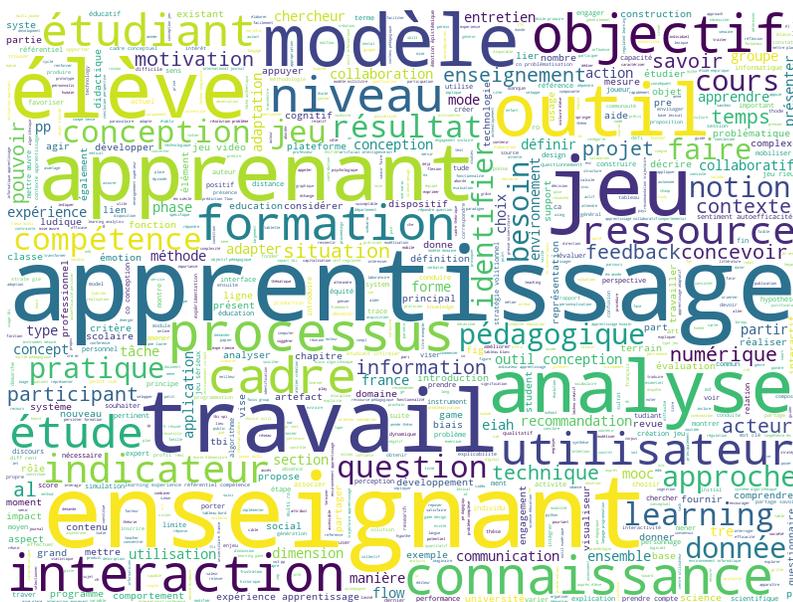


Actes des neuvièmes rencontres jeunes chercheur·e·s en EIAH

Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain



Édités par Catherine Bonnat et Rémi Venant

Les 9 et 10 mai 2022

Université de Lille

France



Avec le soutien de



Les neuvièmes rencontres jeunes chercheur·e·s en EIAH 2022 ont été organisées par l'Université de Lille sous l'égide de l'ATIEF (Association des Technologies de l'Information pour l'Éducation et la Formation)

Table des matières

1	Comités	6
2	Introduction aux actes	8
3	Conférencière invitée	11
4	Session de communications 1 : Conception pour les jeux sérieux	13
	Partage des savoirs dans une réunion de co-conception de jeux épistémiques numériques en recherche orientée par la conception	
	<i>Estelle Prior</i>	14
	Projet Lex:gaMe : des mots et des motivés	
	<i>Enzo Simonnet</i>	22
	Conception d'un référentiel de compétences pour une activité de création de jeu vidéo en classe	
	<i>Chloé Vigneau</i>	30
	Conception et évaluation du jeu sérieux Pyrates : aspects didactiques dans la construction des niveaux	
	<i>Matthieu Branthome</i>	36
5	Session de communications 2 : Analytiques pour l'apprenant et l'enseignant	43
	Investiguer la notion d'équité algorithmique dans les environnements informatiques pour l'apprentissage humain	
	<i>Mélina Verger</i>	44
	Introduction à l'explicabilité dans les feedback automatisés fournis aux apprenants	
	<i>Esther Félix</i>	52
	iTeachApp un outil d'auto-évaluation et de soutien pour les enseignants	
	<i>Ibtissem Bennacer</i>	60
	Implémenter un processus d'évaluation formative : le défi de l'explicabilité	
	<i>Rialy Andriamizeza</i>	68
6	Session de communications 3 : Soutien numérique à la conception pédagogique	75
	Co-problématisation dans le cadre d'une recherche orientée par la conception	
	<i>Mariem Jaouadi</i>	76
	Imaginaires et représentations du visualiseur comme artefact numérique à l'école élémentaire	
	<i>Théo Martineaud</i>	84
	Approche par compétences : vers une conception pédagogique fondée sur les données d'apprentissage	
	<i>Mika Pons</i>	92

7	Session de communications 4 : Fouille de données d'apprentissage	101
	Stratégies volitionnelles et sentiment d'autoefficacité à persister en formation : une étude empirique menée auprès d'étudiants infirmiers dans un contexte d'environnement éducatif hybride <i>Isabelle Lecluse-Cousyn</i>	102
	Vers un modèle général de recommandation de trajectoires d'apprentissage <i>Jean Vassoyan</i>	110
	Recommandation de ressources éducatives en contexte d'apprentissage parascolaire sur application mobile <i>Anaëlle Badier</i>	118
	Vers une prédiction semi-automatique du flow dans un MOOC <i>Sergio Iván Ramírez Luelmo</i>	126
8	Session de communications 5 : Activités ludiques pour la collaboration ...	135
	Un cadre conceptuel pour des outils de collaboration en sortie pédagogique <i>Sebastian Simon</i>	136
	Identifier et tracer les émotions épistémiques dans le cadre d'un jeu numérique au musé <i>Simon Morard</i>	144
	Conception et génération d'activités d'apprentissage ludiques adaptables <i>Bérénice Lemoine</i>	152
	Vers la conception de jeux sérieux multi-joueurs et multi-rôles <i>Gaëlle Guigon</i>	160
9	Session de posters	167
	Mesurer l'autorégulation dans des contextes d'apprentissage mixtes <i>Esteban Villalobos</i>	168
	Jeux de rôles et autoconfrontations collectives comme outils pédagogiques de dé- veloppement des compétences collaboratives interprofessionnelles des étu- diants en santé <i>Myriam Leclaire</i>	172
	Critères de choix des outils de conception de jeu <i>Sebastian Gajewski</i>	178
	Le MOOC un support pour la recherche ou pour la société ? <i>Marion Voillot</i>	182
	Conception d'un protocole de recueil de besoin sur les indicateurs d'apprentissage pour leur capitalisation <i>Albane Gril</i>	186
	Affordances d'un environnement d'activités robotiques à l'école primaire <i>Marie Valorge</i>	190
	L'impact de l'usage pédagogique du TBI/VPI sur l'engagement scolaire des élèves dans le cadre de l'enseignement de la langue arabe à l'école élémentaire en France : exemple dans le département du Bas-Rhin <i>Abdessamad Redouani</i>	194

Analyse de la revue de littérature scientifique sur l'expérience d'apprentissage dans le domaine de l'éducation <i>Ying-Dong Liu</i>	198
Interaction collaborative et multimodalité pour la formation médicale en réalité virtuelle <i>Cassandra Simon</i>	206
L'université marocaine face à ses pratiques numériques : quelle lecture critique à retenir à l'ère de la transformation digitale ? <i>Driss Elomari</i>	210
10 Ateliers et Symposia	215
Symposium 1 : Conception et évaluation de tableaux de bord d'apprentissage.....	216
Symposium 2 : Cadres théoriques, état de l'art pour les EIAH?	217
Symposium 3 : La notion de compétence pour les EIAH.....	218
Symposium 4 : Adaptation et génération dans les EIAH.....	219
11 Partenaires	220

Comités

Comité de programme

Présidents :

Bonnat Catherine (LIP-TECFA Université de Genève)

Venant Rémi (LIUM, Le Mans Université)

Membres :

Abel Marie-Helene (HEUDIASYC - Univ. de Technologie de Compiègne)

Athias Francine (ELLIADD-FR EDUC)

Barré Vincent (LIUM, Le Mans Université)

Bouchet François (LIP6, Sorbonne Université)

Broisin Julien (IRIT, Université Toulouse 3 Paul Sabatier)

Brun Armelle (LORIA - Université Nancy 2)

Caron Pierre-André (CIREL, Université de Lille)

Champagnat Ronan (L3i - Université de La Rochelle)

Champalle Olivier (DICEN ID, Université Paris Est)

Crétin-Pirolli Raphaëlle (CREN, Le Mans Université)

Desmoulin Cyrille (Université Grenoble Alpes)

Dessus Philippe (Univ. Grenoble Alpes, LaRAC)

El Mawas Nour (CIREL, Université de Lille)

George Sébastien (LIUM, Le Mans Université)

Gilliot Jean-Marie (Lab-STICC, IMT Atlantique)

Girault Isabelle (LIG, Université de Grenoble Alpes)

Grandbastien Monique (LORIA, Université de Lorraine)

Greffier Françoise (ELLIADD, Université de Franche-Comté)

Guin Nathalie (LIRIS - Université de Lyon 1)

Hamon Ludovic (LIUM - Le Mans Université, France)

Iksal Sébastien (LIUM - Le Mans Université, France)

Jean-Daubias Stéphanie (LIRIS, Université de Lyon 1)

Jolivet Sébastien (LDAR - Université Paris Diderot)

Lallé Sébastien (LIP6, Sorbonne Université)

Lavoué Elise (LIRIS, Université Jean Moulin Lyon 3)

Lebis Alexis (IMT Nord-Europe)

Lefevre Marie (LIRIS - Université Lyon 1)

Lenne Dominique (HEUDIASYC, Univ. de Technologie de Compiègne)

Lourdeaux Domitile (HEUDIASYC, Univ. de Technologie de Compiègne)

Luengo Vanda (LIP6, Sorbonne Université)

Mandran Nadine (LIG, Université de Grenoble Alpes)

Marfisi-Schottman Iza (LIUM, Le Mans Université)

Michel Christine (Université de Poitiers)
Mohib Najoua (LISEC, Université de Strasbourg)
Muratet Mathieu (LIP6, INS HEA)
Oubahssi Lahcen (LIUM, Le Mans Université)
Perez Sanagustin Mar (IRIT, Université Toulouse 3 Paul Sabatier)
Peter Yvan (CRISTAL, Université de Lille)
Piau-Toffolon Claudine (LIUM, Le Mans Université)
Pirolli Fabrice (CREN, Le Mans Université)
Poirier Franck (Lab-STICC, IMT Atlantique)
Rebai Issam (IMT Atlantique)
Reffay Christophe (ELLIADD & ESPE, Université de Franche-Comté)
Reyssier Stéphanie (ECP - Université Lumière Lyon 2)
Rosselle Marilyne (MIS, Université de Picardie)
Sanchez Eric (Université Fribourg)
Secq Yann (CRISTAL, Université de Lille)
Sehaba Karim (LIRIS - Université Lumière Lyon 2)
Silvestre Franck (IRIT, IUT de Rodez)
Trgalova Jana (S2HEP, Université Lyon 1)
Vadcard Lucile (LARAC, Université Grenoble Alpes)
Vermeulen Mathieu (IMT Nord-Europe)
Yessad Amel (LIP6, Sorbonne Université)

Coordinateurs des ateliers et symposia :

Reyssier Stéphanie (LIRIS - Université Lumière Lyon 2)
Lebis Alexis (IMT Nord Europe)

Comité d'organisation :

Caron Pierre-André (CIREL, Université de Lille)
El Mawas Nour (CIREL, Université de Lille)
Léonard Marielle (CIREL & CRISTAL, Université de Lille)
Peter Yvan (CRISTAL, Université de Lille)
Secq Yann (CRISTAL, Université de Lille)

Introduction aux actes

Les neuvièmes Rencontres Jeunes Chercheur-e-s en EIAH (RJC EIAH 2022) se sont tenues à l'Université de Lille du 9 au 11 mai 2022, succédant ainsi à la huitième édition (RJC EIAH, 2020) qui s'était déroulée exclusivement en ligne du fait de la situation sanitaire. Aussi, après deux années de mise à distance de la plupart des conférences et colloques, ces rencontres sont une occasion particulièrement importantes pour les jeunes chercheur-e-s de la communauté EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) de pouvoir se rencontrer et échanger autour de leur travaux avec des pairs et des chercheur-e-s seniors.

En effet, ces rencontres francophones, organisées tous les 2 ans sous l'égide de l'ATIEF (Association des Technologies de l'Information pour l'Éducation et la Formation) visent le développement de la communauté EIAH par la formation des jeunes chercheur.e.s issus des différentes disciplines inhérentes au domaine des EIAH et la diffusion de leurs travaux.



Fig. 1: Répartition géographique des publications

Ces contributions ont donc fait l'objet de cinq sessions distinctes :

1. Fouille de données d'apprentissage ;
2. Soutien numérique à la conception pédagogique ;
3. Conception pour les jeux sérieux ;
4. Activités ludiques pour la collaboration ;
5. Analytiques pour l'apprenant et l'enseignant.

Ces rencontres jeunes chercheur.e.s ont également accueilli une conférence de la Professeur Agathe Merceron de l'Université des Sciences Appliquées de Berlin, qui porte sur la personnalisation de l'apprentissage dans l'enseignement supérieur ; aussi nous la remercions chaleureusement.

Enfin, nous remercions l'ATIEF, de même que les différents partenaires pour leur soutien à cette manifestation et plus particulièrement l'Université de Lille qui a accueillie ces rencontres au sein de son Institut Universitaire Technologique.

Pour finir, nous remercions chaleureusement tous les chercheurs en EIAH, et en particulier les jeunes chercheur.e.s sans qui ces rencontres n'auraient pas lieu.

Catherine Bonnat et Rémi Venant, co-président.e.s du comité de programme

Conférencière invitée

Personnaliser l'Apprentissage dans l'Enseignement Supérieur ? Pas si simple.

Agathe Merceron, Professeure d'Informatique
Computer Science at the Berlin University of Applied Sciences, Germany
merceron@bht-berlin.de

Résumé

Dans l'apprentissage comme dans les autres domaines, nous avons de plus en plus de données numériques que nous pouvons donc analyser avec des algorithmes. Et nous faisons des découvertes intéressantes ! Par exemple, nous pouvons prédire si un étudiant ou une étudiante va interrompre ses études avec une exactitude de plus de 90% dans certains cas. Ou bien encore, nous pouvons extraire des comportements d'étudiants dans les plateformes numériques et relier certains comportements avec un plus grand succès académique. Comment utiliser ces "trouvailles" pour aider les étudiants à mieux étudier ? Que pensent les étudiants de ces "trouvailles" et que souhaitent-ils, que souhaitent-elles ? Dans cette conférence, je vais présenter quelques "trouvailles" que nous avons faites dans nos projets et comment nous essayons d'impliquer les étudiants pour recueillir leurs opinions et points de vue.

Biographie

Agathe Merceron est Professeure émérite d'Informatique à l'Université des Sciences Appliquées de Berlin où elle y a dispensé différents enseignements tels que l'introduction à la programmation, les fondements théoriques de l'Informatique ou l'apprentissage machine. Jusqu'à Mars 2022, elle était directrice des programmes d'enseignement en ligne d'Informatique et des médias pour les Bachelors et Masters. Sa recherche porte actuellement sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain avec une attention sur la fouille de données d'apprentissage (*Education Data Mining*) et sur les *Learning Analytics*. Elle est impliquée nationalement et à l'international dans ces domaines, a été la présidente de comités de programme de conférences et workshops, en particulier pour les conférences internationales "Educational Data Mining" (EDM) et "Learning Analytics and Knowledge" (LAK), est éditrice de la revue "Journal of Educational Data Mining" (JEDM) et est membre du comité de programme du journal "Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation" (STICEF).





RENCONTRES JEUNES CHERCHEUR·E·S

RJC EIAH 2022

Rencontres Jeunes Chercheur·e·s en EIAH

Session de communications 1 : Conception pour les jeux sérieux

Animateur de session : Sébastien Jolivet

Partage des savoirs dans une réunion de co-conception de jeux épistémiques numériques en recherche orientée par la conception

Estelle Prior, 2^{ème} année de thèse^[0000-0002-2895-2690]

¹ Université de Genève, TECFA, Genève, Suisse

estelle.prior@unige.ch

Résumé. Cet article a pour objectif de proposer une première version d'un modèle pour identifier et analyser les savoirs partagés entre des acteurs impliqués dans un processus de co-conception de jeux épistémiques numériques (JEN) conçu en recherche orientée par la conception (RoC). Un état de l'art sur les approches de co-conception permet d'envisager la collaboration comme un processus de partage de savoirs. L'analyse de ce processus s'appuie sur la caractérisation des praxéologies des acteurs et des objets frontière convoqués. Nous analysons la première réunion de co-conception d'un JEN, selon une analyse thématique et ces cadres. Nous focalisons cette analyse sur l'objectif du projet et les objectifs pédagogiques. Elle montre que la collaboration se traduit par un double partage : un partage de savoirs et un transfert d'informations, moins complexe mais nécessaire à la poursuite du processus. L'analyse des réunions suivantes nous permettra de modéliser des solutions pour conduire ce partage des savoirs mais aussi le transfert d'informations dans le processus.

Mots-clés : Co-conception, jeu épistémique numérique, praxéologies partagées, objet frontière, partage des savoirs.

1 Introduction

La recherche orientée par la conception (RoC) inscrit la recherche dans un processus itératif, contributif, collaboratif et conduit sur le terrain [1]. Notre recherche vise à proposer une double contribution, un modèle de méthode pour accompagner les chercheurs, enseignants et concepteurs de jeu à concevoir ensemble des jeux épistémiques numériques (JEN) en RoC et un modèle d'analyse de ce processus. Nous axons cet article sur la seconde contribution. En appui sur la définition du modèle proposé par Mbengue et ses collaborateurs [2], nous définissons le terme "modèle d'analyse" comme une représentation des relations dynamiques existant entre des éléments permettant d'analyser le processus de co-conception des JEN en RoC. Dans cette situation se pose la question du partage des savoirs dans le processus et plus particulièrement dans l'étape d'initiation du projet.

Le JEN se définit comme "une situation de jeu qui se développe avec un jeu numérique et qui conduit à résoudre un problème complexe" [3]. Cela requiert l'implication

d'expertises multiples [4], ce qui peut conduire à des difficultés : comme, les multiples visions du processus [5], les degrés d'expertise différents à ce propos car certains acteurs peuvent y prendre part pour la première fois, comme les enseignants [6], ou encore des pratiques métier variées. Ainsi, ils peuvent avoir des difficultés à se comprendre, ce qui peut complexifier la conduite du processus. Une des premières réflexions porte sur les savoirs que les acteurs sont amenés à partager pour se comprendre et pour avancer dans ce processus de conception collaborative ou co-conception, et ce dès le départ.

Nous nous intéressons donc au partage des savoirs à travers deux cadres, celui de l'analyse praxéologique [7] et celui des objets frontière [8]. Les praxéologies émergent du discours des acteurs sur la pratique [1] et permettent d'analyser les activités humaines [9]. L'objet frontière quant à lui, permet à des acteurs ayant une pluralité de point de vue, de travailler ensemble et de chercher à se comprendre pour atteindre un objectif commun [10]. Pour cela, ils mobilisent des savoirs, mis en commun à travers des niveaux de dialogue appelés frontières [8]. Ainsi, *l'identification et l'analyse des savoirs partagés par une analyse praxéologique et de l'objet frontière permettent-elles de modéliser des solutions pour que l'ensemble des acteurs partagent leur savoir, et ce dès l'initiation du processus de co-conception de JEN en RoC ?*

Pour répondre à cette question, nous présentons un état de l'art sur les approches de co-conception de JEN, et l'ancrage théorique sur lequel nous nous appuyons. Puis, nous décrivons une première étude et les résultats.

2 Etat de l'art

Notre modèle d'analyse étant centré sur le processus de co-conception de JEN, nous nous intéressons à celui-ci et plus particulièrement à l'étape d'initiation de ce processus, aux acteurs impliqués et aux informations qu'ils partagent durant celui-ci. Nous présentons une courte analyse de la littérature que nous focalisons sur ces critères. Le processus peut démarrer différemment : par la précision des besoins (*e.g.* cadre de la formation) et les objectifs pédagogiques [4], l'identification de l'utilisateur [11], ou la spécification des objectifs généraux [6]. Différents acteurs peuvent intervenir sur les mêmes étapes du processus [4, 6, 11], mais le partage des informations entre eux, n'est pas décrit. Ce qui conduit à la question du partage des savoirs lors du processus.

Pour répondre à cela, nous articulons les concepts de praxéologie [7] et d'objet frontière [8] selon un modèle d'analyse du partage des savoirs et de leur construction. Par savoir, nous entendons savoir élaboré et légitimé par une institution et rattaché à une discipline. Il permet de transmettre une partie de la connaissance en utilisant un langage adéquat [12].

Pour que le processus de co-conception de JEN puisse avancer, des savoirs doivent être partagés entre les acteurs. Ces échanges permettront d'élaborer et de nourrir un "discours commun sur la pratique" [1]. L'analyse de ce discours conduit à caractériser des praxéologies, qui permettent de décrire d'une part la pratique (*praxis*) et d'autre part le discours à son propos (*logos*). La *praxis* comprend un type de tâche réalisé selon une technique, qui amène un savoir-faire, tandis que le *logos* comprend une technologie et une théorie, qui amène un savoir qui justifie la *praxis* [7]. Le partage des praxéologies des acteurs est un élément important de leur collaboration [9]. Leur analyse peut être faite lors de situations de co-conception effectuées en RoC [1].

Le partage des savoirs peut également être analysé en s'appuyant sur le concept d'objet frontière (OF). Abstrait ou concret, un OF est lié au partage de significations et d'interprétations entre les acteurs [13]. Cet objet permet ainsi à plusieurs communautés de travailler ensemble sans consensus préalable [14]. Différents niveaux de dialogues s'instaurent alors, représentés par des frontières [8], où des savoirs sont partagés et évalués [10]. Le partage des savoirs peut être géré par l'utilisation d'un lexique commun (frontière syntaxique), de significations communes (frontière sémantique) ou d'intérêts communs (frontière pragmatique) [8]. L'analyse des savoirs mis en commun à ces frontières permet d'étudier comment ces savoirs sont partagés.

Ainsi, lors de situation de co-conception, les acteurs impliqués sont amenés à échanger sur leur pratique et pour cela, peuvent mobiliser et partager des savoir-faire et des savoirs à ce propos (praxéologies). Pour se comprendre malgré la variété de leurs points de vue sur le processus de co-conception, ils vont aussi ajuster leur discours pour partager leurs savoirs (OF). Ces cadres sont mobilisés pour élaborer un modèle d'analyse permettant d'identifier les savoirs construits et partagés lors de réunions de co-conception, et ce dès l'étape d'initiation. Nous souhaitons répondre aux questions de recherche suivantes : *Quels savoirs sont partagés entre les acteurs lors de l'initiation du processus ? Quelles sont les praxéologies de ces acteurs et sont-elles partagées dans cette étape ? Quel niveau de partage des savoirs les acteurs mobilisent-ils pour collaborer ?*

3 Terrain d'étude, méthodes de production et d'analyse de données

Pour répondre à ces questions, nous étudions les échanges ayant lieu lors de réunions de co-conception de JEN en RoC. Le jeu est dédié à un cours d'algorithmique et langages informatiques proposé en licence à l'IMT Nord Europe. Le projet a débuté en avril 2021 et se poursuit actuellement. Il compte à ce jour 22 réunions d'une durée minimale de 1h et maximale de 3h. Certaines de ces réunions (N=10) sont effectuées en équipe entière et d'autres (N=12), en équipe réduite selon les intérêts et expertises des acteurs. Par exemple, la première réunion a été effectuée en équipe entière et a duré 1h30. L'équipe entière est pluridisciplinaire et comprend dix acteurs issus de trois institutions : IMT Nord Europe, Université Grenoble Alpes et Université de Genève. Elle se compose d'enseignants (E1, E2) qui mobiliseront le jeu dans leurs enseignements, de chercheurs confirmés et doctorants en sciences de l'éducation et informatique (C1, C2, C3, D1, D2), un concepteur de jeu (C), un enseignant directeur adjoint de département (D) aussi chercheur en informatique, et un responsable du projet (P), également chercheur en conception de JEN. Ils ont déjà tous travaillé au moins avec un des acteurs impliqués. Certains d'entre eux (N=5) n'ont jamais participé à la conception d'un JEN.

