milieu didactique sur lequel s'appuient l'apprenant et l'enseignant pour le déroulement d'une situation que l'on peut qualifier de situation didactique (niveau S0 de Margolinas). Les intentions didactiques de l'enseignant sont en partie explicites et la situation est fortement dépendante du contrat didactique.

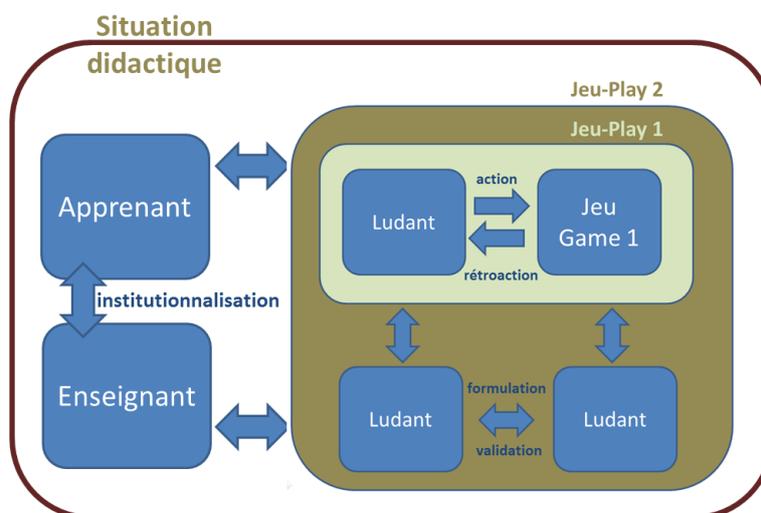


Figure 8 : Situation didactique

Une telle modélisation permet de considérer que le jeu-*game* est le milieu adidactique d'un jeu-*play* qui est lui-même le milieu didactique d'une situation didactique principalement caractérisée par une phase d'institutionnalisation. Cette modélisation permet donc de distinguer clairement le jeu-*play* que nous appelons jeu numérique épistémique du jeu-*game*, l'artefact constitué par l'application informatique dans le cas présent. Elle permet également de comprendre comment ce jeu-*play* peut être l'élément d'une situation didactique d'apprentissage. Cette modélisation a de profondes implications sur l'usage du jeu dans l'enseignement et la formation.

En premier lieu on peut souligner l'importance de la phase de dévolution pour la mise en place du jeu-*play*. Ici, la dévolution est à rapprocher du processus qualifié d'immersion dans les jeux tel qu'il est décrit par Gonçalves (2013). C'est l'acceptation de la responsabilité du défi permet la mise en place du jeu-*play*.

Au cours du jeu, la nature du milieu didactique et donc la situation elle-même évolue. Deux types de jeux-*play* sont identifiables. Ils se situent à un niveau infra-didactique et consistent dans un jeu individuel (jeu-*play* 1) que l'on peut modéliser sous la forme d'une situation adidactique d'action ainsi que dans un jeu multi-joueurs qui comprend des situations de formulation et de validation au sein d'une situation adidactique (jeu-*play* 2). Cette seconde situation devient le milieu d'une situation didactique lorsque l'enseignant organise l'institutionnalisation et donc signe la sortie du jeu.

Un jeu tel que *Tamagocours* est un jeu pour lequel la connaissance visée est optimale pour résoudre le défi proposé par le jeu. La notion de jeu intrinsèque est donc à rapprocher de situation adidactique. *A contrario*, certains jeux éducatifs (qualifiés également d'applications ludo-éducatives) qui alternent jeu dépourvu d'intentions didactiques et exercices scolaires (le jeu venant en quelque sorte comme une récompense à la réussite des exercices) ne peuvent pas être modélisés sous la forme de situations adidactiques et, de ce point de vue, ne constituent pas des situations d'apprentissage permettant d'échapper aux effets pervers du contrat didactique.

Nous avons retenu la Théorie des situations didactiques pour modéliser les situations de jeu parce qu'elle permet de bien distinguer le jeu-*play* du jeu-*game* et ainsi, de mettre l'accent sur l'expérience vécue par le *ludant* plutôt que sur le jeu en tant qu'objet.

Encart 1 : jeu-play 1, jeu-play 2

Les résultats mentionnés ci-dessous ont été obtenus dans le cadre d'une expérimentation de *Tamagocours* qui a concerné 195 élèves agrégatifs.

Nos analyses sont basées sur les résultats quantitatifs pour chaque groupe par rapport au nombre d'actions dans la session de jeu et au nombre d'occurrences des patterns d'action « choix » (déplacer une ressource des étagères vers le frigo puis la donner au tamagotchi) et « consultation-choix » (consulter les caractéristiques d'une ressource sur les étagères, la déplacer des étagères vers le frigo puis la donner au tamagotchi). Les 80 groupes concernés ont tous joué. Parmi les 195 joueurs, 13 n'ont pas vraiment joué en totalisant moins de 6 actions au total sur une partie. On peut également dégager le fait que tous les groupes ont au moins un joueur impliqué dans un jeu-play 1, et 184 joueurs (94%) ont été impliqués dans un jeu-play 1 à des degrés divers.

Pour certains groupes un seul des deux patterns d'actions est détectable. Ainsi, le pattern « choix » est le seul pattern détectable pour 8 groupes et il est absent pour 9 groupes. Pour d'autres groupes c'est très majoritairement un des 2 patterns qui est détectable : plus de 75% de pattern « choix » pour 9 groupes et plus

Le paradoxe du marionnettiste

de 75% de pattern « consultation-choix » pour 14 groupes. Les deux patterns se répartissent de manière plus équilibrée pour les autres groupes.

Le Tableau ci-dessous, représente un extrait de chat au sein du groupe GR 52 et qui illustre les phases de formulation (F) et de validation (H, Q, O) des règles juridiques entre les 2 joueurs du groupe. On constate que c'est J69 qui formule les règles et J94 qui pose des questions et émet des hypothèses.

Group Id	User Id	Codage	Message
52	69	H	je crois qu'une oeuvre tombe dans le droit public après 99 ans... Pour la musique et les films c'est moins
52	69	OJ	en fait on en revient au même problème
52	94	H	sur le livre la laïcité, on utilise 3 pages donc je pense qu'on peut photocopier pour un usage pédagogique
52	69	F	oui, ça fait moins de 30%
52	94	H	et pour à l'aveugle on utilise tout le livre, donc je pense que on ne peut que en parler à l'oral mais pas tout photocopier
52	69	F	10% pardon
52	69	Q	oui du coup, il faudrait que toute la classe acquiert le livre pour le lire ensemble en classe !?
52	94	O	c'est ce qu'on faisait au lycée non ?
52	69	O	oui, mais là par contre c'est une édition numérique
52	94	H	je pense pas que ça change pour les droits d'auteur
52	69	F	oui, si de toute manière chaque élève achète sa propre copie, il aura le droit de le ramener en cours. Par contre si c'est que l'enseignant qui en parle, alors ça sera qu'une représentation orale
52	94	O	ouais
52	69	OJ	donc c'est bon, on peut nourrir la créature verte
52	94	O	pour la laïcité, il a fait la gueule
52	69	NC	haha
52	69	H	ouai, ça veut dire qu'on s'est trompé je pense

Sur les 80 groupes, 22 n'ont pas du tout utilisé le clavardage mais 59% des groupes ont échangé des messages codés F ou V. Cela signifie que des phases de jeu-play 2 sont détectables pour ces groupes.

Les groupes que nous avons sélectionnés ci-après correspondent à des exemples de groupes au comportement bien marqué qui illustrent différentes catégories de joueurs que nous listons ci-dessous

Joueurs présentant majoritairement le pattern « choix », mais pas impliqués dans un jeu-play 2, ayant toujours gagné les niveaux

GR105 (2 joueurs – durée : 43min – feedbad : 74, feedgood : 67, help : 4, show : 11, chats : 18, total : 343, patternchoix : 134, patternchoixconsultation : 5) Niveaux joués : 1.2.2.2.2.2.3.3.3.4.4.4.4.4.4.4.4.4.4.4.5.5.5.

GR125 (4 joueurs – durée : 19min – feedbad : 36, feedgood : 55, help : 7, show : 32, chats : 1, total : 245, patternchoix : 41, patternchoixconsultation : 7) Niveaux joués : 1.1.2.3.4.4.4.4.5.5.5.5.5.

Les essais sont très nombreux mais conduisent souvent au choix d'une ressource non licite. Les caractéristiques des ressources choisies sont peu consultées. Les joueurs échangent peu ou pas par chat. Ces joueurs semblent impliqués dans un jeu-play 1 de type essai-erreur.

Joueurs présentant majoritairement le pattern « choix-consultation », impliqués dans un jeu-play 2, ayant souvent perdu les niveaux

GR52 (2 joueurs – durée : 76min – feedbad : 12, feedgood : 33, help : 19 show : 178 chats : 123, total : 537, patternchoix : 0, patternchoixconsultation : 38) Niveaux joués : 1.2.2.3.4.5.5.

GR53 (3 joueurs – durée : 58min : session non validée Niveau 5 perdu – feedbad : 24, feedgood : 38, help : 59, show : 194, chats : 88, total : 544, patternchoix : 2, patternchoixconsultation : 40) Niveaux joués : 1.2.2.2.2.3.3.3.4.4.5.

Les groupes ont beaucoup utilisé le clavardage pour échanger sur les règles juridiques et ont également souvent consulté l'aide juridique. Les caractéristiques des ressources sont consultées systématiquement avant de les choisir. Les groupes ont mis beaucoup de temps pour finir la partie

Joueurs présentant majoritairement le pattern « choix-consultation », impliqués dans un jeu-play 2, ayant toujours gagné les niveaux

GR47 (2 joueurs – durée : 40min – feedbad : 6, feedgood : 22, help : 1, show : 102, chats : 79, total : 290, patternchoix : 0, patternchoixconsultation : 29) Niveaux joués : 1.2.3.4.5.

GR50 (2 joueurs – durée : 70min – feedbad : 6, feedgood : 25, help : 19, show : 232, chats : 35, total : 360, patternchoix : 0, patternchoixconsultation : 40) Niveaux joués : 1.2.3.4.5.

Le paradoxe du marionnettiste

Cette catégorie comprend des groupes qui ont un profil proche de ceux de la catégorie précédente : clavardage très utilisé pour échanger sur les règles juridiques, consultation fréquente de l'aide juridique, caractéristiques des ressources consultées systématiquement avant de les choisir. Ces groupes se distinguent par leur taux de réussite.

4.4 Rétroactions et espace de réflexivité

Les jeux épistémiques numériques intègrent un dispositif d'évaluation. En effet, les feedbacks que le ludant reçoit, en retour de ses actions, constituent des informations qui lui permettent d'évaluer la pertinence de ses choix, et, en conséquence des connaissances qu'il mobilise. Ainsi, la question de l'évaluation est centrale dans le concept d'espace de réflexivité. C'est une évaluation formative qui implique que le ludant soit en mesure d'identifier les erreurs qu'il commet et de les analyser. Cela implique également qu'il accepte de réviser les stratégies qu'il met en œuvre.

Pour Vial (2013) le jeu vidéo serait une technique exemplaire du point de vue de l'exploitation de l'interactivité. A tout moment, le joueur est capable d'identifier ses erreurs et d'expérimenter de nouvelles stratégies plus adaptées à ses objectifs. Pour la conception d'un jeu, la question des rétroactions est donc centrale. Sa prise en compte conduit, en particulier à prendre des décisions sur le moment pertinent pour délivrer la rétroaction et sur la nature de l'information délivrée par cette rétroaction (Dunwell, de Freitas, et Jarvis, 2011).

La modélisation du jeu-*play* sous la forme d'une situation adidactique nous a conduit à souligner l'importance des interactions qui se nouent dans le cadre de jeux qui conduisent des apprenants/joueurs à résoudre des problèmes. Ces interactions sont de deux types :

- interactions entre le joueur et le jeu-*game* dans le cadre du jeu-*play* 1 (situation adidactique d'action) ;
- interactions entre joueurs dans le cadre du jeu-*play* 2 (situations adidactiques de formulation et de validation).

Ces interactions permettent ce que Brousseau qualifie de *dialectique de l'action*. Au cours du jeu-*play*, l'apprenant/joueur « dialogue » avec le jeu-*game* et la manière dont il se représente le problème évolue. Ces différents types d'interactions constituent des *interactions épistémiques*, c'est-à-dire des interactions conduisant le *ludant* à développer des explications et à proposer des arguments qui jouent un rôle dans la construction des connaissances scientifiques (Baker et Press., 1999; Ohlsson, 1995).

Ainsi, le jeu *Chronocoupe* (E Sanchez, 2011b) conduit les élèves à prendre des décisions et à s'engager, au travers de leurs actions sur l'interface, en ayant la possibilité d'anticiper leurs effets. La réussite du défi ne nécessite pas que l'élève décode les intentions de l'enseignant car cette réussite dépend uniquement de la logique interne de la situation. Nous avons également conçu la situation de manière à ce que les élèves soient maîtres de leurs décisions, qu'ils puissent juger des résultats auxquels elles aboutissent du fait des rétroactions du milieu et qu'ils aient conscience de l'existence de choix à opérer et des conséquences qui en découlent. De fait, les résultats des expérimentations qui ont été menées (Ibid.) ont montré que la tactique d'essai-erreur très prégnante en début de jeu (et vouée à l'échec du fait du choix des variables didactiques) évoluait, pour une majorité d'élèves, vers une stratégie basée sur une analyse plus fine des informations disponibles pour relever le défi. Le jeu *Chronocoupe* peut donc être modélisé sous la forme d'une situation d'action. Les rétroactions

permettent une évaluation des conséquences des actions jusqu'à conduire à leur remise en cause, c'est-à-dire à développer de nouvelles connaissances, pour concevoir de nouvelles façon d'agir. Ce sont les rétroactions du milieu qui permettent la validation des connaissances nouvelles mobilisées dans le jeu. Pour *Tamagocours* (Sanchez, 2013b), des choix de variables didactiques (notamment le fait qu'un apprenant/joueur ne puisse pas gagner seul) visent le développement d'interactions entre coéquipiers. La situation d'action (jeu-*play* 1) évolue vers une situation didactique (jeu-*play* 2) qui se traduit en particulier par l'énonciation, par les joueurs-apprenants, d'action à réaliser, de stratégies à mettre en œuvre pour gagner ou de commentaires qui valident ou infirment les décisions prises par leurs coéquipiers. Ce sont donc des situations de formulation et de validation qui se construisent au fur et à mesure de l'avancée dans le jeu. Ainsi, les interactions épistémiques qui se mettent en place permettent le développement d'un *espace de réflexivité* au sein duquel l'apprenant/joueur peut éprouver sa manière de penser et d'agir et, le cas échéant, en développer de nouvelles.

Les rétroactions, en tant que réponses du milieu aux actions exercées par le *ludant*, ne constituent donc pas seulement une modalité de renforcement employée pour concevoir des jeux fondés sur une approche béhavioriste tel que décrite par Block et King (1987). Ce sont des informations, dont le contenu sémantique peut être élevé, qui doivent donc être analysées et interprétées pour, le cas échéant, réviser les stratégies mises en œuvre. Du point de vue des rétroactions, ce qui distingue le jeu, par rapport à une situation d'apprentissage non ludique, c'est que les rétroactions sont ici généralement produites de manière continue (Mayo, 2009). Par ailleurs, il est possible de « recommencer la séquence jusqu'à ce qu'elle soit satisfaisante pour le joueur » (Triclot, 2011). Les jeux offrent un espace de liberté pour la prise de décision mais ils fournissent également les informations sur les conséquences des choix effectués. Ces informations sont nécessaires pour l'exercice de cette liberté. À tout moment, le *ludant* peut juger de la pertinence des décisions qu'il prend. Les retours sont rendus possibles par le fait que les jeux recueillent en permanence, de manière automatique, des informations sur ce que le *ludant* est capable de faire et donc, sur son avancée dans le processus d'apprentissage.

Une autre différence concerne la frivolité du jeu :

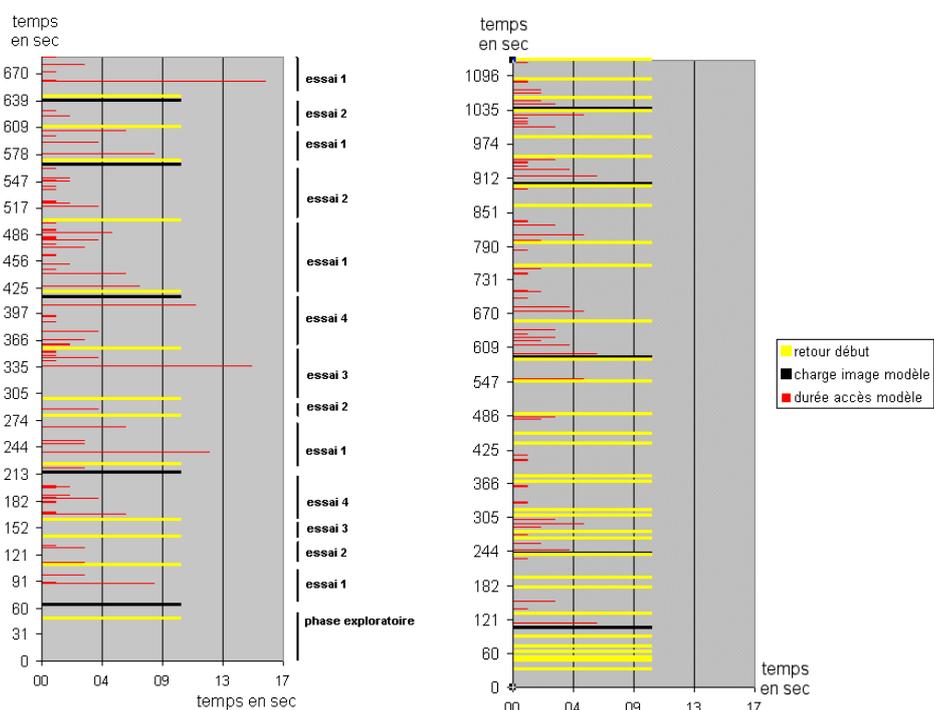
"We can make mistakes without real consequences and we are encouraged to continue trying." (J. Gee, 2003)

En effet, dans un jeu, l'erreur a un statut particulier. Elle est dédramatisée. Ceci est lié au caractère frivole du jeu qui autorise le *ludant* à faire des erreurs sans conséquences rédhibitoires. Il est encouragé à poursuivre malgré ses erreurs. Ainsi, « mourir » dans un jeu n'est pas dramatique et peut même être parfois considéré comme drôle. Puisque les décisions qui sont prises et les actions effectuées n'ont pas de véritables conséquences sur le monde réel, le jeu se déroule dans un espace où le *ludant* peut se sentir en sécurité, à condition d'être en mesure de localiser la frontière entre jeu et non-jeu. Ainsi, l'apprentissage peut se dérouler sans l'angoisse de l'échec. Par ailleurs, du fait de la progressivité des difficultés entre les différents niveaux d'un jeu, ce n'est pas seulement ce qu'un joueur sait ou sait faire qui est évalué mais également son état de préparation pour aborder le niveau suivant. Apprentissage et évaluation sont ainsi intimement intégrés ce qui peut conduire à utiliser les jeux comme des dispositifs d'évaluation.

Encart 2 : le jeu, espace de réflexivité

Les résultats mentionnés ci-dessous proviennent d'une expérimentation du jeu-game Chronocoupe. Ces résultats plaident pour l'idée qu'un jeu-play constitue un espace de réflexivité au sein duquel le ludant peut être amené à réviser sa manière de penser et d'agir.

²Les figures x et x représentent les chronogrammes complets de deux élèves qui ont joué au jeu Chronocoupe. Les chronogrammes ont été découpés en phases qui correspondent aux différentes images reproduites au cours du jeu. Le temps est indiqué en secondes, il se lit



de bas en haut.

Figure 9 : Durées d'accès à l'image « modèle » et clics sur le bouton « annuler » (à gauche élève Cha, à droite élève Cap)

Dans les deux cas, le début du chronogramme montre que les élèves ont d'abord testé les fonctionnalités du jeu en cliquant de manière systématique sur les différents boutons à leur disposition. Nous avons qualifié cette phase de « phase exploratoire ». Elle correspond à un temps de prise en main avant même les essais de reproduction des images. Elle n'est pas très répandue au sein de notre échantillon puisqu'elle ne concerne que 4 élèves.

La comparaison des chronogrammes de ces deux élèves montre de nombreuses similarités au début de la séance. Les accès à l'image « modèle » sont nombreux mais brefs, de l'ordre de 2 ou 3 secondes pour la majorité des clics (voir également la figure 2 qui indique ces durées de consultation). Les boutons *annuler* et *retour début* sont très utilisés. Ces résultats plaident pour dire que la stratégie qui est employée relève du tâtonnement. Un bref coup d'œil à l'image « modèle » est suivi de clics plus ou moins au hasard pour tenter de la reproduire. Ceci est vrai pour les deux élèves mais de manière plus accentuée pour Cap.

Si on s'attache maintenant à relever ces mêmes indicateurs pour les dernières images reproduites, on remarque que les *patterns d'action* sont contrastés chez les deux élèves. Cap ne semble pas avoir changé de stratégie. Les accès à l'image à reproduire restent courts et les annulations nombreuses. Le chronogramme de Cha est très différent. Si on regarde par exemple la séquence de clics qui correspond à la reproduction de la dernière image, on voit qu'un premier clic prolongé (16 secondes) lui a permis de consulter l'image « modèle ». Cette consultation a été suivie d'une série de clics qui lui a permis de reproduire l'image de manière exacte. De nouveaux accès à l'image à reproduire sont probablement liés à une phase de validation des choix qu'il a effectués.

C'est donc une stratégie d'un autre type que l'on voit se mettre en place chez Cha. Au cours du jeu, probablement suite aux échecs entraînés par des décisions qui ne sont pas fondées sur une analyse assez poussée de l'image à reproduire, Cha révisé sa stratégie et abandonne le tâtonnement pour mettre en place un raisonnement dont on peut penser qu'il est de type hypothético-déductif. L'analyse des caractéristiques de l'image lui permet d'en déduire des hypothèses sur la chronologie des processus géologiques qu'il teste en utilisant la possibilité de les simuler. Le fait qu'il réussisse à reproduire les images en un temps de plus en plus court semble indiquer qu'il est en mesure d'appliquer les principes de chronologie relative pour effectuer une analyse des relations géométriques entre les différents objets géologiques qui composent l'image.

Si on s'intéresse maintenant à l'ensemble de notre corpus de l'expérimentation conduite (figure x) en recherchant un indicateur de l'une ou l'autre stratégie on peut relever que le nombre de clics sur le bouton *annuler* diminue de manière significative au fur et à mesure que les élèves avancent dans le jeu. Le changement de stratégie que l'on a observé chez Cha semble donc concerner une majorité d'élèves. Un examen des chronogrammes de l'ensemble de notre corpus en tenant en compte l'utilisation du bouton *annuler* et du temps d'accès à l'image à reproduire nous a conduit à juger que 90% des élèves avaient opéré ce changement de stratégie. Les réponses à un questionnaire qui sont venues renforcer cette analyse puisque 69% des élèves admettent avoir cliqué au hasard (rarement, plusieurs fois, souvent) et parmi eux, 73% au début plutôt qu'à la fin.

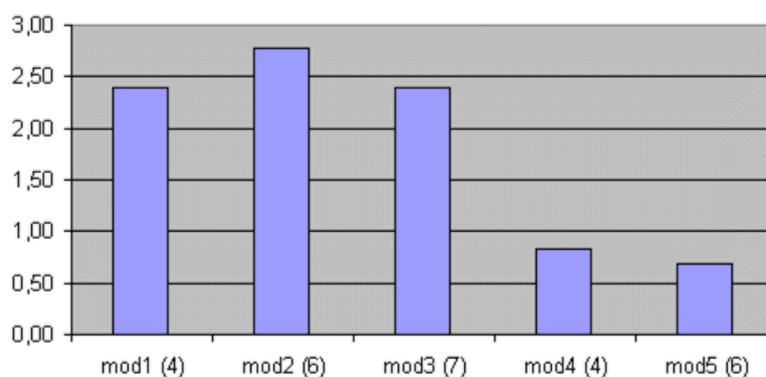


Figure 10 : Evolution du nombre moyen de clics sur le bouton « annuler »

4.5 Du feedback à l'évaluation : les jeux numériques épistémiques comme dispositifs d'évaluation

“The crucial educational problem is that of procuring the postponement of immediate action upon desire until observation and judgment have intervened” (Dewey, 1938 p. 69)

Dans la mesure où un jeu numérique épistémique intègre toujours un mécanisme d'évaluation du ludant, il est possible d'envisager d'utiliser une telle situation non pas lors d'une phase d'apprentissage initiale mais comme un dispositif d'évaluation. En effet, en tant que situation complexe et authentique, un jeu épistémique numérique permet d'évaluer la capacité du ludant à mobiliser des compétences dans un contexte proche du réel plutôt que la maîtrise de savoirs factuels et décontextualisés.

La question de l'évaluation des apprentissages dans le cadre de l'utilisation de jeux numériques en classe relève du paradoxe. En effet, nous avons vu qu'un jeu intègre toujours un mécanisme d'évaluation du joueur et qu'il constitue un espace de réflexivité permettant au ludant d'éprouver sa manière de penser et d'agir dans le cadre de la résolution de problèmes.

Néanmoins, lorsqu'il s'agit de concevoir des situations de jeu en classe, intégrer une évaluation formelle devient problématique. En effet, évaluer scolairement, c'est prendre le risque d'anéantir le caractère frivole du jeu et, par conséquent, le jeu lui-même. Ce paradoxe peut être résolu en ludisant l'évaluation c'est-à-dire en intégrant, dans le *game-play*, les critères et les modalités de l'évaluation. C'est cette piste qui a été suivie dans la conception du jeu *Clim@ction* (Sanchez et al., 2012). Dans ce jeu de rôle décrit plus haut, l'évaluation formelle, complètement intégrée au jeu, consiste dans l'attribution de « subventions » qui récompensent la capacité à se conformer à certaines attentes en termes de stratégies mises en œuvre ou de réalisation.

Dans un article paru en 2010 dans le magazine anglais *EDge*, Gee et Shaffer (2010), proposent une thèse qui aborde la question de l'évaluation avec les jeux numériques épistémiques. Cette thèse peut être résumée de la manière suivante : Nous sommes dans l'erreur si nous considérons que les jeux numériques sont des outils pour enseigner. Ce sont avant tout des outils pour évaluer.

Gee et Shaffer utilisent le terme de jeu numérique épistémique (*digital epistemic game*) pour désigner les jeux numériques qui conduisent le ludant à résoudre des problèmes complexes, proches de situations réelles (D. Shaffer, 2006). Ainsi, dans le jeu *Urban Science*, il endosse le rôle d'un expert en aménagement urbain. Il est amené à conduire des investigations sur des questions scientifiques, mobiliser des connaissances sur l'écologie et l'urbanisme afin de proposer des solutions pour le développement urbain à proximité d'une zone humide écologiquement fragile.

Dans un tel jeu, les compétences évaluées relèvent de la capacité à collaborer pour résoudre des problèmes complexes, à innover, à communiquer, à mobiliser des savoirs pluridisciplinaires et une

pensée critique ainsi qu'à concevoir et proposer des solutions, en particulier en utilisant les technologies numériques. L'évaluation implicite, intrinsèque au jeu, porte donc sur des compétences que l'on souhaiterait voir maîtrisées par des citoyens de notre société dite « de la connaissance ».

Le jeu *Civilization*¹², un jeu de stratégie qui consiste à construire un empire, permet également d'illustrer cette idée. Ce jeu permet d'enregistrer des traces sur la manière dont les joueurs résolvent des problèmes complexes et coopèrent avec d'autres joueurs. Il permet aussi d'évaluer les stratégies que les joueurs mettent en œuvre et, indirectement, leur capacité à intégrer des informations de différents domaines pour prendre des décisions. C'est l'adoption de stratégies pertinentes qui permet aux joueurs d'avancer dans le jeu. Les *jeux épistémiques numériques* permettent donc d'évaluer ce que sait un apprenant, ce qu'il sait faire, sa capacité à continuer à apprendre, et sa capacité à intégrer différentes sources d'information pour proposer des solutions innovantes à des problèmes tout en comprenant les conséquences de ces choix. Les jeux numériques épistémiques permettent aux enseignants de prendre des décisions pertinentes quant à la manière dont ils conçoivent leur enseignement. Ils se distinguent du modèle évaluation/sanction, trop largement répandu dans les systèmes éducatifs, pour donner à l'évaluation tout son sens : fournir des informations justes sur les compétences acquises.

Les jeux sont des méritocraties (D. Thomas et Brown, 2011) dans la mesure où ils encouragent la compétition, la sélection et le classement des joueurs en fonction de leurs réussites. Néanmoins, ce qui est évalué est moins un « niveau atteint » que la progression dans l'apprentissage, ainsi que la capacité à continuer à apprendre et à résoudre de nouveaux problèmes. En effet, dans un jeu, chaque *ludant* est considéré de manière différenciée dans le sens où le niveau de difficulté est ajusté en fonction de ses échecs et de ses réussites. C'est avant tout son autonomie qui est privilégiée. Ce qui est pris en considération dans l'évaluation, ce n'est pas seulement ce qui a été appris mais le processus d'apprentissage lui-même. Chaque *ludant* trouve dans un jeu les éléments qui lui permettront de progresser quelles que soient son histoire, ses connaissances, son expérience. Les jeux satisfont à un principe d'équité du point de vue de l'individualisation de l'apprentissage et constituent des dispositifs d'évaluation formative en ce sens qu'ils permettent une régulation de l'apprentissage.

Gee et Shaffer (2010) soulignent que non seulement les jeux numériques épistémiques intègrent des dispositifs d'évaluation mais qu'ils sont eux-mêmes des dispositifs d'évaluation performants qui permettent un changement de point de vue pour l'enseignant. La question n'est plus de savoir comment l'apprenant sera évalué mais plutôt comment aider l'apprenant à passer l'évaluation avec succès. Ils proposent également de remplacer les tests standardisés largement utilisés en Amérique du Nord pour évaluer des connaissances factuelles par des jeux qui permettent d'évaluer des compétences en lien avec la capacité à résoudre des problèmes complexes et donc à utiliser les jeux comme dispositifs d'évaluation sommative.

Ces idées ne sont pas totalement nouvelles mais elles conduisent à renouveler le regard que l'on peut porter sur l'intégration de jeux numériques dans la classe. Néanmoins, des questions restent en suspens. Gee et Shaffer (Ibid.) prennent, à l'appui de leur thèse, le jeu *Civilization*. Ce jeu consiste à

¹² <http://www.civilization.com/>

faire des choix qui vont déterminer la manière dont un « empire » va évoluer. Il intègre de très nombreux concepts, importants pour comprendre comment une civilisation peut être amenée à se développer, mais c'est avant tout une vision déterministe de l'histoire qui est proposée, un modèle partiel et partial. Dès lors que l'on considère qu'un jeu est un modèle de la réalité, une fiction, les compétences qu'il évalue sont-elles de la même nature que celles qui sont mobilisées dans les situations de référence ? Les capacités à résoudre des problèmes dans un jeu peuvent-elles être transposées pour les problèmes qui se posent dans la vraie vie ? Autrement dit, un jeu permet-il d'évaluer autre chose que la capacité à... jouer ? Sur ce plan, aujourd'hui, peu de travaux empiriques permettent d'apporter des éléments de réponse et cette question qui se pose pour les apprentissages avec les jeux se pose également pour tout dispositif d'apprentissage. Néanmoins, ce qui est bien établi par la recherche, c'est l'importance du rôle de l'enseignant pour favoriser ce processus de transfert.