La méthode retenue est l'observation participante. Elle permet de s'immerger dans le terrain en prenant part aux activités du groupe tout en conservant la distance nécessaire pour faire des ponts entre terrain et théories en jeu [15]. Cette méthode a été mobilisée sur chacune des réunions. Ces réunions se déroulent par visioconférence, elles sont enregistrées puis les propos retranscrits.

Dans cet article, nous analysons les données collectées lors de la première réunion, et plus précisément les retranscriptions effectuées. Cette réunion correspond à l'étape d'initiation du processus de co-conception de JEN. Importante, elle vise à s'accorder

sur l'objectif du projet, les attentes des acteurs prenant part au projet [16] et les objectifs pédagogiques. L'objectif du projet renvoie aux besoins proposés par Marfisi-Schottman [4] qui contiennent les attentes de celui qui initie la demande du JEN. Les objectifs pédagogiques sont les "intentions générales et buts" visés et "ce que l'apprenant est supposé savoir, pouvoir faire ou devoir faire" à la fin d'un enseignement [17].

Nous avons conduit une analyse thématique des verbatims [18], qui permet d'identifier les thèmes d'un corpus selon les objectifs de recherche. Ainsi, nous identifions les savoirs en jeu et le logos par l'analyse praxéologique. Nous étudions également la façon dont les acteurs partagent ce savoir entre eux. Si un acteur explique la façon dont il conduit une activité du processus de co-conception, nous étudions d'une part les éléments praxéologiques qu'il mobilise et, d'autre part, la frontière concernée. Comme dans l'article de Morard et Sanchez [19], nous distinguons les éléments de la praxis (type de tâche et technique) mais pas ceux du logos, car ils sont difficiles à différencier par l'analyse du discours. Nous mobilisons les questions suivantes pour conduire l'analyse praxéologique et de l'objet frontière : *quel type de tâche les acteurs évoquent-ils ?* (type de tâche), *comment effectuent-ils ce type de tâche ?* (technique), *quelle raison évoquent-ils sur ce type de tâche et/ou cette technique ?* (justification), *quel langage commun mobilisent-ils pour partager ce savoir ?* (frontière).

4 Résultats et discussion

Nous ne présentons pas la liste exhaustive des thématiques identifiées dans l'analyse thématique car l'objectif de l'article est de présenter la façon dont ce modèle d'analyse peut permettre d'identifier et d'analyser les savoirs et leur processus de partage.

L'analyse a permis d'identifier deux thématiques : définir l'objectif du projet et formaliser les objectifs pédagogiques. La première thématique est illustrée par huit thèmes : "préciser l'origine du projet", "identifier l'intérêt des acteurs pour le projet", "déterminer le public cible", "présenter le cadre de la formation", "identifier la date de livraison du jeu", "déterminer l'objectif du jeu", "présenter le jeu proposé à la réingénierie" et "réfléchir à l'usage du jeu dans le cadre de la formation". La seconde thématique est illustrée par quatre thèmes : "lister les obstacles didactiques", "préciser les notions disciplinaires", "spécifier les objectifs pédagogiques" et "préciser les pré-requis". Nous ne détaillons qu'un thème pour chaque thématique : "déterminer le public cible" (thématique 1) et "spécifier les objectifs pédagogiques" (thématique 2). Chaque thème est illustré par un verbatim indiqué en italique et l'acteur qui le mentionne.

Les échanges sur le thème "déterminer le public cible" ne se traduisent pas par un partage de savoirs mais par un partage d'informations sur les pré-requis du public cible :

- *"est-ce que vous attendez des L1 qui auraient suivi un peu d'informatique avant, les nouveaux qui auront fait NSI [Numérique et sciences informatiques] ou pas du tout ?"* (C3)

- *"je pense que la plupart des gens qu'on va sélectionner auront fait au moins des maths assez avancées"* (E1)

Dans ce thème, l'analyse révèle aussi les décisions à prendre sur le processus. Les acteurs mentionnent plusieurs publics cibles.

- *"ça c'est l'un des slides qui montre les objectifs pédagogiques du cours de L3. Donc c'est très haut niveau en fait entre guillemets"* (E1)

- “mais c’est pour ça que moi j’avais plutôt ciblé la L1. Mais effectivement ça change pas grand-chose, on peut, c’est les mêmes” (P)

Le chercheur C2 évoque alors la nécessité d’en déterminer un pour continuer le processus : “ma proposition c’est fixons le niveau, en disant voilà ce qu’on veut faire. Après on regarde dans le jeu ce qu’il faut garder”.

Les échanges sur le thème “spécifier les objectifs pédagogiques” se traduisent quant à eux par un partage de savoir entre les acteurs. Ce partage est visible dans l’extrait suivant :

- “si on veut redéfinir des objectifs opérationnels, en fait il faudrait que je reprenne mes slides de cours au fur et à mesure et il y a 180 slides” (E1)

- “ça peut être des priorités. Nous ce qu’on a fait parfois, c’est de dire y a des trucs qui sont vraiment [...] compliqués pour les étudiants. On appelle ça des obstacles et donc on va se focaliser là-dessus” (C2)

- “la récursivité, nous, c’est une notion qui pose toujours problème. Après y a [...] la notion de fonctions qui pose problème chez nous” (E1).

Dans cet extrait, l’enseignant E1 exprime un type de tâche “identifier les objectifs pédagogiques” et une technique “reprendre les diapositives du cours”. En ne mentionnant qu’un type de tâche et une technique, l’organisation praxéologique est qualifiée d’incomplète [7]. Pour aider l’opérationnalisation de ces objectifs pédagogiques, le chercheur C2 évoque un type de tâche “prioriser les objectifs pédagogiques”, une technique “repérer ce qui est difficile pour les étudiants” et une justification “se focaliser sur les obstacles didactiques”. L’analyse du discours du chercheur C2 indique une organisation praxéologique intégrant un savoir. Le savoir en jeu renvoie aux obstacles qui “ont une signification profonde par rapport aux apprentissages à réussir, ce sont bien eux qu’il faut mettre au centre pour définir les véritables objectifs”, ce qui fait référence aux objectifs-obstacles [20]. Une synthèse des résultats est présentée dans le Tableau 1 (voir Table 1).

Table 1. Tableau de synthèse de l’analyse praxéologique sur le thème “spécifier les objectifs pédagogiques”.

Acteur	Savoir-faire (praxis)	Savoir (logos)
Enseignant (E1)	Identifier les objectifs pédagogiques (type de tâche), en reprenant les diapositives de cours (technique)	
Chercheur (C2)	Prioriser les objectifs pédagogiques (type de tâche), en identifiant les difficultés des étudiants (technique)	Obstacle didactique (justification)

Après que le chercheur C2 ait expliqué son savoir en le traduisant, l’enseignant E1 mobilise ce concept en donnant des exemples de difficultés rencontrées par le public cible. Ainsi, en mobilisant le savoir au niveau d’une des frontières, un travail est possible entre les acteurs sans consensus préalable [14]. Ici, le partage se déroule par la mobilisation de significations communes. Ce langage commun se situe au niveau de la frontière sémantique [8], lieu de partage du savoir identifié. Ainsi, le savoir explicité par le chercheur C2, permet de poursuivre le travail par l’enseignant E1 et de prioriser les objectifs pédagogiques en identifiant les difficultés rencontrées par les étudiants.

L’identification du savoir en jeu (e.g. objectif-obstacle) ainsi que l’analyse praxéologique [7] et l’étude du niveau de partage [8] de ce savoir montrent que le savoir à

partager est explicité lorsqu'un acteur justifie son activité (logos). Un niveau de partage particulier est concerné (*e.g.* frontière sémantique). Il vise à ce que les autres acteurs puissent mobiliser ce savoir. Néanmoins, le plus souvent, l'activité à réaliser ne nécessite pas de justification particulière. Les échanges consistent alors en un simple transfert d'informations entre acteurs (*e.g.* sur le niveau des étudiants ou le curriculum).

5 Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous avons présenté un modèle d'analyse. Celui-ci articule l'analyse praxéologique [7] et le cadre des objets frontière [8], pour identifier le partage des savoirs pendant l'initiation de la co-conception d'un JEN en RoC. L'analyse de la première réunion d'un projet de co-conception, nous a permis de proposer une première version de ce modèle et de répondre à nos questions de recherche.

En mobilisant ce modèle, nous avons pu identifier les praxéologies de deux acteurs sans pour autant identifier leur évolution. Un savoir partagé d'un de ces acteurs vers le second a également été mis en évidence, et ceci à travers la mobilisation d'un niveau de partage (objet frontière). Des informations ont également été partagées entre les acteurs. Ce partage de savoir mais aussi d'information a permis de poursuivre le travail de co-conception. L'analyse que nous avons menée montre que la collaboration se traduit par un double partage : un "simple" transfert d'information et un partage complexe de savoir. Ainsi, les informations pourraient être partagées et les prises de décision à ce propos effectuées rapidement pendant ou hors des réunions si, en amont elles sont identifiées et mises à disposition des acteurs. Le partage des savoirs, plus complexes, doit quant à lui faire l'objet d'une organisation spécifique de la réunion. En effet, certains acteurs détenteurs de ces savoirs doivent avoir l'opportunité de les partager. Le processus peut être outillé en ce sens. Des méthodes de conception peuvent être proposées pour "[permettre] l'évolution et le partage des praxéologies des différents concepteurs" [19], pour assurer la collaboration dans le processus mené avec des acteurs aux expériences variées. Les objets frontière qui émergent peuvent permettre aux acteurs d'utiliser un langage commun [8], par des activités outillées [19]. Ainsi, notre modèle d'analyse pourrait devenir un modèle sur lequel la conception d'activités outillées s'appuie.

Cela nous conduit à élaborer des guides qui sont formalisés en nous appuyant sur la méthode THEDRE [21]. Pour adapter ces guides au partage des savoirs nécessaires à la conduite du projet, nous poursuivons l'analyse des autres réunions de co-conception de JEN en RoC avec notre modèle.

Ce travail doctoral, inscrit dans le projet co.LAB, est encadré par N. Mandran et E. Sanchez et financé par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (PNR 77).

Références

1. Sanchez, E., Monod-Ansaldi, R.: Recherche collaborative orientée par la conception: Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage. *Éducation et didactique* 9(2), 73–94 (2015).

2. Mbengue, A., Vandangeon-Derumez, I., Garreau, L., Thiétart, R.-A.: Méthodes de recherche en management. In: Chapitre 11. Construire un modèle, pp. 334–387. Dunod, Paris (2014).
3. Sanchez, E., Emin-Martinez, V., Mandran, N.: Jeu-game, jeu-play, vers une modélisation du jeu. Une étude empirique à partir des traces numériques d’interaction du jeu Tamagocours. *Sticef* 22, 9–45 (2015).
4. Marfisi-Schottman, I.: Méthodologie, modèles et outils pour la conception de Learning Games (2012).
5. Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M.B., Bellotti, F., Freitas, S. de, Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., Gloria, A.D.: Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology* 46(2), 391–411 (2015).
6. Vermeulen, M.: Une approche meta-design des learning games pour développer leur usage (2018).
7. Chevallard, Y.: Les savoirs enseignés et leurs formes scolaires de transmission : un point de vue didactique. *Skholè* 7, 45–64 (1997).
8. Carlile, P.R.: Transferring, Translating, and Transforming: An Integrative Framework for Managing Knowledge Across Boundaries. *Organization Science*. 15(5), 555–568 (2004).
9. Aldon, G., Panero, M.: Quelques réflexions développées dans un travail collaboratifs entre chercheurs et enseignants dans un contexte d’évaluation formative. In: Actes du séminaire national de l’ARDM. Université Paris Diderot (2017).
10. Trompette, P., Vinck, D.: Retour sur la notion d’objet-frontière. *Revue d’anthropologie des connaissances* 3(1), 5–27 (2009).
11. Cano, S., Munoz Arteaga, J., Collazos, C.A., Gonzalez, C.S., Zapata, S.: Toward a methodology for serious games design for children with auditory impairments. *IEEE Latin America Transactions* 14(5), 2511–2521 (2016).
12. Astolfi, J.-P.: L’École pour apprendre: L’élève face aux savoirs. ESF éditeur, Issy-les-Moulineaux (2010).
13. Star, S.L., Griesemer, J.R.: Institutional Ecology, ‘Translations’ and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science* 19(3), 387–420 (1989).
14. Vinck, D.: De l’objet intermédiaire à l’objet-frontière. *Revue d’anthropologie des connaissances* 3(1), 51–72 (2009).
15. Lapassade, G.: Observation participante. In: *Vocabulaire de psychosociologie*. pp. 375–390. Erès, Toulouse (2002).
16. Project Management Institute: A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). 5th edn. Project Management Institute, Inc, Newtown Square, Pennsylvania (2013).
17. Colet, N.R.: Chapitre 6. Les projets d’enseignement interdisciplinaire : fondements et objectifs pédagogiques. In: *Enseignement universitaire et interdisciplinarité*, pp. 71–89. De Boeck Supérieur, Louvain-la-Neuve (2002).
18. Paillé, P., Mucchielli, A.: Chapitre 11. L’analyse thématique. In: *L’analyse qualitative en sciences humaines et sociales*, pp. 235–312. Armand Colin, Paris (2016).
19. Morard, S., Sanchez, E.: Conception collaborative d’un jeu d’évasion pédagogique dans le cadre d’une game jam : du design du jeu au design du jouer. *Sciences du jeu* (2021).

20. Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y., Toussaint, J.: Chapitre 12. Obstacle, objectif-obstacle. In: *Pratiques pédagogiques*, pp. 121–129. De Boeck Supérieur (2008).
21. Mandran, N.: *Traceable Human Experiment Design Research: Theoretical Model and Practical Guide*. ISTE Ltd, London (2018).

Projet Lex:gaMe : Des mots et des motivés

Enzo Simonnet - Doctorant 1^{ère} année

Laboratoire LIRIS UMR 5205 CNRS
<https://liris.cnrs.fr/>

Résumé L'acquisition du lexique est une composante fondamentale de l'apprentissage des langues. Elle est cependant peu abordée en classe par manque de temps, et délaissée des étudiants par manque de motivation. Dans le but d'améliorer leur apprentissage lexical il est essentiel de parvenir à motiver et engager les étudiants dans une pratique autonome du lexique. Nous nous proposons avec le projet Lex:gaMe de répondre à cette problématique au moyen d'une base lexicale connectée à deux jeux ciblant différents aspects de l'apprentissage du lexique. Nous présenterons dans cet article les outils, notre démarche de conception et le support théorique motivant nos choix.

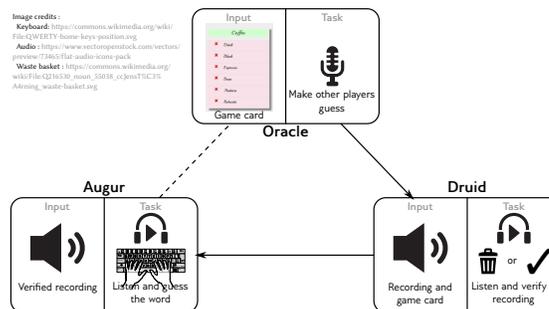
Keywords: Motivation · Engagement · Gamification · Apprentissage des langues · Apprentissage du lexique

L'acquisition du lexique est une composante indispensable de l'apprentissage d'une langue étrangère au même titre que la grammaire, la phonologie ou la culture. Les volumes horaires alloués en classe de langue à l'université ne permettent cependant pas toujours un travail lexical explicite et l'apprenant doit le faire sur son temps personnel. L'étude du lexique demeure toutefois une tâche complexe combinant de multiples compétences [13], bien loin de l'idée de mémorisation brute que l'on peut s'en faire. Le processus d'apprentissage lexical est également fastidieux et répétitif, de nature à rapidement démotiver les apprenants et peut en conséquence constituer pour eux un obstacle important. Susciter et maintenir un niveau de motivation satisfaisant à l'étude du lexique est donc nécessaire à l'amélioration des connaissances lexicales des apprenants. C'est l'objectif du projet Lex:gaMe qui s'articule autour de la conception d'une base lexicale à laquelle pourront être connectés deux jeux lexicaux déjà partiellement développés. La base lexicale permettra aux apprenants de rechercher des mots (tel un dictionnaire) et proposera des fonctionnalités dédiées à l'apprentissage (statistiques personnelles, révision de listes de mots...). Les deux jeux en question sont **MagicWord** (voir Fig. 1a) qui consiste à trouver des mots dans une grille de 16 cases (4×4) contenant des lettres et **Game of Words** (voir Fig. 1b) reposant sur le principe du *Taboo* [11] : un joueur reçoit un mot, enregistre une définition orale sans utiliser les mots interdits × un deuxième joueur aura la tâche de vérifier que l'enregistrement est valide et respecte bien les consignes ; enfin le dernier joueur doit deviner le mot initial d'après la définition. MagicWord cible des connaissances lexicales de bas niveau (e.g. forme du mot, morphologie) [10] quand Game of Words se focalise sur des connaissances lexicales de

haut niveau (e.g. sens, utilisation). Dans un premier temps, les langues prises en



(a) MagicWord [10]



(b) Game of Words [11]

charge seront l'anglais, l'espagnol et en apportant les modifications nécessaires, le mandarin. À la différence des systèmes d'apprentissage du lexique existants (Duolingo, Memrise, Babbel, etc...) nous souhaitons créer un outil polyvalent s'adaptant au cursus des apprenants. Ainsi, sans définir de trame d'apprentissage immuable, les outils ont pour vocation d'accompagner l'étude d'une langue sans en imposer le contenu.

Susciter et maintenir un niveau de motivation satisfaisant à l'étude du lexique est une dimension importante du projet Lex:gaMe et constitue en cela la problématique principale de la thèse présentée ici. Elle se concentre sur la conception de la base lexicale et son lien avec les jeux qui sont les éléments les plus susceptibles d'impacter la motivation et l'engagement des apprenants. En effet, Tseng et Schmitt insistent sur l'importance du rôle de la motivation dans l'apprentissage des langues [14]; il s'agit donc de déterminer et mettre en place des moyens aptes à motiver les apprenants afin d'induire chez eux une amélioration de leur apprentissage. Dans cet article, nous présenterons d'abord les concepts de motivation et d'engagement puis nous verrons comment nous nous proposons de motiver les apprenants au moyen de la gamification et du lien entre les jeux et la base lexicale. Nous finirons en détaillant la méthodologie de conception de la base lexicale.

1 État de l'art

1.1 La motivation

La motivation est le facteur déterminant le déclenchement, la direction et la persistance d'un comportement ou d'une action [6]. La théorie de

l'autodétermination (TAD) [12] élaborée par Ryan et Deci propose une caractérisation de la motivation. Elle postule que les individus ont trois besoins psychologiques fondamentaux dont la satisfaction est essentielle à leur croissance, leur intégrité et leur bien-être : le besoin d'autonomie, le besoin de compétence et le besoin de relation sociales [12]. Selon les auteurs, répondre à ces besoins permet de susciter motivation et engagement chez les apprenants. La motivation peut se placer sur un continuum (voir Fig. 1) de l'amotivation à la motivation intrinsèque (MI) en passant par la motivation extrinsèque (ME) [4].

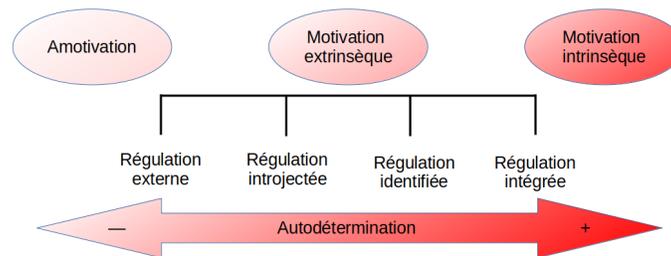


FIGURE 1 – Continuum de la motivation [4]

« La MI fait référence à la réalisation d'une activité pour elle-même, afin d'éprouver le plaisir et la satisfaction inhérents à l'activité » [8]. La ME se rapporte à une grande variété de comportements où les objectifs de l'action vont au-delà de ceux inhérents à l'activité elle-même [15]. Un individu est amotivé [15] lorsqu'il ne perçoit pas de relation entre ses actions et les résultats obtenus. Il a alors la perception que ses comportements sont causés par des facteurs hors de son contrôle. Cependant, la motivation des apprenants n'est pas une finalité en soi : nous souhaitons que ceux-ci se saisissent activement et efficacement des outils afin d'améliorer leurs compétences lexicales. La motivation des apprenants pour l'activité d'apprentissage est une condition préalable à leur engagement, se traduisant par différents types de comportements que nous proposons d'observer.

1.2 L'engagement

L'engagement est considéré comme un facteur essentiel pour favoriser le changement de comportement dans de nombreux domaines tels que l'éducation ou les jeux vidéos. Il peut être défini comme la participation active d'une personne à une activité [1]. D'après Fredricks, Blumenfeld et Paris (2004), l'engagement est un concept multi-dimensionnel comprenant trois composantes en interaction : une composante affective/émotionnelle (émotions positives ou négatives que les individus ressentent à l'égard de leur environnement, de leurs pairs ou d'eux-même), une composante cognitive (investissement des ressources cognitives ou d'effort mental) et une composante comportementale. La définition de l'engagement comportemental se fonde sur l'idée de participation et d'indicateurs observables de

cette participation. Par définition donc, puisque l’engagement comportemental regroupe l’ensemble des éléments observables, c’est ce type d’engagement en particulier que nous serons amenés à mesurer au moyen de la méthode décrite ci-après.

Afin d’obtenir des informations précises sur l’engagement des apprenants, nous utiliserons une approche développée et validée par Bouvier *et al.* [3]. La méthode utilise les traces d’interaction produites par les apprenants sur les outils numériques et permet de transformer les actions de bas niveau des apprenants (e.g. cliquer sur un élément, utiliser le menu, lancer un des jeux...) en informations significatives et analysables. La méthode d’analyse des traces appliquée à notre contexte satisfait le protocole suivant : 1. La théorie de l’autodétermination permet d’identifier différents types de comportements engagés correspondant à leurs motivations et besoins pour l’activité d’apprentissage interactive ; 2. Chaque comportement engagé est ensuite décomposé en activités, chaînes d’actions et chaînes d’opérations effectivement réalisées dans le système interactif par les apprenants ; 3. Les chaînes d’opérations pertinentes exécutées par les apprenants sont détectées, extraites, collectées et transformées en actions, puis en chaînes d’actions et enfin en activités grâce à un ensemble de règles. Par exemple : une, deux ou plusieurs opérations exécutées dans une certaine période de temps seront agrégées en une action, et de la même manière les actions seront transformées en activités. Cette approche permet d’adapter le système aux besoins, aux motivations et aux comportements engagés des apprenants. De plus, elle permet de soutenir chez les apprenants une réflexivité sur leurs propres actions en leur donnant un retour d’information utile et formateur.

2 Proposition

Plusieurs moyens différents seront utilisés pour susciter la motivation chez les apprenants ; nous présenterons d’abord la gamification puis le lien entre les jeux et la base lexicale.