4.6 Les limites du jeu : debriefing, after-action review et institutionnalisation

*« [...] désillusionner. C'est là une tâche préliminaire à celle du sevrage et elle demeure l'une de celles qui incombent aux parents et aux éducateurs »
(Winnicott, 1971 p. 46)*

Dans cette partie, nous développons l'idée que, en raison de leur nature adidactique, les jeux épistémiques numériques ne peuvent pas constituer une situation d'apprentissage per se mais doivent être complétés par une phase d'institutionnalisation des savoirs. Par ailleurs, une autre idée clef qui ressort de nos travaux est que l'entrée dans le jeu est un moment crucial pour que se développe la dimension ludique de la situation vécue. D'un point de vue diachronique, un jeu numérique apparaît ainsi comme un moment, une parenthèse au sein d'un processus d'enseignement plus large, dont le début et la fin sont clairement et explicitement bornés.

Dans un rapport d'étude réalisé pour la Fondation MacArthur, Jenkins et ses collaborateurs soulignent l'importance qu'il y a, dans un contexte éducatif, de prendre de la distance avec le jeu :

"One might argue, however, that there is a difference between trying to master the rules of the game and recognizing the ways those rules structure our perception of reality. It may be much easier to see what is in the game than to recognize what the game leaves out." (Jenkins, Clinton, Purushotma, Robison, et Weigel, 2006)

Cette prise de distance opère au moment où le joueur quitte le jeu et ce moment, reconnu comme important par les formateurs et les éducateurs qui intègrent le jeu dans leur boîte à outil pédagogique, est qualifié de debriefing ou *after-action review*. Les termes ne sont pas uniquement utilisés pour le jeu et pas exactement synonymes. *After-action review* est un terme employé initialement par les militaires pour souligner qu'il est important de porter un regard réflexif sur un temps consacré principalement à l'action alors que debriefing insiste sur l'importance d'un temps hors du jeu, consacré à l'explicitation de ce qui s'est passé au sein du jeu lui-même. Dans les deux cas c'est d'une prise de distance dont il est question et, ce qui est en jeu, c'est l'apprentissage lui-même :

« Learning occurs only after reflection and debriefing, and the game characteristics and instructional content are paramount in allowing this to happen. » (Garris, Ahlers, et Driskell, 2002)

Gee (2003) souligne l'importance du développement d'un aspect réflexif. L'apprenant/joueur ne doit pas seulement s'engager dans l'action du jeu. Il doit également comprendre ce qu'il fait et développer un méta-regard sur le jeu :

“The learner needs to learn not only how to understand and produce meanings in a particular semiotic domain that are recognisable to those affiliated with the domain, but, in addition, how to think about the domain at a ‘meta’ level...(and) how to produce meanings that, while recognisable, are seen as somehow novel or unpredictable.” (p23)

Ce qui est en jeu avec le débriefing, c'est donc également la question du transfert des apprentissages. Mais pour Aldrich (2005) qui s'exprime sur les jeux de simulation, cette question se pose avant le jeu lui-même :

« I believe the transferability of game-learned experience can be maximized by being clear about the purpose of the simulation before using it and by thinking of it as one tool in an overall learning experience. » (Aldrich, 2005)

Il s'agit, pour l'apprenant d'être capable, en dehors du contexte du jeu qui a présidé à leur développement, de mobiliser des connaissances ou compétences. Les résultats que nous avons obtenus sur ce point dans le cadre de l'étude du jeu *Chronocoupe* montraient que, si un certain transfert était possible, l'ensemble de notre échantillon, à l'exception d'un élève, se révélait incapable de proposer une justification complète et exacte des solutions proposées. Les connaissances acquises étaient des connaissances de type procédural c'est-à-dire des connaissances implicites qui portent sur la conduite de l'action, des connaissances qui ne sont pas formalisées. Les élèves se révélaient en effet incapables de verbaliser les règles qu'ils appliquaient. Ces résultats sont à rapprocher du concept de *théorème en acte* forgé par Vergnaud (1990) pour désigner les règles d'action que les élèves se construisent lorsqu'ils se trouvent en situation de résolution de problème dans le domaine des mathématiques.

Le débriefing aurait donc pour fonction de rendre explicites des savoirs acquis de manière implicite en jouant. C'est l'enseignant qui peut organiser ce travail d'explicitation :

“If the players are not aware of the learning elements, this will undermine the learning experience and, especially, the transfer value. The transfer has to be made explicit, and here the teacher can play” (Egenfeldt-Nielsen, 2006 p. 205)

Dans sa thèse, Habgood (2007) avait mis en évidence ce rôle clef du débriefing sans toutefois documenter son déroulement de manière précise. Ainsi, malgré l'importance reconnue de cette phase, tant par les praticiens que par les formateurs, on ne dispose pas aujourd'hui de travaux empiriques qui, dans le champ de l'usage des jeux numériques, documentent de manière précise les modalités de son déroulement et ses effets sur l'apprentissage :

« *The concern with debriefing seems to have been lost in some recent developments.* »
(Crookall, 2010)

Là encore, la théorie des situations didactiques nous semble constituer un apport conceptuel fondamental pour comprendre la manière dont le *ludant* quitte le jeu. Cette sortie du jeu se traduit par un changement de nature des savoirs impliqués. L'enjeu réside dans le fait que les connaissances, dédiées à l'action et à la résolution des problèmes auxquels le *ludant* était confronté dans le jeu-*play*, perdent leur caractère local, contextualisé et largement implicite, pour devenir des savoirs institutionnalisés c'est-à-dire décontextualisés, ayant une valeur universelle et explicitement affichés comme appartenant à un champ disciplinaire. L'institutionnalisation permet donc un changement de statut de la connaissance. Brousseau nomme *institutionnalisation* ce processus et relève qu'il résulte d'une intervention spécifique de l'enseignant. Il consiste, pour l'élève, dans la reconnaissance de la valeur de la connaissance. Cette connaissance pourra être employée ultérieurement pour résoudre d'autres problèmes ou construire une argumentation sans qu'il soit nécessaire de justifier son emploi.

Néanmoins, pour Brousseau, l'institutionnalisation ne se limite pas à cette intervention spécifique de l'enseignant car :

« *l'institutionnalisation peut déjà se produire dans des situations non didactiques d'autoapprentissage spontané et aussi dans des processus auto-didactiques, c'est alors une convention interne au groupe d'actants (institutionnalisation non didactique).* »
(Brousseau, 1998a)

D'une certaine manière, dans le cas de jeux multi-joueurs tels que *Tamagocours*, les situations de formulation et de validation préfigurent l'institutionnalisation. Les règles qui légitiment l'action sont formulées, énoncées et les connaissances mobilisées subissent une « validation par les pairs ». Steinkuehler et Duncan (2008) qui analysent les échanges entre les joueurs dans un forum de *War of Warcraft* documentent un phénomène semblable et soulignent son importance lorsqu'ils relèvent que :

« *That game communities engage in productive forms of discussion and problem solving is not surprising; that such an overwhelming majority of their conversation (86%) is dedicated to such labor is surprising* ».

Au cours de l'institutionnalisation un processus de déconstruction du jeu peut se mettre en place. Les savoirs sont non seulement légitimés mais également questionnés du point de vue de leur domaine de validité. Le modèle de connaissances implémenté dans le jeu est discuté au regard de sa validité et de sa complétude, c'est-à-dire de sa capacité à rendre compte de la réalité qu'il représente.

Le concept d'institutionnalisation décrit donc assez bien le processus de sortie du jeu du point de vue du rapport au savoir. Le jeu se déroule dans des limites spatiales et temporelles qui dessinent les frontières d'un *cercle magique* (Huizinga, 1951) au sein duquel seules s'appliquent les règles du jeu, seuls compte les éléments de la simulation. Franchir ces frontières signe la fin du jeu car :

"toute contamination avec la vie courante risque de corrompre et de ruiner sa nature même" (Henriot, 1969) p101

Avec le jeu basé sur des simulations informatiques, le joueur subit donc une *hallu-simulation* (Triclot, 2011), c'est-à-dire une forme de vertige dans un univers basé sur le calcul algorithmique. De notre point de vue, l'institutionnalisation, la sortie du jeu conduit, pour reprendre la formule de Winnicott, à désillusionner le joueur et fait signe vers une levée du paradoxe du marionnettiste.

4.7 Conclusions et implications pour la recherche

C'est le plus souvent le caractère motivationnel des jeux qui est mis en avant pour justifier leur usage dans un cadre éducatif. Le jeu est alors considéré comme une ruse, un procédé pédagogique qui permet de capter l'attention de l'apprenant et l'amener à s'engager dans un travail que, sinon, il ne ferait pas spontanément. Notre approche s'inscrit en rupture avec ce point de vue et la Théorie des situations didactiques nous permet de mettre l'accent sur la valeur éducative intrinsèque du jeu-*play*.

Cette valeur éducative réside dans le fait qu'une situation de jeu permet le développement de différents types d'interactions épistémiques dont la nature dépend des degrés de jeu considérés. En effet, la structuration du milieu didactique telle que décrite dans la Théorie des situations didactiques peut être reprise pour distinguer différents niveaux de jeux-*play* encapsulés :

- un jeu-*play* 1 qui correspond à une situation didactique d'action et pour lequel les interactions relèvent de procédures non-verbales qui, en retour, provoquent des rétroactions de l'interface des dispositifs utilisés (interactions *ludant-jeu-game*);
- un jeu-*play* 2 qui correspond à une situation didactique de formulation et/ou de validation et pour lequel les interactions sont de nature verbale et argumentative (interactions *ludant-ludant*).

Ces deux jeux-*play* sont intégrés dans une situation didactique au sein de laquelle les interactions relèvent de la dévolution (entrée dans le jeu) et de l'institutionnalisation (sortie du jeu). Les interactions concernent alors les apprenants et l'enseignant. Du point de vue de la recherche, l'analyse des interactions doit tenir compte de cette organisation et distinguer ces différents types d'interactions.

Ce modèle peut être mobilisé pour :

- **la conception.** En effet, il conduit à prendre en compte qu'il peut être important que le jeu permette qu'une situation d'action (ou de jeu-*play* 1) et puisse déboucher sur une situation de formulation et de validation (jeu-*play* 2) afin que les connaissances procédurales développées dans le cadre du jeu soient explicitées et, qu'ainsi, s'ébauche une préfiguration de leur institutionnalisation ;
- **la mise en œuvre.** En effet, ce modèle permet de souligner l'importance de la phase d'institutionnalisation, et la nécessité de sortir du jeu afin de permettre une décontextualisation des savoirs et leur transfert ;

- **l'analyse des situations de jeu.** En effet, ce modèle permet d'aborder la question de la nature des interactions épistémiques qui se développent dans le cadre d'un jeu-play et, ce faisant, de comprendre les processus en jeu du point de vue de l'apprentissage. Par ailleurs, ce modèle met en évidence qu'il est nécessaire de documenter la place de l'institutionnalisation dans les dispositifs pédagogiques qui intègrent l'usage du jeu et d'étudier son rôle dans le transfert des apprentissages. La question du transfert des apprentissages développés dans le cadre de jeu est elle-même un enjeu pour la recherche.

Ce modèle est construit sur une vision piagétienne de l'apprentissage considéré comme un processus adaptatif. La section suivante sera consacrée à discuter ce point de vue et à proposer de l'enrichir en intégrant la question de la créativité que le jeu autorise.

- Chapitre 5 -

Le jeu espace de créativité

“Play is typically a primary place for the expression of anything that is humanly imaginable.” (Sutton-Smith, 1997 p. 226)

*“Where imagination plays, learning happens” (D. Thomas et Brown, 2011)
p118*

Une des dimensions fondamentales du jeu est la liberté offerte au joueur. Ainsi, si les règles du jeu permettent de construire un espace métaphorisé à partir d'une situation de référence, la situation élaborée constitue également un espace de créativité qui, dans une certaine mesure, permet au ludant de s'affranchir des contraintes du réel. En jouant, il n'est donc pas uniquement soumis aux conventions et contraintes établies par les règles du jeu mais se voit offrir la possibilité d'expérimenter pour innover. Cette innovation, combinée à la variabilité des stratégies mises en œuvre autorise la mise en place d'un processus d'apprentissage dont les modalités ne relèvent pas strictement de l'adaptation mais de l'ajustement à un milieu ludique co-construit par le ludant.

Le concept de créativité nous semble central pour nourrir la réflexion sur l'apprentissage dans le cadre de jeux épistémiques. Ce concept recouvre différentes dimensions (Cachia, Ferrari, Ala-Mutka, et Punie, 2010). Ces dimensions relèvent en premier lieu d'une finalité. La créativité est alors considérée comme une compétence transdisciplinaire à acquérir parce que nécessaire dans un monde de plus en plus complexe pour lequel des solutions innovantes doivent être trouvées. Définie comme la capacité à établir des connections non prévues (*unforeseen*) et de générer des idées nouvelles (Ibid.) elle est liée à l'idée d'*empowerment* c'est-à-dire au développement, chez un individu, de sa capacité d'agir sur son environnement. La créativité est donc également un moyen ; elle peut être alors considérée comme une forme de production de connaissance nécessaire au processus d'innovation.

Pour Winnicot (1971), la créativité est une attitude du sujet vis-à-vis de son monde extérieur qui conduit à une perception créatrice. Cette manière de voir le jeu s'oppose à l'idée que la relation qui s'établit soit une simple adaptation. En effet, pour Winnicot, le jeu-*play* constitue une aire intermédiaire d'expérience, entre « la créativité primaire et la perception objective basée sur l'épreuve de réalité » (ibid. p. 44), où l'enfant peut exercer sa créativité. C'est cet espace de créativité que cette section se propose d'interroger.

5.1 Le jeu, du rituel à l'innovation

« Les jeux vidéo sont de petites poussières de rêve par lesquelles le capitalisme se secoue de son grand sommeil ; des choses qui sont des songes, branchées sur des machines à nombres » (Triclot, 2011 p. 67)

En tant que situations simulées ou métaphorisées, les jeux numériques épistémiques permettent au ludant de s'engager dans un processus d'apprentissage expérientiel dans un espace régi par des règles qui sont des connaissances à acquérir. Mais, du fait de la liberté qui est offerte au ludant, il peut être amené à reconfigurer cet espace et à élaborer ses propres règles. L'espace du jeu se constitue alors en espace de créativité.

L'idée d'apprentissage expérientiel est très prégnante dans la littérature consacrée au jeu. Ainsi, Henriot, relève :

« Si le jeu peut être un apprentissage de la vie, c'est parce qu'il met en en mouvement des ressorts du même ordre que ceux auxquels font appel les activités concrètes ou réelles que l'on rassemble sous le nom un peu vague de vie. » (Henriot, 1989)

Pour Dewey (1938), à qui l'on doit l'idée d'apprentissage expérientiel, le problème posé par les méthodes traditionnelles d'éducation de son époque, provient du fait que ces méthodes se concentrent sur la prise en compte des facteurs externes qui influencent l'expérience du sujet apprenant mais négligent les facteurs internes qui déterminent cette expérience. Ainsi, pour Dewey :

"The conception of situation and of interaction are inseparable from each other. A experience is always what is because of a transaction taking place between an individual and what, at the time, constitutes his environment" (ibid. p. 43)

Les jeux permettent quant à eux de vivre ce que Stiegler (Kambouchner et al., 2012) nomme, pour d'autres contextes, en référence à Socrate et au dialogue du Ménon, une *expérience anamnésique*, dans le sens où le savoir n'est pas extérieur au joueur mais en lui. A travers le jeu qui permet découvertes et inventions, des relations entre des éléments jusqu'alors isolés sont identifiées, des relations causales nouvelles sont mises à jour et de nouveaux problèmes sont construits. C'est ainsi une véritable « expérience heuristique rationnelle » (ibid.) qui est vécue.

Cet apprentissage expérientiel provient du fait que les jeux conduisent le *ludant* à s'engager dans des investigations qui lui permettent de vivre une expérience originale au cours de laquelle il sera amené, comme dans d'autres secteurs de l'activité humaine, à apprendre de ses découvertes et à leur donner du sens. Le terme *sérendipité* repris de l'anglais *serendipity*, qui est souvent utilisé, vient exprimer le fait que, dans un jeu, le *ludant* apprend en faisant des découvertes inattendues lors de ses explorations :

“Like other activities in life, video games are a semiotic domain that can be learned slowly. One learns to make sense of and navigate in the domain of the game, while being directed to other interesting domains, e.g. science.”(Egenfeldt-Nielsen, 2006) qui reprend J. Gee (2003)

Dans le cadre d'un apprentissage par la découverte, l'inversion de la diachronie par rapport à un apprentissage qui consiste dans l'application de connaissances délivrées antérieurement (l'articulation traditionnelle cours – exercice) pose la question du paradoxe épistémologique : « pour savoir il faudrait déjà connaître... un savoir qui n'existe pas encore » (Margolinas, 1994 p. 1). Il existe donc un cercle vicieux que Margolinas propose de résoudre par une « hélice », c'est-à-dire en introduisant de nouveaux contextes pour le fonctionnement des connaissances afin de permettre « une évolution des définitions-en-acte ». Dans sa thèse, Gonçalves (2013 p.29) relève que les jeux permettent une telle évolution dans la mesure où ils autorisent la mobilisation de connaissances implicites :

“gaming is a useful way in which students can apply tacit knowledge (that they already have) to develop implicit models (models developed while interacting with the milieu, before knowledge can be formulated), because such an exercise offers contexts of “arrival and departure”, presents different aspects of knowledge, and introduces a spiral structure whereby students access the object of learning using individual approaches. Dedicated gaming poses situations in which knowledge is simultaneously the definition of and the answer to the problem posed.” (Gonçalves, 2013)

L'apprentissage expérientiel correspond donc à un jeu sur la connaissance soumise à une dialectique, tour à tour instrument permettant de résoudre les problèmes ou conséquence de la résolution du problème. En contextualisant cette connaissance, le jeu lui permet de vivre et d'évoluer.

Certains jeux ne sont donc pas uniquement une manière de reproduire le monde mais aussi la possibilité de concevoir un monde nouveau et original au sein duquel il est possible d'expérimenter (Sutton-Smith, 1997 p. 158). C'est le cas par exemple pour les jeux qualifiés de bacs à sable (*sandbox*) qui, basés sur l'usage de simulations, permettent une infinité de combinaison pour créer.

*Minecraft*¹³, un jeu de construction dont le *game-play* a inspiré un projet européen que nous sommes en train de formaliser avec des collègues suédois de la société *Mojang*¹⁴ (conceptrice de *Minecraft*) et allemands (du projet *Virtual Liver*¹⁵), est un bon exemple de jeu bac à sable. Le jeu, qui combine construction et aventure, permet au joueur de s'affronter à un monde simulé mais également d'imaginer ce monde selon une approche voisine de ce qu'est le jeu *Légo*¹⁶. Ainsi, une caractéristique fondamentale du jeu est le mélange entre rituel et innovation (Sutton-Smith, 1997), entre monde imposé et monde créé. Autrement dit, un jeu est une combinaison entre un jeu-*game*, un espace structuré qui intègre un monde reconstruit, un modèle qui renvoie à un rituel conforme à des règles sociales, et un jeu-*play*, un espace de liberté, qui permet l'expression d'une fantasmagorie individuelle. Ainsi, la tension entre les règles du jeu et la liberté d'agir dans le cadre de ces règles (D. Thomas et Brown, 2011 p. 18) est aussi une tension entre le jeu-*game* et le jeu-*play*. Une des caractéristiques fondamentales du jeu-*play* est en effet sa labilité (Sutton-Smith, 1997 p. 61). Par conséquent, l'entrée dans le jeu ouvre un univers de possibles qui libère l'imagination, la fantaisie et la créativité et il n'est donc pas étonnant que le terme jeu soit employé pour désigner l'activité de l'artiste (le jeu de l'acteur, du musicien), également en tension entre une structure (le texte de la pièce, la partition) et la liberté de l'interprétation. Le jeu peut alors être considéré comme une activité de construction/déconstruction d'un monde irréel (Sutton-Smith, 1997).

5.2 L'avatar comme l'invention de soi

Jeux vidéo ou de jeux de rôles, l'avatar est un élément essentiel du jeu. C'est une marionnette que le joueur anime à l'écran ou qu'il incarne dans la situation. L'avatar permet l'introjection du ludant dans un personnage fictif. Cet avatar peut s'exprimer au nom du joueur. Il peut aussi endosser la responsabilité des échecs et des erreurs commises dans le jeu et ainsi les dédramatiser. L'avatar permet par ailleurs au ludant de projeter ses idées, ses désirs et ses valeurs dans une figure idéalisée permettant la subjectivation. L'avatar constitue ainsi un terrain d'investigation d'un soi en devenir.

L'avatar, mot d'origine indienne, qui désigne une incarnation, a été défini, pour les jeux vidéo, comme un élément d'interface qui réalise les actions du joueur (Virole, 2003). Cette définition large recouvre donc des objets aussi disparates qu'une ligne de quelques pixels (la « raquette » de *Pong*¹⁷) ou un personnage représenté de manière tridimensionnelle (*Lara Croft* dans le jeu *Tomb Raider*¹⁸). L'avatar est également un archétype, la figure incarnée d'un modèle. Dans les jeux de rôles, l'avatar est également le personnage incarné par le joueur qui répond à ce qu'il commande.

¹³ <https://minecraft.net/>

¹⁴ <https://mojang.com/>

¹⁵ www.virtual-liver.de

¹⁶ www.lego.com

¹⁷ <http://www.ponggame.org/>

¹⁸ <http://www.tombraider.com>

L'avatar est donc une marionnette que le joueur anime à l'écran, ou dans le jeu d'une manière générale. C'est également une prothèse, non pas dans le sens où il viendrait pallier un manque, mais dans la mesure où il constitue une extension du joueur dans le monde du jeu qui à la fois lui ouvre un univers de possibles, mais aussi le limite, du fait des actions effectivement autorisées.

Le joueur manipule son avatar mais il est lui-même manipulé par son avatar dont le comportement dépend du jeu-*game*, des règles du jeu, qui déterminent l'étendue des possibles. Le marionnettiste devient alors marionnette de sa propre marionnette. En s'engageant dans le jeu, le joueur a troqué sa liberté pour une *légaliberté* (Duflo, 1997) imposée par le jeu. Dès lors, comment considérer que ce qui survient dans le jeu, puisse avoir une quelconque valeur ? Comment croire cette marionnette si ce qu'elle me dit à moi, joueur, dépend entièrement de mes choix en tant que marionnettiste. C'est dans cette boucle joueur-avatar que réside le paradoxe du marionnettiste.

L'avatar est également une manière d'habiter le *métavers*. L'avatar doit donc être appréhendé comme une *représentation en acte* (Georges, 2007). C'est en effet à la fois une représentation du joueur et la possibilité d'action de ce joueur. Différents points de vue peuvent alors être portés sur l'avatar :

- l'avatar est une représentation de soi. Par introjection de soi dans un personnage, le joueur s'incarne dans sa marionnette. Il y projette ses désirs, ses valeurs, ses connaissances. Il habite sa marionnette ;
- L'avatar peut alors se constituer en médium d'une expérience personnelle (Georges, 2007). Les actions de l'avatar dans le *métavers* viendront alimenter l'expérience du joueur ;

L'avatar est donc une *identité projective* et cette idée, doit être comprise selon deux points de vue (J. Gee, 2003). D'une part l'avatar permet l'introjection du joueur, et, en tant que *représentation en acte*, lui permet de faire l'expérience de soi. Il sera par exemple amené à vérifier la pertinence de ses conceptions sur le droit d'auteur dans *Tamagocours*, éprouver les solutions qu'il propose dans le cadre d'un Plan Climat Energie Territorial dans *Clim@ction*. Cette expérience de soi peut porter sur des connaissances factuelles mais aussi sur des éléments plus profonds tels que son épistémologie personnelle ou les valeurs qu'il mobilise. Ainsi, la nature méta-communicative du jeu (Bateson, 1972) permet au joueur de communiquer sur soi et, en retour, d'éprouver les effets des messages produits :

"This projected identity allows the player to strongly identify with the character and thus have an immersive experience within the game, and at the same time to use the character as a mirror to reflect on his or her own values and choices." (Jenkins et al., 2006)

Il est possible de jouer à la première ou troisième personne (Gonçalves, 2013) et la distance entre le joueur et son avatar en dépend. Mais, dans tous les cas, l'avatar constitue un masque pour le joueur. Ce masque l'anonymise et le protège car les erreurs qu'il commet sont dédramatisées et, *in fine*, imputables à son avatar.

Un second sens peut être donné à l'expression identité projective. Il s'agit cette fois de la projection dans l'avatar non plus de la propre identité du joueur mais d'une identité que le joueur voudrait développer. L'avatar devient le projet d'une identité en construction. Les jeux de « faire semblant »

sont ainsi une manière d'endosser la peau d'un personnage et, ce faisant, de développer le cadre épistémique (D. W. Shaffer, Squire, Halverson, et Gee, 2005) d'un personnage pour l'habiter complètement :

“Thus we can imagine a range of epistemic games in which players learn biology by working as a surgeon, history by writing as a journalist, mathematics by designing buildings as an architect or engineer, geography by fighting as a soldier, French by opening a restaurant. Or, more precisely, by inhabiting virtual worlds based on the way surgeons, journalists, architects, soldiers, and restaurateurs develop their epistemic frames.” (D. W. Shaffer et al., 2005)

Du point de vue de la créativité permise par le jeu, l'avatar joue donc un rôle central dans la mesure où, tel un miroir, il permet au joueur de prendre conscience de lui-même. Mais c'est aussi pour le joueur, une figure emblématique et un terrain d'expérimentation qui lui permettent de se construire. Ce que Henriot (1969) résume en soulignant une fonction importante du jeu :

« Jeu à la faveur duquel le joueur se découvre et s'invente à la fois » (Henriot, 1969) p95

5.3 Adaptation vs ajustement

Du fait de la liberté offerte au joueur et la nature des connaissances en jeu, un modèle d'apprentissage adaptatif ne permet pas de rendre totalement compte du processus d'apprentissage avec les jeux épistémiques numérique. Il faut introduire dans ce modèle l'idée que le ludant façonne le milieu ludique auquel il est confronté.

Le jeu chez l'animal

Les travaux des éthologues qui portent sur le jeu chez l'animal sont peu nombreux (Jacob et Power, 2006). Ils ont conduit à formuler l'hypothèse que des comportements ludiques existent dans certains groupes de vertébrés, en particulier chez les vertébrés endothermes. Ainsi, différents types de jeux ont été décrits et certaines de leurs fonctions identifiées (ibid.). Les jeux locomoteurs, de lutte ou de manipulation auraient un rôle d'entraînement et de maturation du système neuromusculaire. Ils joueraient un rôle important dans l'adaptation au milieu de vie en permettant l'ajustement des compétences motrices à ce milieu. Ces jeux pourraient également avoir un rôle dans l'établissement des relations sociales (régulation de l'agressivité, renforcement des liens au sein des meutes ou des troupes). Les jeux de stimulation adultes-petits semblent quant à eux jouer un rôle dans l'étayage du développement chez les grands singes.

On attribue également des fonctions importantes aux jeux « de faire semblant », ou de *mimicry* au sens de Caillois (1958), que l'on retrouve chez l'homme et, dans une moindre mesure, chez les grands singes. Ces jeux permettraient en effet une transition entre l'imitation et la représentation symbolique dans la mesure où ils constituent une représentation par l'action antérieure au langage. Les jeux de faire semblant seraient alors impliqués dans le développement de la capacité à distinguer représentation mentale et réel. Chez l'enfant, les jeux de « faire semblant » ont été décrits comme impliqués dans l'acculturation et l'intégration des modèles sociaux.

Ainsi il est possible de distinguer trois grandes fonctions aux activités ludiques chez l'animal et le jeune enfant :

- une fonction d'adaptation sensori-motrice au milieu de vie ;
- une fonction d'établissement de relations sociales ;
- une fonction de développement des capacités cognitives.

Néanmoins, pour Sutton-Smith, ce discours relève d'une *rhétorique de progrès* (Sutton-Smith, 1997), qui sous-tend les arguments en faveur de l'idée que le jeu participe au développement de l'enfant et aurait une certaine valeur pour concevoir des contextes d'apprentissage. Mais l'idée que le jeu puisse avoir une fonction adaptative serait finalement peu étayée :

« no one is making great progress in demonstrating adaptation to be play's main function » (Sutton-Smith, 1997 p. 34)

Il nous faut donc reprendre cette idée en essayant de la discuter au regard du fonctionnement des connaissances.

De l'adaptation à l'ajustement

Nous avons développé plus haut l'idée qu'un jeu-*play* était une situation *adidactique* et, ce faisant, inscrit notre argumentation dans un paradigme piagétien pour lequel le développement est un processus adaptatif. La Théorie des situations, qui s'inscrit dans un tel paradigme, permet de modéliser l'apprentissage comme un processus d'adaptation de l'apprenant à un *milieu didactique*. L'apprentissage résulterait alors d'une dialectique dans le jeu entre des apories (des difficultés *quasi* insurmontables) et des épiphanies (des solutions que le *ludant* parvient à trouver de lui-même) (D. Thomas et Brown, 2011). Il faut également relever que la question de l'adaptation ne recouvre pas uniquement la question de l'adaptation au jeu mais également la question du transfert de ces capacités adaptatives à d'autres situations que le jeu qui en a permis le développement. Pour certains, la fonction adaptative du jeu réside peut-être moins dans les compétences qu'elle permet d'acquérir que dans la prise de conscience de ses propres compétences (Sutton-Smith, 1997 p. 198). Le même auteur préfère ainsi utiliser l'expression *potentialité adaptative* (ibid.) pour souligner que ce transfert n'est pas assuré.