La gamification désigne l’utilisation d’éléments de jeu vidéo dans des systèmes non ludiques pour améliorer l’expérience utilisateur et l’engagement des utilisateurs¹. Cette approche permet généralement de susciter la motivation des individus dans un contexte donné (e.g. l’accomplissement de quêtes, l’attribution de scores, de récompenses...). L’impact des éléments de gamification est fortement influencé par la motivation initiale de l’apprenant et l’évolution de son engagement au cours de l’activité d’apprentissage. En effet, certains éléments de gamification peuvent avoir un effet néfaste sur la motivation des individus motivés intrinsèquement par la tâche [9]. Par exemple, un apprenant intéressé par l’étude du vocabulaire pourra être sceptique, agacé ou ennuyé par des éléments ludiques associés à la tâche d’apprentissage, perçus comme inutiles et faisant

1. Définition originale [5] : « “Gamification” is an informal umbrella term for the use of video game elements in non-gaming systems to improve user experience (UX) and user engagement. »

perdre du temps. Pour prévenir ces potentiels effets négatifs, plusieurs méthodes simples à implémenter pourront être mises en place : l'idée générale est de laisser à l'utilisateur la liberté d'activer et désactiver les éléments de gamification afin de ne conserver que ceux qui conviennent à sa pratique. L'intérêt, au-delà de permettre à l'utilisateur d'adapter son interface, est de lui montrer explicitement que les éléments de gamification ne sont qu'un outil et ne doivent pas devenir un objectif en soi au détriment de l'apprentissage.

L'instauration d'une continuité perçue entre les jeux et la base lexicale lors de l'utilisation des outils sert différents objectifs. D'une part, nous nous attendons à ce que les jeux renforcent la motivation des apprenants. D'autre part, les 3 outils visent des compétences lexicales différentes et complémentaires : nous postulons que l'usage combiné des 3 outils permettra une meilleure acquisition que l'usage unique de l'un d'entre eux. Pour que les apprenants perçoivent cette continuité, les moyens à notre disposition sont entre autres : une facilité de navigation entre les outils, une continuité du design, un compte unique permettant d'utiliser l'ensemble des outils, des fonctionnalités permettant d'utiliser les jeux pour travailler sur les lexiques personnels ou à l'inverse d'ajouter à la base lexicale un ou des mots rencontrés en jouant. Le choix et l'intégration de ces diverses fonctionnalités s'appuiera sur une approche de conception participative impliquant enseignants et apprenants. Nous décrivons plus en détail la méthodologie dans la partie suivante.

3 Méthodologie

Au cours de la première année de thèse, une phase de collecte de données est menée auprès des enseignants et des apprenants au moyen de questionnaires pour identifier les différentes pratiques et besoins des deux acteurs. Nous souhaitons ainsi nous appuyer sur les pratiques effectives afin de proposer des outils compatibles avec les différentes approches didactiques des enseignants. En s'appuyant sur l'analyse de ces données et sur les connaissances issues de la littérature académique, une liste des fonctionnalités et spécifications de la base lexicale sera établie. Nous pourrions alors créer des prototypes de base lexicale ainsi que des propositions d'interface. Une démarche itérative et participative incluant les apprenants et les enseignants au processus de conception sera employée tout au long du projet. Les maquettes d'interface pourront ainsi être proposées aux enseignants afin de prendre en compte leurs opinions et recommandations et créer un outil complétant au mieux leurs méthodes d'enseignement. Les fonctionnalités seront testées isolément ou par petits groupes afin d'observer facilement l'impact des différents éléments et des modifications apportées au fur et à mesure.

Lors de la deuxième année, l'accent sera mis sur le développement de la base lexicale : les interfaces enseignant et apprenant seront finalisées ainsi que l'API permettant d'afficher le contenu d'un dictionnaire en ligne directement sur l'interface. Les deux jeux MagicWord et Game of Words mentionnés précédemment seront achevés en parallèle par d'autres membres du projet Lex:gaMe. L'intégration

de ces jeux à la base lexicale est également un élément susceptible de favoriser la motivation et l'engagement des apprenants. À ce titre, il est important de concevoir le lien entre les outils de telle sorte que chaque outil incite l'apprenant à se servir des autres. Ceci est d'autant plus souhaitable que chaque outil présente des intérêts différents et complémentaires pour l'apprentissage lexical.

Une fois les logiciels parvenus à une version satisfaisante, nous les présenterons aux enseignants du Centre de Langues de l'Université Lyon 2. Un plan d'expérience sera élaboré afin de tester l'impact du dispositif sur l'engagement, la motivation et les connaissances lexicales des apprenants (formation de groupes tests et d'un groupe contrôle, mesure des variables...). Pour évaluer l'impact des outils sur la motivation des apprenants, nous aurons recours à l'Échelle de Motivation en Éducation (EME). En ce qui concerne la mesure de l'engagement, nous utiliserons la méthode exposée précédemment se basant sur les traces d'interactions [15]. Antérieurement puis postérieurement à leur utilisation des outils, nous évaluerons les connaissances lexicales des apprenants au moyen de tests standardisés tels que le Vocabulary Levels Test ou le Vocabulary Size Test. Nous pourrions ainsi croiser les données obtenues afin de déceler de potentielles corrélations entre les variables mesurées.

4 Conclusion

Nous avons présenté le projet Lex:gaMe dont l'objectif est de proposer aux apprenants une base lexicale connectée à des jeux ciblant différents aspects de l'apprentissage du lexique. La thèse vise en particulier à soutenir cet apprentissage au moyen de l'ajout d'éléments de gamification à la base lexicale afin d'engager et motiver les apprenants. D'autres moyens non abordés dans cet article seront également utilisés pour motiver les apprenants, notamment la réflexivité sur les apprentissages. En effet, elle permet de motiver les apprenants mais également d'améliorer leur qualité d'apprentissage [2] et devra donc être mise en place afin de favoriser les deux aspects cités. Nous espérons apporter une contribution sous la forme de cette base lexicale conçue comme un environnement motivant, selon une démarche itérative et participative à même d'identifier les besoins et motivations des apprenants. Il pourra être intéressant par la suite de chercher à rendre la base lexicale adaptable afin qu'elle puisse supporter facilement l'ajout de modules extérieurs mais aussi étendre son utilisation à l'apprentissage de langages différents.

Remerciements

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

Références

- [1] James Appleton et al. “Measuring cognitive and psychological engagement : Validation of the Student Engagement Instrument”. In : *Journal of School Psychology* 44 (2006), p. 427-445.
- [2] Gerard van den Boom et al. “Reflection prompts and tutor feedback in a web-based learning environment : effects on students’ self-regulated learning competence”. In : *Computers in Human Behavior* 20.4 (juill. 2004), p. 551-567.
- [3] Patrice Bouvier, Karim Sehaba et Élise Lavoué. “A trace-based approach to identifying users’ engagement and qualifying their engaged-behaviours in interactive systems : application to a social game”. In : *User Modeling and User-Adapted Interaction* 24.5 (2014), p. 413-451.
- [4] Edward L. Deci et Richard M. Ryan. *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Boston, MA : Springer US, 1985.
- [5] Sebastian Deterding et al. “Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts”. In : *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA '11*. ACM Press, 2011, p. 2425.
- [6] F. Fenouillet. “Les conceptions hédoniques de la motivation”. In : *Pratiques Psychologiques* 18.2 (juin 2012), p. 121-131.
- [7] Jennifer A Fredricks, Phyllis C Blumenfeld et Alison H Paris. “School Engagement : Potential of the Concept, State of the Evidence”. In : *Review of Educational Research* 74.1 (mars 2004), p. 59-109.
- [8] Frederic Guay, Robert J Vallerand et Celine Blanchard. “On the Assessment of Situational Intrinsic and Extrinsic Motivation : The Situational Motivation Scale (SIMS)”. In : *Motivation and Emotion* (2001), p. 40.
- [9] Stuart Hallifax et al. “Adaptive Gamification in Education : A Literature Review of Current Trends and Developments”. In : *Transforming Learning with Meaningful Technologies*. T. 11722. 2019, p. 294-307.
- [10] Mathieu Loiseau et al. “Exploring learners’ perceptions of the use of digital letter games for language learning : the case of Magic Word”. In : *CALL communities and culture — Short papers from EUROCALL 2016*. 2016, p. 277-283.
- [11] Mathieu Loiseau et al. “Game of Words : prototype of digital game focusing on oral production (and comprehension) through asynchronous interaction”. In : *CALL communities and culture — Short papers from EUROCALL 2016*. 2016, p. 284-289.
- [12] Richard M Ryan et Edward L Deci. “Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being”. en. In : *American Psychologist* (2000), p. 11.
- [13] Ophélie Tremblay et Dominic Anctil. “Introduction. — Recherches actuelles en didactique du lexique : avancées, réflexions, méthodes”. In : *Lidil. Revue de linguistique et de didactique des langues* 62 (nov. 2020).

- [14] Wen-Ta Tseng et Norbert Schmitt. “Toward a Model of Motivated Vocabulary Learning : A Structural Equation Modeling Approach”. In : *Language Learning* 58 :2 (juin 2008).
- [15] Robert Vallerand et al. “Construction et validation de l’échelle de motivation en éducation (EME).” In : *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement* 21.3 (1989), p. 323.

Conception d'un référentiel de compétences pour une activité de création de jeu vidéo en classe

Chloé Vigneau¹[0000-0002-4007-4691] 2^{ème} année de thèse

¹ Chaire Science et Jeu Vidéo, Laboratoire Leprince-Ringuet, Ecole Polytechnique et CEDRIC
- CNAM

Résumé. Cet article porte sur les ateliers de création de jeu vidéo menés en classe par des enseignants. L'objectif est de lever les freins au développement de cette activité, identifiés à travers des retours d'expérience, grâce à la production d'un modèle de référentiel de compétences permettant de générer des référentiels dédiés à différents contextes. L'exemple proposé dans cet article est la conception d'un référentiel adapté à la classe de seconde en France.

Mots-clés : Pédagogie, Jeu vidéo, EIAH

Introduction

L'objectif de cet article est d'étudier l'activité de création de jeu vidéo en classe et de proposer des pistes pour faciliter son développement. Nous avons analysé trois retours d'expérience afin de dégager les potentiels et limites de cette activité : (1) Globaloria, un projet d'initiation au développement de jeux éducatifs à destination d'élèves de la maternelle au secondaire (6 à 18 ans) lancé aux Etats-Unis qui a touché 17000 élèves entre 2006 et 2015, (2) le projet Fusion Jeunesse, auquel nous participons en tant que « coordonatrice », qui déploie depuis 2019 des ateliers de création de jeu vidéo en France de classe de primaire au lycée (6 à 18 ans) et (3) NOLB ("No One Left Behind"), un projet européen développé en 2015 qui propose des outils et des méthodologies de création de jeux adaptés à des élèves d'écoles primaires et secondaires (de 8 à 17 ans) déployé auprès de 600 étudiants pendant 2 ans sur trois pays : Espagne, Royaume-Uni et Autriche. L'étude de ces retours d'expérience met en évidence des impacts positifs sur l'apprentissage : amélioration des résultats scolaire [1] [2], développement du travail collaboratif [3], et interdisciplinaire [4], ou encore découverte des métiers [1].

Mais ils montrent aussi des limites qui freinent le développement de cette activité comme le manque de lisibilité des compétences mobilisées. La compétence est définie comme la « *capacité d'action efficace face à une famille de situations, qu'on arrive à maîtriser parce qu'on dispose à la fois des connaissances nécessaires et de la capacité de les mobiliser à bon escient* » [5]. Cet article propose de répondre à ce problème par la conception d'un référentiel de compétences dédié à l'activité, c'est-à-dire « *un inventaire détaillant dans une structure arborescente des conditions que l'on s'engage à respecter [qui] porte[nt], selon le contexte et le moment, sur des compétences ou des*

activités, voire sur d'autres dimensions » [6]. Pour réaliser ce référentiel, nous commencerons par examiner les difficultés exprimées lors des retours d'expérience terrain avant de proposer un modèle qui permettra de générer des référentiels dédiés selon les contextes pédagogiques dans lesquels se déploie l'activité.

1 La création de jeu vidéo : une activité interdisciplinaire complexe à prendre en mains pour les enseignants

Nous avons extrait des trois retours d'expérience les principales difficultés qui freinent le déploiement de l'activité. Dans le projet Globaloria, 42% des participants (élèves et enseignants) indiquent avoir rencontré des difficultés pour prendre en mains les outils de création de jeux qui peuvent constituer un frein à la créativité des élèves et demande une formation spécifique pour les enseignants [3].

Dans le projet Fusion Jeunesse, l'objectif est de produire un jeu en une vingtaine de séances par groupes de 3 à 5 élèves. Chacun choisit un rôle lié à un métier du jeu vidéo (ex : le game design, la programmation) et prend en charge les tâches qui lui sont liées. La répartition des rôles et l'affectation des tâches peuvent constituer des difficultés si l'enseignant méconnaît les processus de production du jeu vidéo. Fusion Jeunesse propose de remédier à ce problème en proposant l'appui d'un « coordinateur de projet » qui vient apporter ses connaissances dans le domaine du jeu vidéo. Dans ce projet, les enseignants expriment aussi des difficultés concernant l'évaluation de l'activité qui implique plusieurs disciplines donc potentiellement plusieurs grilles d'évaluation.

On rencontre la même problématique dans le projet NOLB qui propose un Project Management Dashboard permettant aux enseignants de suivre l'activité [4]. Dans ce tableau de bord, l'évaluation repose sur des données relatives à la production finale (par exemple la « créativité » est jugée sur l'apparence, le « look and feel » du jeu) ou à l'usage de l'outil (l'engagement est mesuré par le temps passé sur l'interface) et ne fait pas le lien avec les compétences disciplinaires.

À travers ces retours d'expériences, nous avons identifié deux difficultés. La première est le manque de lisibilité des liens entre l'activité de création de jeu vidéo et les compétences qui pénalise la mise en place et l'évaluation de ces projets. La seconde concerne la méconnaissance des codes du jeu vidéo (types de jeu, outil de création, organisation du travail) qui empêche d'exploiter pleinement tous les potentiels de cette activité créative.

Cet article a pour objectif de répondre à ces difficultés en proposant la création d'un référentiel de compétences dédié à l'activité qui prend en compte le cadre pédagogique (plusieurs disciplines mobilisées, des grilles d'évaluation non adaptées) et facilite la compréhension et la prise en main des spécificités de la création d'un jeu vidéo (les types de jeu comme les processus de production).

2 Proposition d'un référentiel dédié

2.1 Conception d'un modèle de référentiel de compétences

L'activité de création de jeu vidéo a des spécificités qu'il convient de prendre en compte pour créer un référentiel de compétence adapté. Les retours d'expérience montrent qu'elle se déploie dans différents cadres pédagogiques : dans plusieurs pays, sur plusieurs niveaux de classes qui peuvent faire appel à des compétences / connaissances / disciplines spécifiques. De plus, elle s'appuie sur des processus de production de jeu vidéo qui s'adaptent aux contextes d'usage : les tâches à réaliser en fonction de chaque « métier » pour créer un jeu varient d'un projet à l'autre et selon la manière dont est organisée le projet [7].

Face à cette diversité, il nous paraît difficile de concevoir référentiel de compétences adapté à toutes les situations. En revanche, nous pouvons créer un modèle de référentiel « (i) capable d'exprimer une compétence à différents niveaux de granularité, (ii) suffisamment générique pour fédérer les compétences induites par des disciplines variées et des activités pédagogiques hétérogènes [...], (iii) et offrant l'opportunité de regrouper différentes compétences dans une même entité afin de former un référentiel de compétences et ainsi pouvoir considérer différents référentiels » [8]. Une fois ce modèle créé, nous pourrions l'utiliser comme base pour créer des référentiels spécifiques (instanciations du modèle source) en fonction de chaque contexte.

Pour créer ce modèle, nous avons pris pour point de départ le concept de « tâche » à réaliser pour produire un jeu vidéo car chacune des tâches mobilise des compétences particulières dans l'activité. Dans le cadre de la production d'un jeu vidéo en classe, nous avons identifié trois paramètres qui permettent de définir quelle tâche doit être réalisée : le type de jeu, la phase de production (une tâche est toujours réalisée dans le cadre d'une phase précise) et le rôle de l'élève qui l'effectue (une tâche peut être affectée à un ou plusieurs rôles). Concernant le type de jeu, il est difficile de trouver une liste exhaustive et des définitions partagées. Nous avons donc opté pour la conception d'un système plus granulaire nommé « unités de conception » qui représente des concepts que les élèves peuvent utiliser pour créer leurs jeux. Pour établir ce système, nous nous sommes appuyés sur des références en game design [9], [10], [11] et nous avons analysé les fonctionnalités les plus développées dans le corpus de jeux du projet Fusion Jeunesse [12].

Dans le cadre de la production d'un jeu vidéo en classe, pour réaliser une tâche, les élèves mettent en œuvre des compétences particulières. Nous distinguons les « *compétences scolaires (ou savoirs cognitifs)* » et les « *compétences techniques et méthodologiques (ou savoir-faire)* » [13], qui peuvent être rattachées à une ou plusieurs disciplines selon les programmes scolaires par niveau, des « *compétences comportementales (ou savoir-être)* » [13] qui fonctionnent de manière autonome. Quand une compétence est mobilisée dans le cadre d'une discipline, elle peut faire appel à des connaissances de cette discipline. Une connaissance peut être définie comme « *un savoir, est un énoncé à comprendre et mémoriser : une définition, une règle, une formule, voire l'énoncé d'un fait* » [14]. On considère que la compétence est validée quand la tâche a été effectuée. Ce postulat nous conduit à une difficulté à résoudre : il peut exister entre

deux compétences des relations de « *précédence* » ou de dépendance ainsi que le décrit la théorie Competence-Based Knowledge Space Theory (CbKST) [15]. Ces relations risquent d'entrer en conflit avec l'interdépendance des tâches dans un processus de production d'un jeu vidéo. Ainsi, des tâches successives pourraient par exemple faire appel à plusieurs compétences interdépendantes dont certaines seraient non maîtrisées par l'élève à ce stade du parcours d'apprentissage. Il faut donc remplacer la notion de « *compétence* » par celle d'« *état de compétence* » proposée par le modèle CbKST qui correspond à « *différentes combinaisons possibles et admissibles de compétences simples* » [16].

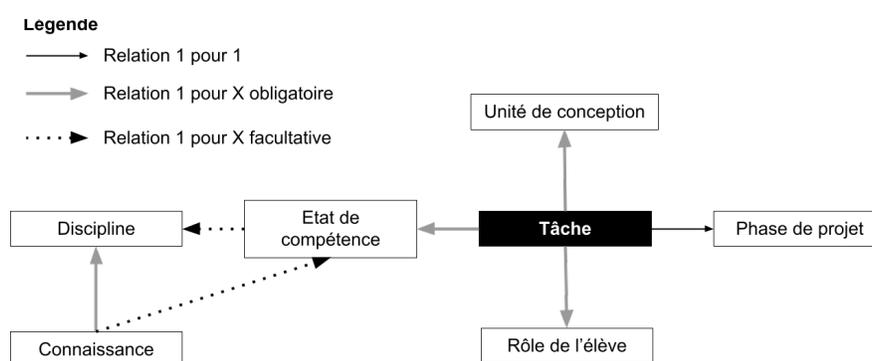


Fig. 1. Schéma du modèle de référentiel de compétences

2.2 Production du référentiel de compétences de l'activité

Pour éprouver le modèle, nous avons opté pour la génération d'un référentiel de compétences pour la classe de seconde en France. L'activité de création de jeux vidéo, par sa qualité de projet interdisciplinaire et par son objectif de création, est en lien avec plusieurs référentiels scolaires et extra-scolaires. Avant d'entamer toute démarche de création d'un référentiel dédié, il convient d'identifier les référentiels existants mobilisés et de les analyser. Nous avons choisi de nous situer dans un cadre international en prenant en compte l'ensemble des référentiels liés à l'activité en France et dans le monde. Nous en avons identifié 5 : le socle commun de compétences du Ministère de l'éducation nationale, les Principes directeurs sur l'apprentissage au 21e siècle de l'UNESCO, le Digital competences framework 2.0 de l'Union Européenne, le Référentiel PISA et projet Education 2030 (OCDE) et, enfin, le référentiel du SNJV sur les métiers du jeu vidéo. Nous avons lu et analysé ces référentiels ainsi que deux méta-analyses [17] [18]. Nous avons comparé ces référentiels pour établir si des compétences communes pouvaient être dégagées pour constituer un socle transversal. Nous en avons identifié 33. Sur la base de cette liste et en analysant les retours d'expérience terrain, nous avons pu constituer un socle de 19 compétences qui peuvent être mises en œuvre dans l'activité de création de jeu vidéo.

Nous avons ensuite défini la liste exhaustive des tâches à réaliser pour produire chacune des unités de conception en les classant par phase de production et par rôle. Ces tâches ont été associées aux 19 compétences travaillées dans l'atelier. Ces compétences ont elles-mêmes été rattachées aux 9 disciplines de la classe de seconde et aux connaissances décrites dans les programmes scolaires. Ainsi, la tâche, en tant qu'information pivot de notre système, servira d'indicateur pour valider les états de compétence. A partir du modèle de référentiel créé, nous pouvons générer une instantiation pour la classe de seconde en choisissant une unité de conception, une phase de production et un rôle (cf Fig.2). Ainsi l'enseignant obtient une meilleure lisibilité des compétences travaillées dans l'activité : il peut organiser la production (l'assignation des rôles et les phases du projet) du jeu en fonction de ses objectifs pédagogiques et évaluer les compétences travaillées.

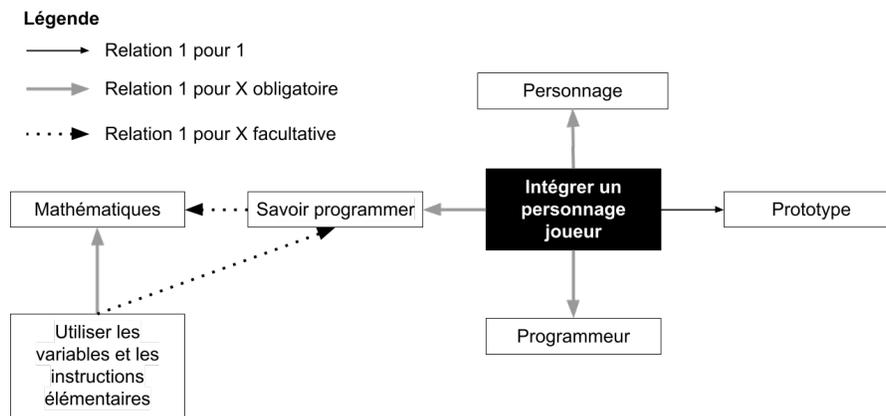


Fig. 2. Instanciation du référentiel de compétence dédié pour l'unité de conception « personnage » dans la phase « prototype » pour le rôle « Programmeur »

Le modèle permet donc bien de produire des référentiels de compétences adaptés à chaque cadre pédagogique (en fonction des niveaux de classe et des disciplines impliquées) et de chaque contexte de production (par phase de projet, par rôle et en corrélation avec les unités de conception choisies pour créer le jeu).

Conclusion

A travers l'analyse de retours d'expérience terrain, nous avons identifié deux freins principaux au déploiement d'activité de création de jeu vidéo : un manque de lisibilité des compétences mobilisés et une méconnaissance des processus de production de jeu. Pour lever ces freins, nous avons conçu un modèle permettant de générer des référentiels de compétences dédiés, capables de s'adapter au contexte pédagogique choisi, comme par exemple le cas d'un atelier de création de jeu vidéo en classe de seconde. La prochaine étape de notre travail sera de mettre en œuvre de manière effective ce

référentiel dédié en l'intégrant dans un outil informatique. La tâche étant l'information pivot du modèle, il serait logique de s'appuyer sur les outils de création de jeu vidéo. Mais les outils tels que les moteurs de jeu sont dédiés à la production et non à la collecte de ce type de données. Il nous paraît donc nécessaire d'étudier la pertinence de concevoir un EIAH également adapté à l'activité pour exploiter le référentiel obtenu.