Ce point de vue sur l'apprentissage est également à rattacher au courant empiriste qui considère que l'expérience est à la base de toute connaissance et plus précisément à l'empirisme transcendantal de Deleuze pour qui toute découverte des conditions d'une expérience suppose de vivre l'expérience elle-même et ces conditions dépendent elles-mêmes du contexte. Pour Deleuze ce rapport se décrit moins par la compréhension ou la conceptualisation que par une emprise de l'expérience sur la pensée qui conduit à une co-construction du sujet et de l'objet :

« La forme transcendantale d'une faculté se confond avec son exercice disjoint, supérieur (...). Il faut porter chaque faculté au point extrême de son dérèglement, où elle est comme la proie d'une triple violence, violence de ce qui la force à s'exercer, de ce qu'elle est forcée de saisir et qu'elle est seule à pouvoir saisir, pourtant l'insaisissable aussi » (Deleuze, 1985)

Pourtant, décrire l'apprentissage en invoquant un processus adaptatif ne permet pas de rendre totalement compte de ce qui se joue dans un jeu épistémique. En effet, il paraît important de discuter de la nature du milieu didactique pour les disciplines autres que les mathématiques, discipline au sein de laquelle s'est forgée la Théorie des situations didactiques. Les travaux d'Orange (2007) nous paraissent intéressants à cet égard. Dans un article (*Ibid.*) qui vise à établir des liens entre problématisation (Orange, 2000) et théorie des situations didactiques. Il pose la question du milieu didactique et de l'apprentissage par adaptation. En effet, savoir n'est pas simplement « savoir que », mais « savoir que cela ne peut pas être autrement » (Reboul, 1992). Ainsi Orange (2007) indique, en faisant référence aux savoirs biologiques et géologiques (mais il nous semble que cela concerne la majorité des savoirs scientifiques) qu'ils « ne sont généralement pas traduisibles en techniques de décision d'action sur un milieu objectif ». Problématiser consiste alors à construire les nécessités d'un savoir, à mettre en relation un registre empirique (ce que l'on observe dans la nature, le laboratoire) avec un registre des modèles scientifiques (qui sont des constructions explicatives pour interpréter des résultats expérimentaux ou d'observation). La nature apodictique des connaissances de certaines disciplines (telles que les sciences de la vie et de la Terre) se traduit par le fait que le milieu didactique ne peut être strictement externe et, pour qu'il joue son rôle dans la validation, il est nécessaire de lui adjoindre les connaissances des élèves (*ibid.* p52). Orange (*ibid.* p53), en s'inspirant des travaux de Claude Bernard en physiologie animale, propose aussi de remplacer la question de l'adidacticité par une physiologie du *milieu didactique intérieur* (MDI), c'est-à-dire :

« Comment fonctionne-t-il? Quelles sont ses entrées et ses sorties? Que produit-il? »
(Orange, 2007)

Il propose ainsi une structuration horizontale du milieu didactique (MD) en milieu didactique extérieur (MDE), milieu didactique intérieur de la classe (MDIc) et, milieu didactique intérieur de l'élève (MDIé).

La notion d'apprentissage par adaptation est donc problématique. De plus, l'expression est tautologique. L'individu est considéré comme ayant appris parce qu'il comprend les problèmes de la situation qui lui est présentée et qu'il sait les résoudre (le résultat) mais, également, il est réputé apprendre en s'adaptant aux situations qu'on lui présente (le processus mis en œuvre). Il est donc probablement plus pertinent, à l'instar de ce que Rabaud (1941) proposait pour le processus d'adaptation biologique, de considérer l'apprentissage comme un ajustement, une mise en adéquation des connaissances de l'individu avec les situations-problèmes qui lui sont présentées. Cet ajustement provient autant de l'individu lui-même que des pressions exercées par l'environnement. Vygotski (1934) ne dit pas autre chose lorsqu'il souligne qu'apprendre c'est non seulement s'adapter au milieu mais aussi le transformer.

Ainsi, un jeu-*game* n'est pas réductible aux contraintes qu'il exerce. Il permet l'élaboration d'une situation qui offre un environnement dans lequel le *ludant* peut exercer son autonomie, sa créativité et montrer ses réussites. Concevoir l'apprentissage dans les jeux comme un processus d'ajustement permet de prendre en compte que les connaissances sont situées, que le savoir scientifique est en rupture avec la pensée commune et que les connaissances scientifiques ne visent pas à « éliminer des problèmes en les résolvant mais plutôt à en construire de nouveaux, plus féconds » (Orange, 2007).

5.4 *Légaliberté et émancipation intellectuelle*

En acceptant les règles du jeu, le ludant troque sa liberté contre une liberté ludique ou légaliberté qui est encadrée par les règles du jeu et qui le conduira à accomplir les desseins du créateur du jeu. Son autonomisation, son émancipation intellectuelle passe alors nécessairement par une sortie du jeu.

Pour clore cette section consacrée à la question de la créativité dans le jeu en lien avec la liberté offerte au *ludant*, nous voudrions discuter d'une expérience originale, conduite par Shawn Young, un étudiant dont nous avons encadré le mémoire de maîtrise à l'Université de Sherbrooke et qui travaille comme assistant de recherche pour le projet *Jouer Pour Apprendre En Ligne*. Shawn Young a développé, pour ses enseignements de physique dans le secondaire, un jeu qui rencontre un grand succès international et pour lequel une entreprise est en cours de création. Ce jeu a été nommé *World of Classcraft* (WoC) en référence au célèbre jeu de rôle en ligne *World of Warcraft* (WoW). En effet, à l'instar de WoW, chaque élève se voit attribuer un rôle, guerrier, prêtre ou mage, qui lui confère des « pouvoirs ». Ces « pouvoirs » concernent des « privilèges » comme pouvoir manger en classe ou avoir le droit d'ouvrir la fenêtre. Ils permettent également à chaque joueur d'une équipe d'aider un de ses coéquipiers. Le prêtre guéri, le guerrier protège et le mage peut ressusciter. Chaque joueur possède des points d'expérience qui lui permettent d'avancer dans les niveaux du jeu. La gestion de l'ensemble du jeu s'effectue via une plateforme en ligne.

WoC n'est pas un *jeu épistémique numérique* tel que nous avons défini ce concept. Il s'agit plutôt d'une surcouche ludique qui ne change pas fondamentalement le cours de physique mais concerne plutôt la gestion de la classe. En effet, les points d'expérience sont gagnés ou perdus en fonction du comportement de chaque élève. Par ailleurs, gains et perte de point d'expérience ont des effets sur des « privilèges », comme bénéficier de ses notes de cours lors d'un devoir, ou des « pénalités » qui peuvent conduire à une diminution du temps accordé pour un devoir voire à la « mort » c'est-à-dire à une retenue en classe le samedi matin. *WoC* correspond donc à une *ludicisation* de la classe. Nous employons à dessein le terme *ludicisation* plutôt que *ludification*, traduction généralement usitée de l'anglais *gamification*, pour souligner que les ressorts ludiques employés dans la situation dépassent largement un simple système d'attribution de badges et de récompense. Le terme *ludicisation* (Genvo, 2013) nous semble en effet plus approprié quand il s'agit de concevoir une situation d'apprentissage qui combine des visées éducatives et des caractéristiques ludiques. *Ludus*, la racine latine de ce terme désigne aussi bien le jeu que le travail scolaire. De plus, le suffixe « *icisation* » ne renvoie pas à l'idée, que l'on puisse « faire » le jeu-*game* comme le laisse penser le suffixe « *fiction* » (*facere*) de *gamification* mais plutôt à l'idée qu'il est possible de transformer la situation en jeu.

Si on emploie la terminologie de Caillois (1958), on peut repérer, dans *WoC* la dimension compétition (*agôn*) qui concerne les différentes équipes entre elles, le hasard (*alea*) par exemple au moment de la perte de tous ses points et du lancement du dé de la mort, le simulacre (*mimicry*) au travers du rôle joué par chacun des élèves. Le risque de la « mort » dans le jeu (avec les conséquences réelles qui y sont attachées) s'apparente au désarroi et au vertige (*ilinx*). C'est donc une intégration aboutie

de l'ensemble des dimensions ludiques formalisées par Caillois qui a présidé à la conception de WoC et qui est probablement responsable de l'engouement qu'il suscite¹⁹.

Après deux ans d'expérimentation et un travail important, tant sur le *game-play* que sur l'interface de la plateforme de jeu, un interview²⁰ de Shawn Young que nous avons réalisé pour nos enseignements, montre que si le concepteur du jeu souligne son impact positif sur le comportement des élèves dans la classe tant du point de vue du travail que de l'entraide, il se dit également « troublé » par le fait que le jeu lui confère « un pouvoir un peu trop fort » sur ses élèves. En effet, ces derniers en sont rendus à accepter volontiers des sanctions qui habituellement suscitent des protestations. Il se trouve, en tant que maître du jeu, en situation de conduire ses élèves à s'engager dans des attitudes et comportements qu'ils n'adopteraient pas de manière spontanée en dehors du contexte du jeu. Le jeu lui confère donc un pouvoir de manipulation. Cette manipulation est rendue possible car, comme le souligne Duflo (1997) :

"Celui qui entre dans le monde du jeu abandonne sa liberté à l'entrée, pour la troquer contre la légaliberté produite par la réalité ludique » (Duflo, 1997).

Il faut donc distinguer la liberté d'entrer et de sortir du jeu, qui n'est pas créée par le jeu lui-même, d'une liberté ludique ou *légaliberté* qui est encadrée par les règles du jeu. Triclot (2011) ne dit pas autre chose lorsqu'il souligne que les jeux constituent des univers Leibniziens, les meilleurs des mondes possibles, et la question posée est celle de la liberté du joueur dans un monde simulé car il sera amené à accomplir les desseins du créateur du jeu.

L'exemple de WoC vient souligner un nouveau paradoxe de l'usage du jeu pour des visées éducatives. Apprendre en jouant, c'est, à l'instar des élèves de Joseph Jacotot à qui Rancière (1987) rend hommage dans « Le maître ignorant », apprendre de soi-même, sans « maître explicateur » (*ibid.* p. 215), c'est-à-dire faire le pari de l'égalité de l'intelligence et de l'émancipation intellectuelle. Mais que devient le projet émancipateur si le jeu vient enfermer le *ludant* dans un espace qui nie sa liberté et le conduit à prendre des décisions qu'il n'aurait pas prises de lui-même ? Là encore, seule la sortie du jeu permet l'autonomisation de l'apprenant et la réalisation du projet éducatif.

5.5 Conclusions et implications pour la recherche

En tension entre la liberté offerte par le jeu-*play* et les règles du jeu-*game*, entre labilité et espace structuré, entre fantasmagorie et rituel, le jeu ouvre au *ludant* un espace au sein duquel il peut exercer sa créativité. Cette créativité est comprise comme une forme de production de connaissances et donc liée à l'apprentissage visé par le choix d'utiliser le jeu pour des visées éducatives.

¹⁹ Le site worldofclasscraft.com présente le jeu et donne des liens vers de nombreux média qui, sur le plan international, se sont intéressés au jeu.

²⁰ Voir <http://formajeu.wordpress.com/2013/01/23/world-of-classcraft/>

De ce point de vue, l'avatar est un élément clef du jeu. C'est une marionnette que le *ludant* anime à l'écran ou qu'il incarne dans la situation. Le *ludant* est un marionnettiste dans le sens où il décide du devenir de son avatar. En tant que marionnette, cet avatar permet l'introjection du *ludant* dans un personnage fictif et la projection de ses idées, de ses désirs et de ses valeurs dans une figure idéalisée permettant la subjectivation. L'avatar constitue alors un terrain d'investigation d'un soi en devenir.

En acceptant de s'engager dans le jeu l'apprenant troque sa liberté contre une liberté encadrée par les règles du jeu. Il abandonne donc sa liberté d'apprenant pour une *légaliberté* qui correspond à une soumission aux règles du jeu. Il devient alors *ludant* dans le sens où, comme l'exprime *ludus*, la racine latine de ce terme, un *jeu épistémique numérique* combine des éléments qui relèvent du jeu en tant qu'activité libre et spontanée et du travail scolaire, en tant qu'activité imposée et dirigée. Cela le conduit également à accomplir les desseins du créateur du jeu. Son autonomisation et son émancipation intellectuelle passent alors nécessairement par une prise de distance qui ne pourra s'accomplir qu'en quittant le jeu. Cette sortie du jeu signe la levée du paradoxe du marionnettiste. Redevenu apprenant, le *ludant* peut alors prendre conscience de ses apprentissages et alors distinguer les événements survenus dans le jeu qui résultent de son désir subjectif de ceux résultant d'une réalité externe et objective.

En jouant, le *ludant* pénètre aussi dans un espace de créativité qui favorise innovation et construction de soi. Apprendre en jouant ne consiste donc pas seulement à s'adapter mais à s'ajuster. Cet ajustement consiste dans la mise en adéquation des connaissances de l'individu avec les situations-problèmes qui lui sont présentées dans le jeu. Cet ajustement implique une adaptation des connaissances mais également une transformation des problèmes. Apprendre dans un jeu consiste ainsi dans une dialectique entre adaptation et transformation.

Cette dimension du jeu a des conséquences :

- **sur la conception du jeu.** Les lignes qui précèdent montrent que la conception d'un *jeu épistémique numérique* ne peut pas se limiter à définir des défis que le *ludant* devra relever en trouvant les « bonnes » réponses. Cette conception devrait prendre en compte la nécessité d'ouvrir un espace de créativité dans le jeu qui le conduira à proposer des solutions originales et innovantes. Cette dimension rejoint l'idée précédemment avancée qu'un *jeu épistémique numérique* conduit le *ludant* à s'engager dans la résolution de problèmes complexes et non déterministes.
- **sur la mise en œuvre du jeu.** Choisir un jeu pour des visées éducatives c'est également faire le choix d'illusionner le *ludant*. De ce point de vue, le jeu relève de la manipulation et l'émancipation intellectuelle du *ludant* passe par une sortie du jeu. Cette sortie du jeu doit lui permettre de se désillusionner et de prendre conscience que ses décisions ont, pour partie, été dictées par les règles du jeu. Sortir du jeu c'est se *désillusionner* pour s'émanciper.
- **sur les pistes ouvertes du point de vue de la recherche.** Considérer le jeu comme un espace de créativité ouvre des perspectives selon différents axes. L'un de ces axes concerne la nature des apprentissages eux-mêmes et la capacité de l'apprenant à mettre en place des stratégies innovantes pour résoudre les problèmes auxquels il est confronté. En ce sens, cela

interroge la capacité qu'a un apprenant à être créatif et, de ce point de vue, l'idée de vicariance (Berthoz, 2013), qui exprime la capacité d'un individu à trouver des solutions nouvelles, paraît particulièrement bien adaptée pour décrire les processus mobilisés. Un second axe porte sur le processus d'apprentissage lui-même. L'étude des modalités d'apprentissage dans le cadre de *jeux épistémiques numériques* tend à montrer que considérer l'apprentissage comme un processus adaptatif est probablement réducteur et qu'il est nécessaire d'approfondir l'analyse de l'articulation entre les modalités d'apprentissage qui relèvent de l'adaptation à un milieu didactique et celle qui relèvent de sa transformation.

- Chapitre 6 -

Aspects méthodologiques : de l'approche ethnographique à la recherche orientée par la conception

« la reconnaissance d'un a priori ludique, en quoi culmine l'analyse du phénomène jeu, coïncide avec l'aveu d'impuissance d'une phénoménologie du jeu. » (Henriot, 1969 p. 82)

« On jugera la didactique à sa capacité de « réaliser » la connaissance qu'elle produit, à son ambition d'avancer vers des réponses pratiques et praticables aux difficultés concrètement repérées par les praticiens du système didactique. » (Chevallard, 1982 p. 41)

Cette section est consacrée au paradigme méthodologique de nos travaux. Nous y présentons un cadre méthodologique pour la conduite d'une recherche fondamentale finalisée, qui, en continuité avec des approches de type recherche-action et ingénierie didactique, s'inscrit dans le courant méthodologique du Design-Based Research, expression que nous proposons de traduire par recherche orientée par la conception. Ce cadre vise à prendre en compte le caractère complexe des jeux épistémiques numériques et à articuler des visées pragmatiques et heuristiques par la mise en place de méthodologies collaboratives. Des propositions concernent également l'usage des traces numériques d'apprentissage à des fins de recherche afin de combiner des travaux conduits en conditions écologiques et des études conduites sur de plus grands échantillons, lors de l'implantation des solutions développées.

Dans un article publié en 1993 dans la Revue Française de Pédagogie, Astolfi (1993) distinguait trois paradigmes de recherche en didactique. Les *recherches de faisabilité* s'adressent principalement au praticien confronté à des questions didactiques dont les réponses doivent éclairer sa pratique. Il s'agit de « déterminer des possibles » et « d'éclairer un processus de changement des pratiques » grâce à la mise en place d'innovations contrôlées, de construire un « cadre explicite d'hypothèses et d'actions » qui vise à permettre le contrôle et la transférabilité des innovations mises en œuvre. Les recherches de faisabilité sont donc des recherches, avant tout pragmatiques. Elles sont collaboratives car elles impliquent une collaboration entre chercheurs et praticiens qui conçoivent les situations d'apprentissage observées et/ou les ressources qui sont utilisées, les mettent en œuvre avec leur public et expriment leurs points de vue sur les choix didactiques qui ont présidé à cette conception. Une caractéristique centrale est donc un ancrage très fort dans les pratiques des acteurs de terrain. Ce qui est visé c'est une légitimation des savoirs produits du point de vue de leur capacité à provoquer des changements et de leur acceptabilité par les acteurs de terrain. Le principal risque inhérent à ce type d'approche est un enfermement dans une logique d'innovation. En effet, s'il y a un changement de perspective par rapport à celle du praticien, lié en particulier à la construction de cadres d'analyse de ces innovations, une telle approche reste néanmoins centrée sur la production de *savoirs d'action* (c'est-à-dire de savoirs pour l'action). Il y a donc également un risque d'enfermement dans une posture qui serait de nature strictement praxéologique. Les questions posées sont celles du maintien de la distance entre réflexion et action, de la validité des résultats obtenus dans le cadre d'innovations suscitées par la pratique et de la pertinence des savoirs produits pour interpréter d'autres situations d'apprentissage.

Une seconde approche décrite par Astolfi (*Ibid.*) s'apparente à la démarche du géologue qui, sur le terrain, relève les indices qui lui permettront d'écrire l'histoire de la région qu'il étudie. Non pas la seule et définitive histoire géologique mais l'histoire la plus probable dans l'attente de la collecte de nouveaux indices ou d'une interprétation renouvelée d'indices connus. De telles recherches relèvent de l'herméneutique. Ce sont des *recherches de signification*. Elles visent la « construction du sens » (Astolfi, 1993), c'est-à-dire une élaboration théorique permettant d'interpréter les situations d'apprentissage observées et, plutôt que de dire le vrai ou le faux, leur interprétation vise à en dégager la cohérence interne. Pour la conduite de telles observations, il est nécessaire d'étudier des situations spécifiques d'apprentissage construites, ou pas, à des fins de recherche mais qui mobilisent des échantillons de tailles nécessairement réduites. Cela limite la portée des résultats obtenus mais permet, *a contrario*, d'observer de manière précise les effets des innovations proposées. Les données recueillies permettent en effet de documenter le déroulement des séances et d'en proposer une interprétation cohérente. Elles permettent également de mesurer les écarts entre les objectifs initiaux et le déroulement réel du travail de l'apprenant afin de déterminer les variables didactiques de la situation, c'est-à-dire les éléments dont la modification serait susceptible d'entraîner des changements importants dans la situation d'apprentissage. Les outils d'analyse conçus pour rendre compte des situations observées doivent eux-mêmes être discutés du point de vue de leur fiabilité et de leur fidélité.

Les recherches de régularité (*nomothétiques*) visent l'administration de la preuve fondée sur la caractérisation ou l'expérimentation de situations dont les variables seraient parfaitement contrôlées par l'expérimentateur. Elles reposent sur des paradigmes expérimentaux visant à comparer plusieurs modalités éducatives. C'est ce type d'approche que Dehaene (2011) préconise

pour les recherches dans le champ de l'éducation : « seule la comparaison rigoureuse de deux groupes d'enfants dont l'enseignement ne diffère que sur un seul point permet de certifier qu'un facteur a un impact sur l'apprentissage ». On peut néanmoins objecter que l'importance de l'administration de la preuve en science a été relativisée par Khun (1962). Toute théorie scientifique contient un cœur, un paradigme, qui est la partie qui ne peut être remise en question. Ainsi, toute anomalie par rapport au paradigme conduira les chercheurs à rechercher des hypothèses permettant de protéger le paradigme. De plus, toute perception, toute observation, est liée à une intention. Il n'y a donc pas de faits en soi, mais des faits observés, choisis, sélectionnés. Tout énoncé d'observation est donc faillible et dépend d'une théorie. « Rien n'est donné, tout est construit » écrivait Bachelard (1938). Par ailleurs, considérer l'apprentissage comme un processus pouvant être « impacté » par différents facteurs, et en particulier les technologies, est probablement réducteur. En effet, comme le souligne Levy, la technique est moins une entité réelle, qui agit par elle-même qu'un point de vue sur les phénomènes humains :

*« Les rapports véritables ne se nouent pas entre « la » technologie (qui serait de l'ordre de la cause) et « la » culture (qui en subirait les effets) , mais entre une multitude d'acteurs humains qui inventent, produisent, utilisent et interprètent diversement des techniques. »
(Levy, 1997 p. 23)*

On peut également ajouter que, dans le champ de la recherche en éducation, la complexité des objets d'étude rend généralement illusoire la conception de situations épurées et reproductibles et donc l'inscription des recherches dans un paradigme expérimental. Ainsi, en accord avec Astolfi (1993) qui oppose, à une recherche qui confirme ou infirme, une recherche qui affine et différencie des présupposés mis à l'épreuve de la réalité, il nous semble difficile d'inscrire notre travail dans une logique d'administration de la preuve.

« La pensée du vivant doit tenir du vivant l'idée du vivant » écrivait Canguilhem (1965) pour mettre en garde contre le risque épistémologique rencontré par les sciences de la vie lorsqu'elles considèrent les êtres vivants comme des machines dont les principes pourraient être déduits de leurs caractéristiques physiques et biochimiques. Ce précepte pourrait être utilement transposé à notre champ de recherche. Pour étudier le jeu, un réductionnisme ontologique est possible, mais ce réductionnisme est impuissant à prendre totalement en compte ce qu'est l'essence du jeu s'il en nie le caractère téléonomique et subjectif. Le chercheur est alors confronté à une difficulté majeure qui est de capturer le caractère subjectif de l'expérience ludique. « La reconnaissance d'un *a priori* ludique, en quoi culmine l'analyse du phénomène jeu, coïncide avec l'aveu d'impuissance d'une phénoménologie du jeu. » écrivait Henriot (1969 p. 82). Par ailleurs, il nous faut prendre en compte que les sciences de l'éducation sont des sciences appliquées (Barab et Squire, 2004) dont les résultats théoriques sont nécessaires pour que le praticien, en tant qu'ingénieur, fonde sa pratique sur des modèles documentés, formalisés et éprouvés par la recherche. Mais aussi et surtout, il nous faut prendre en compte la complexité de notre objet d'étude. Cette complexité résulte du caractère non déterministe du processus d'apprentissage. Elle résulte également de l'organisation hiérarchique des systèmes au sein desquels l'apprentissage se déroule. Ce qui se passe, lorsque le *ludant* joue, dépend de la situation didactique élaborée dans la classe par l'enseignant, qui elle-même dépend des niveaux organisationnels que sont l'établissement scolaire et le système éducatif dans son ensemble au travers en particulier du curriculum (niveau *noosphérique*).

L'approche que nous avons retenue pour notre propre travail vise à articuler des visées pragmatiques et heuristiques en s'inscrivant dans le courant du *design-based research* (Design-Based Research Collective, 2003; Wang et Hannafin, 2005) qui fournit des outils méthodologiques utiles pour nos travaux. Nous proposons de traduire cette expression par *recherche orientée par la conception*. Dans cette section, nous développons les arguments qui nous ont conduit à effectuer de tels choix et nous décrivons comment ils se traduisent dans notre travail tout en soulignant leurs limites. Ce travail nous conduit à proposer un modèle pour lequel l'idée de partage de praxéologies entre chercheurs et praticiens est au cœur de notre paradigme méthodologique. Notre projet n'est pas de prétendre qu'il n'existe qu'une seule voie pour conduire des recherches en éducation, d'exclure d'autres approches méthodologiques qui s'apparenteraient à un travail de laboratoire. Nous croyons que différents paradigmes peuvent coexister et nous nous défions de toute posture hégémonique dans ce domaine. Néanmoins, nous souhaitons nous positionner, d'un point de vue épistémologique, en explicitant les méthodologies qui nous semblent prometteuses pour l'étude des *jeux épistémiques numériques*. Ces méthodologies sont ancrées dans un courant ancien qui correspond aux démarches participatives en sciences humaines.

6.1 Fondements historiques : démarches participatives en sciences humaines

"Action research aims to contribute both to the practical concerns of people in an immediate problematic situation and to the goals of social science by joint collaboration within a mutually acceptable ethical framework." (Rappoport, 1970)

Cette section est consacrée à brosser les grandes lignes d'une phylogénèse des démarches participatives en sciences humaines. Une revue de la littérature permet de montrer que, si les approches méthodologiques retenues par les chercheurs dans le champ de l'éducation qui se réclament d'une telle approche sont en réalité très diverses, elles plongent toutes leurs racines dans un terreau commun qui fonde l'approche ethnologique.

Historienne et ethnologue, Germaine Tillion est amenée, dans les années 1930, à élaborer une méthode ethnologique qui vise un équilibre entre identification et distanciation par rapport aux populations qu'elle étudie. Vivant au milieu de populations d'Afrique du Nord qui sont également son objet d'étude, elle souligne la difficulté, pour l'ethnologue, d'articuler données objectives et expériences subjectives :

" Dans les sciences dites exactes, lorsqu'un chercheur observe un phénomène au microscope, on distingue : l'œil qui regarde, l'instrument dont il se sert, l'objet qu'il étudie — tandis qu'une noble froideur (dite scientifique) préside à l'opération... Dans les sciences humaines, au contraire, l'observateur, la lunette grossissante et le microbe qui s'agite sur la plaque de verre ne sont séparés que par d'incertaines cloisons, tandis que l'« expérience » (souvent faite « à chaud ») remplit de buée les microscopes, et communique aux préparateurs l'énerverment des bactéries." (Tillion, 2009)

La « noble froideur » et l'objectivité scientifique qu'elle attribue aux sciences dites exactes ont été largement mises à mal par des travaux d'épistémologues tels que Feyerabend (1979) ou de sociologues comme Latour et Woolgar (1988) mais, si on s'en tient aux sciences humaines :

« Les rapports « scientifiques » — c'est-à-dire basés sur l'observation des autres — sont faux et factices : pour connaître une population il faut à la fois la « vivre » et la « regarder ». » (Tillion, 2009)

Ce que souligne ici Tillion, c'est la nécessité de prendre en compte l'autonomie du sujet en tant qu'objet d'étude et de clarifier les rapports qui lient le chercheur et la population qu'il étudie. Dans le domaine de l'éducation, ces questions ont été abordées par un courant qui s'appuie sur des méthodologies dites collaboratives. Pour Desgagné (1997), les **recherches collaboratives** impliquent une démarche de co-construction entre chercheurs et praticiens. Cette co-construction concerne la mise en place d'un dispositif qui permet d'investiguer une question par le recueil et l'analyse de données. *In fine* la collaboration porte sur la production de connaissances nouvelles. Les recherches collaboratives visent un double objectif. Il s'agit d'une part de produire des connaissances et, d'autre part, de permettre le développement professionnel des praticiens engagés dans la recherche. Desgagné (*Ibid.*) relève que ces recherches rejoignent donc le concept d'*enseignant-chercheur* développé par Elliott (1976, 1990) L'enseignant est considéré comme un *praticien réflexif* qui aborde sa pratique dans une perspective d'amélioration continue basée sur le recueil et l'analyse de données permettant d'évaluer et de comprendre les conséquences des choix effectués. Cet aspect a depuis été repris et développé dans le cadre du courant Nord-Américain qualifié de *Scholarship of Teaching and Learning* (Leeds-Huwitz et Hoff, 2012; Rege Colet, McAlpine, Fanghanel, et Weston, 2011) en particulier pour ce qui concerne le développement professionnel des enseignants du supérieur. Ces recherches rejoignent également le concept de *recherche agissante* (Giddens, 1987) c'est-à-dire s'inscrivant dans un paradigme pragmatique au sens d'Astolfi (1993). Enfin, toujours selon Desgagné (*Ibid.*), la recherche collaborative « contribue au rapprochement, voire à la médiation entre communauté de recherche et communauté de pratique ». On pourrait également ajouter qu'elle contribue au besoin de *“to narrow the cultural divide between teachers and researchers”* (Eisenhart et DeHaan, 2005).

Ces questions avaient été prises en compte par un courant méthodologique qualifié de **recherche-action** dont Lewin (1946) est l'un des principaux initiateurs. Dès 1953, Corey avançait l'idée que toute recherche en éducation ne pouvait s'envisager qu'avec les enseignants. Très tôt, la recherche action est considérée comme une recherche collaborative.

Bargal (2006) identifie huit principes pour la recherche action. Certains de ces principes ont trait aux relations entre chercheurs et praticiens. Ce sont en particulier les aspects qui relèvent de leur collaboration dans la mise en œuvre de la recherche, des valeurs et des objectifs partagés ainsi que des interactions qui s'établissent. D'autres principes concernent les modalités de mise en œuvre de la recherche telles que son caractère systématique et parfois expérimental, sa dimension itérative et les évolutions qu'elle implique en termes de positionnement, de changement et de développement professionnel des acteurs. Enfin, certains principes portent sur les objectifs de la recherche qui visent avant tout le développement d'outils pour la résolution d'un problème posé dans le champ des

sciences humaines et la formation des acteurs de terrain. Cette définition renvoie à un courant de la recherche-action de tradition anglo-saxonne dont les visées sont avant tout pragmatiques.

Néanmoins, une des définitions de la recherche-action les plus citées (Susman et Evered, 1978) se réfère à ses visées pragmatiques et heuristiques :

“Action research aims to contribute both to the practical concerns of people in an immediate problematic situation and to the goals of social science by joint collaboration within a mutually acceptable ethical framework.” (Rappoport, 1970)

En ce sens, elle est rejointe par un courant méthodologique de tradition francophone qui a émergé à la fin des années quatre-vingt en mettant d'emblée l'accent sur une double visée pragmatique et théorique :

« Il s'agit de recherches dans lesquelles il y a une action délibérée de transformation de la réalité ; recherches ayant un double objectif : transformer la réalité et produire des connaissances concernant ces transformations. » (Hugon et Seibel, 1988)

Au regard des différents principes énoncé par Bargal (2006), il apparaît alors que l'expression recherche-action dont se recommandent de nombreux chercheurs désigne des réalités différentes et un courant méthodologique hétérogène. Parfois, l'expression est également utilisée pour afficher une position de principe peu étayée épistémologiquement. C'est ce que souligne Desgagné lorsqu'il écrit :

“Les termes de partenariat, de collaboration, voire de recherche-action, sont devenus des concepts passe-partout en éducation ; ils recouvrent une certaine zone de croyances liées à la pertinence, pour les chercheurs universitaires, de s'associer, d'une façon ou d'une autre, aux praticiens pour développer les connaissances en éducation.” (Desgagné, 1997)

La question centrale de la nature des rapports qui lient chercheurs et praticiens, est abordée de manière distincte par les chercheurs qui s'inscrivent dans ce courant de recherche. Ainsi, pour Bargal (2006) :

“Action research implies continuous cooperation between researchers and practitioners.”

Alors que pour Corbillon et Rousseau (2005), le chercheur est un prescripteur et le praticien un exécutant plus ou moins docile :

« Dans la position « classique », l'équipe de recherche assure l'élaboration des outils, la démarche conceptuelle, le recueil et l'analyse des résultats, puis cède aux décideurs et aux praticiens l'initiative d'adapter les connaissances produites, voire les instruments, au contexte local. »

Ces mêmes auteurs distinguent, parmi les protagonistes impliqués, les commanditaires de la recherche, et, une des difficultés pour la mise en place d'une recherche-action réside dans la réduction des écarts entre les différents participants à la recherche. Enfin, pour d'autres, la recherche-action est avant tout affaire de praticiens et elle est assimilée à une pratique réflexive en

lien avec le développement professionnel (Mills, 2003). L'intérêt de la recherche-action collaborative réside dans le fait les collaborations qui se mettent en place permettent la rencontre entre les savoirs du praticien et ceux du chercheur qui peuvent alors se réorganiser (Brydon-Miller, Greenwood, et Maguire, 2003). Les connaissances théoriques des chercheurs sont confrontées et articulées avec celles des praticiens et les résultats obtenus peuvent être soumis à la critique des acteurs locaux, considérés comme les personnes les plus à même de les interpréter (Brydon-Miller et al., 2003). Le travail d'investigation est alors conduit de manière collaborative et ces acteurs locaux sont considérés comme participants à part entière et à égalité des chercheurs (Stringer, 2007). Les difficultés pour mettre en place ce type de collaboration a conduits certains auteurs à proposer d'inclure cette dimension dans la formation des chercheurs en éducation en soulignant : « *the importance of the interaction between aspiring education researchers and practitioners*» (Eisenhart et DeHaan, 2005).

En ce qui concerne les rapports qui lient chercheurs et praticiens, les points de vue des différents auteurs s'inscrivent donc sur un continuum entre des travaux de recherche collaboratifs nécessitant des interactions continues pouvant conduire à une certaine confusion des rôles et des travaux pour lesquels les liens entre chercheurs et praticiens, beaucoup plus lâches, se traduisent par une nette distinction des rôles et responsabilités.

La notion de praticien elle-même est variable selon les auteurs. Mills (2003) retient une acception large qui va bien au-delà des enseignants confrontés aux élèves :

“Action research is any systematic inquiry conducted by teachers, researchers, principals, school counselors, or other stakeholders in the teaching/learning environment.”

Si bien que, pour ce même auteur, l'échantillon concerné par la recherche peut être une classe ou une école dans son ensemble.

Lorsqu'il s'agit de véritables travaux de recherche et non pas de simples pratiques réflexives, les praticiens ne se limitent pas à livrer des données aux chercheurs ou à donner leur avis sur les conclusions tirées des travaux mais sont véritablement partie prenante de la recherche qui est menée. L'approche collaborative nécessite donc une implication des praticiens en tant que co-chercheurs sur l'ensemble du processus, de la récolte des données jusqu'à leur interprétation et leur diffusion, alors que l'approche collégiale implique des interactions qui peuvent se traduire par une véritable fusion des rôles (Biggs, 1989). Engeström (2007) a souligné qu'une recherche qui conduirait des praticiens à appliquer sur le terrain des innovations conçues par des chercheurs ne prendrait pas en compte les enseignements des sociologues qui montrent la résistance les terrains investis par la recherche et les réinterprétations et surprises qui surviennent. Quoi qu'il en soit, un chercheur impliqué dans une recherche-action est en position d'équilibriste car « à la fois dedans (engagé) et dehors (en extériorité) » (Boutanquoi, 2012).

La recherche action cible avant tout des visées pragmatiques et il s'agit de résoudre un problème qui se pose dans un milieu de pratique (Reason et Bradbury, 2001; Stringer, 2007). C'est alors un processus qui relève d'une démarche de résolution de problème qui se développe :

"It proceeds in a spiral of steps, each of which is composed of a circle of planning, action and fact finding about the results of the action" (Bargal, 2006 p. 206)

La validité des résultats est mesurée à l'aune de leur efficacité pour nourrir l'action (Brydon-Miller et al., 2003) mais l'un des points faibles de la recherche-action est son caractère local et les difficultés rencontrées pour en généraliser les résultats (Brydon-Miller et al., 2003). Un des enjeux méthodologiques majeurs des recherches en éducation réside donc dans la capacité de surmonter les difficultés pour étendre le domaine de validité des modèles produits par des travaux très contextualisés.

Du point de vue des objectifs de la recherche-action, nombreux sont les travaux qui mentionnent que cette collaboration entre chercheurs et praticiens vise à permettre que la pratique soit fondée sur des connaissances théoriques valides (O'Brien, 2001). Il s'agit de combler le hiatus qui sépare théorie et pratique, savoir et action (Noffke, 1997), action et réflexion (Reason et Bradbury, 2001). Dans divers secteurs, mais plus particulièrement dans ceux de la santé et de l'éducation, des tentatives pour combler ce hiatus ont conduit à la mise en place de dispositifs qui visent la *mobilisation des connaissances* c'est-à-dire « *the direct use of research to make decisions [and] the many ways that research is used indirectly* » pour la prise de décisions (Nutley, Walter, et Davies, 2007 p. 2). La *mobilisation des connaissances* est également parfois décrite non pas comme une relation univoque entre chercheurs et praticiens permettant de fonder les décisions des praticiens sur les résultats de la recherche (*evidence based policy*) mais comme résultant d'une stratégie de mise en réseau, d'échange et de valorisation des divers savoirs (recherches, pratiques, expériences et cultures) (Elissalde, Gaudet, et Renaud, 2010).

Sur le volet des modalités de mise en œuvre de la recherche, le point qui est systématiquement souligné est le fait que la recherche-action est conduite en conditions qualifiées d'écologiques, réelles (O'Brien, 2001), non-artificielles, naturelles (Johnson, 2011). Ce point est également souvent mis en avant pour souligner l'intérêt de travaux prenant en compte la richesse et la complexité du contexte étudié, par opposition à des travaux qualifiés « de laboratoire » contraints au réductionnisme, et qui laissent planer des doutes quant à la pertinence des résultats qu'ils produisent pour comprendre une réalité complexe et éclairer l'action du praticien. Mais ce type d'approche se heurte à des obstacles institutionnels voire matériels (Corbillon et Rousseau, 2005). Ainsi, en 2005, dans son rapport annuel sur l'état et les besoins de l'éducation 2004-2005, le Conseil Supérieur de l'Éducation du Québec déplorait :

« Une des difficultés majeures est qu'il existe peu de lieux de transfert où les chercheurs et les praticiens peuvent collaborer pour trouver des solutions éducatives à partir de leurs expertises » (Conseil supérieur de l'éducation, 2005) p.25

De 1976 à 2010, en France, l'Institut national de recherche pédagogique a tenté de jouer ce rôle en s'appuyant sur son réseau national d'enseignants associés qui a pu compter jusqu'à 4000 enseignants en 1985. Un colloque, organisé à Paris du 22 au 24 octobre 1986 sur la recherche-action, a donné lieu à un compte rendu rédigé par Hugon et Seibel pour le second numéro de la revue Recherche et Formation (Hugon et Seibel, 1987). Constitué comme un lieu d'élaboration et de partage des connaissances où des acteurs de terrain « apportent l'expérience que la recherche doit

permettre d'objectiver sous la responsabilité de chercheurs » (Best et Bon, 2010), la scientificité des travaux de l'INRP fondés sur la recherche-action a été décriée et l'Institut est resté largement ignoré par ses tutelles, jusqu'à sa dissolution qui a conduit à la création de l'Institut français de l'éducation intégré dans l'École normale supérieure de Lyon en janvier 2010.

6.2 Ingénierie didactique et Design-Experiment : articuler théorie et pratique

L'**ingénierie didactique**, qui émerge au début des années quatre vingt, apparaît comme une tentative de formaliser, pour une didactique des mathématiques encore naissante, une méthodologie capable de dépasser les écueils rencontrés par la recherche-action et d'introduire une dimension expérimentale dans les recherches conduites en conditions écologiques :

« Ainsi donc, finalement, il s'agit d'une part de se dégager de rapports entre recherche et action pensés soit en terme d'innovation, soit par l'intermédiaire de la notion de recherche/action pour affirmer la possibilité d'une action rationnelle sur le système basée sur des connaissances didactiques préétablies, d'autre part de marquer l'importance de la "réalisation didactique" en classe comme pratique de recherche, à la fois pour des raisons liées à l'état de jeunesse de la recherche didactique et pour répondre à des besoins permanents, eux, de mise à l'épreuve des constructions théoriques élaborées » (Artigue, 1996) (p.246).

En tant que méthodologie de recherche, l'ingénierie didactique s'inscrit donc explicitement en rupture avec la recherche-action. Elle vise à expliciter le rôle des réalisations didactiques en classe pour la recherche. Les questions de la prise en compte de la complexité et la nécessité de conduire des travaux en conditions écologiques sont mises en avant (Ibid.).

Dans un texte présenté lors de la seconde école d'été de didactique des mathématiques, Chevallard (1982) avait introduit l'ingénierie didactique comme une condition plutôt qu'un moyen de la recherche en soulignant le rôle clef que joue l'ingénieur en articulant théorie et pratique. Adossées à la théorie, les réalisations de l'ingénieur n'en sont pas une simple réification mais viennent l'abonder en résolvant des problèmes qui se posent empiriquement. L'ingénierie constitue donc l'occasion d'interagir avec un objet d'étude pour connaître empiriquement cet objet. En ce sens, l'ingénierie didactique consiste à faire jouer aux réalisations dans la classe le rôle d'une phénoménotechnique, au sens que donne Bachelard à ce terme (Bachelard, 1938), qui permet d'anticiper empiriquement ce que la théorie n'a pas encore formalisé. Pour Chevallard l'ingénierie didactique doit être pensée comme une articulation épistémologique qui vient combler un vide entre les deux pôles de la recherche-action.

Chevallard adresse deux critiques à la recherche-action. Une d'entre-elles concerne l'innovation, l'autre, la recherche-action en tant que telle. Pour Chevallard, innover ne signifie pas simplement proposer une solution nouvelle. C'est une pratique fondamentale de l'ingénieur qui l'amène à enrichir un répertoire de pratiques sociales. Mais Chevallard se défie de l'innovation car :

« L'innovation, comme valeur idéologique, ne prend son essor que parce que l'absence d'une histoire scientifique dans le domaine de l'éducation laisse libre cours à toutes les prétentions [...] la pesée dans les consciences et dans les pratiques de l'obsession

innovatrice empêche le « décollage » d'une histoire propre au champ concerné, en interdisant d'en constituer les objets d'un savoir progressif.» (Chevallard, 1982)

Sur le plan de la recherche-action proprement dite, Chevallard accepte l'idée de la dualité des intentionnalités mais dénie le fait qu'il puisse s'établir un équilibre et insiste sur le risque de corruption de la signification tant de la recherche que de l'action. Ainsi l'ingénierie didactique est une dialectique de la construction et de l'étude de l'objet :

« il faut organiser pratiquement et penser théoriquement notre lien et notre interaction avec notre « objet d'étude ». » (Chevallard, 1982).

L'ingénierie didactique, conçue comme méthodologie de recherche, a été formalisée par Artigue (1996) comme une « mise à l'épreuve des constructions théoriques élaborées dans les recherches, par l'engagement de ces constructions dans un mécanisme de production » (ibid. p. 246). C'est un processus qui s'organise selon quatre phases qui constituent un « schéma expérimental » :

- analyses préalables, de natures épistémologique, cognitive ou didactique, qui s'appuient sur un corpus théorique préalablement établi et permettant de formuler des hypothèses ;
- conception et *analyse a priori* en prenant en compte les variables didactiques jugées pertinentes au regard des hypothèses formulées ;
- Expérimentation en conditions écologiques permettant le recueil de données résultant principalement des observations réalisées in situ et des productions des élèves ;
- Analyse *a posteriori* et validation permettant d'analyser les données recueillies et un retour sur les hypothèses qui peut conduire à leur invalidation si des distorsions sont relevées entre analyses *a priori* et analyses *a posteriori*.

Artigue (1996) qualifie l'ingénierie didactique de méthodologie interne, c'est-à-dire interne au système étudié. Elle peut être complétée par des méthodologies dites externes telles que des entretiens ou des questionnaires.

Du point de vue des rapports qui lient chercheur et praticien dans le cadre de l'ingénierie didactique, on retrouve ici les questions soulevées par (Engeström, 2007) sur la prise en compte des enseignants dans le processus de recherche. Ceux-ci sont considérés comme de simples exécutants des ingénieries réalisées par les chercheurs. La fidélité supposée des séances qu'ils mettent en œuvre ne prend pas suffisamment en compte l'importance de la part d'eux-mêmes que mettent les acteurs dans la mise en œuvre d'une situation d'apprentissage :

"This linear view ignores what sociologists teach us about interventions as contested terrains, full of resistance, reinterpretation and surprise from the actors below" (Engeström, 2007).

Dès 1989, Arsac avait identifié ce verrou méthodologique en soulignant que des variations dans les tâches réalisées par l'enseignant au niveau *micro* pouvaient se traduire par des effets au niveau *macro* tout en proposant que cette dimension soit intégrée dans l'analyse *a priori* de la situation :

« Le chercheur se heurte au fait que l'enseignant qui expérimente une situation conçue par le premier "interprète" la situation. Cette interprétation de l'enseignant, qui se traduit concrètement par des initiatives imprévues pendant le déroulement de la séance de classe, nous semble devoir être prise comme objet d'étude en elle-même et non comme une sorte de "bruit" inévitable dans l'expérimentation. » (Arsac, 1989)

Née en France, discutée dans des travaux essentiellement rédigés en français, l'ingénierie didactique ne semble pas avoir diffusé hors du monde francophone bien que des traductions des travaux d'Artigue aient été assez tôt disponibles (Artigue, 1992). Néanmoins, dans les années quatre-vingt-dix, des chercheurs anglo-saxons développent un courant méthodologique qui présente de fortes similarités avec l'ingénierie didactique. Ce courant, le *design experiment* (Brown, 1992) consiste, comme l'ingénierie didactique, dans une tentative de formaliser la place des réalisations didactiques dans le cadre d'un processus de recherche et de développer la dimension expérimentale des travaux conduits. Plus récent, plus centré sur des questions pragmatiques liées à l'élaboration de modèles de conception, et moins abouti du point de vue de sa formalisation que l'ingénierie didactique, ce type de méthodologie apparaît, dans le monde anglo-saxon, et de manière parallèle au développement de l'ingénierie didactique en France, sous des versions et appellations diverses (Collins, 1992; Edelson, 2002; Wang et Hannafin, 2005) telles que *design experiment* (Brown, 1992; Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer, et Schauble, 2003; Collins, 1992), *design research* (Cobb, 2001), *development research* et *developmental research* (Richey et Klein, 2007; van den Akker, 1999) ainsi que *formative research* (Reigeluth et Frick, 1999).

Dans son article séminal, Brown (1992) pose les bases du *design experiment* en l'inscrivant dans un paradigme qui vise à articuler des visées pragmatiques et heuristiques en élaborant un dispositif éducatif afin de l'étudier de manière expérimentale. La méthodologie consiste à introduire des variables nouvelles dans la situation (nouveau rôle pour l'enseignant, introduction d'une technologie...) et d'en apprécier les effets. Du point de vue des objectifs de la recherche il s'agit donc de :

"to investigate how different learning environment designs affect dependent variables in teaching and learning" (Collins, Joseph, et Bielaczyc, 2004)

Divers auteurs ont précisé ce schéma expérimental et c'est alors plutôt le terme *design research* qui est retenu pour souligner la volonté de formaliser le cadre méthodologique (Phye, Robinson, et Levin, 2005). Pour Richey et Klein (2007) les modèles conçus (ou développés) dans le cadre des telles approches sont centraux car ils permettent de combiner les visées pragmatiques et heuristiques de la recherche.

"We are defining design and development research here as the systematic study of design, development and evaluation processes with the aim of establishing an empirical basis for the creation of instructional and non-instructional products and tools and new or enhanced models that govern their development." (p.1)

Ces mêmes auteurs identifient sept éléments sur lesquels s'appuie la recherche : (a) l'apprenant et la manière dont il apprend, (b) le contexte dans lequel se déroule l'apprentissage, (c) les contenus d'apprentissage et la manière dont ils sont présentés, (d) les stratégies d'enseignement de

l'enseignant, (e) les technologies utilisées et (f) les expérimentateurs eux-mêmes et les visées de leurs travaux. Comme pour la recherche-action, le fait que les travaux soient conduits en conditions écologiques pose la question de la caractérisation du contexte dans lequel l'expérimentation est menée (O'Donnell, 2004).

Outre la critique formulée par (Engeström, 2007) et relevée plus haut sur la question des rapports entre le chercheur et le praticien, une seconde critique formulée par le même auteur porte sur le fait que, le *design experiment* accorde une trop grande importance au processus de conception (par lequel débute la recherche) au détriment de la problématisation de la question travaillée :

"The making of the design in the first place is not even included in the methodology. Thus, there is no need to problematize the issue of who makes the design and guided by what theory or principles". (Engeström, 2007)

C'est une critique qui a été très souvent adressée aux recherches de type recherche-action effectivement souvent principalement motivées par des visées pragmatiques (la mise à l'épreuve d'une façon d'enseigner, la formation des enseignants qui collaborent...) plutôt que heuristique.

Le travail de recherche que nous avons mené dans le cadre de notre mémoire de DEA s'inscrivait explicitement dans une approche de type ingénierie didactique au sens que lui donne Artigue (Artigue, 1988) : articuler « une analyse a priori qui conduit à concevoir une situation d'apprentissage et une analyse a posteriori de cette situation ». *L'élaboration théorique (ibid.)* que nous avons conduite portait sur la modélisation de la situation d'apprentissage sous la forme d'une *situation didactique* (Brousseau, 1998b). La mise à l'épreuve de cette construction théorique consistait dans l'expérimentation en classe de cette situation. Il s'agissait d'éprouver la pertinence de notre analyse *a priori* en analysant d'une part les écarts entre les tâches prescrites par l'enseignant et l'activité des élèves et, d'autre part, les difficultés que rencontrent les élèves et les apprentissages réalisés.

Ce travail nous avait ainsi amené à élaborer une situation d'apprentissage faisant l'objet d'une expérimentation contrôlée. Le travail de conception portait en particulier sur une situation de jeu intégrant *Chronocoupe*, un jeu visant l'apprentissage du raisonnement diachronique en sciences de la Terre (Sanchez, 2003b). Ainsi, dès nos premiers travaux de recherche, nous nous étions orientés vers des méthodologies permettant de conduire un travail de recherche empirique en conditions écologiques. Néanmoins, si ce type d'approche avait pu montrer son intérêt dans le cadre d'une situation d'apprentissage très limitée dans le temps, portant sur des contenus bien circonscrits et pour laquelle la latitude laissée à l'enseignant était étroite, elle montrait également ses limites dans la mesure où elle ne permettait pas de formaliser le rôle de l'enseignant dans le processus de recherche. C'est à cet écueil que nous avons été confrontés dans notre travail de thèse. Les ingénieries qui avaient été élaborées étaient d'une complexité beaucoup plus grande et plus soumises aux aléas des décisions didactiques des enseignants que ne l'était l'ingénierie didactique conçue dans le cadre de notre stage de DEA. Au final, les rapports entre enseignants et chercheurs étaient peu formalisés et cette question restait non résolue d'un point de vue théorique alors même que le travail collaboratif avec les enseignants était au cœur de notre cadre méthodologique. C'est ce point que nous développons dans le modèle que nous proposons plus loin.

Ingénierie didactique et *design-experiment* apparaissent comme deux versions d'un même courant méthodologique nées indépendamment dans les contextes de la didactique de tradition française d'une part et de communautés de chercheurs en éducation anglo-saxons d'autre part. Ingénierie didactique et *design-experiment* apparaissent comme des tentatives de réduire la distance qui sépare théorie et pratique en concevant des situations de classe considérées comme des dispositifs de nature expérimentale fondés sur les modèles des sciences de l'éducation produits par la recherche. En ce sens, ces dispositifs relèvent du *research-based design* pour lequel c'est l'activité de conception qui prime.

6.3 La recherche orientée par la conception comme approche méthodologique

" Si l'on veut connaître le goût d'une poire, il faut la transformer en la goûtant."
(Mao)

Les approches de type design-based research qui ont émergées en Amérique du Nord au début des années deux mille et qui sont aujourd'hui partagées par de nombreux chercheurs ne constituent pas un courant homogène. Elles permettent néanmoins de formaliser les relations qui lient l'action et la recherche et constituent un cadre méthodologique prometteur pour l'étude de l'usage des technologies en général et des jeux épistémiques numériques en particulier.

6.3.1 Recherche et développement expérimental dans le champ de l'éducation

Le contexte de travail au sein de l'INRP puis de l'IFÉ, notre expérience de praticien, enseignant et formateur, nous a conduit à poursuivre le travail de formalisation des méthodologies de recherches collaboratives et les méthodologies développées dans nos derniers travaux empruntent explicitement au *design-based research*. Né au début des années deux-mille, le collectif *Design-Based Research Collective* (2003) développe une vision de la recherche en éducation considérée comme une recherche appliquée et propose une synthèse de différents courants méthodologiques qui ont en commun d'afficher leurs visées pragmatiques et collaboratives :

"We define design-based research as a systematic but flexible methodology aimed to improve educational practices through iterative analysis, design, development, and implementation, based on collaboration among researchers and practitioners in real-world settings, and leading to contextually-sensitive design principles and theories. The five basic characteristics: (a) pragmatic; (b) grounded; (c) interactive, iterative, and flexible; (d) integrative; and (e) contextual" (Wang et Hannafin, 2005)

Les méthodologies de type *design-based research* consistent dans la conduite d'un processus itératif qui articule des phases de conception d'interventions éducatives qui peuvent prendre la forme de d'artefacts, de dispositifs techno-pédagogiques ou de programmes éducatifs de leur mise en œuvre à des niveaux variés tels que une activité de classe, une séance, un programme ou des interventions à l'échelle de l'établissement scolaire et l'analyse des résultats de ces pratiques éducatives réalisées de manière collaborative entre chercheurs et praticiens. Dans le domaine des usages du numérique dans l'éducation, la DBR a des parentés avec des méthodologies de design de produits manufacturés

ou de logiciels qui visent à prendre en compte l'utilisateur final en l'intégrant dès les premières étapes de la conception telles que les méthodes agiles (Highsmith, 2002), participatives ou centrées utilisateur (Norman et Draper, 1986). Néanmoins, les objectifs de la DBR ne sont pas limités à la question de la conception. Si les visées sont bien pragmatiques, car il s'agit de concevoir un dispositif techno-pédagogique, de produire des résultats pouvant éclairer la pratique, elles sont surtout heuristiques, car les expérimentations qui sont conduites visent à éprouver les modèles théoriques élaborés par la recherche, à les raffiner et, éventuellement, à en construire de nouveaux. Une traduction française de l'expression DBR pourrait être *recherche et développement expérimental*, terme que nous empruntons au manuel de Frascati (OCDE, 2002) consacré à la recherche développement :

« La recherche et le développement expérimental (R-D) englobent les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme des connaissances, y compris la connaissance de l'homme, de la culture et de la société, ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour de nouvelles applications. » (OCDE, 2002 p. 34)

Il s'agit de souligner que l'objectif est bien de produire, dans le champ de l'éducation, des connaissances ou de lever des incertitudes théoriques (recherche) dans le cadre de travaux finalisés conduisant à la conception de dispositifs techno-pédagogiques (développement) en conduisant des travaux empiriques mis en œuvre pour tester des hypothèses, moins en exerçant un contrôle sur les variables en jeu qu'en caractérisant la situation étudiée (expérimental). Nous conservons néanmoins ici l'expression anglaise *design-based research* qui est aujourd'hui largement utilisée y compris dans les milieux de recherche francophones en la traduisant par l'expression *recherche orientée par la conception* (ROC). La *design-based research* se distingue de l'ingénierie didactique et du *design-experiment* par la manière dont sont articulées pratique et recherche. Il ne s'agit plus ici de considérer la pratique seulement comme une condition de la recherche mais également comme un moyen mis à la disposition du chercheur. Nous en discutons ici les différentes dimensions telles qu'elles ont été énoncées initialement par Wang et Hannafin (2005) en les reformulant et en prenant en compte les points de vue d'autres chercheurs qui s'inscrivent dans ce paradigme méthodologique. Cela nous amènera à proposer un modèle théorique qui vise à formaliser notre paradigme méthodologique en prenant en compte les rapports qui se nouent entre l'action et la recherche, la pratique et la théorie dans le cadre de collaborations entre praticiens et chercheurs.

6.3.2 La ROC, une recherche fondamentale finalisée

Selon Wang et Hannafin (2005), les questions posées par les travaux qui s'inscrivent dans la DBR sont des questions qui ont trait à la pratique. Ainsi, la ROC s'appuie sur un travail de conception (*design*) qui peut concerner une situation ou un artefact (Durlach et Lesgold, 2012), des programmes éducatifs, des stratégies d'enseignement-apprentissage (Nieveen, 2007).

Les résultats produits éclairent la pratique en permettant une meilleure compréhension des processus en jeu. Cette compréhension permettrait également une diffusion des réalisations. Les connaissances produites, du fait de leur ancrage dans la pratique, ont une dimension prescriptive. Ce sont des connaissances qui portent sur la méta-conception car, résultant de recherches centrées sur la résolution de problèmes pédagogiques, elles concernent des principes généraux, des procédures et des cadres qui guident la conception. La ROC conduit donc à des recherches finalisées parfois

également qualifiées de recherche-développement (Nieveen, McKenney, et van den Akker, 2006). D'autres résultats produits par ces recherches concernent plutôt les modèles théoriques du chercheur. Le travail empirique qui est mené vise à confronter les modèles du chercheur aux réalités du terrain et la ROC peut alors être qualifiée de recherche de validation (*Ibid.*). Ce sont ces modèles qui permettent de fonder les décisions prises tant par les acteurs institutionnels (par exemple pour la mise en place de réformes éducatives) que les praticiens (en tant qu'ingénieur en charge de la conception, de la mise en œuvre et de l'évaluation de dispositifs techno-pédagogiques).

Il s'agit donc bien de construire des rapports dialectiques entre recherche et pratique, entre réflexion et action, dans le champ de l'éducation. Théorie et pratique sont ainsi liées de manière inextricable dans le sens où la théorie produit de nouvelles possibilités pour la pratique et où la théorie est soumise à l'épreuve de sa mise en pratique. La ROC permet donc l'innovation pédagogique en explorant les opportunités offertes par la théorie. Sa dimension expérimentale résulte du fait que les situations et les artefacts qui sont élaborés incluent les hypothèses de la recherche (Diana, 2004) qui seront éprouvées en contexte écologique. Sandoval (2004) utilise l'expression *embodied conjecture* pour souligner que le processus de conception intègre les hypothèses issues des modèles théoriques de la recherche. Le dispositif conçu consiste donc dans une réification des modèles théoriques de la recherche qui peuvent alors être mis à l'épreuve du contrôle empirique. Ce point renvoie à une autre dimension soulignée par Wang et Hannafin (2005). La ROC est fondée scientifiquement dans le sens où le processus de recherche débute avec un état de l'art de la question travaillée ce qui permet de fonder le travail de conception sur les modèles théoriques.

En somme, la ROC peut être qualifiée de recherche fondamentale finalisée (Sensevy, 2011b) pour souligner ses visées pragmatiques et heuristiques :

"We argue that the main ends of a Science of Culture are both the understanding of human practices (anthropological endeavor) and the improving of these practices (engineering endeavor)." (Sensevy, Forest, Quilio, et Morales 2013)

Il s'agit, comme le relève Sensevy (2011a, Sensevy et al., 2013), qui s'appuie sur la philosophie de Dewey, de dépasser, de « dissoudre » les dualismes épistémologiques. Ces dualismes sont ceux de la contemplation et de l'action, de la théorie et de la pratique. La prétendue supériorité aristotélicienne du savoir sur l'action qui, en retour, se traduit par un dénigrement de la théorie par les praticiens, ne tient pas à un examen approfondi qui montre l'intérêt des savoirs d'action. Une science de l'action serait donc possible et même souhaitable. Un autre dualisme épistémologique relevé par Sensevy (*ibid.*) est celui de la fin et des moyens, des productions concrètes, ingénieries didactiques liées à la pratique, des connaissances théoriques qui permettent leur production. La ROC permet de combiner les visées éducatives du praticien avec les moyens que le chercheur se donne pour comprendre les conditions de leur réalisation. Cela suppose une collaboration entre chercheurs et praticiens sur laquelle nous revenons plus loin. Cela suppose également un ancrage empirique des travaux dans la réalité du contexte étudié.

6.3.3 La ROC, une recherche contextualisée (prendre en compte la complexité)

L'objectif de conduire des recherches en conditions dites écologiques est de prendre en compte la complexité des situations étudiées (Wang et Hannafin, 2005). Le terme complexité doit être entendu

dans le sens qu'en donne Morin (2005), c'est-à-dire qu'il ne doit pas être pris dans le sens de compliqué, mais que, conçu dans une perspective systémique. Il s'agit, par exemple, de comprendre la complexité de l'activité du praticien en tenant compte du fait que cette complexité est au cœur du dispositif étudié et n'est donc pas une variable parmi d'autres (Barab et Squire, 2004). En ce sens, la ROC se distingue de méthodologies dites de laboratoire qui tentent d'opérer une réduction de la complexité. Le terme écologique renvoie à l'idée que le contexte dans lequel se déroule la recherche devient un laboratoire naturel (Sandoval et Bell, 2004) et les problèmes travaillés sont ceux qui se posent au praticien.

La question de la prise en compte de la complexité des objets d'étude en sciences de l'éducation est également en lien avec le caractère finalisé des recherches qui s'inscrivent dans la ROC. En effet, comme le souligne Morin (1990), une épistémologie de la complexité est une épistémologie de l'action en ce sens que cette action, en tant que stratégie, permet de prendre en compte l'inattendu, l'incertain, le hasard, inhérents à toute complexité. Par ailleurs, la prise en compte de la complexité passe également par le refus de l'éliminer. En effet, ce serait, comme le souligne Morin (Ibid.) :

« accepter les « conséquences mutilantes, réductrices, unidimensionnalisantes et finalement aveuglantes d'une simplification qui se prend pour le reflet de ce qu'il y a de réel dans la réalité » (Morin, 1990) p11.

Cette complexité est liée à la nature même des situations d'apprentissage, par essence non déterministes, auxquelles nos travaux s'intéressent. Dès lors, il serait vain de prétendre en contrôler les variables ou d'être en mesure de les reproduire. On peut néanmoins prétendre à en identifier les éléments signifiants, à caractériser leurs relations et à en inférer non pas des lois, mais des éléments de compréhension qui, formalisés sous forme de modèles, donnent du sens aux observations effectuées. Il ne s'agit pas non plus de tomber dans le piège et l'illusion de la complétude mais d'accepter l'impossibilité d'une omniscience et aspirer à une connaissance multidimensionnelle (ibid.). La ROC s'inscrit donc en rupture avec les méthodologies de type comparatiste qui prennent appui sur des expérimentations contrôlées. Les critères de scientificité, tels que la reproductibilité ou la prédictibilité des résultats, généralement retenus pour de telles méthodologies, ne peuvent donc pas être retenus pour la ROC qui s'inscrit dans un paradigme méthodologique systémique. Les critères de scientificité sont des critères de validité interne. La cohérence interne des résultats obtenus est en particulier assurée par la triangulation des données et la participation des praticiens à leur analyse. En effet, une autre dimension soulignée par Wang et Hannafin (2005) est la nature intégratrice de la ROC dont l'objectivité et la validité sont assurées par la combinaison de différentes méthodes qui permettent de trianguler les données recueillies. Néanmoins, l'ampleur des données collectées constitue un véritable défi pour le travail de traitement et d'analyse des résultats (Collins et al., 2004). Par ailleurs, le processus de conception lui-même est analysé. Cela conduit non pas à contrôler l'ensemble des variables de la situation mais tout du moins à caractériser cette situation (Collins et al., 2004). La ROC vise aussi à s'abstraire des contextes étudiés et permettre une généralisation des résultats en identifiant des invariants et en s'assurant de la validité externe des résultats produits.