Références

1. Rowe, M., Rayala, M., Harel Caperton, I. : Globaloria : students making game media for literacy and learning. *The Journal of Media Literacy* (2012).
2. Spieler, B., Schindler, C., Slany, W., Mashkina, O. : App creation in schools for different curricula subjects - lessons learned. In : *Edulearn, Barcelona* (2017).
3. Reynolds R., Harel Caperton, I. : Contrasts in student engagement, meaning-making, dislikes, and challenges in a discovery-based program of game design learning. *Education Tech Research Dev* 59, 267-289 (2011).
4. Gaeta, E., Beltrán-Jaunsaras, M-E, Cea, G., Spieler, B., Burton, A., García-Betances, R-I., Cabrera-Umpiérrez, M-F., Brown, D., Boulton, H., Arredondo Waldmeyer, M-T. : Evaluation of the Create@School Game-Based Learning-Teaching Approach. In : *Sensors* (2019).
5. Perrenoud, P. : Construire des compétences dès l'école. *Pratiques et enjeux pédagogiques*, 6^{ème} ed., ESF, Paris (2011).
6. Maury, C. : Élaboration et utilisations de référentiels par et pour les formations d'ingénieurs. *Rapport du CEFI*. (2006).
7. Zabban, V., Ter Minassian, H., Noûs, C. : Les mondes de production du jeu vidéo: Logiques amateurs, artisanales et industrielles. *Réseaux* 6(224), (2020).
8. *Projet COMPER*, <https://comper.fr/accueil>, dernier accès 07/03/2022
9. Schell, J. : *The Art of Game Design : A Book of Lenses*. 2nd edition. A K Peters/CRC Press (2014).
10. Sylvester, T. : *Designing games*. O'Reilly (2013).
11. *Design oriented wheel*, <https://designoriented.net/wheel>, dernier accès 07/03/2022
12. *Jeux Fusion Jeunesse*, <https://fusionjeunesse.org/jeux-vidéo/?cohort=2019-2020#jeux>, dernier accès le 07/03/2022
13. Frayssinhes, J. : Compétence, expérience, connaissances et savoirs transférables : étude comparatiste à visée transdisciplinaire, *Education permanente* (2019).
14. Van Lindt, S. : La notion de compétence et son évaluation, *Revue Technologie* 202 (2016).
15. Sitthisak, O., Gilbert, L., Albert, D. : Adaptive Learning Using an integration of competence model with Knowledge Space Theory. In : *Second IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics*, Los Alamitos (2013).
16. El-Kechai, N., Melero, J., Labat, J.-M. : Quelques enseignements tirés de l'application de la Competence-based Knowledge Space Theory aux Serious Games. In : *IC2015, AFIA, Rennes* (2015).
17. Pruneau, D., Kerry, J., Langis J., Léger, M. : Améliorer les programmes canadiens de sciences et technologies au primaire par l'ajout de compétences du 21^e siècle. *Revue Canadienne de l'éducation* 38 (3), (2015).
18. Voogt, J., Pareja Roblin, N. : A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies* 44 (3), (2012).

Conception et évaluation du jeu sérieux *Pirates* : aspects didactiques dans la construction des niveaux

Matthieu BRANTHÔME¹

¹ Deuxième année de thèse - CREAD, Université de Bretagne Occidentale, France
matthieu.branthome@etudiant.univ-brest.fr

Résumé. Cette communication présente la conception et l'évaluation de l'application en ligne *Pirates*, un jeu sérieux qui vise l'introduction de la programmation Python en classe de seconde (15 ans). Nous y présentons les aspects didactiques de la conception des différents niveaux. Notre solution innove en mettant en jeu les notions algorithmiques visées dans un approche constructiviste s'appuyant sur des situations adidactiques (Brousseau, 1998). Afin d'évaluer nos choix, nous avons testé l'application sur le terrain auprès de 242 élèves de seconde et ainsi récolté environ 70.000 traces d'activités générées automatiquement au format *xAPI*. Nous montrons que notre dispositif possède un haut niveau d'adidacticité même si le milieu didactique ne permet pas à tous les élèves de mettre en œuvre certaines notions sans l'aide de l'enseignant.

Mots-clés : jeu sérieux, situation adidactique, Python, EIAH, learning analytics.

1 Introduction

Ces dernières années la programmation informatique a fait son apparition dans les curricula de l'enseignement secondaire français. En effet, depuis la rentrée 2016, les collégiens doivent s'initier à la programmation par blocs. Au lycée, cet enseignement a d'abord été introduit en 2009 dans les cours de mathématiques puis à la rentrée 2019 dans les nouvelles disciplines SNT (Sciences Numériques et Technologie) et NSI (Numérique et Sciences informatiques). Les objectifs de la classe de seconde sont l'approfondissement des notions algorithmiques introduites au collège et l'écriture de programmes dans le langage Python. L'étude des instructions officielles et des documents institutionnels montre que les activités prescrites sont moins ludiques qu'au collège et plus en lien avec les disciplines (Branthôme, 2021). Afin d'accompagner cette transition, nous avons développé un jeu sérieux (Alvarez, 2007) qui vise l'introduction du langage Python en classe de seconde. Ainsi, l'application en ligne *Pirates* [1] prend la forme d'un jeu de plateforme permettant de contrôler un personnage en Python.

Il existe d'autres logiciels à visée pédagogique offrant la possibilité de diriger des avatars au moyen de programmes Python, citons Reeborg [2], Algoréa [3], Code Monkey [4], Coding Park [5] ou Code Combat [6]. Dans toutes ces applications, les savoirs mis en jeu dans les différents niveaux sont clairement explicités. Nous prenons le parti de proposer une approche différente mettant en œuvre le paradigme

constructiviste. Notre problématique consiste donc à concevoir les niveaux de notre jeu sur le modèle des situations adidactiques (Brousseau, 1998) qui reposent pour partie sur l'hypothèse psychologique d'un apprentissage par adaptation (Piaget, 1975).

Dans le présent article, nous exposons notre cadre théorique en présentant de manière concise le modèle des situations adidactiques et les critères servant à leur élaboration. Ensuite, nous décrivons la méthodologie que nous avons adoptée pour concevoir et évaluer les niveaux du jeu puis, les résultats qui en découlent. Enfin, nous concluons et présentons quelques perspectives de recherche.

2 Cadre théorique : la Théorie des situations didactiques

Nos travaux s'appuient sur la Théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998) dont nous présentons certains concepts. Brousseau définit une **situation** comme : « *une situation problème qui nécessite une adaptation, une réponse de l'élève.* » (1981, p. 112). Il établit le **milieu didactique** comme étant « *constitué des objets (physique, culturels, sociaux, humains) avec lesquels le sujet interagit dans une situation* » (2010, p. 2). Brousseau (1986) considère que les activités proposées aux élèves doivent tendre vers « *une sorte d'idéal vers lequel il s'agit de converger* » : la **situation adidactique**. Ces situations ont pour objectif de « *provoquer chez l'élève les adaptations souhaitées, par un choix judicieux des « problèmes » [posés]* » (1986, p. 49). Le professeur doit ainsi se demander : « *À quel jeu le sujet doit-il jouer pour avoir besoin de telle connaissance ? Quelle aventure - succession de jeux - peut l'amener à la concevoir, ou à l'adopter ?* » (2012, p. 105). Il s'agit ensuite de faire la **dévolution** de cette situation à l'élève, c'est-à-dire de lui déléguer la responsabilité de la construction de son savoir. Le professeur cherche alors à ce que l'« *action de l'élève ne soit produite et justifiée que par les nécessités du milieu et par ses connaissances, et non par l'interprétation des procédés didactiques du professeur.* » (2010, p.5). De plus, « *le maître se refuse à intervenir comme « proposeur » de connaissances qu'il veut voir apparaître [...] cette connaissance est entièrement justifiée par la logique interne de la situation* » (1986, p.49).

Bessot (2003) décrit les conditions d'élaboration d'une situation adidactique. (C1) L'élève doit pouvoir envisager une réponse initiale au problème posé sous la forme d'une **procédure de base** peu efficace s'appuyant sur ses connaissances antérieures. (C2) Le savoir ciblé doit permettre, lorsqu'il est mis en œuvre, de passer à une **procédure gagnante** résolvant le problème posé. (C3) L'enseignant n'intervient pas pour valider ou invalider la réponse de l'élève, c'est le milieu qui lui fournit une **rétroaction**, positive ou négative, de son action.

Les questions de recherche que nous allons traiter dans cette contribution sont : (QR1) Comment concevoir les niveaux du jeu *Pyrates* sur le modèle des situations adidactiques ? (QR2) Quel est le niveau d'adidacticité effectif de ces situations lorsqu'elles sont soumises à des élèves ?

3 Méthodologie de conception et d'évaluation

Notre méthodologie est composée de deux parties permettant d'adresser chacune de nos questions de recherche. D'abord, la conception des situations adidactiques en suivant les trois conditions décrites par Bessot (QR1). Puis, l'évaluation de ces situations dans les classes en s'appuyant sur l'analyse des traces de l'activité des utilisateurs (QR2). Ces traces témoignent des interactions des élèves avec le milieu didactique : consultations des contenus, code des programmes exécutés, erreurs syntaxiques et sémantiques, validation des objectifs, aides apportées par l'enseignant. Elles sont générées automatiquement en fonction des agissements des élèves puis exportées au format standardisé *xAPI* (Kevan & Ryan, 2016) dans un Learning Record Store.

Nous avons pu expérimenter notre application dans huit classes de seconde auprès de 242 élèves débutants en Python sur deux ou trois séances de 55 minutes chacune. Après, une rapide présentation, il était attendu des élèves qu'ils utilisent le jeu de manière autonome. L'enseignant avait pour consigne de n'intervenir qu'à leur demande. Afin de garder trace de ces interactions, l'enseignant devait renseigner dans l'interface le contenu de l'aide apportée en cliquant sur des boutons qui lui sont réservés (voir Fig. 1-f). Notons que nous avons, lors de toutes les séances, prêté main forte à l'enseignant dans cette tâche.

Notre corpus de données, constitué de 68.541 traces d'activités, a été analysé de façon automatisée au moyen de programmes Python et de bibliothèques de traitement et de visualisation de données afin d'évaluer le niveau d'adidacticité des situations conçues.

4 Résultats

4.1 Conception didactique des niveaux

Nous avons conçu notre jeu dans une approche constructiviste suivant le modèle des situations adidactiques. Ainsi, chaque niveau doit amener les élèves à mettre en œuvre certaines notions algorithmiques non explicitées. Le tableau Tab. 1 expose les caractéristiques du milieu, portant sur le jeu ou l'éditeur de code (Fig. 1-e), qui doivent rendre nécessaires ces implémentations.

Tab. 1. Caractéristiques du milieu amenant à l'implémentation des notions algorithmiques.

Notions algorithmiques	Jeu	Éditeur de code
Variable	Rétention d'informations	-
Conditionnelle	Parcours aléatoire	-
Boucle for sans compteur	Parcours répétitif	Nombre de lignes limité
Boucle for avec compteur	Parcours structuré	Nombre de lignes limité
Boucle while	Parcours répétitif et aléatoire	-

Les fonctions de contrôle du personnage décrites dans le panneau « niveaux » (Fig. 1-a) doivent permettre aux élèves d'engager une procédure de base qui n'est pas

suffisante pour terminer le niveau (C1). En mettant en œuvre la ou les notions visées, le joueur est en mesure d'établir une procédure gagnante (C2). Le milieu fournit des rétroactions négatives affichées dans la console (Fig. 1-d) en cas d'erreurs dans le programme, ou dans le jeu, et une rétroaction positive lorsque les objectifs du niveau sont atteints (C3).

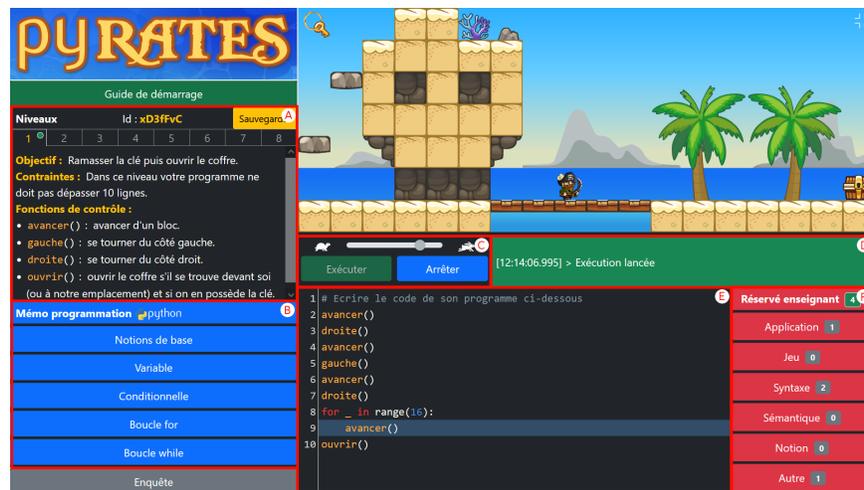


Fig. 1. Interface graphique de l'application *Pyrates* et ses différentes zones.

Le milieu didactique est également source d'informations, il est enrichi d'un « mémo programmation » (Fig. 1-b) qui présente les notions algorithmiques en Python. Enfin, l'enseignant, intervenant à la demande des élèves, est également en mesure d'apporter des informations relatives : à l'application, au jeu, à la syntaxe ou la sémantique des programmes, ou aux notions à mettre en œuvre (Fig. 1-f).

4.2 Évaluation du niveau d'adidacticité des situations

D'abord, posons-nous la question de savoir si la mise en œuvre des notions visées dans les niveaux est une condition nécessaire et suffisante pour établir une procédure gagnante (C2). Notre module de traces d'activités permet de détecter automatiquement, à l'aide d'expressions régulières, les notions mises en œuvre dans les programmes exécutés. Ainsi, la figure Fig. 2-b représente la fréquence d'apparition des notions dans les programmes implémentant les procédures gagnantes pour chaque niveau. Lorsque les boucles *for* (*for* et *for-com*) et les variables (*var*) sont mises en jeu dans un niveau, nous pouvons constater qu'elles sont systématiquement implémentées dans les procédures gagnantes. Cela valide notre agencement du milieu didactique pour ces notions. En revanche, les notions basées sur des tests (*con* et *whi*) sont suffisantes pour terminer un niveau mais pas forcément nécessaires. En effet, elles ne sont pas toujours présentes dans les procédures gagnantes. Une petite partie des élèves (7-8% pour la

conditionnelle et 17% pour la boucle while) parvient à réussir ces niveaux sans mettre en œuvre ces notions. La caractéristique du milieu devant amener à ces notions est une structuration aléatoire des niveaux. Or certains élèves utilisent un mode opératoire, que nous qualifions de « contournement didactique », consistant à enchaîner les exécutions jusqu'à obtenir une configuration aléatoire favorable à leur programme. De plus, d'autres élèves parviennent à remplacer la notion while (*whi*) par la conjonction d'une boucle for (*for*) et d'une structure conditionnelle (*con*).

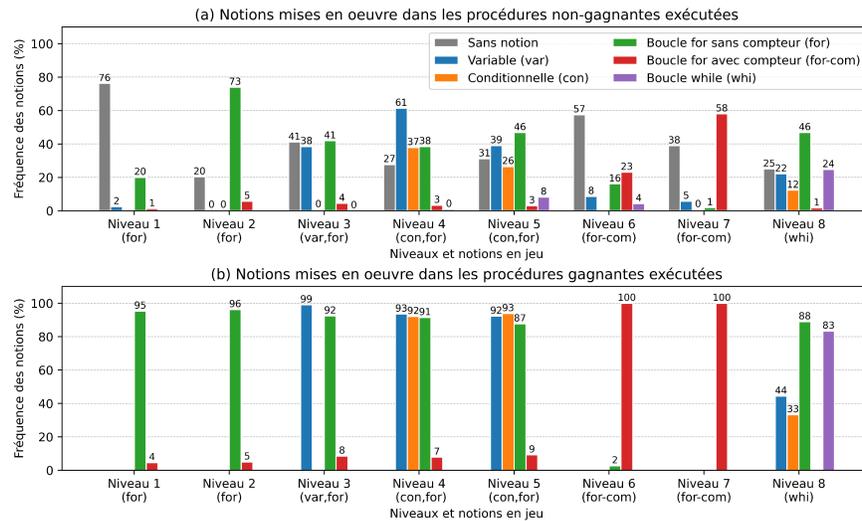


Fig. 2. Notions mises en œuvre dans les procédures exécutées par niveau.

Ensuite, nos situations autorisent-elles les élèves à envisager une réponse initiale permettant de s'engager dans le problème (C1) ? La figure Fig. 2-a représente la fréquence d'apparition des notions dans les programmes implémentant les procédures non-gagnantes pour chaque niveau. Nous pouvons constater que les élèves mettent en œuvre des procédures de base sans notions (utilisant uniquement les fonctions de contrôle) dans tous les niveaux et particulièrement lorsque qu'une nouvelle notion est en jeu (*n.1*, *n.3*, *n.4*, *n.6*, *n.8*). On observe ensuite des essais que nous nommons « procédures intermédiaires » mettant en œuvre la notion visée mais nécessitant quelques ajustements sémantiques afin de terminer le niveau.

D'autre part, nous disposons de données relatives aux différents type d'erreurs, que nous ne pouvons pas reproduire ici faute d'espace, indiquant une forte utilisation des rétroactions permettant aux élèves d'ajuster leurs actions (C3).

Enfin, comment les élèves parviennent-ils à choisir les notions qu'ils mettent en œuvre ? D'abord en consultant le « mémo programmation ». En effet, comme le montre la figure Fig. 3-a, le mémo est largement utilisé. De plus, la variété des contenus affichés témoigne d'une démarche de recherche qui semble s'orienter vers les notions visées.

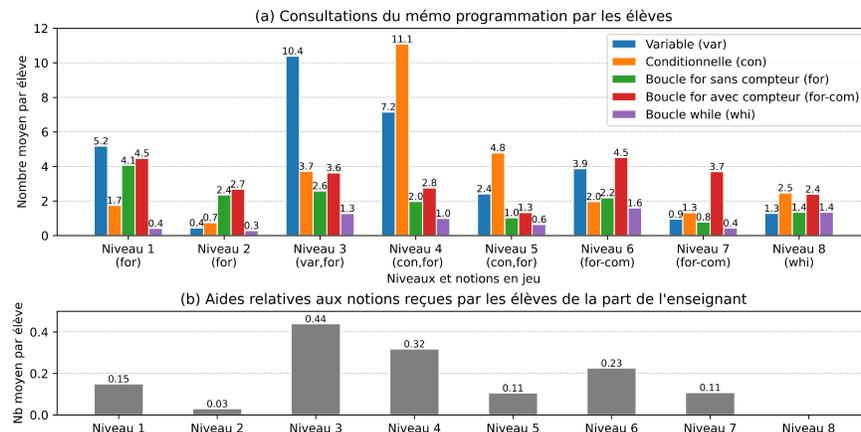


Fig. 3. Nombre moyen d'interactions avec le milieu didactique par élève selon les niveaux.

Ensuite, selon les niveaux et les notions en jeu, les enseignants sont sollicités par les élèves pour les aider dans leur choix. La figure Fig. 3 montre que lorsqu'une nouvelle notion est en jeu (*n.1*, *n.3*, *n.4*, *n.6*, *n.8*), les élèves sollicitent peu l'enseignant pour choisir les boucles (*for*, *for-com* et *whi*). En revanche, dans les niveaux 3 et 4, le milieu didactique (hors enseignant) semble trop « faible » pour guider tous les élèves vers les notions de variable et de conditionnelle (respectivement 0.44 et 0.32 aides).

5 Conclusion

Pour conclure, rappelons d'abord les principaux résultats de cette étude. Nous avons créé un jeu sérieux d'introduction à la programmation en Python dans lequel les notions algorithmiques sont mises en jeu sur le modèle des situations didactiques. Ainsi, chaque niveau possède des caractéristiques qui doivent amener les élèves à implémenter les notions visées. En confrontant notre application au terrain, nous pouvons affirmer que ces caractéristiques sont très efficaces pour les boucles *for* et les variables. En revanche, elles ne sont pas suffisantes pour les notions basées sur les tests (conditionnelle et boucle *while*), une faible partie des élèves parvenant à les éviter. Ensuite, notre conception offre la possibilité de tester des procédures de base avant d'arriver à la procédure gagnante. Par ailleurs, les rétroactions du milieu agissent comme une sanction permettant aux élèves d'adapter leurs procédures. Enfin, le mémo programmation est consulté par les élèves dans une démarche de recherche leur permettant de choisir les notions qu'ils implémentent. Sur la base de ces éléments, nous pouvons affirmer que les situations que nous avons conçues possèdent un haut niveau d'adidacticité.

Néanmoins, le milieu didactique proposé par *Pirates* ne permet à tous les élèves d'aller, sans l'aide des enseignants, vers certaines notions. Nous pourrions donc envisager, pour prolonger ce travail, de le renforcer à l'aide de rétroactions épistémiques (Luengo, 2009) déclenchées de façon ciblée vers les élèves ayant besoin d'être aidés.

Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien financier de la Région Bretagne.

Références

1. Alvarez, J. (2007). *Du jeu vidéo au serious game: approches culturelle, pragmatique et formelle* [Thèse de doctorat]. Université de Toulouse 2.
2. Bessot, A. (2003). Une introduction à la théorie des situation didactiques. *Les cahiers du laboratoire Leibniz*, 91, 1-28.
3. Branthôme, M. (2021) Apprentissage de la programmation informatique à la transition collège-lycée. *STICEF (Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation)*, 28 (3), 1-35
4. Brousseau, G. (1981). Problèmes de didactiques des décimaux. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 2(1), 37-125.
5. Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 7(2), 33–115.
6. Brousseau, G. (1998). Théorie des situations didactiques : Didactique des mathématiques 1970-1990. La Pensée Sauvage.
7. Brousseau, G. (2010). *Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques*. Site personnel. http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf
8. Brousseau, G. (2012). *Des dispositifs Piagétiens... aux situations didactiques*. *Éducation et Didactique*, 6(2), 103-129.
9. Kevan, J. M., & Ryan, P. R. (2016). Experience API: Flexible, decentralized and activity-centric data collection. *Technology, knowledge and learning*, 21(1), 143-149.
10. Luengo, V. (2009). *Les rétroactions épistémiques dans les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain* [HDR, Université Joseph Fourier - Grenoble 1].
11. Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*. PUF.

Liens Internet

1. Application Pyrates, <https://py-rates.fr>, dernière consultation 24/12/21.
2. Le monde de Reeborg, https://reeborg.ca/index_fr.html, dernière consultation 24/12/2021.
3. Algoréa, <https://www.algorea.org/>, dernière consultation 24/12/21.
4. CodeMonkey, <https://www.codemonkey.com/>, dernière consultation 24/12/21.
5. CodingPark, <https://codingpark.io/fr/>, dernière consultation 24/12/21.
6. Code Combat, <https://codecombat.com/>, dernière consultation 24/12/21.