Ainsi, un séminaire qui s'est tenu en 2007 (Nieveen, 2007) a permis de dégager des critères pour évaluer la qualité d'une méthodologie de type ROC, qui néanmoins ne reprennent pas les questions de validité externe et de généralisation.

- Pertinence, il existe un besoin avéré de l'intervention mise en œuvre ;
- Validité, la conception est fondée sur des savoirs scientifiques ;
- Cohérence, l'intervention présente une organisation logique ;
- Praticabilité, l'intervention peut être mise en œuvre dans le cadre pour lequel elle a été développée ;
- Efficacité : l'intervention donne les résultats escomptés.

6.3.4 La ROC, une recherche interactive, itérative et flexible (collaborative)

La collaboration entre chercheurs et praticiens, qui travaillent de concert, est au cœur de la ROC. Les praticiens impliqués dans la recherche ne sont pas considérés comme des « sujets » que le chercheur étudie mais comme des coparticipants à l'ensemble du processus de recherche tant pour la conception des dispositifs techno-pédagogiques étudiés que pour l'analyse des données recueillies (Barab et Squire, 2004). Les différences entre chercheurs et praticiens s'estompent. Le plus souvent, c'est la collaboration pour le travail de conception, qualifié de co-design (Penuel, Roschelle, et Shechtman, 2007) qui est mise en avant. Dans un article récent Sensevy et ses collaborateurs (Sensevy et al., 2013) utilisent l'expression *cooperative ingeenering* (ingénierie coopérative) pour nommer ce travail de co-conception qu'il nous semblerait plus juste de nommer *ingénierie collaborative* dans la mesure où ce changement d'adjectif rend mieux compte du fait que ce travail ne consiste pas simplement, pour le chercheur et le praticien, à faire quelque chose ensemble (co-opérer) mais à travailler ensemble pour atteindre des buts partagés (co-labor), la mise en place d'un dispositif techno-pédagogique, même si, *in fine*, les visées du praticien et du chercheur sont distinctes. Dans la littérature, le rôle des praticiens impliqués dans les autres étapes de la recherche est moins documenté. La plupart des auteurs insistent surtout sur la phase de co-conception et moins sur le travail de co-analyse qui succède aux expérimentations.

Ce travail collaboratif nécessite que soit produites « des institutions du travail commun professeur-chercheur » (Sensevy, 2011a). Ces institutions doivent permettre la mise en place de :

“transactional space and organization in which the participants may communicate on the basis of their personal work in order to build a common design rationale.” (Sensevy et al., 2013)

Hors, la question de l'acceptabilité de la ROC par les systèmes éducatifs reste posée. Peu d'initiatives institutionnelles sont prises pour permettre la collaboration entre chercheurs et praticiens et les responsables administratifs comme les praticiens s'appuient peu sur les résultats de la recherche pour prendre des décisions. Le dispositif LÉA (Lieux d'éducation associés à l'IFE) mis en place par l'Institut français de l'éducation (Trouche, 2012) constitue une telle initiative. Il permet, à un établissement scolaire ou tout autre lieu qui porte un projet éducatif, de devenir un *lieu* où s'instaurent de telles collaborations et de constituer un instrument pour la recherche en éducation

(Sensevy, 2011b). De ce point de vue le dispositif LÉA participe à l'élaboration d'un paradigme méthodologique pour le chercheur en éducation, en tant qu'instrument clefs de ce paradigme au même titre qu'un séquenceur de génome pour un biologiste ou un cyclotron pour un physicien. En conduisant des travaux collaboratifs, les chercheurs développent leurs connaissances du contexte étudié. Ils participent également au processus de conception, mais en ayant pour visée de généraliser les résultats obtenus à d'autres contextes (Hoadley, 2004). Les autres participants peuvent être des enseignants mais également des personnes en charge de la conception de dispositifs techno-pédagogiques, des formateurs ou des experts de la discipline enseignée. Ils bénéficient des retombées de la recherche pour leur développement professionnel.

La flexibilité du processus de la recherche est liée au fait que, en raison de l'émergence de connaissances concomitantes à la mise en œuvre, des révisions du plan initial peuvent être rendues nécessaires mais ces révisions doivent être compatibles avec le plan d'ensemble de la recherche. Cela suppose qu'un équilibre soit trouvé entre les deux rôles assurés par les chercheurs : recherche et conception.

La dimension itérative concerne toutes les dimensions du processus. Elle permet d'avancer dans le raffinement des productions selon une logique basée sur le prototypage ou *evolutionary prototyping* (Nieveen, 2007). Chaque prototype est testé puis abandonné mais les résultats obtenus sont intégrés dans le prototype suivant. Cette approche, qui procède par *raffinement progressif*, implique de mettre au test une première version du dispositif élaboré. Ensuite, les choix de conception sont constamment révisés en se basant sur l'expérience et l'analyse des données recueillies, jusqu'à l'obtention d'une version considérée comme optimale (Collins et al., 2004). Lors des itérations, ce n'est pas uniquement le design qui est modifié mais aussi les hypothèses qui sont raffinées, les outils méthodologiques de recueil de données qui sont révisés et améliorés. Ainsi, la ROC comprend deux formes d'évaluation : une évaluation formative qui consiste dans une évaluation en temps réel dans le but d'améliorer le dispositif étudié après chaque itération, et une évaluation sommative finale qui permet de statuer sur les résultats obtenus au regard des objectifs initiaux de la recherche (Nieveen, 2007).

6.3.5 La ROC, une praxéologie partagée

Une autre condition pour que se mette en place une collaboration est que chercheurs et praticiens puissent partager un ensemble d'éléments de nature praxéologique (Sensevy et al., 2013). Ainsi, le modèle de la transposition méta-didactique (Aldon et al., 2013) développé pour décrire le processus qui conduit au développement professionnel d'enseignants de mathématique engagés dans des activités de formation nous semble être transférable pour décrire les relations qui se nouent entre chercheurs et praticiens engagés dans la ROC ainsi que ses effets du point de vue de la pratique et de l'avancée des connaissances sur cette pratique. Ce modèle prend en compte (1) les interactions qui se développent entre enseignants et chercheurs au cours de la formation, (2) les contraintes imposées au niveau institutionnel telles que les programmes de formation (niveau *noosphérien*) ou (3) les contraintes institutionnelles posées à un niveau plus local (comme par exemple le matériel disponible pour l'enseignant).

Le modèle de la *transposition métadidactique* s'appuie sur la Théorie anthropologique du didactique (TAD) qui « situe l'activité mathématique, et donc l'activité d'étude en mathématiques, dans

l'ensemble des activités humaines et des institutions sociales » (Chevallard, 1999). Le concept de praxéologie est central dans la TAD. Il s'organise selon deux niveaux : le savoir-faire (ou praxis) et la connaissance (logos) qui décrit, explique et justifie la pratique. Pour Chevallard (1997), le savoir est problématique. Il renvoie à des questions qui portent sur le « comment ». Les réponses à ces questions mettent en jeu une *organisation praxéologique* qui comprend la *tâche* (T), travail prescrit qui se distingue de l'activité qui décrit le travail effectivement réalisé. La *technique* (τ) englobe les tâches réalisées et correspond à la réalisation de ces tâches. Les tâches et la technique qui les réalisent correspondent à un premier niveau praxéologique qui est un *savoir-faire* (Chevallard, 1997). La *technologie* (θ) permet d'introduire la justification des tâches mises en œuvre, de donner un sens au travail réalisé. La *théorie* (Θ) s'appuie sur un corpus de connaissances dont la raison d'être est de justifier à son tour le discours technologique. Une praxéologie sera alors notée $[T/t/q/Q]$. Elle est donc constituée d'un bloc technologico-théorique $[\theta/\Theta]$ habituellement identifié comme un savoir et un bloc pratico-technique $[T/\tau]$ qui constitue un savoir-faire.

Une praxéologie méta-didactique (Aldon et al., 2013), que nous notons $m[T/t/q/Q]$, concerne les réflexions pratiques et théoriques qui se développent dans le cadre d'une formation d'enseignants à propos des savoirs travaillés et des tâches réalisées durant cette formation. Nous proposons d'étendre ce concept aux situations de collaboration entre chercheurs et enseignants engagés dans un travail de recherche de type DBR au-delà du champ de l'enseignement des mathématiques. Dans le cadre d'un tel travail de recherche, comme dans le cadre d'une formation, le processus de collaboration doit conduire à la mise en place d'une praxéologie partagée pour le prototypage de dispositifs techno-pédagogiques expérimenté en conditions écologiques. La transposition méta-didactique est le processus qui, à partir de praxéologies distinctes, notées $m[T/t/q/Q]C$ pour les chercheurs et $m[T/t/q/Q]e$ pour les praticiens (fig. 9), et grâce aux interactions qui se mettent en place, va permettre à une communauté de chercheurs et d'enseignants, d'élaborer une praxéologie partagée $m[T/t/q/Q].P$ c'est-à-dire un discours commun sur la pratique. Cette praxéologie partagée influence les praxéologies des différents acteurs, qui sont modifiées suite aux interactions. Dans le cadre d'une formation, le résultat attendu de ce processus consiste dans le développement professionnel des enseignants qui se construisent un regard nouveau sur leurs pratiques, qui peut les conduire à les modifier. Un développement professionnel des formateurs est également obtenu. Dans le cadre de recherches collaboratives de type ROC, un processus semblable est mis en œuvre. Il conduit au développement professionnel des praticiens et des chercheurs impliqués. En effet, le processus de transposition méta-didactique conduit les chercheurs à poser un regard neuf sur les savoirs théoriques qu'ils mobilisent et donc à les modifier. Selon ce modèle, la praxéologie méta-didactique que les praticiens et les chercheurs partagent dans le cadre de travaux de recherche collaboratifs résulterait donc d'une évolution, d'une part des savoir-faire mis en œuvre lors de la conception et de l'expérimentations par rapport aux tâches et techniques usuelles des praticiens et des chercheurs et, d'autre part, d'une évolution des justifications technologiques (les modèles) voire théoriques qui justifient la mise en œuvre de ces savoir-faire pour les deux types d'acteurs. Ce processus résulte du développement d'une dialectique à un méta-niveau entre les praxéologies des chercheurs et celle des praticiens. Cette dialectique qui guide la conception des dispositifs techno-pédagogiques expérimentés et l'analyse des résultats obtenus se tisse par les interactions qui se développent dans un travail collaboratif visant des objectifs partagés, tels que la conception d'une

situation d'apprentissage, d'une ressource pédagogique ou la rédaction d'un article commun. La production commune doit avoir du sens dans la praxéologie partagée, et on peut penser que ce sens est rapatrié par chacun dans sa propre praxéologie, ce qui la fait évoluer. Cette production commune est une « chimère » entre réification de modèles théoriques et éléments issus du contexte empirique, qui dépendent non seulement du contexte où le dispositif a vocation à s'insérer (niveau étudié, niveau des élèves, conditions matérielles de la classe, etc...), mais aussi du contexte de la recherche elle-même (composition de l'équipe, relations entre ses membres, possibilités de rencontres, outils utilisés, etc.). Le processus est dynamique, itératif. Un nouveau cycle de recherche conduira chercheurs et praticiens à faire évoluer leurs praxéologies de nouveau.

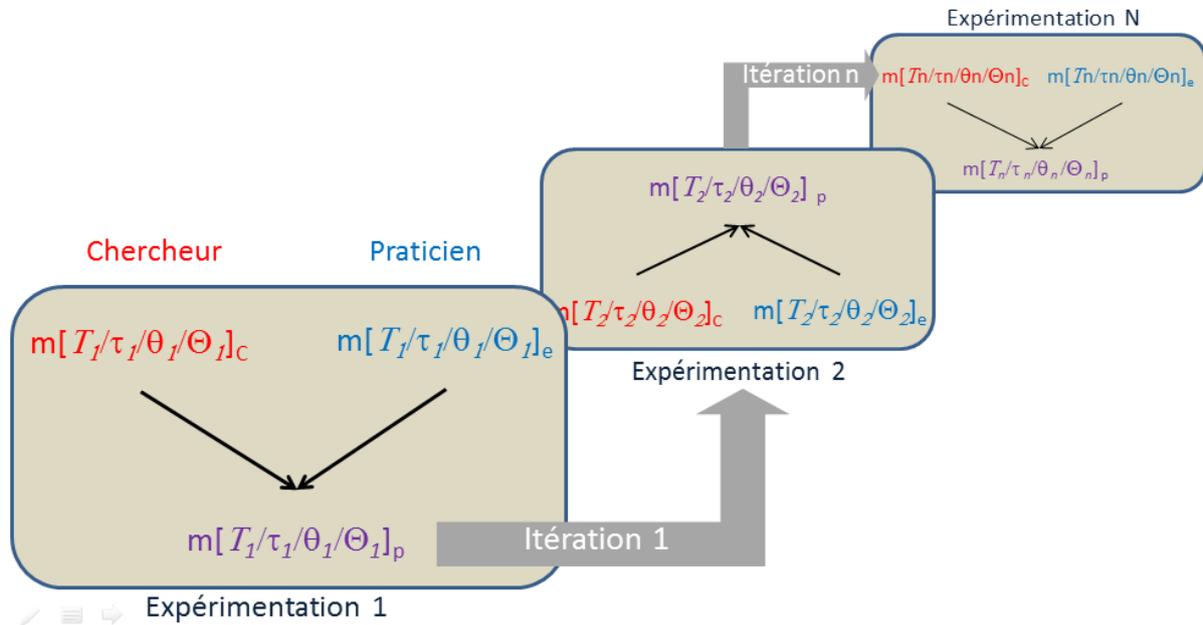


Figure 11 : transposition méta-didactique et itérations dans le cadre de la ROC

La *transposition méta-didactique* (Aldon et al., 2013) peut conduire à l'introduction de nouveaux instruments dans la classe (comme certaines technologies numériques) qui passent du statut de composant externe à celui de composant interne. Elle peut donc conduire à des innovations pédagogiques qui, conçues dans le cadre de travaux de recherche, s'appuient sur les modèles théoriques de la recherche. Il faut également relever que le cadre institutionnel dans lequel s'inscrit la transposition méta-didactique joue un rôle clef dans la mesure où, si le champ de contraintes institutionnelles du praticien et du chercheur sont trop différents, voire antagonistes, il y a un risque que le processus n'aboutisse pas à une praxéologie partagée. Cela peut être le cas par exemple si le chercheur tente d'expérimenter une pratique pédagogique non conforme aux instructions officielles. *A contrario*, toute initiative institutionnelle qui encourage les collaborations entre chercheurs et praticiens est de nature à favoriser le développement de praxéologies partagées. Ainsi, Bruillard (2012), dans un article consacré à la question du développement des environnements numériques de travail en France, relève que les conditions de cette collaboration dépassent largement le cadre strict de la classe :

« Une recherche pluridisciplinaire s'avère nécessaire [...]. C'est un travail qui devrait se conduire avec les enseignants et les cadres du système éducatif et des collectivités, dans une responsabilité partagée. » (Bruillard, 2012)

Deux autres concepts centraux du modèle de la transposition méta-didactique d'Aldon et *al.* (2013) nous paraissent avoir un intérêt majeur pour formaliser les relations qui se nouent entre chercheurs et praticiens dans le cadre de la ROC. Il s'agit des concepts de *broker* (Lechopier, 2013; Rasmussen, Zandieh, et Wawro, 2009) et d'objet frontière. Le *broker* est un passeur dans le sens où, appartenant aux deux communautés, il permet aux chercheurs et praticiens de franchir les frontières pour travailler ensemble. A l'institut français de l'éducation, les enseignants du secondaire chargés d'études, souvent titulaires d'un doctorat, et donc ayant une bonne connaissance des deux communautés, jouent ce rôle de passeurs entre les chercheurs et les enseignants associés aux équipes. Le concept d'*objet-frontière*, « objets, abstraits ou concrets, dont la structure est suffisamment commune à plusieurs mondes sociaux pour qu'elle assure un minimum d'identité au niveau de l'intersection tout en étant suffisamment souple pour s'adapter aux besoins et contraintes spécifiques de chacun de ces mondes » (Trompette et Vinck, 2009), vient souligner l'importance que les deux communautés puissent s'accorder sur l'idée que certains objets leurs sont communs et qu'ils puissent développer un discours tant pratique que théorique sur cet objet.

La figure 9, adaptée de Aldon et *al.* (2013) tente de formaliser la ROC comme un processus de transposition méta-didactique. Chaque expérimentation conduit chercheur et praticien à collaborer pour développer une praxéologie commune. Ce travail de conception, de mise en œuvre et d'analyse d'une ingénierie didactique se traduit par une évolution des praxéologies du chercheur et du praticien. Pour le chercheur, le gain consiste dans meilleure compréhension théorique basée sur des travaux empiriques, et, pour le praticien, dans une évolution de sa pratique ainsi que dans une meilleure compréhension des effets de cette pratique. Cela se traduit donc par du développement professionnel.

6.4 Une phylogénèse des méthodologies participatives pour la recherche en éducation

Le tableau 1 est une synthèse des positionnements théoriques et pragmatiques des approches méthodologiques que nous avons évoquées dans les paragraphes qui précèdent. Il vise à clarifier ces positionnements et à situer notre paradigme méthodologique par rapport à un éventail pour lequel, si le qualificatif participatif qui lui est adjoint permet de souligner que le travail conjoint entre chercheurs et praticiens est central, il masque en réalité une grande diversité des approches.

Tableau 1 : comparaison de quatre méthodologies de recherche collaborative (adapté de Godino et al. 2013)

	Recherche action (type collaborative)	<i>Design experiment</i>	Ingénierie didactique	<i>Design-based research</i>
Principales références	Lewin, 1946 Rappoport, 1970 Hugon et Seibel, 1988	Brown, 1992	Chevallard, 1982 Artigue, 1992	Design-Based Research Collective 2003 Wang et Hanafin 2004 Nieveen, 2007
Questions paradigmatiques	Améliorer la pratique et produire des connaissances sur cette amélioration	Eprouver des hypothèses		Concevoir des dispositifs techno-pédagogiques et les modèles théoriques qui les sous-tendent.
Fondements théoriques	Prise en compte de la complexité par la conduite de travaux conduits en conditions écologiques			
	Le travail réflexif permet d'améliorer la pratique	Les modèles de la recherche peuvent être éprouvés lors d'expérimentations	Le travail collaboratif chercheurs-praticiens permet, au travers de l'élaboration de praxéologies partagées pour la conduite d'expérimentations en conditions écologiques, d'éprouver et raffiner les modèles de la recherche.	
Méthodologie	Collaboration entre chercheurs et praticiens pour résoudre un problème éducatif	Expérimentation en conditions écologiques d'ingénieries élaborées à partir des modèles théoriques élaborés par les chercheurs	Processus itératif de conception et analyse menée de façon collaborative entre chercheurs et praticiens	
Principaux résultats	- amélioration des pratiques - connaissances théoriques locales	- Nouveaux modèles issus de la mise à l'épreuve des hypothèses étudiées	- formation des praticiens impliqués - innovations - modèles théoriques	

Nous avons tenté d'en établir la *phylogenèse*, terme que nous empruntons à la biologie évolutive, pour décrire l'histoire évolutive de ces méthodologies. Cette phylogenèse dont la figure 10 tente de rendre compte, est marquée par des filiations (l'ancrage de la recherche action dans les recherches ethnographiques), des évolutions parallèles (de l'ingénierie didactique en France et du *design-experiment* dans le monde anglo-saxon) ainsi que des ruptures (de l'ingénierie didactique par rapport à la recherche-action).

La *design-based research* dans laquelle nous nous inscrivons nécessite encore un travail important de formalisation et le modèle de la transposition méta-didactique est une première proposition.

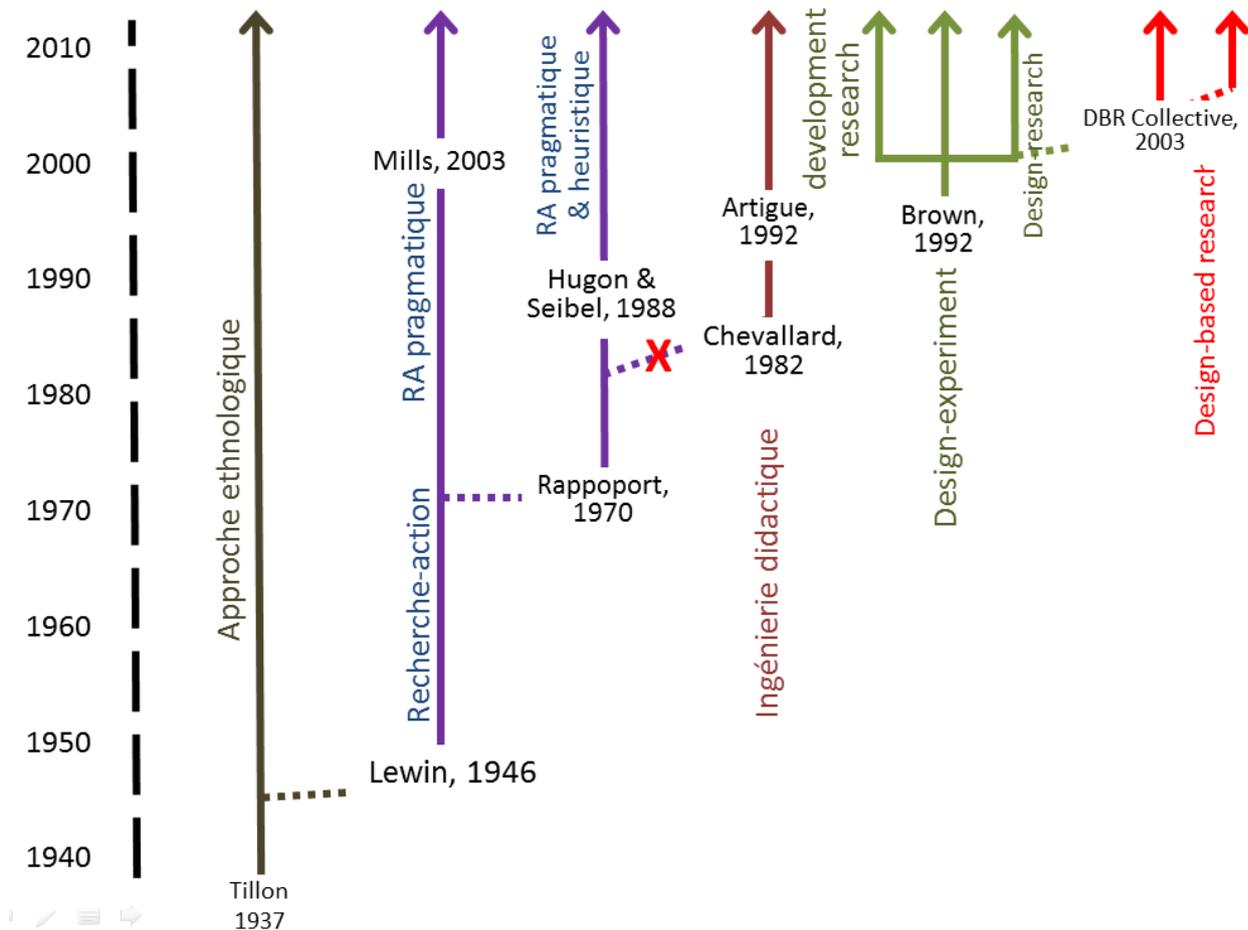


Figure 12 : une phylogénèse des recherches collaboratives

Les enjeux nous semblent importants d'un point de vue personnel au regard de l'émergence, au sein de l'Institut français de l'éducation, d'un nouveau paradigme méthodologique pour une recherche fondamentale finalisée. Le paragraphe suivant, consacré à une évocation rapide de la place de l'analyse des traces numériques d'apprentissage dans nos travaux, aborde un second volet de notre paradigme méthodologique.

6.5 Traces numériques d'apprentissage, une nouvelle phénoménoteknique pour les sciences de l'éducation

D'un point de vue méthodologique, un des défis majeurs qui se présente aux sciences de l'éducation, est d'articuler les travaux empiriques conduits en conditions écologiques lors des phases de conception des innovations pédagogiques avec des études conduites sur de larges échantillons, permettant d'éprouver la robustesse des conclusions formulées lorsque ces innovations sont déployées au-delà du cercle de leurs concepteurs initiaux. Les méthodologies

qui consistent à recueillir, analyser des traces numériques d'apprentissage offrent des opportunités mais également des défis pour rendre possible une telle articulation.

Dans ce paragraphe qui vient clore cette section, nous présentons des perspectives méthodologiques selon une dimension qui, présente dès les premiers travaux conduits dans le cadre de notre stage de DEA, trouve aujourd'hui des développements dans des projets et des collaborations nouvelles. Cette dimension concerne les traces numériques d'apprentissage dont nous tirons une définition de Laflaquière, Prié et Mille (2008) :

Une trace numérique est constituée « de l'association d'une collection d'observés temporellement situés, structurée par leurs relations et d'un modèle explicite de cette collection »

Les traces numériques d'apprentissage permettent de rendre compte de l'histoire interactionnelle de l'activité et donc de l'aspect dynamique de l'apprentissage. D'un point de vue méthodologique, dans le cadre de nos travaux, il s'agit d'identifier des patterns d'interaction c'est-à-dire des motifs qui, dans la trace recueillie, signent des modalités spécifiques d'interaction au sein du jeu-*play*. Le recueil des traces numériques d'apprentissage vise ainsi à établir un modèle comportemental du *ludant*, de déterminer les stratégies qu'il adopte. Il s'agit également d'accéder à sa modélisation épistémique, de rendre compte du processus de construction des connaissances au cours du jeu, d'interpréter ces comportements d'un point de vue cognitif (Wenger, 1987).

En effet, en tant que situations intégrant des environnements informatiques pour l'apprentissage (EIAH), les *jeux épistémiques numériques* permettent aujourd'hui le recueil de traces numériques d'apprentissage. Ainsi, la communauté EDM (*Educational Data Mining*) s'est développée autour des verrous liés à la collecte et l'exploitation de ces traces (Romero, Ventura, Pechenizkiy, et Baker, 2010). Les enjeux associés concernent aussi bien les modèles de traces (Settouti, Prié, Marty, et Mille, 2007), le processus d'analyse (Iksal, 2011), les techniques de visualisation (May, George, et Prévôt, 2008), leur capitalisation (Dyke, 2009; Reffay, Chanier, Noras, et Betbeder, 2008), leur réutilisation et leur partage que leur interprétation. Ainsi, rendre compte de la dynamique d'un processus d'apprentissage passe par la description d'observables pour prendre en compte le "quand", le "comment", le "quoi" et, si possible le "pourquoi" pour un "qui" particulier (Lund et Mille, 2009).

C'est ce type de méthodologie que nous avons mise en œuvre pour l'analyse des stratégies d'élèves utilisant *Chronocoupe* (E Sanchez, 2011b) dans le cadre de notre DEA. Le travail réalisé avait permis de définir un modèle comportemental, les apprenants engagés dans le jeu et de dégager différentes stratégies mises en œuvre. Ce travail avait également permis de procéder à une leur modélisation épistémique c'est-à-dire à l'interprétation de ces comportements en termes d'apprentissages dans le domaine de la géologie. L'analyse des traces collectées montraient clairement un changement de stratégie au cours du jeu pour une large majorité des élèves de notre échantillon. Ce changement de stratégie signalait une évolution d'un point de vue cognitif et, en particulier, la mise en place de procédures qui relevaient d'un raisonnement diachronique basé sur l'analyse des relations géométriques entre les objets géologiques (ibid.). Ce travail était une première approche des problématiques liées au recueil et à l'analyse des traces numériques d'apprentissage mais il avait conduit à des formalisations du point de vue de leur collecte (intégration du système de collecte dans

l'application), de leur modélisation, de leur représentation (sous la forme de chronogramme) et de leur analyse (en particulier à l'aide de traitements statistiques élémentaires).

Le traçage était également au cœur du paradigme méthodologique de notre travail de thèse (Sanchez, 2007). Les avancées qu'avait permises le travail conduit dans le cadre de notre DEA avait été reprises pour l'étude de l'usage d'une autre application, Géonote (Sanchez, 2008a). Le travail qui avait été conduit avait permis de nouveaux développements du point de vue de la modélisation des traces. Un modèle de trace (Settouti et *al.*, 2007) avait été conçu et formalisé sous la forme d'un fichier structuré au format XML. D'autres avancées concernaient la question de l'intégration des traces. En effet, un des verrous méthodologique auquel nous avons été confronté concernait la prise en compte, en plus des informations relatives à l'usage de l'application, des enregistrements audio des élèves lors de la séance. Nous nous étions alors tourné vers une solution *ad hoc* qui permettait de combiner traces d'interactions avec l'application et indicateurs de la nature des interactions entre élève. Enfin, les méthodes d'analyse des traces avaient également été travaillées en particulier en nous appuyant sur l'identification de *patterns d'interaction*, c'est-à-dire des motifs qui, dans la trace recueillie, signent des modalités spécifiques d'interaction de l'élève avec l'application. Ce travail avait ainsi pu documenter le processus d'instrumentation d'une démarche d'investigation à l'aide d'une application de type système d'information géographique. Il avait conduit à identifier des genèses instrumentales et des catachrèses (Rabardel, 1995).

La question des traces est également centrale dans le projet *Jouer Pour Apprendre en Ligne* (JPAEL). Elle était explicitement mentionnée dans le document que nous avons déposé dans le cadre de l'appel à projet du Conseil de recherche en sciences sociales et humaines (CRSH). Le résumé du projet indiquait :

« Notre projet a [...] pour objectifs : (1) de caractériser les interactions qui auront lieu sur la plateforme et d'interpréter ces comportements en termes de développement de compétences et de rapport au savoir; (2) de mettre en relation ces interactions avec les choix de conception; et (3) de développer une méthodologie de recherche originale.

Nous nous proposons en effet de saisir l'opportunité offerte par les environnements en ligne qui produisent des traces numériques d'apprentissage pour recueillir ces traces. Elles nous permettront de rendre compte de l'histoire interactionnelle de l'activité et de la dynamique de l'apprentissage. »

Les questions de recherche du projet nous ont amené à adjoindre à la plateforme de jeu, SNAPP, un outil spécifique de visualisation des interactions au sein des forums (Dawson, Bakharia, et Heathcote, 2010). Cet outil, qui permet de modéliser les traces a été combiné avec une application en ligne développée de manière *ad hoc* afin de tracer les sociogrammes de ces forums. Ces sociogrammes permettent, en particulier, d'analyser les interactions d'un point de vue quantitatif. Ces analyses sont en cours et s'achèveront au terme du projet en mai 2014.