RENCONTRES JEUNES CHERCHEUR·E·S

RJC EIAH 2022

Rencontres Jeunes Chercheur·e·s en EIAH

Session de communications 2 : Analytiques pour l'apprenant et l'enseignant

Animatrice de session : Catherine Bonnat

Investiguer la notion d'équité algorithmique dans les environnements informatiques pour l'apprentissage humain

Mélina Verger^[0000-0002-5839-882X], 1ère année de thèse

Sorbonne Université, CNRS, LIP6, F-75005 Paris, France

`melina.verger@lip6.fr`

Résumé L'utilisation croissante de systèmes de décision fondés sur l'analyse de données dans l'éducation suscite des inquiétudes quant à leur équité envers certains apprenants ou groupes d'apprenants. Dans cet article, qui s'inscrit dans le cadre d'une problématique plus générale d'évaluation de l'équité des systèmes algorithmiques, nous nous intéressons ici à la définition de l'équité ainsi qu'à ce qui l'affecte dans l'utilisation des systèmes algorithmiques. Par conséquent, nous mettons en évidence les multiples sens de la notion d'équité et son lien avec les biais algorithmiques pour en pointer quelques sources. Nous présentons ensuite des travaux relatifs à l'évaluation de l'équité et concluons sur les objectifs de recherche de la thèse en cours.

Mots-clés : Equité · Biais algorithmiques · Educational data mining.

1 Introduction

La fouille de données éducatives (*Educational Data Mining* - EDM) est un domaine de recherche qui vise à comprendre et améliorer l'apprentissage humain à partir des données [11]. Cependant, les données comportent des biais historiques, souvent illustrés par des inégalités de genre dans certains cursus académiques ou par la diversité des profils d'apprenants [2]. De fait, des *patterns* de discrimination sont observés, appris et éventuellement reproduits par les modélisations en EDM. Au-delà des données elles-mêmes, d'autres biais peuvent s'introduire dans la manière dont elles sont traitées (e.g. suppression des données anormalement éloignées de la moyenne, au détriment d'élèves au comportement atypique), ainsi que dans le jugement humain qui a lieu dans l'analyse des résultats obtenus (e.g. simplification dans l'interprétation de regroupements d'élèves comme dépendant uniquement de leur niveau même si l'analyse présentée est multidimensionnelle).

Par conséquent, les recherches sur l'évaluation de l'équité des *systèmes algorithmiques*, visant à ne pas perpétuer les biais dans les prises de décision (en éducation ou ailleurs), se sont accélérées ces dernières années [10]. Nous emploierons les termes *systèmes algorithmiques* pour se référer aux systèmes fondés sur une analyse de données (*data-driven*), comprenant à la fois le jeu de données, le modèle (algorithme entraîné sur les données) et les résultats obtenus guidant la prise de décision. Ces recherches sont motivées par une demande sociétale forte

de transparence et une pression des instances de régulation pour l'utilisation éthique des données et des algorithmes, notamment au niveau européen.

Les travaux actuels en EDM se concentrent en majorité sur la considération d'un biais, d'origine démographique, comme le genre ou l'ethnie dans le milieu anglo-saxon [1]. L'équité est ensuite évaluée par différentes mesures selon les travaux [1], donnant lieu à des interprétations diverses de l'équité.

Dans cet article, il s'agit donc d'investiguer la notion d'équité dans les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH), pour préparer une réponse future à la problématique d'évaluation de l'équité des systèmes algorithmiques soulevée précédemment. Plus précisément, nous énonçons des objectifs intermédiaires à cette problématique en section 5 qui seront ceux abordés dans la suite de la thèse.

Ainsi, nous étudions la notion d'équité en section 2, puis nous distinguons équité et biais algorithmiques en section 3 pour déterminer les sources courantes d'inéquité dans les systèmes algorithmiques. Nous présentons ensuite des exemples d'évaluation de l'équité en EDM en section 4 pour, une fois posé le cadre, qui est l'objet de cet article, énoncer en section 5 les objectifs de recherche envisagés dans ce travail de thèse. Enfin, l'article conclut sur une synthèse en section 6.

2 Définition de l'équité et implications

Dans le sens commun, l'équité est décrite comme l'absence de discrimination, c'est-à-dire l'absence de distinction entre deux ou plusieurs personnes à partir de certains critères. Toutefois, un traitement non-discriminant comme un traitement égal pour tous n'est pas systématiquement équitable.

Pour dépasser ce conflit entre équité et non-discrimination, la philosophie introduit un sens moral de l'équité qui consiste à questionner les distinctions qui sont conformément acceptables ou non d'opérer. Ainsi, l'équité est définie comme la capacité d'adapter ce qui s'applique à tous à la singularité des situations [4]. Par conséquent, plutôt qu'éliminer les discriminations, on préférera prendre en compte les inégalités de faits pour rendre possible l'égalité de résultats, ou ce qui est communément appelé l'égalité des chances en éducation.

En conclusion, cette définition de l'équité implique de devoir définir, pour chaque situation, ce pour quoi l'égalité de résultats est attendue (e.g. la maîtrise d'une connaissance) et quelles différences considérer comme inégalités de faits (e.g. la vitesse d'apprentissage, les capacités métacognitives, le milieu socio-économique. . .). De fait, la multiplicité des sens possibles de l'équité, dépendants du contexte d'application, se traduit par une absence de consensus sur la manière de l'introduire et de l'évaluer dans les travaux de recherche en EDM, ce qui sera montré en section 4.

3 Sources d'inéquité algorithmique

En plus des enjeux que pose la définition de l'équité, les biais algorithmiques inhérents à l'utilisation de systèmes algorithmiques peuvent eux aussi affecter l'équité des résultats. Plus précisément, nous verrons dans cette section 1) où peuvent apparaître les biais algorithmiques pour 2) en identifier certains via une cartographie et 3) pourquoi ils peuvent être source d'inéquité algorithmique, c'est-à-dire d'inéquité engendrée par l'utilisation des systèmes algorithmiques.

Premièrement, plusieurs classifications des biais algorithmiques ont été proposées selon les différentes phases de développement des systèmes algorithmiques. [8] distingue les phases de (a1) mesure, (a2) d'apprentissage du modèle, et (a3) d'action. La mesure est la phase de collecte des données. L'apprentissage du modèle est la phase qui utilise les données collectées – les données d'entraînement – pour développer une représentation de l'environnement. L'action est l'utilisation des prédictions du modèle pour de nouveaux cas de jugement et de prise de décision. L'étude [10], elle, différencie les phases de (b1) pré-traitement, (b2) traitement, et (b3) post-traitement. Les mécanismes de pré-traitement consistent à modifier les données d'apprentissage avant de les introduire dans un algorithme d'apprentissage automatique ; ceux en cours de traitement consistent à modifier les algorithmes d'apprentissage automatique pour tenir compte de l'équité pendant la période d'entraînement ; et ceux en post-traitement effectuent un traitement des résultats en sortie du modèle pour rendre les décisions plus équitables.

Deuxièmement, nous nous sommes appuyés sur ces classifications pour cartographier en Figure 1 un ensemble de biais et leurs sources principales dans les systèmes algorithmiques. Sans être exhaustive, cette cartographie permet d'exposer des points de vigilance dans le développement d'un tel système. Dans la première source principale, les données, nous retrouvons la phase de mesure ou collecte identifiée par [8], puis nous avons distingué les sous-groupes "valeurs" et "attributs", correspondant au pré-traitement de [10], ainsi que "variable cible". Dans le sous-groupe "collecte", le biais d'échantillonnage concerne la sélection d'un échantillon partiellement ou pas représentatif de la population étudiée ; de plus, une documentation insuffisante dissimule des biais issus de la manière dont la collecte a été effectuée (e.g. choix des participants, acquisition et format des données). Dans le sous-groupe "attributs", la sélection de ceux-ci pour expliquer la variable cible et la présence d'attributs "proxy", c'est-à-dire dont les valeurs permettent de déduire un autre attribut ou même la variable cible, engendrent des biais. Dans le sous-groupe "variable cible", la définition de celle-ci présente en général un écart avec le concept abstrait et non mesurable à représenter (e.g. prédire une note à un exercice – la variable cible – pour juger la maîtrise d'une connaissance – le concept abstrait) ; par ailleurs, les erreurs de labellisation sont courantes, qu'elles soient dues à une mauvaise mesure ou à une saisie manuelle. Dans le sous-groupe "valeurs", le biais de déséquilibre fait référence au problème de sous-représentation des minorités sur lesquelles le modèle apprend moins bien et des biais sont induits par la manière dont sont gérées les valeurs inconsistantes.

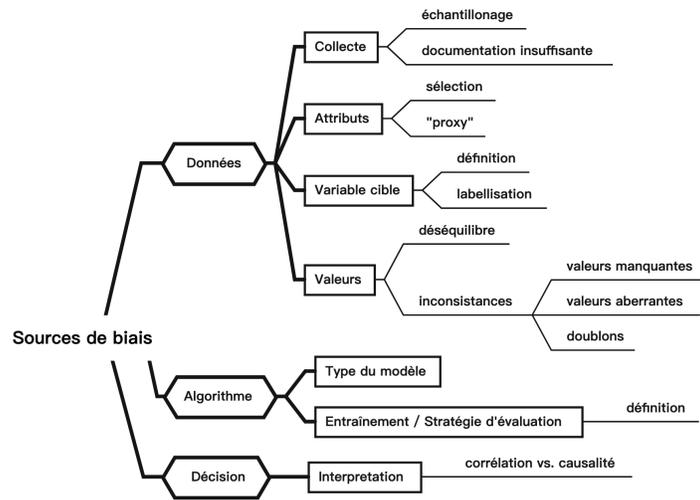


Fig. 1. Cartographie de biais et leurs sources dans les systèmes algorithmiques.

Dans la deuxième source principale, l'algorithme, des biais peuvent également provenir du type de modèle utilisé (e.g. biais de conception) et de la manière dont le modèle est entraîné (phases (a2) et (b2)).

Dans la dernière source, nous avons considéré les biais humains dans l'interprétation des résultats du modèle et par conséquent dans les décisions, conduisant aux phases (b3) et (a3).

Pour conclure, l'ensemble des biais présents dans un système algorithmique, mais également les choix faits pour les traiter, modifie la façon dont le système produit des résultats. Les biais impactent donc l'équité algorithmique des systèmes, pouvant avoir des répercussions sur des groupes distincts de personnes présentes dans les données. Dans le cadre des EIAH, bien que les biais d'origine humaine peuvent influencer sur les systèmes algorithmiques, nous ne considérons que les biais algorithmiques, induits par l'utilisation de tels systèmes.

4 Travaux associés à l'évaluation de l'équité

Suite aux conclusions des deux sections précédentes, nous nous demandons comment mesurer l'impact des biais sur les systèmes, autrement dit comment évaluer l'équité de leurs résultats. Nous avons identifié deux travaux en EDM traitant directement cette question. D'une part, [7] a comparé la performance de plusieurs modèles de prédiction du décrochage dans les MOOCs envers les femmes ou les hommes. Pour cela, l'étude propose une nouvelle mesure d'équité, ABROCA (*Absolute Between-ROC Area*), et utilise une méthode d'analyse par tranches pour tester l'équité de leurs modèles dans différents sous-groupes d'apprenants. Cette approche sous-tend que l'équité est satisfaite lorsqu'un modèle produit des

résultats équivalents pour chaque genre, c'est-à-dire quand l'ABROCA, l'aire entre les courbes ROC (*receiver operating characteristic*) associées aux genres à travers chaque groupe, est moindre.

D'autre part, [9] a pris en compte deux variables de comparaison, le genre, constitué de femmes et d'hommes, et l'origine ethnique, distinguant les ethnies majoritaires et les ethnies minoritaires aux États-Unis. L'étude compare la performance d'un modèle de prédiction du succès dans un cours envers ces quatre groupes avec quatre mesures différentes : la précision du modèle, l'égalité des chances, la parité démographique et la parité des prédictions correctes. Entre les groupes, des écarts plus importants étaient constatés selon les mesures, suggérant une inéquité du modèle envers les hommes d'ethnies minoritaires en termes de parité démographique et d'égalité des chances.

Nous constatons qu'aucun consensus n'apparaît autour du choix des variables de comparaison, aussi appelées *attributs protégés*, et que l'équité peut s'étudier de manière multi-attribut. Il n'y a pas non plus de consensus sur le choix des mesures à employer. En revanche, l'équité est à chaque fois adressée par la recherche d'équivalence des performances des modèles à travers les groupes. Seulement, cette approche réductrice pose problème quand les groupes de comparaison comportent effectivement des inégalités et qu'une équivalence de performances engendrerait des résultats altérés pour certains apprenants [6].

5 Objectifs de recherche

Dans cette section, nous présentons les différents objectifs de recherche (OR) envisagés pendant la thèse. Nous précisons que, dans le cadre des EIAH, nous nous intéressons uniquement à l'équité du point de vue algorithmique.

5.1 OR 1 : Choix de la formalisation de l'équité

Comme vu en section 3, il existe de nombreux biais algorithmiques. Il existe aussi de nombreuses définitions formelles de l'équité, représentées par des *fairness metrics* [12,3,10,1]. Par exemple, si l'on pose S l'attribut protégé (e.g. le genre) et $S = 1$ le genre pour lequel les biais sont favorables (groupe privilégié), $P(\hat{Y} = 1|S = 1) - P(\hat{Y} = 1|S \neq 1)$ définit la mesure de parité démographique citée en section 4, avec \hat{Y} la valeur de la prédiction arbitrairement posée à 1.

Par conséquent, nous allons déterminer un contexte de travail pour choisir une formalisation adéquate. En effet, le contexte de travail permettra de poser l'égalité de résultats attendue et les différences à considérer, comme soulevé en section 2. Ainsi, nous comparerons les formalisations existantes, identifiées notamment par un travail théorique de revue systématique.

5.2 OR 2 : Identification des biais algorithmiques dans les données éducatives

Nous souhaitons ensuite nous concentrer sur une des principales sources de biais algorithmiques, les données (section 3). Plus précisément, dans le contexte de

travail défini en OR 1, nous étudierons l'impact sur les biais des spécificités des données éducatives, telles que : leur granularité, leur multi-modalité (données de logs, de comportements, d'état émotionnel, académiques...), le caractère latent de certaines variables dans la modélisation des connaissances (e.g. dans le *knowledge tracing* [5]), leur non-généralisabilité (e.g. données spécifiques à un seul cours), etc. Nous prendrons également en compte l'effet de phénomènes couramment étudiés dans la communauté EDM sur les données (e.g. *wheel spinning, mind wandering, gaming the system*). Ce travail permettra d'identifier la présence systématique de certains biais dans des familles de jeux de données éducatives, ainsi que leur impact sur certains algorithmes en particulier, en donnant des indications sur l'aspect multi-attributs de l'équité.

5.3 OR 3 : Mitigation automatique de biais algorithmiques

À l'aide des résultats des OR 1 et 2, nous souhaitons déterminer automatiquement le risque de biais d'équité dans un jeu de données en fonction de divers critères afin de recommander des stratégies de mitigation locales adaptées (e.g. collecter des données supplémentaires auprès d'une population particulière, éviter l'utilisation de tel attribut ou de telle famille d'algorithmes).

De plus, en se concentrant sur un ou plusieurs biais algorithmiques éducatifs fréquents clairement identifiés dans l'OR 2, nous souhaitons concevoir et implémenter une méthode de mitigation globale pour voir s'il est possible de combiner différents algorithmes équitables selon des critères différents pour obtenir une décision globalement plus équitable.

6 Conclusion

Dans cet article, nous avons mis en évidence les multiples sens de la notion d'équité, distingué équité et biais algorithmiques pour en déterminer les principales sources dans les systèmes algorithmiques, présenté des travaux relatifs à l'évaluation de l'équité et enfin décrit les objectifs de recherche envisagés dans ce travail de thèse. L'évaluation de l'équité en EDM et dans les EIAH contribue à renforcer la prise de conscience des biais liés aux systèmes algorithmiques et à outiller la communauté pour mieux traiter ce problème à l'avenir.

Références

1. Baker, R.S., Hawn, A. : Algorithmic Bias in Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (2021). <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00285-9>
2. Bickel, P., Hammel, E., O'connell, J. : Sex Bias in Graduate Admissions : Data from Berkeley. *Science* (1975). <https://doi.org/10.1126/science.187.4175.398>
3. Castelnovo, A., Crupi, R., Greco, G., Regoli, D. : The zoo of Fairness metrics in Machine Learning. *arXiv :2106.00467 [cs, stat]* (2021), <http://arxiv.org/abs/2106.00467>

4. Comte-Sponville, A. : Dictionnaire Philosophique. Presses Universitaires de France - PUF (2001)
5. Corbett, A.T., Anderson, J.R. : Knowledge tracing : Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modeling and User-Adapted Interaction* **4**, 253–278 (1995)
6. Corbett-Davies, S., Goel, S. : The Measure and Mismeasure of Fairness : A Critical Review of Fair Machine Learning. arXiv :1808.00023 [cs] (2018), <http://arxiv.org/abs/1808.00023>
7. Gardner, J., Brooks, C., Baker, R. : Evaluating the Fairness of Predictive Student Models Through Slicing Analysis. In : *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge*. pp. 225–234. ACM, Tempe AZ USA (2019). <https://doi.org/10.1145/3303772.3303791>
8. Kizilcec, R.F., Lee, H. : Algorithmic Fairness in Education. arXiv :2007.05443 [cs] (2021), <http://arxiv.org/abs/2007.05443>
9. Lee, H., Kizilcec, R.F. : Evaluation of Fairness Trade-offs in Predicting Student Success. arXiv :2007.00088 [cs] (2020), <http://arxiv.org/abs/2007.00088>
10. Pessach, D., Shmueli, E. : Algorithmic Fairness. arXiv :2001.09784 [cs, stat] (2020), <http://arxiv.org/abs/2001.09784>
11. Romero, C., Ventura, S. : Educational data mining and learning analytics : An updated survey. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery* **10**(3), e1355 (2020). <https://doi.org/10.1002/widm.1355>
12. Verma, S., Rubin, J. : Fairness definitions explained. In : *Proceedings of the International Workshop on Software Fairness*. pp. 1–7. ACM, Gothenburg Sweden (2018). <https://doi.org/10.1145/3194770.3194776>, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3194770.3194776>

Introduction à l'explicabilité dans les feedback automatisés fournis aux apprenants

Esther Félix (Première année)

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, Université Toulouse III
118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9, France
`esther.felix@irit.fr`

Résumé Ce papier présente les notions de feedback et d'explicabilité dans les EIAH. Il étudie comment introduire, dans des feedback fournis automatiquement aux apprenants, des explications portant sur la manière dont ces feedback ont été générés et personnalisés. L'objectif est d'améliorer l'efficacité et l'utilité perçue des feedback en les rendant plus transparents.

Keywords: Feedback · Explicabilité · Learning Analytics · EIAH · Personnalisation

1 Introduction

La notion de feedback et son rôle dans l'éducation ont été étudiés pendant des années. De nombreuses études montrent l'impact du feedback sur l'apprentissage des élèves, grâce à son influence sur leur motivation, leur confiance, leur capacité d'auto-régulation [19,15,6]. Cet impact varie selon le type du feedback et son niveau d'élaboration, et dépend également du moment où il est délivré. Dans le cadre des EIAH, différentes approches sont proposées pour intégrer le feedback au sein des environnements de manière automatisée [17]. D'un autre côté, la communauté EIAH montre un intérêt grandissant pour la notion d'explicabilité. Ce concept récent vient du champ de l'intelligence artificielle, et peu de travaux ont jusqu'à étudié l'intérêt de l'explicabilité dans les contextes d'apprentissage informatisés. Cependant, l'analyse des apprentissages (*learning analytics*) est de plus en plus utilisée pour faire des prédictions ou prendre des décisions [11] qui gagneraient à être expliquées aux différents acteurs de l'apprentissage. Introduire de l'explicabilité dans les feedback fournis à ces acteurs pourrait augmenter leur confiance et leur compréhension du système, et donc modifier la manière dont ils l'utilisent.

Cet article propose un état de l'art des recherches portant sur les notions de feedback et d'explicabilité ainsi que sur leurs applications dans le domaine de l'éducation, et pose la question de l'impact sur le comportement des étudiants d'un feedback intégrant une composante d'explicabilité. Il propose enfin les grandes lignes d'une expérience actuellement en cours afin d'ouvrir des perspectives pour répondre à cette question.

2 Le feedback dans l'apprentissage

En 1995, Winne et Butler définissent le feedback comme une « information qui permet à un apprenant de confirmer, d'ajouter, d'écraser, d'ajuster ou de restructurer de l'information en mémoire, qu'il s'agisse de connaissances du domaine, de connaissances métacognitives, de croyances sur soi et sur les tâches, ou de stratégies cognitives » [5]. À partir de cette définition, Hattie et Timperley, dans leur revue de littérature référence sur la notion de feedback, proposent un modèle du feedback et évaluent son efficacité selon différentes perspectives [12]. Ils définissent le feedback comme une information fournie par un agent (par exemple un professeur, un parent, un pair) concernant la performance ou la compréhension d'un individu. L'objectif du feedback est de réduire l'écart entre d'une part la compréhension et la performance d'un apprenant à un moment donné (« là où il se trouve »), et d'autre part des objectifs fixés à atteindre (« là où il veut aller »). Cependant, cet objectif n'est pas facile à atteindre, car un feedback peut être inadapté, rejeté ou mal interprété et donc ne pas avoir l'impact désiré.

D'après Hattie et Timperley, le feedback, pour être efficace, doit répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les objectifs de l'apprenant ? (« *feed-up* »). Il s'agit de comparer la situation actuelle à l'objectif visé.
- Quel est son avancement actuel ? (« *feed-back* »). C'est l'analyse de la progression qui a été effectuée.
- Quelle est la prochaine étape ? (« *feed-forward* »). La réponse à cette question doit fournir une explication de l'objectif ciblé à partir de l'état d'avancement actuel, en donnant des informations sur ce qui est compris et sur ce qui ne l'est pas. C'est ce qui mène à une adaptation de l'apprentissage, à l'élaboration de nouvelles stratégies, et aide au processus d'auto-régulation [12].

Le feedback est véhiculé par un canal qui peut prendre plusieurs formes : oral, écrit, audio, vidéo, image, schéma, etc. Le feedback a également une direction (de professeur à élève, d'élève à professeur, d'élève à élève, etc.) et une valence (positif ou négatif). De plus, le feedback peut être différencié selon plusieurs niveaux :

- Le feedback au niveau de la tâche, qui permet d'indiquer si une tâche précise a été bien accomplie ou comprise ;
- Le feedback au niveau du processus, qui donne un retour sur les stratégies de résolution qui ont été mises en place par l'apprenant ;
- Le feedback au niveau de l'auto-régulation, qui se focalise sur la régulation par l'apprenant de ses stratégies d'apprentissage ;
- Le feedback sur la personne, qui consiste en un retour sur l'apprenant mais pas sur la tâche en elle-même (par exemple : « Bravo, tu es doué »).

Les résultats obtenus par la revue de littérature de Hattie et Timperley révisés par une méta-analyse en 2020 [21] montrent que les types de feedback les plus efficaces pour améliorer les performances des apprenants sont ceux qui :

- Sont dirigés vers les tâches, les processus ou la régulation, et non vers la personne ;
- Contiennent des informations de haut niveau, c'est-à-dire qui permettent de comprendre pourquoi des erreurs ont été faites et comment les éviter, plutôt que d'indiquer simplement l'existence d'erreurs ;
- Sont délivrés selon un timing adapté en fonction du stade d'avancement dans l'apprentissage et de la difficulté de la tâche (une tâche facile nécessitant un feedback immédiat).