Parallèlement, le projet JPAEL a permis de mener une analyse sémantique des traces des élèves dans les forums de manière à les analyser au regard du modèle de l'épistémologie personnelle de Hofer et Pintrich (1997). Ce travail s'est en particulier concrétisé dans le cadre du mémoire de Master de Nicolas Kramar (Kramar, 2012) que nous avons co-encadré avec une collègue de l'université de

Sherbrooke. Les données recueillies ont permis de documenter le processus de développement épistémique de lycéens engagés dans le jeu *Clim@ction* (Lison et al., soumis; Sanchez et al., 2012a; Sanchez et Jouneau-Sion, 2013; Sanchez et al., forthcoming; Sanchez et al., 2013). Ce travail se poursuit aujourd'hui dans le cadre du projet Tactiléo. Les cadres théoriques et méthodologiques sont réinvestis pour l'analyse du jeu « mets-toi à table » (Monod-Ansaldi et al., 2013), un jeu destiné à l'éducation à la complexité des enjeux liés à l'alimentation, que nous avons développé dans le cadre du projet. Là encore, il s'agit, à partir de l'analyse des traces numériques d'apprentissage, de documenter le processus de développement épistémique des élèves et de mettre en relation ce développement en relation avec les choix effectués pour le développement de l'application.

Les travaux que nous conduisons sur les traces numériques d'apprentissage trouvent d'autres développements avec le projet *Tamagocours* (Sanchez, 2013b). Le jeu comprend en effet un système de recueil de traces et l'équipe que nous pilotons travaille à formaliser une méthode générique pour leur traitement. Cela nous conduit à mettre en place de nouvelles collaborations avec des équipes qui ont développé des dispositifs de type *systèmes à base de traces* (Settouti et al., 2007). Ces collaborations se traduisent en particulier par notre participation au projet HUBBLE, retenu pour financement par l'ANR dans le cadre l'appel à projets générique 2014, Défi « Société de l'information et de la communication », qui vise la mise en place d'un « Observatoire humain pour l'analyse à partir des traces *elearning* ».

Nous souhaitons clore ce chapitre qui brosse un tableau succinct de nos avancées méthodologiques en évoquant les perspectives offertes par la réponse fructueuse à l'appel à projets du programme « apprentissage » de l'Agence nationale de la recherche. La question des traces numériques d'apprentissage est au cœur du projet. En effet, le document de soumission en fait un objectif en tant que tel :

*« Un troisième objectif est d'ordre **méthodologique**. Il vise à développer des méthodologies originales qui permettent d'articuler des analyses conduites pendant les phases initiales de conception avec des méthodologies de type analyse de traces numériques d'apprentissage utilisées sur de plus grandes cohortes d'apprenants, pendant la phase d'implémentation. »*

Pour atteindre cet objectif, nous avons élaboré un consortium qui comprend des laboratoires informatiques français et un partenaire étranger qui propose de modéliser l'épistémologie d'un *ludant*, qualifiée de cadre épistémique (D. Shaffer et al., 2009) sous la forme d'un *réseau épistémique* dans lequel les nœuds sont les éléments du cadre (savoir-faire, connaissances et valeurs) et les arrêtes les interactions possibles et/ou observées entre ces éléments. Ainsi, l'*Epistemic Network Analysis (ENA)* s'appuie sur les méthodologies d'analyse de réseaux, notamment sociaux-numériques, pour construire des indicateurs permettant de modéliser les cadres épistémiques des *ludants*, de suivre leur évolution et de les comparer avec les cadres épistémiques d'experts. Ceci permet à la fois de documenter le processus d'apprentissage, et d'évaluer le *jeu épistémique numérique* lui-même au regard des buts qui lui sont assignés.

Du fait qu'ils permettent la collecte automatique de traces numérique, les *jeux épistémiques numériques*, comme d'autres EIAH, ouvrent des perspectives à la recherche en éducation. Les méthodologies basées sur l'analyse de traces, les méthodes issues de l'analyse des réseaux socio-

numériques constituent une phénoménotechnique émergente pour les sciences humaines et sociales qui d'une part permet d'accéder à des données qu'il était très difficile ou impossible de recueillir jusque-là, offre des opportunités pour la prise en compte de ces données dans leur dynamique d'autre part et, enfin, autorisent des traitements statistiques permettant l'émergence de nouveaux modèles et de nouvelles représentations.

6.6 Conclusions et implications pour la recherche

En tension entre le besoin de produire des résultats contextualisés et pragmatiques susceptibles de guider l'action du praticien et la nécessité de conduire des travaux dont les résultats soient généralisables et validés scientifiquement (Sandoval, 2004), les sciences de l'éducation souffrent d'un manque de crédibilité (Levin et O'Donnell, 1999). Ainsi, confrontés à des objets d'étude complexes, les chercheurs se doivent de développer des méthodologies spécifiques qui tiennent compte de cette complexité. Dans ce contexte, notre proposition concerne les travaux à conduire sur les paradigmes méthodologiques que mobilisent les recherches en éducation. Deux axes pourraient être privilégiés :

- Un premier axe concerne la formalisation des rapports qui lient la pratique et la recherche. Le modèle de la *transposition méta-didactique* nous paraît particulièrement fécond dans la mesure où il permet de prendre en compte l'évolution des praxéologies des praticiens et des chercheurs, élément central de la ROC. Ce modèle permet également de poser la question des contextes institutionnels qui permettent le travail collaboratif. Il nous conduit à envisager la conception de plateformes (permettant la rencontre des acteurs impliqués) ou d'incubateurs (conçus comme lieux regroupant un ensemble d'outils théoriques et technologiques pour la conception des dispositifs techno-pédagogiques).
- Un second axe concerne l'articulation entre des travaux de type études de cas ou études cliniques menées en conditions écologiques avec des analyses conduites sur de larges échantillons lors des phases de dissémination des dispositifs techno-pédagogiques qui ont été conçus. Les méthodologies basées sur le recueil et l'analyse des traces numériques d'apprentissage nous semblent particulièrement prometteuses en ce sens qu'elles constituent une nouvelle phénoménotechnique pour les recherches en sciences humaines.

Les enjeux sont majeurs : crédibilité des travaux de recherche en éducation, potentiel heuristique de ces travaux pour guider l'action du praticien et les politiques publiques et donc, l'émergence d'une recherche fondamentale finalisée pour l'éducation.

Un chantier est ouvert...

“There is little doubt that we can learn from video games (like any other activity in life), but the harder questions relating to who, what, where, why, and how quickly we learn are not readily solved” (Egenfeldt-Nielsen, 2006 p. 186)

« il ne s’agit pas de « vendre » un projet pédagogique et de le surimposer aux agents éducatifs mais bien de le rendre plus efficace en transformant la disposition d’esprit des acteurs qui y participent. » (Silva, 2013)

Un programme de recherche

Ce chantier concerne la formalisation d’un programme de recherche sur l’usage des jeux numériques pour l’éducation et la formation. Notre contribution s’articule autour de deux concepts clefs :

- un premier concept est celui de *jeu épistémique numérique*, formulation que nous reprenons de Shaffer (D. Shaffer, 2006) mais qui, selon l’acceptation que nous proposons s’en distingue car nous proposons de l’employer pour désigner une situation, un jeu-*play*, qui constitue un espace tridimensionnel : espace métaphorisé et fictionnel au regard d’une situation de référence objet d’apprentissage, espace de réflexivité au sein duquel peuvent se développer des interactions épistémiques et espace de créativité en lien avec une liberté qui permet découvertes et invention de soi. Les *jeux épistémiques numériques*, en tant que situations d’apprentissage, s’inscrivent dans un contexte où le numérique permet la conception de mondes hybrides, des *métavers* (Doueïhi, 2013), qui combinent des éléments du monde physique et des éléments simulés au sein desquels le *ludant* est amené à résoudre des problèmes complexes et non déterministes pour développer des compétences. Ces compétences sont celles attendues d’un citoyen du XXIème siècle et en lien avec l’émergence d’une culture numérique. Le modèle que nous proposons pour décrire ce qu’est un *jeu épistémique numérique* emprunte à la théorie des situations didactiques. Il permet de souligner la nature des interactions qui se nouent dans le cadre de tels jeux.
- Un second concept est celui de *ludant* qui désigne un apprenant engagé dans des apprentissages selon des modalités qui relèvent de l’engagement dans le jeu. Le terme *ludant* est basé sur le latin *ludus* qui désigne simultanément le jeu et le travail scolaire. Il correspond à une association des termes joueur et apprenant. Ce néologisme est rendu nécessaire par le fait que l’apprentissage dans le cadre de jeux numériques épistémiques se différencie de l’apprentissage dans le cadre de situations non ludiques. En particulier, une différence fondamentale porte sur sa liberté d’apprenant qu’il abandonne en acceptant de se soumettre aux règles du jeu. L’engagement du *ludant* dans le jeu permet le développement d’interactions de nature épistémiques. Ainsi, le jeu n’est pas considéré comme une ruse au service d’un projet éducatif mais plutôt pour son caractère épistémique intrinsèque. C’est cet engagement dans le jeu qui est à l’origine du paradoxe du marionnettiste.

Notre programme de recherche s'articule autour de ces deux concepts. Il s'agit de travailler à des avancées théoriques sur les trois dimensions que recouvre le concept de *jeu numérique épistémique*. Une première dimension renvoie à la question du jeu en tant qu'espace métaphorisé et fictionnel. Cette dimension concerne la conception de situations qui conduisent le *ludant* à résoudre des problèmes complexes et non déterministes. Elle pose des questions théoriques sur les usages du numérique pour concevoir des environnements hybrides ainsi que sur l'épistémologie et l'authenticité des situations ainsi conçues. Une seconde dimension concerne les interactions qui se nouent dans le jeu considéré comme un espace de réflexivité. De ce point de vue, des avancées théoriques sont nécessaires sur la nature de ces interactions et leur rôle dans le processus d'apprentissage. Des avancées sont également nécessaires sur le rôle de l'institutionnalisation dans le transfert des apprentissages. Enfin, une troisième dimension concerne le jeu en tant qu'espace de créativité et les opportunités qu'il offre en termes d'apprentissage considéré comme un processus d'ajustement qui permet au *ludant* de s'engager dans un processus d'innovation et d'invention de soi.

Un positionnement théorique

Ce chantier se situe au cœur des sciences de l'éducation et de la didactique mais il vise à en explorer les frontières dans un contexte où le numérique, en tant que culture, vient interroger nos conceptions sur l'apprentissage tant du point de vue de ses modalités que de ses finalités. Ainsi, ce chantier emprunte à l'épistémologie et à la philosophie parce qu'apprendre avec les *jeux épistémiques numériques* pose la question du développement épistémique de l'apprenant et de l'épistémologie portée par les jeux qui lui sont proposés. Il emprunte également aux sciences de l'information et de la communication car il concerne un média numérique dont l'usage se développe dans une société qui subit des bouleversements profonds en lien avec une emprise de la culture numérique de plus en plus forte. Il emprunte enfin aux disciplines concernées par l'ingénierie des EIAH car il y a des enjeux sociaux importants à ce que la recherche propose de nouveaux modèles techno-pédagogiques pour renouveler les approches dans les domaines de l'éducation et de la formation.

Mener à bien ce chantier implique donc de nouer des collaborations pour développer des projets pluridisciplinaires. Ces collaborations se traduisent d'ores et déjà dans la composition de l'équipe dont nous sommes responsable à l'institut français de l'éducation. EducTice est une équipe pluridisciplinaire qui constitue une plateforme qui permet la rencontre des différents acteurs impliqués dans des travaux de recherche-développement. C'est donc également un incubateur de dispositifs innovants. Les collaborations qui ont été nouées se concrétisent ainsi dans de nombreux projets financés, dont l'un des derniers en date dont nous sommes responsable, sélectionné par l'Agence nationale de la recherche pour financement dans le cadre de l'appel à projets « apprentissage », concerne le cœur de ce chantier. En effet, JEN.lab est un projet qui vise des avancées sur la question des *jeux épistémiques numériques* tant du point de vue théorique que méthodologique.

Un paradigme méthodologique

Des outils sont en effet nécessaires pour mener à bien ce chantier. Il nous semble qu'ils peuvent être trouvés du côté des méthodologies collaboratives de type ROC et des méthodologies qui s'appuient sur le recueil et l'analyse de traces numériques d'apprentissage. Nous avons d'ores-

et-déjà pu avancer également sur ce volet et proposer un modèle qui, basé sur la transposition métadidactique, est une première tentative pour formaliser les relations chercheur-praticien autour de l'idée que cette collaboration passe par le partage de praxéologies. Ce modèle reste à développer et, de ce point de vue, le contexte offert par l'Institut français de l'éducation est très favorable pour avancer sur cette question. Le réseau des Lieux d'éducation associés à l'IFé qui est mis en place constitue en effet un outil qui paraît indispensable pour que les collaborations entre chercheurs et praticiens s'inscrivent dans un cadre institutionnel qui les légitime tant du point de vue des avancées qu'il permet pour la recherche que pour son impact sur le système éducatif. Un autre volet de notre paradigme méthodologique concerne la mise en place des outils qui permettent le recueil et l'analyse de traces numériques d'apprentissage. Ce volet est également en cours de développement et nous avons commencé à nouer des collaborations et expérimenter des outils qui ont vocation à devenir génériques. L'enjeu nous semble résider dans le développement de notre capacité à articuler des travaux conduits en conditions écologiques pour tenir compte de la complexité des situations que nous étudions avec des analyses effectuées sur de grands échantillons et, au-delà, de contribuer à ce que les sciences de l'éducation puissent se développer en tant que recherche fondamentale finalisée.

Le paradoxe du marionnettiste ?

Le jeu est donc un monde de paradoxes quand il est question de l'utiliser avec des visées éducatives. Strict assemblage de règles, il offre néanmoins une liberté et des marges de manœuvre à celui qui s'y engage. D'une issue incertaine, il doit pourtant satisfaire aux desseins d'un enseignant ou d'un formateur. Activité improductive, il doit cependant permettre d'apprendre. Fiction, il s'établit néanmoins en métaphore d'une réalité qui fait objet d'apprentissage. Paradoxe aussi de vouloir reproduire des univers non déterministes avec des machines que Turing qualifiait de « systèmes déterministes » dans le sens où il est toujours possible de suivre les pas du calcul de l'ordinateur pour comprendre le résultat d'une action sur le système.

Mais le paradoxe du marionnettiste peut être résolu si on s'appuie sur les deux concepts de *jeu épistémique numérique* et de *ludant*. En acceptant de jouer le jeu le *ludant* pénètre dans un espace tridimensionnel, le jeu épistémique, au sein duquel il peut apprendre de ses propres découvertes. En quittant le jeu, redevenu apprenant, les découvertes qu'il a lui-même suscitées, programmées, provoquées dans le jeu peuvent alors prendre du sens et s'établir en savoirs décontextualisés, institutionnalisés et transférables. Le marionnettiste doit quitter son théâtre pour commencer à croire la marionnette qu'il animait. Pour apprendre du jeu, il faut quitter le jeu.

Bibliographie

- Abt, C. (1970). *Serious Games*. New York, NY: The Viking Press.
- Ahuja, R, Mitra, S, Kumar, R, & Singh, M. (1995). *Education Through Digital Entertainment - A Structured Approach*. Paper presented at the XXX Ann. Conv. of CSI, New Delhi.
- Alain. (1932). *Propos sur l'éducation* (13 ed.). Paris: P.U.F.
- Aldon, G. (2014). Didactic Incidents: A Way to Improve the Professional Development of Mathematics Teachers. In A. Clark-Wilson, O. Robutti & N. Sinclair (Eds.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era* (Vol. Mathematics Education in the Digital Era 2, pp. 319-343). Dordrecht: Springer Science & Business Media
- Aldon, G, Arzarello, F, Cusi, A, Garuti, R, Martignone, F, Robutti, O, . . . Soury-Lavergne, S. (2013). *The meta-didactical transposition: a model for analysing teachers education programs*. Paper presented at the 37th conference of the international group for the psychology of mathematics education. - Mathematics learning across the life span, Kiel, Germany.
- Aldrich, C. (2005). *Learning by Doing. A Comprehensive Guide to Simulation, Computer Games, and Pedagogy in-Learning and Other Educational Experiences*. San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Aldrich, C. (2009). *Learning online with Games, simulations, and virtual worlds. Strategies for online learning*. San Francisco, Ca: Jossey Bass.
- Alvarez. (2007). *Du jeu vidéo au serious game. Approches culturelle, pragmatique et formelle*. (Thèse de Doctorat Thèse de Doctorat), Universités Toulouse II et Toulouse III, Toulouse.
- Arsenault, D, & Picard, M. (n.d.). Le jeu vidéo entre dépendance et plaisir immersif : les trois formes d'immersion vidéoludique. *HomoLudens*, 1-16.
http://www.homoludens.uqam.ca/index.php?option=com_content&task=view&id=55&Itemid=63
- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique *Recherches en didactique des mathématiques* (Vol. 9, pp. 281-308). Grenoble: La Pensée Sauvage éditions.
- Artigue, M. (1992). Didactic engineering. In R. Douady & A. Mercier (Eds.), *Research in Didactique of Mathematics. Selected Papers*, (pp. 41-66). Paris: La Pensée Sauvage Editions.
- Artigue, M. (1996). Ingénierie didactique. In J. Brun (Ed.), *Didactique des mathématiques* (pp. 243-274). Lausanne: Delachaux et Niestlé.
- Astolfi, J-P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactique. *Revue française de pédagogie*(103), 5-18.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique* (1992 ed.). Paris: Vrin.

- Baker, M JBaker, M.J. (1999). Argumentation and Constructive Interaction. In (Series Eds.) & Pierre Coirier and Jerry Andriessen (Vol. Eds.) *Foundations of Argumentative Text Processing* , . Amsterdam: University of , & Press., Amsterdam. (1999). Argumentation and Constructive Interaction. In P. Coirier & J. Andriessen (Eds.), *Foundations of Argumentative Text Processing* (Vol. Vol. 5, pp. 179-202). Amsterdam, NL University of Amsterdam Press.
- Balacheff, N. (1994). La transposition informatique. In M. Artigue, R. Gras, C. Laborde, P. Tavnigot & N. Balacheff (Eds.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France* (pp. 364-370). Grenoble: La Pensée Sauvage éditions.
- Balzarini, R. (2013). *Approche cognitive pour l'intégration des outils de la géomatique en sciences de l'environnement : modélisation et évaluation*. (Thèse de doctorat), Université de Grenoble, Saint Martin d'Hères.
- Bandura, A, & Kupers, CJ. (1964). Transmission of patterns of self-reinforcement through modeling. *Journal of Abnormal and Social Psychology*(69), 1-9.
- Barab, S (Ed.). (2004). *Design-Based Research: Clarifying the Terms* (Vol. 13 - 1). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Barab, S, & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The journal of the learning science*, 13(1), 1-14.
- Baranowski, T, Baranowski, J, Cullen, K. W, Marsh, T, Islam, N, Zakeri, I, . . . Demoor, C. . (2003). Squire's Quest! Dietary outcome evaluation of a multimedia game. *American Journal of Preventive Medicine*, 24(1), 52-61.
- Bargal, D. (2006). Personal and Intellectual Influences Leading to Lewin's Paradigm of Action Research. *SAGE Publications*(4), 367-388. doi: 10.1177/1476750306070101.
- Baron, G-L, & Bruillard, E. (1996). *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*. Paris,: Presses Universitaires de France, l'Educateur.
- Baron, G.L, & Bruillard, E. (2008). Technologies de l'information et de la communication et indigènes numériques : quelle situation ? *Rubrique de la revue STICEF*, 15, 1-15.
- Bassy, A M. (2011). Le numérique à l'école en France. *Futuribles*(379), 35-45.
- Bateson, G. (1972). *Steps to an ecology of mind*. New York, NY: Ballantine.
- Berthoz, A. (2013). *La vicariance. Le cerveau créateur de mondes*. Paris: Odile Jacob.
- Best, F, & Bon, A. (2010). L'INRP : un démantèlement désastreux. *Cahiers Pédagogiques*(485).
- Biggs, SD. (1989). Resource poor Farmer Participation in Research. A Synthesis of Experiences from Nine National Agricultural Research Systems *OFCOR Comparative Study*. The Hague: International Service for National Agricultural Research.

- Block, JH, & King, NR. (1987). *School play*. New York, NY: Garland.
- Botturi, L, & Loh, CS. (2008). Rediscovering the roots of game in education. In C. Miller (Ed.), *Games: purpose and potential in education* (pp. 1-22). Morehead, KY: Springer.
- Boutanquoi, M. (2012). Pratiques professionnelles, évaluation et recherche-action. *Connexions*, 98(2), 135-150. doi: 10.3917
- Breeze, M, & Bono, J. (2004). What is an ARG? http://www.argology.org/_what-is-an-arg/
- Brougère, G. (2000). *Jeu et éducation*: L'Harmattan.
- Brougère, G. (2005). *Jouer/Apprendre*. Paris: Economica.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. In J. Brun (Ed.), *Recherches en didactique des mathématiques* (Vol. 7). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Brousseau, G. (1997). La théorie des situations didactiques. *Cours donné lors de l'attribution à Guy Brousseau du titre de Docteur Honoris Causa de l'Université de Montréal*.
- Brousseau, G. (1998a). Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématique. Retrieved 12 mai, 2013, from guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf
- Brousseau, G. (1998b). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble: La Pensée sauvage.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Bruillard, E. (1997). *Les machines à enseigner*. Paris: Hermes.
- Bruillard, E. (2012). Le déploiement des ENT dans l'enseignement secondaire : entre acteurs multiples, dénis et illusions. *Revue Française de Pédagogie*(177), 101-130.
- Brundtland, GH. (1987). Notre avenir à tous, Rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement: ONU.
- Bruns, A. (2008). *Blogs, Wikipedia, Second Life, and Beyond. From Production to Prodisage*. New York, NY: Peter Lang.
- Brydon-Miller, M, Greenwood, D, & Maguire, P. (2003). Why action research? . *SAGE Publications*(1), 9-28. doi: 10.1177/14767503030011002
- Cachia, R, Ferrari, A, Ala-Mutka, K, & Punie, Y. (2010). Creative Learning and Innovative Teaching Final Report on the Study on Creativity and Innovation in Education in the EU Member States. Luxembourg: European Commission, Joint Research Centre.
- Caillois, R. (1958). *Des jeux et des hommes. Le masque et le vertige*. (1967 ed.). Paris: Gallimard.

- Canguilhem, G. (1965). *La connaissance de la vie* (2ème édition 1971 ed.). Paris: Vrin.
- Carré, P, & Charbonnier, O. (2003). *Les apprentissages professionnels informels*. Paris: L'Harmattan.
- CEFRIO. (2011). Les "C" en tant que citoyens *Génération C* (Vol. 1). Québec, Qc.
- Chalon, R. (2004). *Réalité mixte et Travail Collaboratif : IRVO, un modèle de l'interaction Homme-Machine*. (Thèse de doctorat), Ecole Centrale de Lyon, Lyon, France.
- Cecola, L. (2008). Les jeux sérieux, un marché en expansion. *Le Monde*(24.03.08).
- Cecola, L, & Woitier, C. (2010, 15.11.2010). Nathalie Kosciusko-Morizet : la parenthèse numérique, *Le Monde*.
- Chevallard, Y. (1982). *Sur L'ingénierie Didactique*. Papier présenté à la 2e école d'été de didactique des mathématiques Olivet
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique - du savoir savant au savoir enseigné* (1991: 2ème édition ed.). Grenoble: La Pensée sauvage.
- Chevallard, Y. (1997). Les savoirs enseignés et leurs formes scolaires de transmission : un point de vue didactique. *Skholê*(7), 45-64.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 2(19), 221-266.
- Cobb, P. (2001). Supporting the improvement of learning and teaching in social and institutional context. In S. Carver & D. Klahr (Eds.), *Cognition and instruction: 25 years of progress* (pp. 455-478). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Cobb, P, Confrey, J, diSessa, A, Lehrer, R, & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*,(32), 9-13.
- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp. 15-22). Berlin: Springer.
- Collins, A, Joseph, D, & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *The journal of the learning science*, 13(1), 15-42.
- Conseil supérieur de l'éducation. (2005). Le dialogue entre la recherche et la pratique en éducation : une clé pour la réussite *Rapport annuel 1999-2000 sur l'état et les besoins de l'éducation*. Québec: MELS.
- Corbillon, M., & Rousseau, P. (2005). Réflexions autour de la position singulière des différents acteurs dans la recherche-action. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 38(4), 15-29. doi: 10.3917

- Corey, S. (1953). Action Research Education. *Journal of Educational Research*(47), 375-380.
- Crawford, C. (1982). The Art of Computer Game Design. 81.
www.vancouver.wsu.edu/fac/peabody/game-book/Coverpage.html
- Crookall, D. (2010). Serious Games, Debriefing, and Simulation/Gaming as a Discipline. *Simulation & Gaming*, 41(6), 898-920.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row.
- Damasio, A. (1995). *L'Erreur de Descartes : la raison des émotions*. Paris: Odile Jacob.
- Dawson, S, Bakharia, A, & Heathcote, E. (2010). *SNAPP: Realising the affordances of real-time SNA within networked learning environments*. Paper presented at the Networked Learning - Seventh International Conference, Aalborg, Denmark.
<http://www.networkedlearningconference.org.uk/past/nlc2010/abstracts/PDFs/Dawson.pdf>
- de Freitas, S, & Maharg, P (Eds.). (2011). *Digital Games and Learning*. London, UK: Continuum.
- Dehaene, S. (2011). *Apprendre à lire. Des sciences cognitives à la salle de classe* Paris: Odile Jacob.
- Deleuze, G. (1985). *Différence et répétition*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Desgagné, S. (1997). Le concept de recherche collaborative : l'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants. *Revue des sciences de l'éducation*, 23(2), 371-393.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education* (2006 ed.): Southern Illinois University Press.
- Diana, J. (2004). The Practice of Design-Based Research: Uncovering the Interplay Between Design, Research, and the Real-World Context. *Educational Psychologist*, 9(4), 235-242. doi: 10.1207/s15326985ep3904_5
- Doueïhi, M. (2011). *Pour un humanisme numérique*. Paris: librairie du XXI siècle, Seuil.
- Doueïhi, M. (2013). *Qu'est-ce que le numérique ?* Paris: Presses Universitaires de France.
- Duflo, C. (1997). *Jouer et Philosopher*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Dunwell, I, de Freitas, S, & Jarvis, S. (2011). Four-dimensional Consideration of Feedback in Serious Games. In S. de Freitas & P. Maharg (Eds.), *Digital Games and Learning*. London, UK.
- Durlach, PJ, & Lesgold, AM (Eds.). (2012). *Adaptive Technologies for Training and Education*: Cambridge University Press.

- Dyke, G. (2009). *Un modèle pour la gestion et la capitalisation d'analyses de traces d'activités en interaction collaborative*. (Thèse de Doctorat), Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.
- Edelson, DC. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *The journal of the learning science*, 1(11), 105-121.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2006). Overview of research on the educational use of video games. *Digital Kompetanse*, 1(3), 184–213.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2007). *Educational Potential of Computer Games*. New York: Continuum.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2010). *The challenges to diffusion of educational computer games*. Paper presented at the 4th European Conference on Games Based Learning, Copenhagen, Denmark.
- Eisenhart, M, & DeHaan, RL. (2005). Doctoral preparation of scientifically based educational researchers. *educational researchers* 34(4), 3-13.
- Elissalde, J, Gaudet, J, & Renaud, L. (2010). Circulation des connaissances : modèle et stratégies. In L. Renaul (Ed.), *Les Médias et la santé : de l'émergence à l'appropriation des normes sociales* (pp. 409-429). Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Elliott, J. (1976). Developing hypotheses about classrooms from teachers' practical constructs: An account of the work of the Ford teaching project. *Interchange*, 7(2), 2-22.
- Elliott, J. (1990). Teachers as researchers: Implications for supervision and for teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 6(1), 1-26.
- Eneau, J. (2005). *La part d'autrui dans la formation de soi: autonomie, autoformation et réciprocité en contexte organisationnel*. Paris: Editions L'Harmattan.
- Engeström, Y. (2007). Putting Vygotsky to work: The Change Laboratory as an application of double stimulation. In H. Daniels, M. Cole & J. Wertsch (Eds.), *The Cambridge companion to Vygotsky*: Cambridge: Cambridge University Press.
- Erasme. (1529). *Traité sur l'éducation*. Retrieved from <http://lewebpedagogique.com/lefrancaisaulycée/2013/12/03/texte-2-rennaissance-et-humanisme-l-a-n7/>
- Fabricatore, C. (2000). *Learning and Videogames: an Unexploited Synergy*. Paper presented at the 2000 AECT National Convention, Secaucus, NJ
- Feyerabend, P. (1979). *Contre la méthode, esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*: Seuil.
- Foucault, M. (1966). *Les mots et les choses*. Paris: Gallimard.

- Fourgous, J-M. (2010). Réussir l'école numérique. Rapport de la mission parlementaire de Jean-Michel Fourgous, député des Yvelines, sur la modernisation de l'école par le numérique: Assemblée Nationale.
- Francesc, P. (2006). The new millenium learners: challenging our Views on ICT and Learning. <http://www.oecd.org/edu/ceri/38358359.pdf>
- Frau-Meigs, D, & Gautellier, C. (2013). Refonder l'éducation aux médias *Vers l'éducation Nouvelle* (549).
- Freinet, C. (1946). *L'éducation du travail* (4 ed.). Neuchâtel/Paris: Delachaux & Niestlé.
- Frodeman, R. (1995). Geological reasoning : geology as an interpretative and historical science. *Geological Society of America Bulletin*(107), 960-968.
- Fullerton, T. (2014). What Dams Do Well. Mastering Concepts in Play. In W. Tierney, Z. Corwin, T. Fullerton & G. Ragusa (Eds.), *Postsecondary Play. The Role of Games and Social Media in Higher Education* (pp. 125-145). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Garris, R, Ahlers, R, & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.
- Gee, J P. (2008). Video games, learning, and "content". In C. Miller (Ed.), *Games: purpose and potential in education* (pp. 43-53). Morehead, KY: Springer.
- Gee, JP. (2003). *What Video Games Have to Teach us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan.
- Gee, JP, & Shaffer, DW. (2010). Looking Where The Light is Bad; Video Games and the Future of Assessment. *Edge*, 6(1), 3-19.
- Genvo, S. (2011). Penser les phénomènes de "ludicisation" du numérique. Pour une théorie de la jouabilité. *Revue des sciences sociales*(45), 68-77.
- Genvo, S. (2013). Penser les phénomènes de ludicisation à partir de Jacques Henriot. *Sciences du jeu*(1).
- Georges, F. (2007). *Sémiotique de la représentation de soi dans les dispositifs interactifs. L'Hexis numérique*. (Thèse de Doctorat), Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, Paris.
- Giannoula, E, & Baron, GL. (2002). Pratiques familiales de l'informatique versus pratiques scolaires: Représentations de l'informatique chez les élèves d'une classe de CM2. *Sciences et Techniques éducatives*, 9(3-4), 437—456.
- Giddens, A. (1987). *La constitution de la société*. Paris: Presses universitaires de France.