Il est cependant à noter que fournir un feedback n'est pas toujours souhaitable : dans certaines situations, si la tâche demandée n'a pas du tout été comprise par exemple, il vaut mieux expliquer à nouveau les consignes et s'assurer que les compétences de base sont acquises plutôt que donner un feedback sur ce que l'apprenant a effectué [12]. D'après une revue de littérature de 2008 de Valerie J. Shute portant sur le feedback formatif (défini comme les informations communiquées à l'apprenant et destinées à modifier sa pensée ou son comportement dans le but d'améliorer l'apprentissage), un feedback utile et efficace pour l'apprentissage dépend de trois éléments : la motivation (l'apprenant en a besoin), l'opportunité (l'apprenant le reçoit à temps pour l'utiliser), et les moyens (l'apprenant est capable et désireux de l'utiliser). Cependant, même en prenant en compte ces trois éléments, il existe toujours une grande variabilité des effets du feedback sur la performance et l'apprentissage [18]. De manière générale, il est souhaitable d'adapter le feedback au niveau de l'apprenant qui le reçoit. Toutes ces considérations font ressortir le besoin de personnalisation du feedback.

Dans la plupart des contextes éducatifs, fournir un feedback de haut niveau rapide et personnalisé à chaque apprenant n'est pas viable car cela exige un suivi permanent de tous les apprenants et la prise en compte des actions spécifiques de chaque individu. C'est pour cette raison que les professeurs donnent généralement des feedback au niveau de la tâche, notamment à l'aide des notes évaluatives [12]. Les EIAH offrent des perspectives intéressantes concernant cette problématique, avec la possibilité d'exploiter les *learning analytics* de manière à automatiser le feedback fourni aux apprenants, en proposant du feedback automatisé au niveau de la tâche mais aussi au niveau du processus [17]. Dans une revue de littérature de 2021, Deeva et al. ont développé un cadre permettant de classer les systèmes de feedback automatisés (TAF-ClaF - Technologies for Automated Feedback - classification framework) en fonction de plusieurs composantes : l'architecture du système, les propriétés du feedback (timing, adaptabilité, contrôlabilité...), le contexte éducatif ainsi que la méthode d'évaluation utilisée [9]. Une des recommandations données en conclusion de l'étude est d'utiliser davantage de systèmes de feedback automatisés fondés sur les données afin de permettre une meilleure personnalisation.

Proposer du feedback dans les EIAH est d'autant plus pertinent qu'une méta-analyse récente montre qu'une partie importante des résultats obtenus par Hattie et Timperley dans des contextes d'apprentissage classiques sont transférables aux contextes d'apprentissage dans des environnements informatiques : les feedback les plus élaborés sont ceux qui mènent aux meilleurs résultats d'apprentissage [13]. Les auteurs de cette méta-analyse expliquent cependant que leurs résultats sont vérifiés pour des apprenants en études supérieures plus que pour des apprenants plus jeunes, et que les considérations concernant la forme et le timing optimaux à donner au feedback dans les environnements informatiques n'ont pas été déterminées. Ils remarquent également que la plupart des études semblent considérer que les apprenants sont nécessairement attentifs au feedback qui leur est fourni, ce qui n'est en réalité souvent pas le cas [20].

Ce cadre théorique nous permet d'orienter nos recherches vers l'utilisation de feedback de haut niveau portant sur les stratégies d'apprentissage, et de faire porter nos expériences sur des apprenants en études supérieures. Nous souhaitons utiliser le potentiel des données recueillies dans les EIAH pour proposer un feedback plus efficace et personnalisé.

3 Explicabilité

Au cours des dernières années, le développement du champ de l'intelligence artificielle et du *machine learning* a fait émerger le besoin d'ajouter une couche d'interprétabilité aux modèles utilisés, de manière à expliquer les résultats des algorithmes de type « boîte noire » et ainsi comprendre leur fonctionnement. Ce champ d'étude est celui de l'explicabilité ou xAI (eXplainable Artificial Intelligence). Les explications permettent d'augmenter la transparence d'un système ainsi que la confiance des utilisateurs en ce système [14].

Utiliser le concept d'explicabilité nécessite de se poser un certain nombre de questions, notamment sur la notion même d'explication qui est rarement clairement définie [1]. En effet, une explication peut prendre de nombreuses formes qui dépendent des utilisateurs ciblés, du contexte et de l'objectif visé, et les variations possibles sont donc aussi nombreuses que les réponses aux questions « comment, qui, quoi, pourquoi ? ». De plus, les explications ne sont pas toujours voulues ni nécessairement bénéfiques pour les utilisateurs [4,10]. L'utilité des explications dépend donc elle aussi de divers facteurs, des caractéristiques des utilisateurs et du contexte [7]. Cela induit un besoin d'adaptabilité de ces explications.

Aussi, le domaine de l'explicabilité est majoritairement ciblé vers des experts en intelligence artificielle. Quelques rares auteurs ont fait des recherches visant à créer des explications à destination d'acteurs non experts en informatique, comme les utilisateurs d'un produit construit avec un algorithme opaque (par

exemple, un système d'allocation de prêt bancaire)[1,16]. Mais l'application de la notion d'explicabilité au domaine de l'éducation dans le contexte d'environnements informatiques est une perspective qui nécessite de différencier des acteurs de manière plus fine que la simple distinction expert/non expert, avec la prise en compte des besoins différents de professeurs et d'élèves à divers niveaux scolaires. Il s'agit d'une perspective à notre connaissance récente et très peu abordée [8].

Les possibilités ouvertes par l'introduction de l'explicabilité dans des applications éducatives comportent l'amélioration des *Open Learner Models* (OLM) avec un plus haut degré d'adaptabilité, de précision et d'interaction. D'autres travaux portent sur des tuteurs intelligents et visent à expliquer aux apprenants la manière dont les conseils donnés par le système ont été générés [8].

De manière générale, nous considérons l'explicabilité dans les EIAH de la manière suivante : dès lors qu'un algorithme de classification ou de prédiction est appliqué, que des traces d'apprentissage sont traitées par du *machine learning* ou qu'une décision visant à soutenir l'apprentissage est prise par le système informatique, il peut être utile de fournir à l'utilisateur une explication adaptée concernant le fonctionnement du système ou de l'algorithme. Nous nous intéressons plus spécifiquement à la possibilité d'introduire cette notion d'explicabilité dans les feedback qui peuvent être automatiquement générés par les EIAH et délivrés aux utilisateurs. Nous faisons l'hypothèse que l'explicabilité a le potentiel de rendre les feedback produits par les EIAH plus transparents et donc plus acceptables pour les utilisateurs. Dans le contexte de feedback automatiques adaptés aux utilisateurs qui les reçoivent, nous pensons que les modèles utilisés pour la génération du feedback peuvent être exploités pour fournir des explications personnalisées qui favoriseront l'acceptabilité de l'EIAH.

4 Perspectives : mise en place d'une expérience

Nous avons vu que l'explicabilité comme le feedback doivent, pour être efficaces et pertinents, répondre à un besoin d'adaptabilité. Nous pensons que fournir aux apprenants ou aux professeurs un feedback non seulement personnalisé, mais qui inclut de surcroît une explication indiquant *pourquoi* le feedback leur est adapté ou *comment* il a été conçu, pourrait améliorer la perception des feedback et leur efficacité.

Pour vérifier cette hypothèse, nous nous appuyons sur la plateforme Lab4CE (Laboratory for Computer Education) [3]. Cet outil permet à chaque élève, grâce à des technologies de virtualisation, d'avoir accès à son propre laboratoire virtuel dont les caractéristiques peuvent varier en fonction de la matière étudiée. En nous appuyant sur cet outil, nous avons conçu une expérience en cours avec des étudiants de l'Institut Universitaire Technologique de l'Université Toulouse III dans le contexte de l'apprentissage de l'informatique. La plateforme Lab4CE

est accessible en ligne pendant toute la durée de l'expérience, et les étudiants ont une séance de Travaux Pratiques hebdomadaire de programmation Shell pendant cinq semaines. À la fin de chaque semaine, l'analyse des productions des apprenants à travers un algorithme de classification permet de classer les élèves selon trois profils de programmation [2] qui révèlent l'efficacité des stratégies de programmation des élèves. Par exemple, le fait de soumettre différentes versions d'un programme très rapidement, sans prendre un temps de réflexion après chaque erreur (profil « essai-erreur »), est révélateur d'une mauvaise stratégie. Le résultat de cette classification est ensuite utilisé par le système de génération de feedback, qui attribue un certain feedback à un apprenant en fonction du profil dans lequel il a été classifié (par exemple, les élèves classifiés dans le profil « essai-erreur » obtiennent un feedback leur conseillant spécifiquement de modifier cette stratégie).

Avant le début de l'expérience, nous avons constitué des groupes de niveau équivalent et contenant un nombre égal d'élèves. Ces groupes déterminent le type de feedback reçu à la fin de chaque semaine par les élèves. Les élèves du premier groupe reçoivent un feedback de haut niveau sous la forme d'un conseil fondé sur leur profil et accompagné d'une explication venant appuyer le conseil par des statistiques (par exemple, un faible temps moyen écoulé entre deux soumissions de code permet d'expliquer la nécessité de prendre un temps de réflexion avant d'écrire ou modifier son programme). Le deuxième groupe reçoit uniquement le conseil personnalisé sans l'explication associée. Le troisième groupe est un groupe contrôle ne recevant pas de feedback. Ce groupe permet d'avoir une base de comparaison commune aux deux types de feedback, et de vérifier si la présence de feedback a un effet ou non dans notre contexte d'apprentissage (les effets du feedback pouvant en effet être variables, comme le montrent les résultats inégaux de la littérature sur le sujet). Cette expérience en cours vise à comparer l'évolution des comportements au fil des séances de TP, les résultats à l'examen de cette matière ainsi que la perception des élèves confrontés à des feedback personnalisés de haut niveau (portant sur les stratégies d'apprentissage) avec et sans explications.

Références

1. Arya, V., Bellamy, R.K.E., Chen, P.Y., Dhurandhar, A., Hind, M., Hoffman, S.C., Houde, S., Liao, Q.V., Luss, R., Mojsilović, A., Mourad, S., Pedemonte, P., Raghavendra, R., Richards, J., Sattigeri, P., Shanmugam, K., Singh, M., Varshney, K.R., Wei, D., Zhang, Y. : One Explanation Does Not Fit All : A Toolkit and Taxonomy of AI Explainability Techniques. arXiv :1909.03012 [cs, stat] (Sep 2019), <http://arxiv.org/abs/1909.03012>, arXiv : 1909.03012
2. Bey, A., Pérez-Sanagustín, M., Broisin, J. : Unsupervised Automatic Detection of Learners' Programming Behavior. In : Scheffel, M., Broisin, J., Pammer-Schindler, V., Ioannou, A., Schneider, J. (eds.) Transforming Learning with Meaningful Technologies. pp. 69–82. Lecture Notes in Computer Science, Springer International Publishing, Cham (2019). https://doi.org/10.1007/978-3-030-29736-7_6

3. Broisin, J., Venant, R., Vidal, P. : Lab4CE : a Remote Laboratory for Computer Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* **27**(1), 154–180 (2017). <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0079-3>, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01530319>
4. Bunt, A., Lount, M., Lauzon, C. : Are Explanations Always Important? A Study of Deployed, Low-Cost Intelligent Interactive Systems. *Proceedings of the 2012 ACM international conference on Intelligent User Interfaces* p. 10 (2012)
5. Butler, D., Winne, P. : Feedback and Self-Regulated Learning : A Theoretical Synthesis. *Review of Educational Research - REV EDUC RES* **65**, 245–281 (Sep 1995). <https://doi.org/10.2307/1170684>
6. Campos, D.S., Mendes, A.J., Marcelino, M.J., Ferreira, D.J., Alves, L.M. : A multinational case study on using diverse feedback types applied to introductory programming learning. In : *2012 Frontiers in Education Conference Proceedings*. pp. 1–6 (Oct 2012). <https://doi.org/10.1109/FIE.2012.6462412>, iSSN : 2377-634X
7. Conati, C., Porayska-Pomsta, K., Mavrikis, M. : AI in Education needs interpretable machine learning : Lessons from Open Learner Modelling. *ArXiv* (2018)
8. Conati, C., Barral, O., Putnam, V., Rieger, L. : Toward personalized XAI : A case study in intelligent tutoring systems. *Artificial Intelligence* **298**, 103503 (Sep 2021). <https://doi.org/10.1016/j.artint.2021.103503>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004370221000540>
9. Deeva, G., Bogdanova, D., Serral, E., Snoeck, M., De Weerd, J. : A review of automated feedback systems for learners : Classification framework, challenges and opportunities. *Computers & Education* **162**, 104094 (2021). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104094>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013152030292X>
10. Ehrlich, K., Kirk, S., Patterson, J., Rasmussen, J., Ross, S., Gruen, D. : Taking advice from intelligent systems : the double-edged sword of explanations. In : *Proceedings of the 16th international conference on Intelligent user interfaces*. pp. 125–134 (Jan 2011). <https://doi.org/10.1145/1943403.1943424>
11. Elias, T. : Learning Analytics : Definitions, Processes and Potential. *Learning Analytics* p. 23 (2011)
12. Hattie, J., Timperley, H. : The Power of Feedback. *Review of Educational Research* **77**(1), 81–112 (Mar 2007). <https://doi.org/10.3102/003465430298487>, <http://journals.sagepub.com/doi/10.3102/003465430298487>
13. Kleij, Eggen, T., Veldkamp : Effects of feedback in a computer-based assessment for learning - ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511001783>
14. Kraus, S., Azaria, A., Fiosina, J., Greve, M., Hazon, N., Kolbe, L., Lembcke, T.B., Müller, J.P., Schleibaum, S., Vollrath, M. : AI for Explaining Decisions in Multi-Agent Environments. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* **34**(09), 13534–13538 (Apr 2020). <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i09.7077>, <http://arxiv.org/abs/1910.04404>, arXiv : 1910.04404
15. Martinez-Argüelles, M., Plana-Erta, D., Hintzmann, C., Batalla-Busquets, J.M., Badia-Miró, M. : Usefulness of feedback in e-learning from the students' perspective. *Intangible Capital* **11**, 627–645 (Oct 2015). <https://doi.org/10.3926/ic.622>
16. Ribera Turró, M., Lapedriza, A. : Can we do better explanations? A proposal of User-Centered Explainable AI. In : *Explainable Smart Systems 2019 Conference* (Mar 2019)

17. Serral, E., De Weerd, J., Sedrakyan, G., Snoeck, M. : Automating immediate and personalized feedback taking conceptual modelling education to a next level. In : 2016 IEEE Tenth International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS). pp. 1–6 (Jun 2016). <https://doi.org/10.1109/RCIS.2016.7549293>, iSSN : 2151-1357
18. Shute, V.J. : Focus on formative feedback. *Review of Educational Research* **78**(1), 153–189 (2008). <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>, <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
19. Tanes, Z., Arnold, K.E., King, A.S., Remnet, M.A. : Using Signals for appropriate feedback : Perceptions and practices. *Computers & Education* **57**(4), 2414–2422 (Dec 2011), <https://www.learntechlib.org/p/50819/>, publisher : Elsevier Ltd
20. Timmers, C., Veldkamp, B. : Attention paid to feedback provided by a computer-based assessment for learning on information literacy. *Computers & Education* **56**(3), 923–930 (Apr 2011). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.11.007>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131510003283>
21. Wisniewski, B., Zierer, K., Hattie, J. : The Power of Feedback Revisited : A Meta-Analysis of Educational Feedback Research. *Frontiers in Psychology* **10**, 3087 (2020). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03087>, <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.03087>

iTeachApp, un outil d'auto-évaluation et de soutien pour les enseignants

Ibtissem BENNACER
Troisième année

Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans, Avenue Olivier Messiaen, 72000
Le Mans, France

`Ibtissem.Bennacer@univ-lemans.fr`

Résumé L'utilisation des systèmes de gestion de l'apprentissage se répand rapidement dans tous les domaines de l'éducation. En revanche, de nombreux enseignants éprouvent encore des difficultés à utiliser pleinement ces plateformes et à les intégrer dans leurs pratiques. Dans l'optique d'assister l'enseignant à s'engager dans un processus d'apprentissage afin d'améliorer ses compétences techno-pédagogiques, nous avons préalablement conçu un modèle comportemental de ce dernier permettant son évaluation. Afin de permettre aux enseignants et aux ingénieurs pédagogiques d'exploiter ce modèle et de leur proposer une application répondant au mieux à leurs attentes, nous avons suivi une approche centrée utilisateur sur la base de questionnaires et d'entretiens. À partir des résultats obtenus, nous avons développé l'application iTeachapp destinée principalement aux enseignants.

Mots-clés : LMS - Modèle comportemental - Approche centrée utilisateur - Teaching analytics - Tableau de bord

1 Introduction

Les systèmes de gestion de l'apprentissage (*Learning Management System, LMS*) sont largement adoptés par les établissements d'enseignement supérieur du monde entier depuis plus d'une décennie. En revanche, le nombre d'utilisateurs de ces *LMS* n'augmente pas aussi vite que prévu, bien qu'ils apparaissent comme un outil utile pour faciliter les activités d'enseignement et d'apprentissage [10]. En effet, de nombreux enseignants rencontrent plusieurs difficultés pour intégrer ces plateformes dans leurs pratiques. Les principaux problèmes des enseignants semblent être d'ordre technique ou organisationnel, en raison du manque de soutien et du manque de temps consacré à son apprentissage [4]. Par ailleurs, les ingénieurs pédagogiques (IP) qui gèrent et évaluent les dispositifs de formation en présentiel et/ou en ligne et offrent des services d'accompagnement aux enseignants, éprouvent également des difficultés à répondre à toutes les demandes des enseignants de par leur faible nombre.

Pour faire face à cette problématique, nous avons proposé précédemment un modèle comportemental basé sur les *Teaching Analytics (TA)* pour permettre

l'identification et l'évaluation de la pratique des enseignants sur un *LMS* [2]. À partir de ce modèle, composé de six axes (évaluation, réflexion, collaboration, ressources, communication, interactivité et gamification), nous avons défini plusieurs indicateurs de TA. Ainsi, nous avons souhaité ici (RQ1) valider ce modèle comportemental du point de vue de l'utilisateur, et (RQ2) déterminer si les enseignants seraient prêts à s'engager dans une activité d'auto-évaluation et d'amélioration de leur utilisation du *LMS*. En particulier, nous cherchons à déterminer ce qui serait préférable entre recommander un IP et recommander un pair (RQ2.1) et si les enseignants seraient également prêts à aider leurs pairs (RQ2.2). La finalité de ce travail est de trouver les modalités adéquates d'instrumentation du modèle comportemental afin de concevoir une application appropriée et plus facilement acceptée par les enseignants, qui sera également présentée dans cet article.

2 Etat de l'art

Dans la littérature, il y a peu de travaux sur les *TA* en général, et sur les méthodologies à utiliser pour les explorer en particulier. Récemment, [7] ont conçu un cycle de vie des *TA* appelé *TOM* (*Teaching Outcomes Model*), qui vise à faciliter l'exploitation des données d'enseignement. Celui-ci commence par une phase où ces données sont extraites et collectées. La seconde phase est l'analyse des données qui permet de découvrir des caractéristiques non explicites en utilisant les différentes techniques d'apprentissage automatique. Ensuite, la troisième phase consiste à visualiser les résultats obtenus sous la forme d'un tableau de bord pour l'enseignant (*Teaching Analytics Dashboard, TAD*). La dernière phase concerne les actions mises en œuvre par les enseignants pour améliorer leurs pratiques pédagogiques (phase d'action). En effet, un *TAD* est une catégorie de tableau de bord qui pourrait permettre aux enseignants de superviser et de surveiller l'apprentissage des étudiants ou de suivre leurs activités personnelles. On constate un manque de travaux sur ce type de tableau de bord, particulièrement ceux qui concernent et s'adressent aux enseignants, et cela notamment parce qu'il peut y avoir des obstacles liés à la crainte d'être suivi et évalué par l'institution. En France, à titre d'exemple, l'évaluation d'un enseignant du supérieur n'est pas une pratique établie pour le moment. Ainsi, [8] ont proposé une méthode pour certifier automatiquement les compétences des enseignants à partir des données *LMS* afin d'aider les universités à prendre des décisions stratégiques. Trois méthodes de regroupement ont été appliquées, et elles ont permis d'identifier 6 types de cours (non actif, soumission, dépôt, communicatif, évaluatif, équilibre).

Dans notre cas, nous suivons depuis le début de nos recherches le même cycle de vie que les auteurs décrivent dans ce modèle. Toutefois, en complément à *TOM*, nous recherchons une approche qui nous permette de mieux instrumenter notre modèle (détaillé dans la section suivante) tout en augmentant la possibilité d'adoption de l'application par les enseignants (notamment le *TAD*). Pour ce faire, nous avons identifié deux types d'approches centrées utilisateurs :

une approche de conception avec prise en compte des besoins utilisateurs et une approche participative. Elles permettent de capturer les besoins des utilisateurs et ainsi de développer de manière itérative, un outil de qualité répondant aux attentes des utilisateurs [3]. En effet, la pratique de la conception centrée utilisateur intègre une prise en compte attentive des besoins, des désirs et des limites des utilisateurs tout au long du processus de conception, ce qui permet d'évaluer à la fois l'efficacité et la pertinence des outils [6]. De l'autre côté, les approches participatives préconisent l'implication active des utilisateurs, ce qui revient à réaliser toutes les étapes d'un projet de manière collective et partagée afin que le produit réponde à leurs besoins et qu'il soit utilisable [9]. Dans le cadre de nos travaux, nous adoptons une approche techno-centrée qui vise à développer une application pour les enseignants et ne nécessite pas une implication de ces derniers dans toutes les phases de la conception. Par conséquent, nous avons opté pour une approche centrée utilisateur non participative pour instrumenter notre modèle comportemental.

3 Méthodologie

Le modèle comportemental a été conçu sur la base (i) d'une analyse qualitative issue d'entretiens que nous avons eus avec plusieurs IP et (ii) d'une analyse quantitative (analyse en composantes principales et une analyse de *clustering*) que nous avons menée sur les activités des enseignants sur le *LMS* de notre université [1] [2]. Il décrit les pratiques des enseignants sur le *LMS* institutionnel à travers six axes : l'évaluation (outils utilisés par l'enseignant pour évaluer ses étudiants), la réflexion (outils permettant aux enseignants de collecter les feedback des étudiants), la communication (moyens de communication utilisés par l'enseignant), les ressources (diversité des ressources que l'enseignant met à la disposition des étudiants), la collaboration (outils favorisant la promotion de la collaboration entre les étudiants) ainsi que l'interactivité et la gamification (activités interactives ou ludiques utilisées par les enseignants). À partir de ce modèle, nous avons conçu plusieurs indicateurs de TA. La tendance d'utilisation du *LMS* qui permet aux enseignants d'identifier les axes sur lesquels ils sont actifs et ceux sur lesquels ils ne le sont pas ainsi que deux autres scores d'utilisation. L'un évalue la curiosité des enseignants (niveau d'exploration de la plateforme) et l'autre leur régularité dans les cours qu'ils dispensent [2].

Afin d'instrumenter ce modèle, nous avons élaboré un questionnaire en quatre sections destiné aux enseignants, et nous avons également programmé trois entretiens avec les IP de l'université. La première section du questionnaire portait sur des questions générales permettant de saisir les facteurs contextuels qui caractérisent l'enseignant (site universitaire, sexe, âge, département et spécialité) ainsi que le nombre de cours enseignés et l'expérience professionnelle. La deuxième section vise à différencier les enseignants qui sont satisfaits de la plateforme de ceux qui ne le sont pas à l'aide du questionnaire *SUS* (*system usability scale*). La troisième section est consacrée à la validation de notre modèle à travers un ensemble de questions concernant les fonctionnalités utilisées par les enseignants

sur le *LMS* de l'université afin de vérifier si l'ensemble de l'utilisation du *LMS* par les enseignants était couverte. La dernière section de notre questionnaire vise à recueillir les besoins et les attentes des enseignants afin de décider de plusieurs choix d'instrumentalisation du modèle dans notre application. Dans un second temps, nous avons mené trois entretiens non directifs avec les IP afin de recueillir leurs retours compte tenu de leur expérience avec les enseignants. Nous avons choisi ce type d'entretiens pour laisser libre cours aux IP et développer d'autres hypothèses au cours des échanges. Ils ont été menés avec le responsable et le responsable adjoint des IP, avec un mois d'intervalle et ont duré environ 2 heures chacun. Lors du premier entretien, nous avons utilisé comme base d'échange les résultats statistiques des questionnaires présentés aux enseignants, ainsi qu'un premier prototype de l'application. Lors des deuxième et troisième entretiens, nous avons proposé un prototype en tenant compte des remarques faites au préalable et avons ainsi itéré à deux reprises le développement de l'application.

4 Résultats

Nous avons reçu 76 réponses de la part des enseignants. Les résultats du questionnaire *SUS* nous ont permis de construire le score de satisfaction (SS) qui est compris entre 1 et 100. Ainsi, selon les réponses des enseignants, nous avons 10 enseignants qui ne sont pas satisfaits du *LMS* de l'Université (SS inférieur à 50), 47 qui trouvent la plateforme assez satisfaisante (entre 50 et 75) et 19 qui ont montré leur haute satisfaction du *LMS* (SS supérieure à 75).

En ce qui concerne l'utilisation des fonctionnalités de la plateforme, certains enseignants ont mentionné l'utilisation d'autres fonctionnalités : (i) les rapports d'activité indiquant le nombre de vues pour chaque activité et ressource et (ii) l'utilisation de la fonctionnalité "groupes" permettant à un enseignant de constituer des groupes d'étudiants au sein d'un cours. A l'exception de ces deux fonctionnalités, nous n'avons pas identifié sur la base de ce questionnaire une utilisation du *LMS* qui ne soit pas couverte par notre modèle. Celui-ci sera donc enrichi pour intégrer une dimension concernant la gestion des étudiants tandis que l'axe "réflexion" déjà existant, sera complété par la fonctionnalité d'affichage du nombre de vues sur un rapport.

Dans la dernière section, 57 enseignants ont exprimé leur souhait d'avoir un outil pour obtenir des recommandations de leurs pairs ou pour avoir un retour sur leur utilisation de la plateforme, et 14 enseignants pour s'auto-évaluer. Nous avons laissé la question ouverte à d'autres propositions, ainsi un enseignant a mentionné qu'il préférerait des formations sur plusieurs temps, deux autres enseignants ont proposé des tutoriels pour certaines fonctionnalités ou un guide des bonnes pratiques et de ce qu'ils peuvent faire sur le *LMS*. 7 enseignants ont mentionné leur refus de se doter d'un outil complémentaire au *LMS* de l'université, probablement parce qu'ils sont satisfaits de la plateforme, ce qui fait qu'ils n'ont pas besoin d'aide. Parmi les enseignants souhaitant obtenir de l'aide, nous avons reçu 51 réponses, tant pour demander l'aide des IP que d'un collègue proche. Enfin, 65 enseignants sont prêts à aider leurs collègues s'ils le demandent. Par

conséquent, ces réponses évaluent la nécessité de fournir un outil de soutien aux enseignants car une partie importante d'entre eux sont intéressés à en avoir un et beaucoup aimeraient pouvoir y intégrer les recommandations de collègues proches et des ingénieurs pédagogiques.

Sur la base des résultats de ce questionnaire, nous avons développé un premier prototype de notre application qui a été présenté lors du premier entretien avec les IP, et amélioré par la suite. Les IP ont fourni un éclairage sur la nécessité de promouvoir la confiance numérique (ex. : protection de l'identité, de documents) [5]. Dans notre cas, cette confiance implique la nécessité de donner à l'enseignant le droit d'accepter et de refuser d'être recommandé à ses collègues. D'autre part, ils ont souligné l'importance de présenter aux enseignants la liste des cours étudiés et l'intervalle de temps de chaque cours afin qu'ils soient conscients de l'origine de leurs résultats. En outre, ils ont proposé de clarifier certains termes afin qu'ils soient plus compréhensibles par les enseignants ; par exemple le score de régularité devient score d'homogénéité, et le sous-titre "actif" utilisé pour désigner la tendance d'utilisation du *LMS* devient "usage intensif".

5 Application

Après avoir apporté toutes les modifications nécessaires à notre outil en tenant compte des remarques des IP, nous avons pu disposer d'une première version de notre application iTeachApp, aujourd'hui prête à être expérimentée par les enseignants. Une fois connecté, l'enseignant peut avoir une vue d'ensemble de sa situation (cf figure 1). Chaque axe est détaillé dans un accordéon avec une couleur de fond différente et un sous-titre indiquant la tendance de l'utilisation du *LMS* par l'enseignant (usage intensif / usage non intensif). La couleur verte pour les axes où l'enseignant a une grande tendance à utiliser les fonctionnalités de la plateforme représentée par l'axe en question (usage intensif), et la couleur rouge pour le cas inverse (usage non intensif). Cet indicateur a été calculé sur la base d'une analyse de clustering qui a donné des résultats convergeant vers une détection d'enseignants particuliers (enseignants actifs et enseignants non actifs), et non vers une classification régulière ou homogène.

Pour chaque accordéon, les deux différents scores de curiosité et d'homogénéité sont inclus ainsi qu'une description de l'axe et des scores. De plus, notre système peut fournir plusieurs types de recommandations aux choix de l'enseignant : il peut contacter directement les IP ou obtenir 3 enseignants déterminés automatiquement par un système de recommandation de pairs hybride (filtrage basé sur le contenu et sur la connaissance), qui prend en compte les valeurs métriques des enseignants du modèle, la proximité physique entre eux (département d'enseignement) et leurs spécialités. À gauche de ces axes, nous fournissons une visualisation en radar qui résume les deux scores afin que l'enseignant puisse avoir une vue comparative des différents axes. Cela lui permet de visualiser facilement la représentation de son usage du *LMS* et de se positionner sur ses souhaits et choix d'amélioration de sa maîtrise.

Dans une page dédiée au profil de l'enseignant, celui-ci peut accepter ou refuser d'être recommandé à ses collègues, choisir le nombre maximum de recommandations par mois dans lesquelles il peut apparaître, par défaut, chaque enseignant peut être recommandé à un maximum de 3 collègues par mois. Enfin, l'enseignant peut consulter la liste de ses cours pris en compte dans l'évaluation et choisir d'en retirer certains qui ne lui paraîtraient pas pertinents.

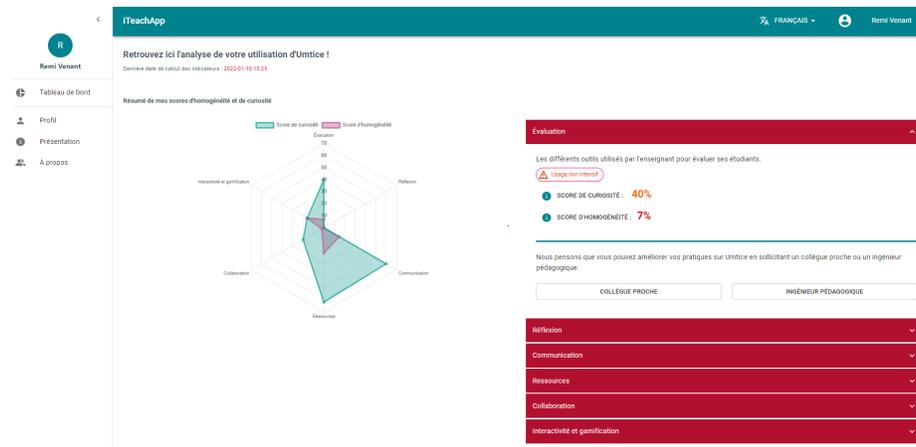


Figure 1. Tableau de bord des enseignants

6 Conclusion

Dans cet article, nous avons adopté une approche centrée utilisateur afin de valider le modèle comportemental que nous avons conçu préalablement et de pouvoir l'instrumenter de la meilleure façon possible. Par conséquent, la première version fonctionnelle de notre application de soutien iTechApp a été développée en tenant compte des préférences des enseignants et des remarques des IP. À court terme, notre perspective est de faire expérimenter l'outil à l'échelle de notre université afin d'étudier son utilisabilité et son appropriation par les enseignants. À long terme, nous souhaitons améliorer le modèle comportemental et notre application en tenant compte des retours des enseignants après l'expérimentation. De plus, nous prévoyons de finaliser le deuxième tableau de bord destiné aux IP afin de les expérimenter également. Enfin, nous avons aussi l'intention de mener une expérimentation sur l'impact que cet outil peut avoir sur la pratique de l'enseignant.

Références

1. Bennacer, I., Venant, R., Iksal, S. : Les teaching analytics pour l'auto-évaluation par analyse comportementale de l'enseignant sur un lms. In : 10e Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. pp. 377–380 (2021)
2. Bennacer, I., Venant, R., Iksal, S. : Towards a self-assessment tool for teachers to improve lms mastery based on teaching analytics. In : European Conference on Technology Enhanced Learning. pp. 320–325. Springer (2021)
3. Dabbebi, I. : Conception et génération dynamique de tableaux de bord d'apprentissage contextuels. Ph.D. thesis, Université du Maine (2019)
4. Fung, H., Yuen, A. : Factors affecting students' and teachers' use of lms—towards a holistic framework. In : International Conference on Hybrid Learning. pp. 306–316. Springer (2012)
5. Liothin, A., Riccio, P.M. : Vers la confiance numérique. Management des technologies organisationnelles (04) (2014)
6. McKenna, S., Staheli, D., Meyer, M. : Unlocking user-centered design methods for building cyber security visualizations. In : 2015 IEEE Symposium on Visualization for Cyber Security (VizSec). pp. 1–8. IEEE (2015)
7. Ndukwe, I.G., Daniel, B.K. : Teaching analytics, value and tools for teacher data literacy : A systematic and tripartite approach. International Journal of Educational Technology in Higher Education **17**(1), 1–31 (2020)
8. Regueras, L.M., Verdú, M.J., De Castro, J.P., Verdú, E. : Clustering analysis for automatic certification of lms strategies in a university virtual campus. IEEE Access **7**, 137680–137690 (2019)
9. Spinuzzi, C. : The methodology of participatory design. Technical communication **52**(2), 163–174 (2005)
10. Wang, W.T., Wang, C.C. : An empirical study of instructor adoption of web-based learning systems. Computers & Education **53**(3), 761–774 (2009)

Implanter un processus d'évaluation formative : le défi de l'explicabilité

Rialy Andriamiseza, 3ème année de thèse¹[0000–0002–9995–6269]

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, Université Toulouse III,
118 Route de Narbonne, 31400 Toulouse, France
`rialy.andriamiseza@irit.fr`

Résumé. Ce papier décrit et justifie les choix qui ont été faits concernant l'implantation d'un modèle d'aide à la décision pour enseignant au sein d'un système d'évaluation formative. A partir d'une étude de la littérature, nous identifions des principes fondamentaux à l'explicabilité des systèmes d'enseignement et proposons des artefacts IHM qui mettent en oeuvre ces principes afin de rendre notre système explicable. L'évaluation de ces artefacts sera au coeur de nos prochains travaux.

Mots-clés: Explicabilité · tableau de bord · aide à la décision

1 Introduction

Lors de précédents travaux, nous avons mené une étude qui analysait les données issues de l'utilisation d'une plateforme d'évaluation formative dans l'enseignement supérieur [2]. Cela nous a permis de concevoir un processus sophistiqué destiné à aider les enseignants à prendre des décisions pour maximiser les bénéfices d'une séquence d'évaluation formative pour les apprenants. La prochaine étape est l'expérimentation de ce nouveau processus pour le mettre à l'épreuve. Pour cela, l'implantation du processus est requise mais nécessite plusieurs réflexions en amont. En effet, la question de l'aide à la décision d'un système par rapport à celle d'un humain est au coeur de la recherche actuelle [13]. Ce domaine est transverse à celui de l'explicabilité qui est un enjeu majeur permettant d'obtenir la confiance de l'utilisateur [8]. Celle-ci est primordiale lorsqu'il y a une contrainte de temps et donc de résultat [7], ce qui est le cas dans les contextes d'éducation. Cependant, une revue de la littérature d'Alamri montre que peu de travaux se sont intéressés à l'explicabilité dans le domaine de l'éducation [1]. Par conséquent, nous souhaitons adresser la problématique suivante : Comment l'implantation d'un processus d'aide à la décision au sein d'un système utilisé par des enseignants doit-il adresser les enjeux d'explicabilité ?

2 Contexte

2.1 Elaastic

Dans une précédente étude, nous avons étudié le processus à deux votes qui peut s'illustrer par les étapes décrites dans la Figure 1. Le processus proposé



Fig. 1. Les cinq étapes du processus à deux votes.

par la plateforme Elaastic ¹ est une implantation de ce processus et est celui sur lequel nous avons mené nos analyses. Plus précisément, l'implantation du processus à deux votes proposée par Elaastic se découpe en 3 phases (1) Les apprenants répondent à la question à choix posée par l'enseignant. A cette fin, ils doivent sélectionner le choix qu'ils pensent être le bon, rédiger une justification et fournir leur degré de confiance. (2) Les apprenants voient un ensemble de réponses anonymisées de leurs pairs contenant le choix sélectionné ainsi que la justification associée. Ils doivent évaluer chacune de ces réponses en fournissant une note chiffrée (allant de 1 à 5). Après cela, ils peuvent à nouveau répondre à la question posée par l'enseignant en sélectionnant à nouveau un choix pour éventuellement changer d'avis. (3) Les apprenants et l'enseignant échangent sur les résultats des activités entreprises lors des deux phases précédentes. Pour cela, l'enseignant dispose d'un histogramme résumant les deux votes ainsi que de l'ensemble des justifications écrites rédigées avec leur note moyenne attribuée. Il peut partager ces *feedback* avec les apprenants.

2.2 Processus d'évaluation formative proposé

A partir de ce processus, nous avons proposé une version plus complexe proposant des actions que les enseignants doivent entreprendre lors d'une séquence de questionnement de classe. Comme on peut le voir sur la Figure 2, des indicateurs complexes sont utilisés pour déterminer la meilleure action à entreprendre.

Ces indicateurs sont les suivants :

- $p1$ est la proportion de bonnes réponses à la fin de la phase 1.
- ρ_{conf} est la cohérence du degré de confiance. Cette dernière mesure l'adéquation du degré de confiance exprimé par l'apprenant avec l'exactitude de sa réponse.
- ρ_{peer} est la cohérence de l'évaluation par les pairs. Cette dernière mesure l'adéquation de la note chiffrée qu'une justification a reçue avec l'exactitude de la réponse à laquelle cette justification est attachée.
- d est la taille d'effet de la phase d'évaluation par les pairs sur les réponses des apprenants. Elle se calcule comme suit : $d = 0.6 \ln \left(\frac{p2}{1-p2} \frac{1-p1}{p1} \right)$ où $p2$ est la proportion de bonnes réponses à la fin de la phase 2. Lorsque la proportion de bonne réponse a augmenté au second vote ($p2 > p1$), la taille d'effet d est positive. Dans ce cas, la séquence est dite bénéfique car cela signifie que le niveau de compréhension général des apprenants a augmenté [14].

¹ <https://elaastic.irit.fr/elaastic-questions/>

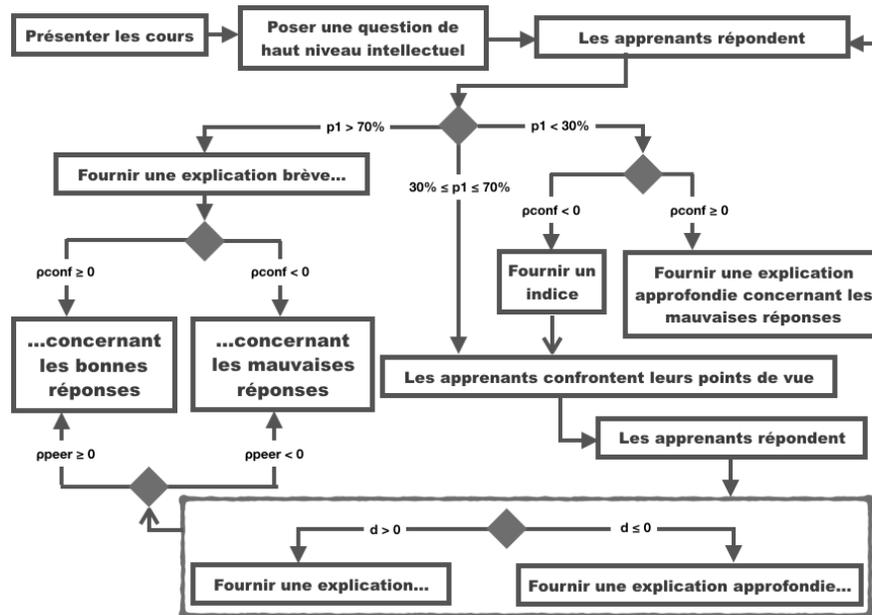


Fig. 2. Un processus d'évaluation formative s'appuyant sur des indicateurs complexes.

Si ce processus s'appuie sur les données pour prendre une décision destinée à maximiser les bénéfices d'une séquence, les enseignants eux ont plutôt tendance à privilégier leur intuition [15]. En effet, dans les contextes sociétaux relevant de l'attitude d'individus, les utilisateurs sont sceptiques concernant la capacité d'un système à prendre la meilleure décision [3]. Ainsi, nous souhaitons exploiter le modèle présenté par ce processus en tant que modèle d'aide à la décision plutôt que de modèle de prise de décision. Si un système souhaite aider l'enseignant à prendre des décisions via des recommandations, il doit être capable de justifier ces recommandations. Cela implique qu'il doit argumenter ses propositions et donc être en mesure d'expliquer le modèle sur lequel il s'appuie. C'est là que l'explicabilité entre en jeu.

3 Etat de l'art sur l'explicabilité

Dans une synthèse des définitions de l'explicabilité [11], il est indiqué qu'un système est explicable (i) s'il prend en compte le destinataire de l'explication et (ii) s'il répond à la question "Pourquoi?".

Au niveau de la prise en compte du destinataire, les explications doivent être adaptées à ce dernier. En effet, lorsqu'une explication donne trop de détails, n'est pas interactive, demande trop de connaissances techniques ou est insuffisante, cela peut supprimer la curiosité et surtout introduire des conceptions erronées chez l'utilisateur [7]. Une explication doit satisfaire la curiosité, celle-ci

est déclenchée lorsque l'utilisateur manque de connaissance, ne comprend pas le système ou observe un comportement contraire à ses attentes [9]. Etant donné que cette curiosité est spécifique à chaque individu, un système idéal devrait présenter des explications plus ou moins détaillées selon sa curiosité. Dans notre cas, la curiosité de l'utilisateur (c'est-à-dire l'enseignant) n'est pas mesurable. Nous décidons donc de laisser le choix aux enseignants du niveau de détail des explications dont ils veulent bénéficier.

Concernant la réponse à la question "Pourquoi ?", plusieurs études [4,6] proposent de montrer à l'utilisateur une situation similaire dont l'issue est connue (modèle du voisin le plus proche). Dans notre situation, cela reviendrait à montrer à l'enseignant une instance antérieure du processus pour servir de points de comparaison. Cependant, les probabilités et généralisations statistiques ne sont pas une explication satisfaisante pour eux à moins que cette dernière ne soit accompagnée d'une explication qualitative [10]. Par conséquent, nous décidons de mettre en avant les arguments qualitatifs pour nos explications et de les accompagner d'un argument quantitatif ponctué par une représentation graphique des indicateurs déterminants.

A partir de ces décisions, nous sommes en mesure de proposer des artefacts IHM dans notre système d'évaluation formative.

4 Implantation du processus dans Elaastic

Dans cette section, nous décrivons le travail que nous avons effectué lors de l'implantation du processus et la mise en oeuvre de son explicabilité. Les explications sont présentées aux enseignants à la fin des phases 1 et 2. A titre d'exemple, si à la fin de la phase 1, $p1 < 30\%$ et $\rho_{conf} < 0$, une recommandation apparaît (voir Figure 3). Elle est accompagnée d'une brève explication.



Nous vous recommandons de sauter la phase 2 qui ne sera pas bénéfique pour les apprenants et de passer directement à la phase 3. [En savoir plus...](#)

Fig. 3. Recommandation : explication brève.

L'enseignant peut obtenir une explication plus détaillée si sa curiosité n'est pas satisfaite. En cliquant sur "En savoir plus", une fenêtre contextuelle telle que sur la Figure 4 apparaît. Elle propose une explication textuelle contenant des arguments qualitatifs (identifiés lors de notre précédente étude) précédés des valeurs des indicateurs pertinents. Ces indicateurs calculés à partir de variables latentes dont les modèles sont difficiles à expliquer n'ont pas de signification intuitive [5]. Pour contourner ce problème, nous avons donc exploité leurs propriétés mathématiques. Dans cet exemple, nous souhaitons indiquer à l'enseignant que le degré de confiance des apprenants est incohérent ($\rho_{conf} < 0$). Cela implique plus concrètement que les apprenants ayant fourni une réponse correcte sont en moyenne moins confiants que ceux ayant fourni une réponse incorrecte.

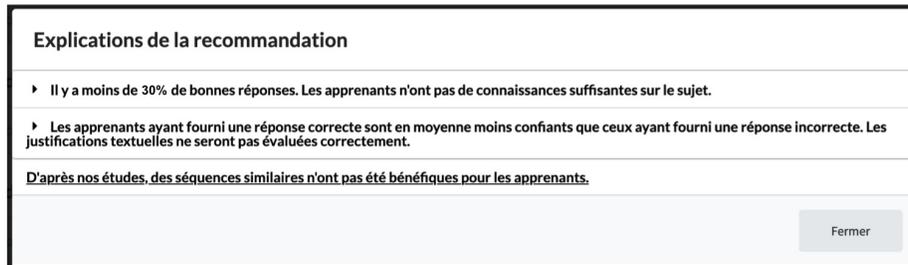


Fig. 4. Recommandation : explication textuelle.