- Godino, JD, Batanero, C, Contreras, A, Estepa, A, Lacasta, E, & Wilhelmi, MR. (2013). Didactic Engineering as Design-Based Research in Mathematics Education *Proceedings of the Eighth Congress of European Research in Mathematics Education. CERME 8*. Antalya, Turkey.
- Goffman, E. (1961). *Encounters*. Indianapolis: Bobbs-Merrill.
- Gonçalves, C. (2013). *Appropriation et Authenticité. Une étude didactique des expériences d'apprentissage d'étudiants engagé dans un "jeu sérieux" en Epidémiologie et Biostatistique*. (PhD), Université de Grenoble, Grenoble.
- Grandjouan, JO. (1963). *Les jeux de l'esprit*. Paris: Editions du Scarabé.
- Griffiths, M. (2005). Video games and health. *British Medical Journal*, 331(7509), 122.
- Gruson, B, Forest, D, & Loquet, M (Eds.). (2012). *Jeux de savoir. Études de l'action conjointe en didactique*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Habgood, J. (2007). *The effective integration of digital games and learning content*. (PhD Thesis PhD), University of Nottingham.
- Habgood, J, & Overmars, M. (2006). *The Game Maker's Apprentice: Game Development for Beginners*. Berkeley, Ca: APress.
- Halliday-Wynes, S, & Beddie, F. (2009). Informal Learning. At a Glance. Adelaide: National Centre for Vocational Education Research (NCVER).
- Hamayon, R. (2012). *Jouer, une enquête anthropologique*. Paris: La Découverte.
- Henriot, J. (1969). *Le jeu*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Henriot, J. (1989). *Sous couleur de jouer - la métaphore ludique*. Paris: José Corti.
- Highsmith, J. (2002). *Agile software development ecosystems*. Boston, MA: Addison-Wesley Professional.
- Hoadley, CM. (2004). Methodological Alignment in Design-Based Research. *Educational Psychologist* 39(4), 203-212. doi: 10.1207/s15326985ep3904_2
- Hofer, B, & Pintrich, P. (1997). The development of epistemological theories : Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of educational research*, 67(1).
- Hugon, AM, & Seibel, C. (1987). Recherche-action, formation : quelle articulation. *Recherche & Formation*, 2(2), 9-20.
- Hugon, AM, & Seibel, C. (1988). *Recherches impliquées, Recherches action : Le cas de l'éducation*. Bruxelles: De Boeck Université.

- Hutt, C. (1979). Exploration & Play. In B. Sutton-Smith (Ed.), *Play and Learning* (pp. 175-194). New York: Gardner Press.
- Huizinga, J. (1951). *Homo ludens: essai sur la fonction sociale du jeu*. Paris: Gallimard.
- Iksal, S. (2011). Tracks analysis in learning systems : A prescriptive approach. *International Journal for e-Learning Security*, 1(1), 3-9.
- Ito, M, Horst, H, Bittanti, M, Boyd, D, Herr-Stephenson, B, Lange, PG, . . . Robinson, L. (2008). *Living and Learning with New Media: Summary of Findings from the Digital Youth Project*. Chicago: MacArthur Foundation.
- Jacob, S, & Power, T. (2006). *Petits joueurs. Les jeux spontanés des enfants et des jeunes mammifères*. Sprimont, Belgique: Mardaga.
- Jekel, T, Sanchez, E, Gryl, I, & Jouneau-Sion , C (Eds.). (forthcoming). *Learning & Teaching with Geomedia*. London: Cambridge Scholars.
- Jenkins, H. (2011). Forewords. In S. de Freitas & P. Maharg (Eds.), *Digital Games and Learning*. London, UK: Continuum.
- Jenkins, H, Clinton, K, Purushotma, R, Robison, A. J, & Weigel, M. (2006). *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education For the 21st Century*. Chicago: The MacArthur Foundation.
- Johnson, AP. (2011). *Short Guide to Action Research* (fourth edition ed.). Boston, MA: Pearson.
- Jonassen, DH. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational technology research and development*, 48(4), 63-85.
- Kambouchner, D, Meirieu, P, & Stiegler, B. (2012). *L'école, le numérique et la société qui vient*. Paris: Fayard/Mille Et Une Nuits.
- Khun, T. (1962). *La structure des révolutions scientifiques* (2008 ed.). Paris: Champs/Flammarion.
- King, P M, & Kitchener, K S. (1994). *Developping Reflective Judgement: understanding and Promoting Intellectual growth and Critical Thinking in Adolescents and Adults*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Kirriemuir, J, & Mc Farlane, C A. (2004). Literature Review in Games and Learning *FUTURELAB SERIES*. Bristol.
- Kramar, N. (2012). *Apport d'un jeu sérieux pour l'instauration d'un nouveau rapport au savoir du point de vue épistémologique : cas du jeu Clim@ction*. (Master 2 Recherche en Histoire, Philosophie, Didactique des Sciences), Université de Lyon.

- Laflaquière, J, Prié, Y, & Mille, A. (2008). *Ingénierie des traces numériques d'interaction comme inscriptions de connaissances*. Papier présenté aux 19es Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC 2008), Nancy.
- Latour, B, & Woolgar, S. (1988). *La Vie de laboratoire. La production des faits scientifiques*. Paris: La Découverte.
- Lave, J, & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge:: Cambridge University Press.
- Lechopier, N. (2013). Recherches participatives et partage de résultats scientifiques. Quels enjeux ? *Bulletin de la recherche de l'Institut français de l'éducation*, (Mai 2013), 5-7.
- Leeds-Huwitz, W, & Hoff, PS. (2012). *Learnig Matters. The Transformation of U.S. Higher Education*. Paris: Editions des archives contemporaines.
- Lenhart, A, Kahne, J, Middaugh, E, Rankin Macgill, A, Evans, C, & Vitak, J. (2008). *Teens, Video Games and Civics Pew Internet and American Life Project*. Washington, DC: Pew Research Center.
- Levy, P. (1997). *Cyberculture*. Paris: Odile Jacob/Conseil de l'Europe.
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues* (2), 34-46.
- Linn, MC, Davis, EA, & Bell, P. (2004). *Internet environnements for science Education*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lison, C, Sanchez, E, & Kramar, N. (soumis). Développement épistémique d'élèves engagés dans un jeu numérique épistémique: le cas de Clim@ction STICEF.
- Longeon, T. (2011). *Conception d'un jeu a réalite alternée*. (Master), Université des sciences et technologies de Lille.
- Lorant-Royer, S, Spiess, V, Goncalves, J, & Lieury, A. (2008). Programmes d'entraînement cérébral et performances cognitives : efficacité, motivation... ou « marketing » ? De la Gym-Cerveau au programme du Dr Kawashima. *Bulletin de psychologie*, 61(6), 531-549.
- Lund, K, & Mille, A. (). . Dans ., éditeurs, , chapitre 1, pages . . (2009). Traces, traces d'interactions, traces d'apprentissages définitions, modèles informatiques, structurations, traitements et usages. In J. Marty & A. Mille (Eds.), *Analyse de traces et Personnalisation des EIAH, Traité Informatique et Systèmes d'Information* (pp. 21-56). Cachan: Hermes-Lavoisier.
- Malone, T W, & Lepper, M. (1987). Intrinsic Motivation and Instructional Effectiveness in Computer-based Education. In S. Farr (Ed.), *Aptitude learning, and instruction*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Marchiori, EJ. (2010). *WEEV: A Multidisciplinary Approach to Educational Game Development*. (Master's thesis), Complutense University at Madrid, Madrid.

- Marfisi-Schottman, I. (2012). *Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games*. (Thèse de doctorat), Université de Lyon - INSA, Lyon.
- Marfisi-Schottman, I, George, S, & Frank, TB. (2010). *Tools and Methods fo Efficiently Designing Serious Games*. Paper presented at the 4th European Conference on Games Based Learning - ECGBL 2010, Copenhagen, DK.
- Margolinas, C. (1995). La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations. In C. Margolinas (Ed.), *Les débats de didactique des mathématiques* (pp. 89-102). Grenoble: La Pensée sauvage éditions.
- Mariais, C. (2012). *Modèles pour la conception de Learning RolePlaying Games en formation professionnelle*. (Thèse de doctorat), Université de Grenoble, Grenoble.
- Mariais, C, Michau, F, & Pernin, JP. (2010). *The use of Game Principles in the Design of Learning Role-Playing Game Scenario*. Paper presented at the ECGBL 2010, Copenhagen.
- Marjonovic-Shane, A. (1990). *Metaphor beyond play*. (PhD Thesis), university of Pennsylvania.
- Marne, B, John, W, Huynh Kim Bang, B, & Labat, J.-M. (2012). *The Six Facets of Serious Game Design: A Methodology Enhanced by Our Design Pattern Library*. Proceedings of 7th European Conference on Technology Enhanced Learning, Saarbrücken, Germany.
- Martinand, J-L. (1994). *Introduction à la modélisation*. Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques, Cachan.
- Maulini, O, & Montandon, C. (2005). *Les formes de l'éducation: variété et variations*. Bruxelles: De Boeck Supérieur.
- May, M, George, S, & Prévôt, P. (2008). *Tracer, analyser, et visualiser les interactions des apprenants pendant les activités de communications médiatisées*. Actes du colloque JOCAIR : Journées Communication et Apprentissage Instrumentés en Réseau.
- Mayo, MJ. (2009). Video Games: A Route to Large-Scale STEM Education? *Science*, 323(5910), 79-82.
- Milgram, P, & Kishino, F. (. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems E series D*, .. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE (Institute of Electronics, Information and Communication Engineers) Transactions on Information and Systems, Specialissue on Networked Reality(77)*, 1321-1329.
- Mills, G.E. (2003). *Action Research: A Guide for the Teacher Researcher*. Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Mitgutsch, K. (2007). *Digital play-based learning; A philosophical-pedagogical perspective on learning anew based on games*. Paper presented at the Games in Action, Gothenburg, Sweden.

- Moher, T. (2006). *Embedded phenomena: Supporting science learning with classroom-sized distributed simulations*. Paper presented at the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems, New York.
- Monod-Ansaldi, R, Sanchez, E, Devallois, D, Abad, T, Bénech, P, Brondex, A, . . . Recurt, C. (2013). Sit down to Table and Confess who you are! Design of an epistemic game for nutritional education at secondary school. In C. Vaz de Carvalho & P. Escudeiro (Eds.), *Proceedings of the 7th European Conference on Games-Based Learning* (Vol. Vol. 2, pp. 401-408). Porto, Portugal: Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Monod, 1970. (1970). *Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*. Paris: Editions du Seuil.
- Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Paris: Le Seuil.
- Ney, M, Gonçalves, C, Balacheff, N, & Schwartz, C. (2010). Phone, email and video interactions with characters in an epidemiology game: Towards authenticity. *Lecture Notes in Computer Science, 6250*(Transactions on Edutainment IV), 241-255
- Nieveen, N. (2007). Formative Evaluation in Educational Design Research. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *An Introduction to Educational Design Research*. Enschede, the Netherlands: SLO •Netherlands institute for curriculum development.
- Nieveen, N, McKenney, S, & van den Akker, J. (2006). Educational design research: The value of variety. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 151-158). London: Routledge.
- Noffke, S (1997). Professionnal, Personal and Political Dimensions of Action Research. *Review of Research in Education, 22*.
- Norman, DA, & Draper, SW. (1986). *User Centered System Design: New Perspectives in Human-Computer Interaction*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Nutley, SM, Walter, I, & Davies, H. (2007). *Using Evidence: How Research can Inform Public Services*. Bristol: The Policy Press.
- O'Brien, R. (2001). Um exame da abordagem metodológica da pesquisa ação. In R. Richardson (Ed.), *Teoria e Prática da Pesquisa Ação*. João Pessoa, Brazil:: Universidade Federal da Paraíba.
- O'Donnell, A. (2004). A Commentary on Design Research. *Educational Psychologist, 39*(4), 255-260. doi: 10.1207/s15326985ep3904_7
- OCDE. (2002). *Manuel de Frascati 2002. Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental*. Paris: Éditions OCDE.
- OECD. (2012). *Connected Minds: Technology and Today's Learners*: OECD Publishing.

- Ohlsson, S. (1995). Learning to do and learning to understand: A lesson and a challenge for cognitive modeling. In P. Reiman & H. Spade (Eds.), *Learning in Humans and Machines: Towards an interdisciplinary learning science* (pp. 37-62). Oxford, UK: Elsevier Science.
- Orange, C. (2000). *Idées et raisons : constructions de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en SVT*. (Mémoire de recherche pour l'HDR), Université de Nantes, Nantes.
- Orange, C. (2007). Quel milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la Terre ? *Education & Didactique*, 1(1), 37-55.
- Papert, S. (2002, 24/06/2002). Hard Fun., *Bangor Daily News*.
- Pelay, N. (2011). *Jeu et apprentissages mathématiques. Elaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique*. (Thèse de doctorat), Université Claude Bernard, Lyon 1, Lyon, France.
- Penuel, WR, Roschelle, J, & Shechtman, N. (2007). The WHIRL co-design process: Participant experiences. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 2(1), 51-74. doi: 10.1142/S1793206807000300
- Peraya, D, & Charlier, B. (2007). *Transformation des regards sur la recherche en technologie de l'éducation*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Petraglia, J.). . : Erlbaum. (1998). *Reality by design: the rhetoric and technology of authenticity in education*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Phye, GD, Robinson, DH, & Levin, JR. (). . (2005). *Empirical Methods for Evaluating Educational Interventions*. Burlington: Elsevier Academic Press.
- Piaget, J, & Inhelder, B. (1966). *La psychologie de l'enfant* (2008 ed.). Paris: PUF.
- Platon. (2004). *Phèdre*: GF Flammarion.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5).
- Raab, T, & Frodeman, R. (2002). What's it like to be a geologist? Phenomenology of geology and its practical implications. *Philosophy and Geography*, 5(1), 69-81.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: A. Colin.
- Rabaud, E. (1941). *Introduction aux sciences biologiques*. Paris: A. Colin.
- Rancière, J. (1987). *Le Maître ignorant : Cinq leçons sur l'émancipation intellectuelle* (2004 ed.). Paris: Fayard.
- Rappoport, R. (1970). Three Dilemmas of Action Research. *Human Relations*, 23(6), 499-513.

- Rasmussen, C, Zandieh, M, & Wawro, M. (2009). How do you know which way the arrows go? The emergence and brokering of a classroom mathematics practice. In W. Roth (Ed.), *Mathematical representations at the interface of the body and culture*, (pp. 171-218). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Reason, P, & Bradbury, H. (2001). *Handbook of Action Research: Participative Inquiry and Practice*. London, UK: SAGE Publications.
- Reboul, O. (1992). *Les valeurs de l'éducation*. Paris: PUF.
- Redecker, C, Leis, M, Leendertse, M, Punie, Y, Gijbbers, G, Kirschner, P, . . . Hoogveld, B. (2011). *The Future of Learning: Preparing for Change*. Seville: JRC-IPTS, European Commission.
- Reeves, B, & Read, JL. (2009). *Total engagement, using games and virtual world to change the way people work and business compete*. Boston: Harvard University Press.
- Reeves, T. (2006). Design research from a technology perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design Research*. London: Routledge.
- Reeves, T. (2011). Can Educational Research Be Both Rigorous and Relevant? *Educational Designer*(4).
- Reffay, C, Chanier, T, Noras, M, & Betbeder, ML. (2008). Contribution à la structuration de corpus d'apprentissage pour un meilleur partage en recherche. *STICEF*, 15(Numéro spécial EPAL), 185-219.
- Rege Colet, N., McAlpine, L, Fanghanel, J, & Weston, C. (2011). Le concept de Scholarship of Teaching and Learning. *Recherche & Formation*(67), 91-104.
- Reigeluth, CM, & Frick, T.W: . (1999). Formative research: A methodology for creating and improving design theories. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models* (Vol. Vol. II, pp. 633-651). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Richey, RC, & Klein, JD. (2007). *Design and Development Research: Methods, Strategies and Issues*: Routledge.
- Riedel-Kruse, IH, Chung, AM, Dura, B, Hamilton, AL, & Lee, BC. (2011). Design, engineering and utility of biotic games. *Lab Chip*, 11(14), 14-22.
- Robardet, G. (1997). Le jeu des résistors : Une situation visant à ébranler des obstacles épistémologiques en électrocinétique. *Aster*(24), 59-79.
- Romero, C, Ventura, S, Pechenizkiy, M, & Baker, RS (Eds.). (2010). *Handbook of Educational Data Mining. Data Mining and Knowledge Discovery*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Ryan, R M, & Deci, E L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*(55), 68-78.

- Salen, K, & Zimmerman, E. (2003). *Rules of play, game design fundamentals*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sanchez, E. (2003a). *Analyse de stratégies d'élèves utilisant un logiciel de simulation en sciences de la vie et de la Terre*. (Mémoire de DEA), Université Lyon 1, Lyon.
- Sanchez, E. (2003b). Chronocoupe : un logiciel pour l'apprentissage du raisonnement diachronique en sciences de la Terre. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (Eds.), *Ignorances et questionnements*. Chamonix: Actes JIES.
- Sanchez, E. (2007). *Investigation scientifique et modélisation pour l'enseignement des sciences de la Terre. Contribution à l'étude de la place des technologies numériques dans la conduite d'une classe de terrain au lycée*. (thèse de doctorat), Université de LYON, Lyon.
- Sanchez, E. (2008a). Integrating Geomatics into the Curriculum: Inquiry-Based-Learning during a Fieldwork Course. In T. Jekel, A. Koller & K. Donert (Eds.), *Learning with Geoinformation III* (pp. 78-87). Heidelberg: Wichmann.
- Sanchez, E. (2008b). Quelles relations entre modélisation et investigation scientifique dans l'enseignement des sciences de la Terre. *Education & Didactique*, 2(2), 97-122.
- Sanchez, E. (2010). Des jeux dans la classe, est-ce bien sérieux. *L'Ecole Numérique*(6), 24-26.
- Sanchez, E. (2011a). Key criteria for Game Design. A Framework. . *MEET Project. European Commission*. from www.reseaucerta.org/meet/Key_criteria_for_Game_Design_v2.pdf
- Sanchez, E. (2011b). Usage d'un jeu sérieux dans l'enseignement secondaire : modélisation comportementale et épistémique de l'apprenant. Jeux sérieux, révolution pédagogique ou effet de mode ? *Revue d'Intelligence Artificielle, numéro spécial Serious Game*, 25(2), 203-222.
- Sanchez, E. (2011c). *When games meet learning*. Paper presented at the IIGWE2011 - ICT and Informatics in a Globalized World of Education, Mombasa, Kenya.
- Sanchez, E. (2012). Serious game ou serious play ? Interactions et apprentissage avec des jeux sérieux. *ARGOS, CNDP*, 34-36.
- Sanchez, E. (2013a). A Model for the Design of Digital Epistemic Games. In N. Reynolds & M. Webb (Eds.), *Proceedings of the X World Conference on Computers in Education* (pp. 257-264). Torun, Poland.
- Sanchez, E. (2013b). Tamagocours, un jeu numérique sur les règles qui encadrent les usages des ressources numériques *Actes du VIIe colloque « Questions de pédagogies dans l'enseignement supérieur »* (pp. 528-536). Sherbrooke, Qc, Canada.
- Sanchez, E, Delorme, L, Jouneau-Sion, C, & Prat, A. (2010). Designing a pretend game with geotechnologies: toward active citizenship. In T. Jekel, A. Koller, K. Donert & R. Vogler (Eds.), *Learning with geoinformation V* (pp. 31-40). Heidelberg: Wichman.

- Sanchez, E, & Jouneau-Sion, C. (2010, 24 et 25 novembre 2010). *Les jeux, des espaces de réflexivité permettant la mise en œuvre de démarches d'investigation*. Papier présenté à la conférence Ressources et travail collectif dans la mise en place des démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences - Actes des journées scientifiques DIES 2010., Lyon.
- Sanchez, E, & Jouneau-Sion, C. (2012). *Clim@ction: Fostering Interactions with a Digital Epistemic Game*. Paper presented at the AECRICT 2012, Manchester, UK.
- Sanchez, E, Jouneau-Sion, C, L, Delorme, Young, S, Lison, C, & Kramar, N. (2012a). *Fostering Epistemic Interactions with a Digital Game. A Case Study about Sustainable Development for Secondary Education*. Actes de la conférence IOSTE XV International Symposium, La Medina - Yasmine Hammamet, Tunisia.
- Sanchez, E, Jouneau-Sion, C, L, Delorme, Young, S, Lison, C, & Kramar, N. (accepté). (2012b). *Fostering Epistemic Interactions with a Digital Game. A Case Study about Sustainable Development for Secondary Education*. Actes de la conférence IOSTE 2012, La Medina - Yasmine Hammamet, Tunisia.
- Sanchez, E, & Jouneau-Sion, C. (2013). *Clim@ction: Fostering Interactions with a Digital Epistemic Game*. In C. Redman, F. Trapani & K. Carlin (Eds.), *Book of Abstracts of the IFIP WGs 3.1, 3.3, 3.5 & 3.8 International Working Conference "Addressing educational challenges: the role of ICT"* (pp. 40). Manchester Metropolitan University, Manchester, UK.
- Sanchez, E, Kramar, N, & Lison, C. (forthcoming). *Playing with geomedia to understand the complexity of the world*. In T. Jekel, E. Sanchez, I. Gryl & C. Jouneau-Sion (Eds.), *Learning & Teaching with Geomedia* (pp. 207-214). London: Cambridge Scholars.
- Sanchez, E, Lison, C, & Kramar, N. (2013). *Digital Play and Epistemological Belief Changes: A Case Study about Sustainable Development*. Proceeding of the conference ESERA 2013, Cyprus.
- Sanchez, E, Ney, M, & Labat, JM. (2011). *Jeux sérieux et pédagogie universitaire : de la conception à l'évaluation des apprentissages*. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 8(1-2), 46-57.
- Sanchez, E, & Prieur, M. (2009). *Spore, un jeu sérieux pour comprendre l'évolution biologique ?* *Les Dossiers de l'Ingénierie Educative*(65), 18-21.
- Sanchez, E. (2011). *A game in the classroom, what did the students learn?* Actes de la conférence ESERA 2011, Lyon, France.
- Sandoval, WA. (2004). *Developing learning theory by refining conjectures embodied in educational designs*. *Educational Psychologist*, 39(4), 213-223.
- Sandoval, WA, & Bell, P. (2004). *Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction*. *Educational Psychologist* 39(4), 199-201. doi: 10.1207/s15326985ep3904_1

- Sauvé, L, & Kaufman, D (Eds.). (2010). *Jeux et simulations éducatifs, Études de cas et leçons apprises*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Schechner, R. (2013). *Performance Studies: An Introduction* (T. edition Ed.). New York, NY: Routledge.
- Schugurenky, D. (2007). "Vingt mille lieues sous les mers" : les quatre défis de l'apprentissage informel. . *Revue française de pédagogie*(160), 13-27.
- Sensevy, G. (2011a). *Le sens du savoir*. Bruxelles: De Boeck.
- Sensevy, G. (2011b). *Les LéA, vers une nouvelle alliance entre professeurs et chercheurs, entre recherche et formation*. Papier présenté au Séminaire annuel des LéA, Lyon.
- Sensevy, G, Forest, D, Quilio, S, & Morales , G. (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM, the International Journal of Mathematics Education*, 45(7), 1031-1043.
- Settoui, LS, Prié, Y, Marty, JC, & Mille, A. (2007). Vers des systèmes à base de traces modélisées pour les EIAH. Technical Report Rapport de recherche RR-LIRIS-2007-016. Villeurbanne: LIRIS -Lyon 1.
- Shaffer, D W, Squire, K R, Halverson, R, & Gee, JP. (2005). Video games and the future of learning. *Phi Delta Kappa*, 87(2), 104-111.
- Shaffer, DW. (2006). Epistemic frames for epistemic games. *Computers and Education*, 46(3), 223-234.
- Shaffer, DW, Hatfield, D, Svarovsky, GN, Nash, P, Nulty, A, Bagley, E, . . . Mislevy, R. (2009). Epistemic Network Analysis: A prototype for 21st Century assessment of learning. *The International Journal of Learning and Media*, 1(2), 33-53.
- Shaftel, J, Pass, L, & Schnabel, S. (2005). Math games for adolescents. *Teaching Exceptional Children*, 35(2), 27-33.
- Silva, H. (2013). La « gamification » de la vie : sous couleur de jouer ? *Sciences du jeu - 30 ans de Sciences du jeu à Villetaneuse. Hommage à Jacques Henriot*, 1(1).
- Steinkuehler, C, & Duncan, S. (2008). Scientific Habits of Mind in Virtual Worlds. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 530-543.
- Stengers, I. (1993). *L'invention des sciences modernes*. Paris: La Découverte.
- Stringer, ET. (2007). *Action Research (Third Edition)*. London, UK: Sage Publications.
- Susman, GI, & Evered, RD. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly* 23(4), 582-603.
- Sutton-Smith, B. (1997). *The Ambiguity of Play*. Cambridge, M: Harvard University Press.

- Thomas, D, & Brown, JS. (2011). *A new culture of learning. Cultivating the imagination for a world in constant change*. LaVergne, TN: Createspace.
- Thomas, S. (2006). Pervasive Learning Games: Explorations of Hybrid Educational Gamescapes. *Simulation & Gaming*, 37(1), 41-55.
- Tillion, G. (2009). *Fragments de vie*. Paris: Le Seuil.
- Tobias, S, & Fletcher, JD. (2012). Reflections on "A Review of Trends in Serious Gaming". *Review of Educational Research*, 82(2), 233–237.
- Todorov, T. (1981). *Mikhaïl Bakhtine - Le principe dialogique suivi de Ecrits du Cercle de Bakhtine*. Paris: Editions du Seuil.
- Triclot, M. (2011). *Philosophie des jeux vidéo*. Paris: La découverte.
- Triclot, M. (2013). Game studies ou études du play ? Une lecture croisée de Jacques Henriot et de Jesper Juul. *Science du jeu*(1).
- Tricot, A, Plégat-Soutjis, F, & Camps, J-F. (2003). *Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH*. Papier présenté à la conférence EIAH 2003.
- Trompette, P, & Vinck, D. (2009). Retour sur la notion d'objet-frontière. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 3(1), 5-27.
- Trouche, L. (). . . (2012). *Les outils des LéA. Conférence en ligne* Papier présenté au Séminaire des LéA. http://www.canal-u.tv/video/ecole_normale_superieure_de_lyon/a_propos_des_lea_intervention_de_luc_trouche.10474
- Turkle, S. (2005). *Life on the Screen: Identity in the Age of the Internet*. New York: Simon & Schuster.
- UNICEF. (1989). *Convention internationale des droits de l'enfant*.
- van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In J. van den Akker, N. Nieveen, R. Branch, K. Gustafson & T. Plomp (Eds.), *Design methodology and developmental research in education and training* (pp. 1-14). The Netherlands:: Kluwer Academic Publishers.
- Varenne, F. (2003). Le statut épistémologique de la simulation *actes des 10èmes journées de Rochebrune*, (pp. 299-313). Paris: Editions de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications.
- Varenne, F. (2006). *Les notions de métaphore et d'analogie dans les épistémologies des modèles et des simulations*. Paris: Petra.

- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23), 133-170.
- Vial, S. (2013). *L'être et l'écran*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Viau, R. (1994). *la motivation en contexte scolaire*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Virole, B. (2003). *Du bon usage des jeux vidéo et autres aventures virtuelles*. Paris: Hachette Littératures.
- von Uexküll, J. (1956). *Mondes animaux et monde humain; suivi de Théorie de la signification* (1965 Ed.). Paris: Denoël.
- Vygotski, L. (1934). *Pensée et langage* (1998 ed.). Paris: La Dispute.
- Vygotski, L. (1966). Play and Its Role in the Mental Development of the Child. *Voprosy psikhologii*(6).
- Wang, F, & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. Educational Technology Research and Development. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Wastiau, P, Kearney, C, & Van den Berghe, W. (2009). How are digital games used in schools? Brussels: European Schoolnet.
- Wenger, E. (1987). *Artificial intelligence and tutoring systems*. Los Altos, California: Morgan Kaufmann Publishers.
- Werquin, P. (2010). Reconnaître l'apprentissage non formel et informel : résultats, politiques et pratiques: OCDE.
- Wilson, AJ, Dehaene, S, Pinel, P, Revkin, SK, Cohen, L, & Cohen, D. (2006). Principles underlying the design of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2(19).
- Winnicott, DW. (1971). *Jeu et réalité* (2002 ed.). Paris: Gallimard.
- Wittgenstein, L. (1953). *Philosophical investigations*. New York, NY: Macmillan.
- Yon, A. (1940). *A propos du latin Ludus*. Paris: Mélanges Ernout.
- Young, MF, Slota, S, Cutter, AB, Jalette, G, Mullin, G, Lai, B, . . . Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle : A Review of Trends in Serious Gaming in education. *Review of Educational Research*, 82(1), 61–89.
- Zimmerman, E. (2004). Narrative, Interactivity, Play, and Games: Four Naughty Concepts in Need of Discipline. In N. Wardrip-Fruin & P. Harrigan (Eds.), *First Person* (pp. 154-163). Cambridge: MIT Press.

Table des illustrations

Figure 1 : Les Jeux Epistémiques Numériques au carrefour de trois champs de recherche	22
Figure 2 : pourcentage des occurrences des termes <i>serious game</i> , <i>educational game</i> et <i>edutainment</i> dans la littérature anglo-saxonne	43
Figure 3 : pourcentage des occurrences des expressions <i>jeux sérieux</i> et <i>jeux éducatifs</i> dans la littérature francophone	44
Figure 4 : copie d'écran de <i>Chronocoupe</i>	53
Figure 5 : écran principal de Tamagocours montrant la métaphore alimentaire retenue pour le <i>game-play</i>	54
Figure 6 : jeu- <i>play</i> individuel – situation d'action.....	69
Figure 7 : jeu- <i>play</i> multijoueur	70
Figure 8 : Situation didactique.....	70
Figure 9 : Durées d'accès à l'image « modèle » et clics sur le bouton « annuler » (à gauche élève Cha, à droite élève Cap)	77
Figure 10 : <i>Evolution du nombre moyen de clics sur le bouton « annuler »</i>	79
Figure 11 : transposition méta-didactique et itérations dans le cadre de la ROC.....	119
Figure 12 : une phylogénèse des recherches collaboratives	122
Figure 13 : Le modèle 3E (d'après Sanchez, 2013a).....	160

Index des principaux mots ou expression clefs

adidactique, 11, 28, 62, 65, 66, 67, 68, 69,
70, 71, 72, 75, 78, 79, 86, 105

after-action review, 75, 76

apodictique, 87

apories, 86

apprentissage formel, 27

apprentissage informel, 27, 28

apprentissage par adaptation, 87

authenticité, 11, 21, 46, 48, 52, 55, 56, 57,
59, 60, 158

avatar, 10, 83, 84, 85, 156, 160

Chronocoupe, 18, 42, 50, 52, 53, 54, 66,
72, 76, 105, 117, 153, 158

Clim@ction, 42, 50, 58, 59, 74, 84, 119

complexité, 15, 58, 59, 63, 96, 101, 102,
105, 108, 109, 115, 119, 120, 155, 158

contrat didactique, 70, 71

créativité, 11, 37, 40, 80, 81, 83, 85, 87,
88, 90, 122

culture numérique, 23, 24, 25, 33, 122

débriefing, 70, 76, 77, 158

design experiment, 104, 105

design-based research, 16, 97, 106, 107,
116, 120

design-experiment, 105, 107, 115

dévolution, 63, 67, 69, 71, 79, 155

e.Education, 27

épiphanies, 86

espace de réflexivité, 11, 62, 64, 65, 71,
72, 73, 122, 158

formulation, 29, 67, 69, 71, 72, 78, 79, 122

frivolité, 37, 38, 39, 43, 67, 73, 156, 158

game-play, 32, 39, 42, 46, 54, 83, 89, 157

gamification, 88

Géonote, 19, 118

informalisation, 23, 27, 28, 33

ingénierie collaborative, 110

ingénieries didactiques, 16, 108

innovation, 25, 80, 81, 83, 89, 90, 95, 102,
108

institutionnalisation, 28, 44, 67, 68, 70, 71,
75, 77, 78, 79, 153, 158

interactions épistémiques, 40, 48, 64, 72,
78, 122

jeu numérique épistémique, 10, 36, 37, 41,
45, 48, 70, 73, 74, 153, 157, 158

jeu pervasif, 42, 45, 57

- jeu-game, 10, 39, 40, 46, 48, 49, 55, 56, 57, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 78, 83, 84, 87, 151
- jeu-play, 10, 39, 40, 46, 48, 49, 55, 56, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 78, 79, 81, 83, 86, 117, 122, 151
- jeux de rôle, 83
- jeux sérieux, 44, 55, 65
- jeux vidéo, 10, 27, 28, 31, 32, 39, 40, 42, 43, 45, 81, 83
- Jeux vidéo, 45, 83
- légaliberté, 84, 88, 89, 90
- Lieux d'éducation associés à l'IFE, 110
- ludant, 29, 40, 41, 44, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 57, 63, 64, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 96, 117, 119, 122, 125, 153, 155, 156, 158, 159
- ludicisation, 23, 27, 29, 45, 88
- ludification, 88, 151
- Ludus, 29, 31, 152
- marionnette, 83, 84, 125
- métaphore, 37, 42, 43, 49, 51, 53, 54, 68, 125, 157
- métavers, 24, 57, 84, 122
- micromondes, 50
- milieu didactique, 22, 59, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 86, 87, 153
- motivation, 15, 32, 40, 63, 64, 154
- obstacle épistémo-didactique, 59
- paradoxe du marionnettiste*, 1, 10, 52, 78, 84, 125
- phénoménotechnique, 23, 102, 116, 120
- réalisme, 38, 44, 49, 55, 56, 60
- recherche et développement expérimental, 107
- recherche-action, 16, 94, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 115
- règle, 37, 38, 39
- règles du jeu, 24, 48, 50, 78, 80, 83, 84, 88, 89, 90, 122, 156
- savoirs d'action, 95, 108
- sérendipité, 82
- serious game, 36, 39, 42, 43, 45, 46, 151, 152
- simulation, 10, 18, 19, 22, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 57, 76, 78, 152
- situation d'action, 66, 68, 69, 72
- Tamagocours, 42, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 68, 69, 71, 72, 78, 84, 119
- trace, 117, 118
- transposition informatique, 52, 54
- transposition méta-didactique, 111, 113, 114, 116, 120

Le paradoxe du marionnettiste

validation, 67, 69, 71, 72, 78, 79, 87, 103,
107, 154

virtuel, 24, 51, 52, 56, 57, 60

World of Classcraft, 88

Annexes

Annexe 1 : lexique et étymologie autour du jeu

Game (anglais) : provient du vieil anglais *gamen* qui signifie assemblée ou fête ou un moment de liesse. *Game* souligne la dimension sociale du jeu.

Gamification : absent du dictionnaire Grand Robert Collins, le terme est construit à partir d'un mot anglais « game » et d'un suffixe d'origine latine (*facere*) pour désigner l'emploi de ressorts ludiques dans des contextes qui ne relèvent pas du jeu.

Game-play : *the feature of a computer game, such as its story or the way it is played, rather than the images or sounds it uses (Oxford advanced learners dictionary).*

locari/iocus (latin) : dire quelque chose pour faire rire, plaisanterie qui a donné en français le terme jeu.

Jeux sérieux : traduction littérale de l'expression anglaise *serious game* (voir ce terme) mais qui est ambiguë en français en raison du fait que le mot jeu renvoie au jeu-*game* ou au jeu-*play*.

Ludere/ludus (latin) : action physique de jouer. La forme survit aujourd'hui dans les termes illusion/désillusion, conclusion (conduire le jeu à son terme) et prélude (ce qui survient juste avant que le jeu ne commence). Il désigne le jeu (en tant qu'activité libre et spontanée) et le travail scolaire (en tant qu'activité imposée et dirigée).

Ludiciel (Le Grand Robert) : 1980; mot valise formé de *ludi(que)* et (*logi*)*ciel*. Inform. Logiciel à fonction ludique, logiciel destiné à des jeux

Ludoéducatif, ive ou ludo-éducatif, ive (Le Grand Robert) : 1985 Qui instruit tout en amusant. Logiciels ludoéducatifs.

Ludicisation et ludification sont absents du Grand Robert

Otium vs *negotium* (latin) : le jeu et l'éducation sont considérés comme des activités permettant le développement personnel (intellectuel ou physique) et donc comme relevant de l'*otium*, c'est-à-dire d'activités de temps libre. A contrario, *negotium*, la forme négative de *otium*, désigne le travail conduit pour des nécessités économiques.

Paideia (grec) : provient de la racine *pai* comme le terme grec *paizo* qui signifie jouer. Il est aussi utilisé pour désigner l'éducation (on le retrouve dans des termes tels qu'encyclopédie).

Play (anglais)/*Spielen* (allemand) : provient de la racine nordique *spil* qui signifie un mouvement joyeux et animé. Le terme est associé aux arts du spectacle (musique, danse, théâtre) mais pas aux arts plastiques. *Play* renvoie au mouvement libre comme le révèlent ses racines sanskrites : *krīdati* le jeu des animaux, des enfants et des adultes, le mouvement des vagues et le jeu dramaturgique et *līlā* qui désigne la dimension frivole et l'insignifiance du jeu.

Serious game : les définitions varient suivant les auteurs qui mentionnent explicitement une référence au jeu vidéo : « Un serious game résulte [...] de l'intégration d'un scénario pédagogique avec un jeu vidéo. » (Alvarez, 2007) à ceux pour lesquels l'acceptation est plus large et recouvre l'usage d'autres technologies : « Les *serious games* sont des applications de simulation/formation qui utilisent les dernières technologies issues du monde du jeu vidéo et de la réalité virtuelle. » (définition proposée lors du *Serious Game Summit Europe* à Lyon, en décembre 2005).

Références

Alvarez. (2007). *Du jeu vidéo au serious game. Approches culturelle, pragmatique et formelle.* (Thèse de Doctorat Thèse de Doctorat), Universités Toulouse II et Toulouse III, Toulouse.

Baron, G.L, & Bruillard, E. . (1996). *L'informatique et ses usagers dans l'éducation.* Paris: Presses Universitaires de France.

Botturi, L, & Loh, CS. (2008). Rediscovering the roots of game in education. In C. Miller (Ed.), *Games: purpose and potential in education.* Morehead, KY: Springer.

Brougère, G. (2000). *Jeu et éducation:* L'Harmattan.

Huizinga, J. (1951). *Homo ludens: essai sur la fonction sociale du jeu.* Paris: Gallimard.

Yon, A. (1940). *A propos du latin Ludus.* Paris: Mélanges Ernout.

Annexe 2 : Questions de conception – Le modèle 3E

De nombreux travaux ont abordé la question de la conception de *serious games*. Ces travaux visent en particulier la conception d'outils pour assister le concepteur. Par exemple Malone et Lepper (1987) identifient six éléments à prendre en compte pour qu'un jeu vidéo ait des propriétés éducatives :

- Un niveau de difficulté adapté
- Des feedbacks clairs, constructifs et encourageants
- Une capacité à susciter la curiosité par le contenu
- Un degré de liberté élevé et le sentiment d'avoir un certain contrôle
- La prise en compte des aspects émotionnels
- La prise en compte de la dimension sociale (aspects interpersonnels)

Le plus souvent, l'approche qui est retenue s'appuie sur la scénarisation pédagogique et repose sur la conception de contenus, l'organisation des ressources, la planification de l'activité, des interactions et des médiations pour induire et accompagner l'apprentissage et l'orchestration des situations d'apprentissage. Le travail de thèse de Marfisi-Schottman (2012) propose un état de l'art assez complet et propose des modèles pour faciliter la scénarisation. Parmi les propositions de modèles et d'outils auteur pour la scénarisation de parcours ludo-éducatifs, on peut signaler *ScenLRPG* (Mariais, 2012), *Legadee* (Marfisi-Schottman, George, & Frank, 2010), *WEEV* (Marchiori, 2010) et *les facettes du jeu sérieux* (Marne, John, Huynh Kim Bang, & Labat, 2012). Ces propositions s'appuient sur différents niveaux de patrons de conception (situation de jeu, scénario ludo-éducatif, situation d'interaction, tâche...) et sont en partie adaptées à un public d'enseignants-concepteurs non spécialistes de *game-design* ou de développement informatique. L'approche que nous retenons s'en démarque pour s'adapter aux spécificités des JEN. Elle s'attache moins au scénario qui est réalisé qu'aux interactions que l'on souhaite voir se développer dans la situation.

Ainsi, dès les premiers travaux que nous avons conduits, nous avons été amené à identifier un certain nombre de facteurs à prendre en compte dans le processus de conception et d'intégration des dispositifs ludiques pour que les situations élaborées puissent effectivement permettre la mise en place d'interactions. Les premiers travaux réalisés avec *Chronocoupe* (Sanchez, 2003a, 2010; E Sanchez, 2011b) nous ont permis, en particulier, de souligner l'importance des rétroactions du milieu didactique et le rôle crucial de la phase d'institutionnalisation. Les projets dans lesquels nous avons été impliqué ont également porté sur des jeux qui visaient une éducation au développement durable (Sanchez et al., 2010; Sanchez & Jouneau-Sion, 2010). Ils nous ont permis de préciser les éléments travaillés dans les projets antérieurs et de concevoir un guide à l'usage des enseignants. Ce guide décrit huit éléments à prendre en compte dans la conception d'un *jeu épistémique numérique*. Par la suite, ces éléments ont été repris et précisés pour donner lieu à l'élaboration d'une grille de critères (E Sanchez, 2011a, 2011c). Cette grille a été finalisée dans le cadre d'un projet financé par le Conseil de la Recherche en Sciences Humaines du Canada). Elle a donné lieu à l'élaboration d'un modèle tridimensionnel décrivant les éléments à prendre en compte dans pour concevoir un jeu numérique épistémique et l'intégrer dans la classe. Publié initialement en langue anglaise (Sanchez et al., 2012b), ce modèle a été nommé modèle 3E. Chaque E renvoie à une dimension du modèle : l'obtention de l'engagement du *ludant* (*Enroll*), la mise en place d'une mécanique ludique (*Entertain*)

et la prise en compte des apprentissages (*Educate*). La validation de ce modèle s'appuie sur des focus groupes conduits avec les enseignants impliqués dans les projets soit durant les phases de conception des jeux, soit durant les phases d'analyse consacrées à la discussion des choix de conception et de leur impact sur le déroulement des séances. Ce modèle a également été présenté lors de formations et d'ateliers tels qu'un workshop pour la réunion annuelle du *Working Group 3.1* de l'*International Federation for Information Processing (IFIP)* à Manchester (Sanchez & Jouneau-Sion, 2012). Nous décrivons ci-dessous ce modèle en renvoyant aux travaux de recherche qui ont également abordé cette question. Chaque élément est répertorié en utilisant une lettre qui renvoie à une des trois dimensions du modèle et un nombre. Ils sont regroupés dans le tableau 2 qui constitue également une grille d'évaluation utilisant une échelle de notation. Certains des éléments de ce modèle font l'objet de développements dans d'autres sections de ce document.

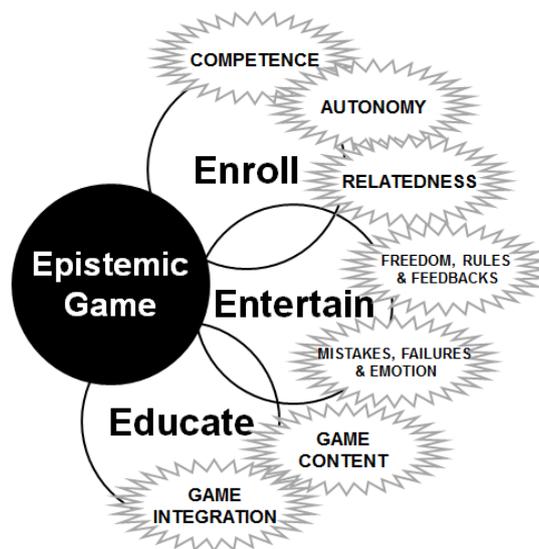


Figure 13 : Le modèle 3E (d'après Sanchez, 2013a)

▪ **Développer l'engagement (A Enroll)**

L'entrée dans le jeu et le maintien de l'engagement du joueur dépendent de sa motivation à participer. Considérée comme un élément clef du processus d'apprentissage, la question de la motivation a été souvent abordée par la recherche et son impact largement démontré (Viau, 1994). Les tenants d'une pédagogie ludique mettent souvent en avant le pouvoir motivationnel des jeux (Egenfeldt-Nielsen, 2007; Wilson et al., 2006). D'autres travaux ont proposé des modèles spécifiques de la motivation dans les jeux. C'est par exemple le cas du travail de thèse de Mariais qui distingue sept ressorts motivationnels dans les jeux (Mariais et al., 2010). Le modèle de Ryan et Deci (Ryan & Deci, 2000), que nous avons retenu dans nos travaux propose un cadre pour penser cette question de la motivation en contexte éducatif. Selon ces auteurs, la motivation résulte de la volonté de satisfaire des besoins fondamentaux et universels qui comprennent la compétence, l'autonomie et les relations sociales. Ces éléments sont abordés ci-dessous en lien avec la question la conception de jeux numériques épistémiques.

Le sentiment de compétence (A1) augmente lorsque les objectifs à atteindre sont clairs (A1.1) . La clarté des objectifs dépend de la capacité du joueur apprenant de se représenter l'issue du jeu en termes de réalisations. Lorsque cette condition est remplie, la dévolution du problème (Brousseau, 1986) à résoudre devient possible c'est-à-dire que le *ludant* accepte de prendre en charge le défi/problème et les décisions qu'il prend sont motivées par la compréhension qu'il a de la situation plutôt que par les attentes de l'enseignant (Ahuja et al., 1995). Le sentiment de compétence dépend également du niveau de difficulté du défi/problème (A1.2) qui doit donc être adapté aux capacités du *ludant*. Cela peut se traduire par des différents niveaux de jeu dont la complexité augmente au fur et à mesure que l'on avance dans le jeu. Un défi motivant (A1.3) peut être également un élément important pour renforcer le sentiment de compétence. Le caractère motivant d'un défi dépend de facteurs intrinsèques au problème à résoudre (tels que sa nouveauté ou les conséquences de sa résolution) tous en lien avec les attentes du *ludant* qui pourra être motivé par tel ou tel aspect spécifique. Dans les focus groupes que nous avons conduits dans le cadre du projet *Jouer Pour Apprendre en ligne*, de nombreux éléments, parfois paradoxaux, sont ressortis : plaisir de réaliser quelque chose de difficile, attrait de la nouveauté, dimension frivole de la situation ou au contraire son ancrage dans le réel et les bénéfices qu'elle pourrait apporter.

Le niveau d'engagement du *ludant* dépend également de l'autonomie qui lui est offerte (A2). L'autonomie comprend d'une part la liberté de faire des choix et de prendre ses propres décisions (A2.1) et, d'autre part d'adopter sa propre stratégie (A2.2). La plupart du temps, il est nécessaire que différentes stratégies soient gagnantes. Cette autonomie dépend également de la capacité du *ludant* d'interpréter les rétroactions fournies par le jeu en termes de réussites et d'échecs (A2.3).

Quant aux interactions sociales (A3) elles comprennent des éléments de compétition (A3.1) car les jeux sont des méritocraties (D. Thomas & Brown, 2011). Néanmoins, le succès dans un jeu peut également découler de la capacité à collaborer (A3.2) avec d'autres. Ainsi, l'engagement dans un jeu peut résulter d'une combinaison entre ces deux éléments.

- **Divertir (B Entertain)**

Divertir le joueur est l'objectif premier d'un jeu et le plaisir de jouer résulte principalement du sentiment de liberté (B1.1) qu'offre une telle situation. En tant que caractéristique centrale du jeu (Brougère, 2005), la liberté du joueur est l'un des éléments les plus importants à prendre en compte par le concepteur. Cette liberté offerte permet au *ludant* de prendre des décisions et d'élaborer ses stratégies propres mais aussi de quitter le jeu à sa guise. Elle est fondée sur l'idée qu'il possède une expertise en cours de développement. Ainsi, permettre à des *ludants* de penser comme des sujets actants et de s'engager dans des activités créatrices les rend autonomes et capables de jouer le rôle d'experts (Kirriemuir & Mc Farlane, 2004) et de rendre l'expérience « *playsante* » (Vial, 2013).

Le *niveau de contrôle* (B1.2) offert au *ludant* renvoie aux événements qui surviennent dans le jeu en lien avec les décisions qu'il prend. Il est important de lui permettre de se sentir responsable des succès qu'il rencontre mais il est également essentiel qu'il ne soit pas placé en situation d'être incapable de prendre une décision en raison de la complexité du défi à relever. Ce facteur est ainsi lié au concept de Zone de Développement Prochain (Vygotski, 1934), c'est-à-dire la distance entre ce que l'apprenant est capable de réaliser seul et ce qu'il est capable de réaliser avec l'aide de ses pairs ou d'un maître.

Les règles du jeu sont le pendant de la liberté (B1) offerte au joueur. Elles constituent un ensemble de normes et de conventions partagées par l'ensemble des joueurs. Elles encadrent cette liberté même si parfois le joueur est conduit à transgresser ces règles. Bien que les règles d'un jeu soient par essence arbitraires, il est nécessaire qu'elles apparaissent comme acceptables (B1.3) aux yeux du *ludant*. En particulier, il est important qu'il ne soit pas mis dans une situation qui le conduirait à agir selon des règles contraires à l'éthique ou à ses propres valeurs. L'acceptabilité des règles passe parfois par le fait qu'elles puissent être modifiées par les joueurs. Ces règles doivent également être pertinentes (B1.4) du point de vue du modèle de connaissances implémenté dans le jeu. Dans un jeu de rôle, cela se traduit par le fait que les actions du joueur sont en adéquation avec le rôle qu'il joue. Il est important également que ces règles soient claires (B1.5) et que leur appropriation soit aussi aisée que possible.

Jouer consiste également à marquer des points et recevoir des récompenses (B1.6). Ces récompenses sont très importantes pour maintenir l'intérêt du joueur (Habgood & Overmars, 2006). Elles correspondent à la dimension ludique des rétroactions et de l'évaluation du *ludant*.

Le divertissement apporté par un jeu provient également de la prise en compte de la dimension émotionnelle (B2) et l'un des intérêts majeurs du jeu en contexte éducatif est justement le fait qu'il permet cette prise en compte. Les émotions jouent en effet un rôle majeur dans la cognition et les processus impliqués dans l'attention, la mémoire ou la prise de décision (Damasio, 1995). Cette prise en compte est liée à une dimension fondamentale des situations de jeu : leur frivolité (Brougère, 2005). Cette frivolité autorise le *ludant* à faire des erreurs sans conséquences rédhitoires (B2.1) et il est encouragé à poursuivre malgré ses erreurs (J. Gee, 2003). Mourir dans un jeu n'est pas dramatique et peut même être parfois considéré comme drôle. Puisque les décisions qui sont prises et les actions effectuées n'ont pas de véritables conséquences sur le monde réel, le jeu se déroule dans un espace où le *ludant* peut se sentir en sécurité (B2.2). Ainsi, l'apprentissage peut se dérouler sans l'angoisse de l'échec ou de la mauvaise note.

L'importance de donner la possibilité au *ludant* d'endosser un rôle et de se construire un avatar (B2.3) a été soulignée très tôt par les enseignants impliqués dans la conception des jeux des projets que nous avons pilotés. L'importance de l'avatar en tant qu'identité projective a été soulignée par dans de nombreux travaux (*Ibid.*). L'avatar permet en effet au joueur apprenant de projeter ses idées, ses désirs et ses valeurs dans une figure idéalisée permettant la subjectivation. Cet avatar peut d'autre part endosser la responsabilité des échecs et des erreurs commises dans le jeu et ainsi les dédramatiser.

L'humour (B2.4) apparaît également être un élément clef pour la conception de jeux épistémiques. Il joue un rôle important pour le développement de sentiments positifs et dans l'engagement du *ludant*.

Enfin, la prise en compte de cette dimension ludique passe également par le déploiement d'un environnement graphique de qualité attractif (B2.5) ainsi que d'une bonne utilisabilité (Tricot, Plégat-Soutjis, & Camps, 2003) (B2.6).

▪ **Eduquer (C Educate)**

Eduquer le joueur par l'entremise d'un jeu est généralement considéré comme paradoxal bien que l'importance du jeu pour le développement de l'enfant soit établie depuis des décennies (voir par exemple (Piaget & Inhelder, 1966; Vygotski, 1966; Winnicott, 1971). Sur cette dimension, lors des travaux que nous avons conduits, deux aspects ont émergés des focus groupes qui ont été conduits avec les enseignants concepteurs et les élèves. Il s'agit d'une part de la question du contenu du jeu et d'autre part de l'intégration du jeu dans la classe.

En tant que méta-activité ou situation de second degré (Brougère, 2005), un jeu modélise une situation de référence. Jouer, c'est donc explorer une situation qui comprend des éléments physiques et humains (Egenfeldt-Nielsen, 2006). Ainsi, la question du contenu (C1) du jeu est importante. Un *jeu épistémique numérique* est ancré dans le monde réel, la situation de référence qui fait l'objet d'apprentissage. Il se doit donc d'être une métaphore ou une représentation crédible du domaine et inclure les savoirs appropriés (T. Reeves, 2011). Le modèle de connaissances implémenté dans le jeu résulte d'une transposition d'un ensemble de concepts et de valeurs sélectionnés par le concepteur. Il n'est pas la réalité elle-même. Néanmoins, la question de la pertinence des contenus (C1.1) est un élément dont la prise en compte est cruciale (Kirriemuir & Mc Farlane, 2004) en termes d'acceptabilité pour l'enseignant mais également d'utilité pour l'élève. En effet, si les contenus ne sont pas pertinents, il y a un risque de conduire les joueurs/apprenant *"to get used to manipulating a system whose core assumptions they do not see and which may or may not be 'true'"* (Turkle, 2005).

En raison de la liberté offerte par le jeu, il n'est pas aisé, pour l'enseignant, de garder le contrôle des objectifs pédagogiques visés alors même que l'adaptation du jeu à ces objectifs est un facteur à prendre en compte (C1.2) ainsi que, d'une manière générale, l'adaptation du jeu au curriculum (C1.3).

Une autre question centrale à prendre en compte dans le processus de conception est celle de l'intégration de la jouabilité (le *game-play*) et des contenus éducatifs. Un jeu est dit intrinsèque (Habgood, 2007) si les connaissances requises pour avancer dans le jeu sont également celles qui font l'objet d'apprentissage). Dans un jeu extrinsèque des phases de jeu purement gratuites alternent avec des moments qui s'apparentent à des activités scolaires. Le caractère intrinsèque du jeu est un facteur important à prendre en compte au cours de la conception (C1.4).

L'intégration du jeu dans la classe (C2) est également un point qui a fait l'objet d'une attention particulière des concepteurs dans les recherches que nous avons menées. En effet, l'institution scolaire n'a généralement pas été conçue pour accueillir une telle approche pédagogique et, d'une manière générale, son organisation est peu compatible avec la mise en œuvre de situations ludiques. Cette question recouvre des éléments matériels comme l'organisation de l'espace ou le fait de pouvoir disposer d'ordinateurs et d'une connexion Internet de bonne qualité. Elle recouvre également des questions organisationnelles telles que la durée des séances et, d'une manière générale, l'organisation de la classe (C2.1). Pour un enseignant, intégrer un jeu numérique épistémique dans ses pratiques pédagogique implique des changements en termes d'organisation du temps et de l'espace scolaire. Cela implique également des changements du point de vue de ce qui est autorisé ou interdit aux élèves.

Un autre changement concerne le rôle de l'enseignant durant le jeu. Il apparaît qu'il ne peut pas jouer son rôle d'enseignant car cela diminuerait la jouabilité de la situation par la confusion que pourrait entraîner l'absence de distinction entre le temps de la classe et le temps du jeu. Dans les situations que nous avons conçues l'enseignant se voyait attribuer un rôle clair et intégré au jeu (C2.2).

Pour conserver le caractère ludique de la situation il nous est apparu qu'il fallait borner de manière précise le temps consacré au jeu et l'explicitier auprès des élèves (C2.3). Cela peut se traduire par un début du jeu marqué de manière forte d'un point de vue symbolique (par exemple en utilisant des accessoires de déguisement) et, de la même manière, par une fin de jeu explicite pour les *ludants*. De ce point de vue l'engagement du joueur dans le jeu doit être considéré comme un acte volontaire de la part de l'apprenant et, pour un enseignant, imposer un jeu ne donne aucune garantie que l'apprenant jouera comme lui imposer une lecture ne permet pas de garantir qu'il lira (Fullerton, 2014).

Les travaux que nous avons menés sur le jeu *Chronocoupe* (E Sanchez, 2011b; E. Sanchez, 2011) convergent avec des travaux antérieurs (Garris et al., 2002; Habgood, 2007; E Sanchez, 2011b) pour montrer que le développement de connaissances déclaratives n'a lieu que si le temps consacré au jeu est suivi d'une phase d'institutionnalisation qui permet d'explicitier et de formaliser les connaissances utilisées pour répondre au défi du jeu. Cela souligne l'importance du rôle de l'enseignant pour aider les *ludants* à prendre conscience des connaissances principalement implicites qu'ils ont utilisés dans le jeu. Egenfelt-Nielsen résume cela en notant que *"if the players are not aware of the learning elements, this will undermine the learning experience and, especially, the transfer value. The transfer has to be made explicit, and here the teacher can play"* (Egenfeldt-Nielsen, 2006). Les travaux anglo-saxons du domaine qualifient cette phase de débriefing ou « after action review » (Aldrich, 2009) mais ces termes ne recouvrent pas la complexité de cette phase qui consiste, outre l'explicitation des concepts sous-jacents, à valider des stratégies pertinentes, à énoncer les concepts scientifiques mobilisés et à les distinguer des concepts quotidiens (C2.4).

La question de l'évaluation du *ludant* s'apparente à un paradoxe. En effet, un jeu intègre toujours un mécanisme d'évaluation du joueur et lui renvoie des feedbacks adaptés qui lui permettent d'évaluer la pertinence de ses choix stratégiques. En ce sens, un jeu constitue un espace de réflexivité permettant au *ludant* d'éprouver sa manière de penser et d'agir (Sanchez & Jouneau-Sion, 2010). Néanmoins, intégrer une évaluation formelle à un jeu c'est prendre le risque d'anéantir la frivolité du jeu et, par conséquent, le jeu lui-même. Cette délicate question peut être résolue en ludifiant les éléments d'évaluation c'est-à-dire en intégrant les critères et les modalités de l'évaluation à la situation (C2.5).

▪ **Des éléments interdépendants et parfois contradictoires pour la conception**

Un jeu numérique épistémique est un monde de paradoxes et sa conception est un processus complexe du fait du nombre d'éléments à prendre en compte. La complexité provient également du fait qu'il s'agit parfois de concilier des éléments contradictoires : nécessité de concevoir une situation motivante, et engageante dont le défi à relever est adapté au public auquel elle s'adresse tout en prenant garde à conserver son authenticité du point de vue de la situation de référence qu'elle modélise et des interactions qu'elle permet. Cela se traduit en particulier par la difficulté de concilier

deux impératifs. Il s'agit d'une part d'élaborer une situation dont la simplicité des règles permet leur appropriation. Il s'agit d'autre part de satisfaire au critère d'authenticité de la situation. La situation élaborée se doit d'être authentique du point de vue du modèle de connaissance, ceci afin que les apprentissages soient pertinents. Ces questions se sont posées dans le cadre des projets dans lesquels nous avons été impliqués lors de la phase de conception des jeux. Pour le jeu *Mets-toi à Table !* du projet *Jouer Pour Apprendre En Ligne* il s'agissait de concevoir des feedbacks clairs pour le *ludant* sans sombrer dans la caricature qu'un aliment est intrinsèquement bon ou mauvais. En d'autres termes, lors de la phase de conception d'un jeu il est important de ne pas tomber dans le piège du réductionnisme.

Ainsi, les éléments que nous avons identifiés pour élaborer les trois dimensions du modèle 3E doivent être compris comme des éléments interdépendants. Il s'agit moins d'éléments à évaluer de manière indépendante que de curseurs à positionner de manière optimale en tenant compte que déplacer un curseur a des effets sur d'autres.

Tableau 2 : Critères du modèle 3E

A.1 ENROLL - COMPETENCE		0	1	2	3	4	5	
A1.1	Les buts du jeu ne sont pas clairs							Les buts du jeu sont clairs
A1.2	Le niveau de difficulté est trop bas ou trop élevé							Le niveau de difficulté est adapté
A1.3	Le défi à relever n'est pas motivant							Le défi à relever est motivant

A.2. ENROLL - AUTONOMIE		0	1	2	3	4	5	
A2.1	Peu de choix et de décisions possibles							Large éventail de choix et de décisions possibles
A2.2	Stratégie imposée par le jeu							Stratégie laissée à l'initiative du joueur
A2.3	Rétroactions peu claires							Rétroactions claires

A.3. ENROLL – INTERACTIONS SOCIALES		0	1	2	3	4	5	
A3.1	Pas de compétition							Compétition
A3.2	Pas de collaboration							Collaboration

B.1 ENTERTAIN - LIBERTE, REGLES ET GRATIFICATIONS

B1.1	Pas de liberté								Liberté
B1.2	Niveau de contrôle trop bas ou trop élevé								Niveau de contrôle adapté
B1.3	Règles non acceptables								Règles non acceptables
B1.4	Règles non pertinentes								Règles pertinentes
B1.5	Règles pas claires								Règles claires
B1.6	Pas de récompense								Des récompenses

B.2. ENTERTAIN - ERREURS, ECHECS & ASPECTS EMOTIONNELS

B2.1	Les erreurs ne sont pas permises								Les erreurs sont permises
B2.2	Pas de sentiment de sécurité								Sentiment de sécurité
B2.3	Pas d'avatar								Présence d'un avatar
B2.4	Humour et imaginaire pas pris en compte								Humour et imaginaire pris en compte
B2.5	Environnement de jeu non attractif								Environnement de jeu attractif
B2.6	Mauvaise utilisabilité de l'environnement de jeu								Bonne utilisabilité de l'environnement de jeu

C.1. EDUCATE – CONTENU DU JEU

C1.1	Contenu non pertinent d'un point de vue scientifique								Contenu pertinent d'un point de vue scientifique
C1.2	Jeu non adapté aux objectifs éducatifs								Jeu adapté aux objectifs éducatifs
C1.3	Jeu non adapté au programme								Jeu adapté au programme
C1.4	<i>Game-play</i> extrinsèque								<i>Game-play</i> extrinsèque

C.2. EDUCATE – INTEGRATION DU JEU

C2.1	Organisation de la classe pas adaptée								Organisation de la classe adaptée
C2.2	Rôle de l'enseignant pas clair								Rôle de l'enseignant clair
C2.3	Temps consacré au jeu pas clair								Temps consacré au jeu clair
C2.4	Pas de débriefing								Débriefing
C2.5	Evaluation extrinsèque								Evaluation intrinsèque