Si ces explications ne sont toujours pas suffisantes pour les enseignants, ils peuvent cliquer sur une affirmation pour visualiser un diagramme illustrant la valeur de l'indicateur concerné. La Figure 5 présente le diagramme qui s'affiche lorsque l'enseignant clique sur l'affirmation concernant la proportion de bonnes réponses au premier vote ($p1 < 30\%$). Bien que la plateforme Elastic possède

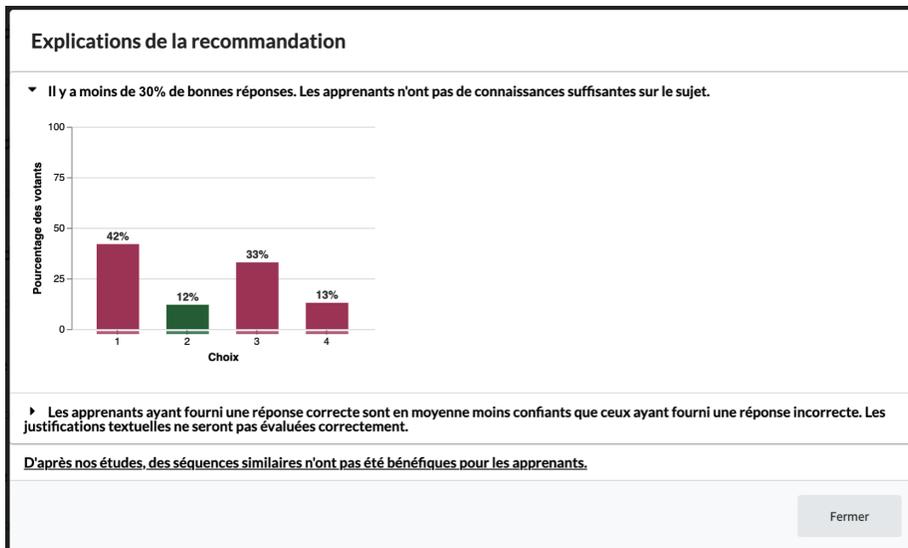


Fig. 5. Recommandation : explication textuelle avec diagramme.

déjà des diagrammes visant à restituer les résultats des votes (et donc les indicateurs $p1$ et d), elle ne possède aucun diagramme visant à restituer la cohérence du degré de confiance ni la cohérence de l'évaluation par les pairs (et donc les indicateurs ρ_{conf} et ρ_{peer}). En combinant l'étude de Robbins sur les avantages et inconvénients des différentes manières de représenter des données récupérées sur une échelle de Likert [12] avec les résultats que nous avons obtenus lors d'un at-

lier centré utilisateur impliquant 3 enseignants, nous avons décidé de représenter ρ_{conf} tels que dans la Figure 6. Cette figure restitue la répartition des différents degrés de confiance exprimés par les apprenants et regroupés en fonction de l'exactitude de leurs réponses. Concernant ρ_{peer} un diagramme similaire sera

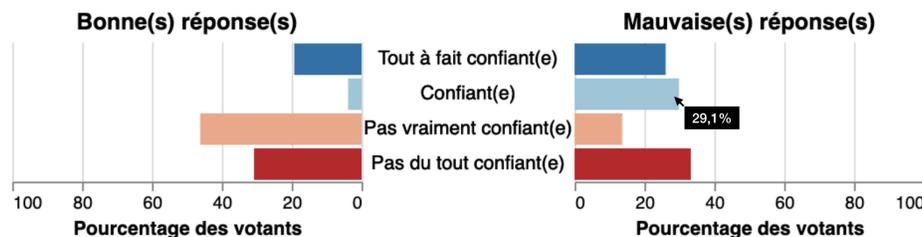


Fig. 6. Diagramme pour illustrer l'indicateur ρ_{conf} .

utilisé.

En cliquant sur la dernière phrase soulignée en bas de la Figure 4, un nouvel onglet s'ouvre sur l'étude complète publiée.

5 Conclusion

Nous avons présenté notre processus d'évaluation formative et montré que son implantation nécessitait un travail préalable. Nous nous sommes donc interrogés sur la manière dont l'implantation d'un processus au sein d'un système utilisé par des enseignants doit adresser les enjeux d'explicabilité. Pour répondre à cette problématique, nous avons identifié des principes d'explicabilité applicables aux systèmes d'enseignement. A partir de ces systèmes, nous avons conçu des artefacts IHM que nous avons mis en oeuvre dans le cadre de notre implantation. Notre proposition n'ayant pas encore fait l'objet d'études en contexte réel, les travaux futurs viseront à mesurer l'efficacité de cette implantation selon plusieurs métriques telles que la confiance des utilisateurs, l'expérience utilisateur ou les bénéfices que nous observerons chez les apprenants.

Si les résultats sont concluants, l'utilisation étendue de ces artefacts IHM dans tout autre système proposant des recommandations pour aider les enseignants à prendre des décisions pourrait faire l'objet d'études. Dans le cas contraire, nous pourrions nous intéresser aux raisons qui poussent les enseignants à suivre ou non les recommandations.

Références

1. Alamri, R., Alharbi, B.: Explainable student performance prediction models: a systematic review. IEEE Access (2021)

2. Andriamiseza, R., Silvestre, F., Parmentier, J.F., Broisin, J.: Recommendations for orchestration of formative assessment sequences: a data-driven approach. In: European Conference on Technology Enhanced Learning. pp. 245–259. Springer (2021)
3. Araujo, T., Helberger, N., Kruikemeier, S., De Vreese, C.H.: In ai we trust? perceptions about automated decision-making by artificial intelligence. *AI & SOCIETY* **35**(3), 611–623 (2020)
4. Chen, G.H., Shah, D., et al.: Explaining the success of nearest neighbor methods in prediction. Now Publishers (2018)
5. Cheng, W., Shen, Y., Huang, L., Zhu, Y.: Incorporating interpretability into latent factor models via fast influence analysis. In: Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. pp. 885–893 (2019)
6. Herlocker, J.L.: Understanding and improving automated collaborative filtering systems. University of Minnesota (2000)
7. Hoffman, R.R., Mueller, S.T., Klein, G., Litman, J.: Metrics for explainable ai: Challenges and prospects. arXiv preprint arXiv:1812.04608 (2018)
8. Li, L., Zhang, Y., Chen, L.: Generate neural template explanations for recommendation. In: Proceedings of the 29th ACM International Conference on Information & Knowledge Management. p. 755–764. ACM (Oct 2020)
9. Maheswaran, D., Chaiken, S.: Promoting systematic processing in low-motivation settings: Effect of incongruent information on processing and judgment. *Journal of personality and social psychology* **61**(1), 13 (1991)
10. Miller, T.: Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial intelligence* **267**, 1–38 (2019)
11. Ribera, M., Lapedriza, A.: Can we do better explanations? a proposal of user-centered explainable ai. *Joint Proceedings of the ACM IUI 2019 Workshops* p. 8 (2019)
12. Robbins, N.B., Heiberger, R.M., et al.: Plotting likert and other rating scales. In: Proceedings of the 2011 joint statistical meeting. vol. 1 (2011)
13. Selwyn, N.: Should robots replace teachers?: AI and the future of education. John Wiley & Sons (2019)
14. Smith, M.K., Wood, W.B., Adams, W.K., Wieman, C., Knight, J.K., Guild, N., Su, T.T.: Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science* **323**(5910), 122–124 (Jan 2009). <https://doi.org/10.1126/science.1165919>
15. Vanlommel, K., Van Gasse, R., Vanhoof, J., Van Petegem, P.: Teachers' decision-making: Data based or intuition driven? *International Journal of Educational Research* **83**, 75–83 (2017)



RENCONTRES JEUNES CHERCHEUR·E·S

RJC EIAH 2022

Rencontres Jeunes Chercheur·e·s en EIAH

Session de communications 3 : Soutien numérique à la conception pédagogique

Animateur de session : Emmanuel Beffara

Co-problématisation dans le cadre d'une recherche orientée par la conception

Mariem Jaouadi¹_[0000-0001-5664-9106] – 1ère année

¹ Université de Genève, TECFA, 1211 Genève 4, Suisse
mariem.jaouadi@unige.ch

Abstract. Cet article traite de la construction d'une problématique par des chercheurs de disciplines différentes et des acteurs du terrain. Les travaux qui s'intéressent à la recherche orientée par la conception (RoC) ne décrivent pas de façon précise et concrète la manière dont la co-problématisation peut être mise en œuvre. À partir d'une situation de conduite d'une recherche sur un jeu d'apprentissage de la programmation, des données ont été collectées à des fins d'analyse qualitative. L'étude effectuée sous l'angle de la co-problématisation a dégagé les problèmes rencontrés au sein de l'équipe pluridisciplinaire. La définition de la problématique et des questions de recherche s'est avérée complexe pour les partenaires ayant des épistémologies, méthodes et vocabulaire différents. L'objectif visé est de savoir comment modéliser et outiller la co-problématisation dans une méthode de conduite de la recherche.

Keywords: co-problématiser, recherche collaborative, conduite de la recherche.

1 Introduction et contexte

Dans le cadre de la conduite d'une recherche, délimiter le champ d'investigation est une phase primordiale pour comprendre le phénomène étudié. Popper, dans ses travaux sur la problématisation en sciences, écrit que la science commence par des problèmes [1]. Chevrier [2] mentionne qu'à partir d'un problème 'bien articulé' il faut savoir soulever le bon questionnement pour obtenir la réponse désirée. Suivant ces auteurs et bien d'autres, une phase initiale et cruciale dans les méthodes de conduite de la recherche est la construction du problème ou problématisation [3, 4]. Par méthode de conduite de la recherche, nous entendons l'ensemble du processus qui conduit à la production de connaissances scientifiques [5]. Nous nous intéressons aux interactions entre communautés scientifiques et professionnelles [6, 7] pour la problématisation. Cette étape revêt en effet une grande importance dans la conduite de recherche en général. Si une problématique est mal posée dès le départ, les données recueillies par la suite pourraient ne pas être cohérentes, c'est donc une étape cruciale pour produire des connaissances valides et utiles [2]. Dans le cadre de notre travail de thèse, l'activité de co-problématisation est une étape clé pour co-élaborer des indicateurs, et par la suite co-collecter des données dans un jeu d'apprentissage de la programmation. La co-problématisation est souvent négligée au profit des autres étapes de la co-production des données.

Dans les recherches collaboratives [8], l'activité de co-problématisation se définit par la confrontation des questionnements du terrain aux différents éclairages théoriques. Dans les approches constructivistes, il est important d'établir ce lien entre la recherche et la pratique [9]. Les chercheurs ont besoin de trouver un terrain sur lequel éprouver leurs modèles. Du côté des praticiens, ces acteurs du terrain adhèrent aussi à cette alliance, avec des savoirs d'expérience, ce qui permet de développer chez eux un sentiment d'appartenance et une attitude positive à l'égard du produit de la recherche [10], c'est l'adoption d'une posture de praticien réflexif [11]. Dans le contexte de notre recherche, nous allons problématiser les questions pratiques des enseignants d'informatique sur les activités d'apprentissage à mettre en place dans un jeu d'apprentissage de la programmation.

Pour la recherche orientée par la Conception (RoC) ou Design Based Research (DBR) [12], la construction d'une connaissance sur une pratique passe par la prise en considération à la fois des compétences du terrain et des cadres théoriques proposés par les chercheurs. Cette complémentarité des expertises est essentielle pour co-construire la problématique et formuler les questions de recherche.

La question de comment co-problématiser est rarement traitée dans les travaux portant sur la RoC. Nous avons repéré les termes problématiser et co-problématiser dans quelques articles scientifiques, mais ils ne désignent pas le même processus et les acteurs qui nous intéressent [13, 14]. Dans la littérature, les méthodes de co-problématisation sont très peu explicitées, notamment face au défi en lien avec le rapprochement entre les communautés scientifiques et professionnelles. L'enjeu essentiel est de savoir comment deux logiques en tension interagissent : la logique d'analyse formelle du chercheur et celle d'un questionnement pratique du praticien [15].

Ainsi, nous nous interrogeons sur les outils à mobiliser, et les conditions à réunir pour faciliter la co-problématisation entre des chercheurs et des praticiens. Ces questions sont abordées dans le cadre du projet co.LAB, qui s'intéresse à la conception, le développement et l'analyse des usages des jeux éducatifs à travers une plateforme de conduite de recherche collaborative. La plateforme est utilisée pour la réingénierie et l'évaluation du jeu d'apprentissage de la programmation. Ce travail constitue le terrain de notre étude.

2 Co-problématiser dans les recherches collaboratives : État de l'art

Dans la littérature, les rares travaux qui utilisent le terme problématisation en donnent des définitions différentes. Pour Chevrier [2] cette activité constitue naturellement la première étape d'une conduite de recherche, et la définit simplement comme l'ensemble des étapes d'élaboration de la problématique. D'autres auteurs [16] définissent l'activité de problématisation dans une situation scolaire comme étant la capacité à « développer un questionnement visant à identifier les données et les conditions du problème et à les mettre en tensions ».

Les recherches collaboratives qualifient l'activité de problématisation avec les partenaires du projet comme une construction plus dynamique du problème sur les plans

théorique et pratique [8]. Cette approche de la co-problématisation relève d'une *construction plurielle* entre chercheurs et praticiens. Marcel et Bedin [17] soulignent quant à eux l'existence d'une vision plurielle.

La méthode THEDRE [5], sur laquelle nous nous appuyons, identifie différents acteurs dans la construction et l'évaluation d'un processus de conduite de la recherche. Elle propose 5 sous-processus de recherche conduits selon un cycle d'amélioration *itératif*. Le premier sous-processus est intitulé « planification de la recherche ». Il est consacré à la construction de la problématique et l'élaboration de la question de recherche de départ. Selon cette méthode, le chercheur est l'acteur principal qui élabore un questionnement en lien avec ses travaux antérieurs. Du côté des recherches-actions, le questionnement de départ émerge du terrain. Ce sont les praticiens qui verbalisent les difficultés rencontrées et pouvant être l'objet commun de la recherche [18]. Dans les recherches collaboratives, comme la RoC, le questionnement est partagé. On peut accepter la provenance des questions initiales du terrain, ou des chercheurs. La dimension argumentative de la construction du problème est importante. Gérard [3] qualifie ce questionnement de *questionnement argumenté* [4]. Il est argumenté du point de vue de sa pertinence scientifique, c'est-à-dire en démontrant l'inscription de la recherche dans les préoccupations des chercheurs [2], et sa pertinence technique et sociétale [5], soit la veille sociale et technologique dans laquelle le chercheur souhaite positionner sa recherche [5]. L'étape de justification du problème de recherche par d'autres travaux et études avancés est également primordiale, et le recours à un *cadre théorique* explicite illustre l'apport potentiel de la recherche [19].

A partir de cet état de l'art, nous proposons de définir l'activité de co-problématisation, comme une *construction plurielle* pour laquelle les *partenaires* d'un projet de recherche interagissent pour développer de manière *itérative* un *questionnement argumenté*, fondé sur un *cadre théorique*, et prenant en compte les questions initiales des *praticiens*. En plus de cette définition, nous nous interrogeons sur le processus lui-même. Les travaux qui s'intéressent à la RoC ne décrivent pas de façon précise et concrète la manière dont la co-problématisation peut être mise en œuvre. Notre travail prend en compte cette question en proposant de définir le processus en jeu et les instruments nécessaires. Comment décrire le processus ? Comment le mettre en œuvre ? Quelles sont les difficultés rencontrées au sein de l'équipe ? Et quel rôle est joué par chaque acteur ? Nous présentons dans les deux sections suivantes des réponses à ces questions à travers une analyse d'une situation de co-problématisation.

3 Méthode de conduite de recherche

Pour analyser l'étape de co-problématisation, une étude a été conduite lors de la conception d'un jeu d'apprentissage de la programmation en situation de RoC. Nous avons utilisé la méthode de l'observation participante [20]. Dans cette méthode, l'observateur est un membre actif de l'étude. Nous nous intéressons à la collaboration entre d'abord des chercheurs de disciplines différentes, puis la collaboration entre deux communautés différentes (chercheurs et praticiens). Les personnes recrutées pour cette étude (n=10) sont des enseignants en informatique (3), et des chercheurs en sciences de l'éducation

(3), en didactique de l'informatique (1), en traçabilité des données (1) et en design des jeux sérieux (2). Le jeu qui sera développé servira pour l'enseignement d'un cours d'informatique, algorithmique et programmation.

Des réunions ont été organisées pour la conception du jeu. Les objectifs de ces réunions portaient sur l'initiation du projet, volet didactique et pédagogique, narration, mécanique du jeu, scénarisation, etc. Pour étudier la co-problématisation, nous retenons trois moments. Le *moment 1*, effectué en mode synchrone (durée entre 1h30 et 2h), correspond à l'ensemble des réunions de conception qui ne sont pas dédiées spécifiquement à la construction de la problématique et des questions de recherche. En effet, lors de ces réunions, des informations sur la problématisation ont émergé. Le *moment 2*, effectué en mode synchrone, correspond à une réunion dédiée à la co-problématisation (durée 1h30). Le *moment 3*, la communication entre chercheurs s'est poursuivie en mode asynchrone, à travers la messagerie, pour synthétiser le livrable de la réunion du moment précédent et partager les résultats avec le reste de l'équipe. Les réunions et les messages ont été enregistrés. Un protocole expérimental est rédigé avant chacune de ces réunions pour définir les objectifs de l'étude et en garantir la reproductibilité [5].

4 Analyse d'une situation de conduite de la recherche sur un jeu d'apprentissage de la programmation

Nous focalisons notre analyse sur les échanges saillants autour de la co-problématisation. Pour ce faire, nous avons effectué une répartition de tous les échanges sur trois moments.

Moment 1 (conception). À partir des propos des enseignants participants, nous avons identifié des questionnements initiaux, comme le montre l'extrait suivant de l'Enseignant1 : « *La version existante du jeu me paraît un peu simple, le problème des étudiants n'est pas seulement en lien avec la syntaxe ou l'appel des fonctions, c'est plus de la réflexion, et de la construction algorithmique* ». Cet extrait distingue le problème de la démarche algorithmique de celui des erreurs de syntaxe en lien avec un langage de programmation. L'activité de co-problématisation a été amorcée par ce questionnement initial des enseignants.

Moment 2 (problématisation). Dans cette réunion, les chercheurs se sont réunis pour apporter un éclairage théorique aux questions des praticiens. Après des échanges approfondis, les chercheurs sont parvenus à formuler 5 problématiques en lien avec l'apprentissage de la programmation. Toutefois, pour certaines problématiques posées au départ, les cadres théoriques n'ont pas été formulés. Lors de ce travail entre chercheurs de différentes disciplines, nous avons constaté une absence d'explicitation du cadre théorique. Il nous semble que ce dernier était non partagé dans les échanges. La tentative de formuler une question de recherche avant de mobiliser un cadre et des références théoriques était donc une tâche vouée à l'échec. Chercheur1 mentionne : « *Moi, dans les questions que j'ai levées, je n'ai pas de littératures dessus, je n'en connais pas* ».

Moment 3 (synthèse). Parmi les cinq problématiques proposées, les chercheurs sont arrivés difficilement à sélectionner une seule. Cette dernière était en lien avec les erreurs et obstacles sur les savoirs du jeu. Les autres problématiques restent incomplètes parce qu'il manque des références théoriques. Particulièrement à cette phase, nous avons constaté que les chercheurs de différentes disciplines ont rencontré des grandes difficultés pour se faire comprendre en raison de la diversité des termes employés et non explicités : positionnement, modèle d'analyse, ou travaux connexes. Ces termes constitutifs de la recherche n'avaient pas la même définition pour tous les chercheurs. « *Pour la case sur le positionnement, est-ce que l'enjeu ici est de s'accorder sur les définitions d'algorithme, programme, etc ?* » (Chercheur2). Lors de ce travail, chacun exprime sa propre définition du domaine investigué. « *Je n'ai pas l'habitude de ce genre de méthode et du vocabulaire qui s'y rapporte* » (Chercheurs2). Même pour la problématique, certains chercheurs la situent dans l'introduction de l'état de l'art. Pour d'autres, c'est plutôt la conclusion de l'état de l'art.

Dans cette étude, résumée dans la Table 1, nous avons déterminé des critères qui conduisent à la formulation de quatre questions confrontées aux données d'observations de chacun des moments analysés. Ces critères sont déterminés à partir de notre définition de la co-problématisation explicitée plus haut dans l'état de l'art.

Table 2. Analyse d'une co-problématisation dans le jeu PG.

Critères	<i>Moment 1</i>	<i>Moment 2</i>	<i>Moment 3</i>
Qu'est-ce qui est construit ?	Premiers questionnements du terrain	Brainstorming pour la problématisation	Production commune d'une proposition de problématique
Qui a contribué ?	Enseignants - Chercheurs	Chercheurs	Chercheurs
Comment cette construction s'est-elle déroulée ?	Échanges en mode synchrone	Échanges en mode synchrone	Échanges en mode asynchrone
Quelles sont les difficultés rencontrées au sein de l'équipe ?	-	Pas à l'aise avec le domaine de la programmation	Problèmes de lexique
Quels sont les limites du travail réalisé ?	Absence d'éléments théoriques	Absence d'éléments théoriques	Distribution des rôles

Dans l'analyse, nous avons pu démontrer que l'activité de co-problématisation démarre certes avec le questionnement pratique des enseignants. Toutefois, au moment du travail sur les possibilités de théorisation de ces questionnements, il était difficile de trouver un point de départ. Comme le font remarquer Hew et al. [21], les recherches en

technologies éducatives sont souvent assez peu théorisées, ce qui explique dans le *moment 2* de brainstorming la complexité de pouvoir rajouter un éclairage théorique à certaines questions de recherche de départ.

Nous avons aussi constaté que les chercheurs de différentes disciplines se discernent du point de vue de leurs méthodes, postures épistémologiques et définitions du domaine. Ces blocages apparus dans la situation analysée reflètent des incompréhensions entre les partenaires du projet. Comme la définition de la problématique et des questions de recherche est une étape clé pour produire des données de qualité, ces blocages risquent de mettre tout le processus de la conduite de la recherche en péril.

Au début, cette étude s'est donnée comme objectif de définir un processus de co-problématisation et de mettre en place un dictionnaire des concepts nécessaires pour qu'un dialogue s'établisse entre les partenaires. Au travers de ces résultats initiaux, et en lien avec la difficulté de convergence vers un lexique commun, il a été décidé de trouver une autre alternative au dictionnaire des concepts. Ce constat justifie de poser la question suivante : Comment nous pouvons accompagner les concepteurs autrement sans se focaliser sur les différentes terminologies des concepts ?

La prochaine étape consiste à discuter la problématique retenue avec les enseignants, et raffiner le modèle de la méthode de co-problématisation avec les étapes, les acteurs et le matériel approprié. Ce travail servira par la suite pour élaborer des indicateurs et collecter des traces d'interactions numériques des apprenants dans le cadre de ce jeu d'apprentissage.

5 Conclusion et perspectives

Notre étude sur la co-problématisation est effectuée par des chercheurs et des enseignants qui se distinguent du point de vue de leurs méthodes, de leurs épistémologies et du lexique qu'ils emploient pour décrire ce travail. Une première version du processus de co-problématisation s'est établie. Dans les travaux futurs, nous souhaitons proposer un guide de co-problématisation comme outil d'accompagnement des chercheurs. Ce dernier, qui vient remplacer l'idée de dictionnaire de départ, se présentera sous la forme de questions utiles pour construire une problématique et des questions de recherche.

À l'avenir, nous envisageons aussi de réaliser une enquête avec 15 chercheurs de différentes disciplines. À partir des résultats de l'enquête, nous allons établir les questions du guide de co-problématisation.

Remerciement. Nous remercions N. Mandran et E. Sanchez qui encadrent ce travail doctoral. Le projet co.LAB est financé par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (PNR 77).

References

1. Popper, K.: La connaissance objective. Aubier, Paris (1991).
2. Chevrier, J.: La spécification de la problématique. In: Recherche sociale : De la problématique à la collecte des données, pp. 336–371. PUQ, Québec (2009).
3. Derèze, G., Walter, J.: Méthodes empiriques de recherche en information et communication. 2nd edn. De Boeck, Bruxelles (2019).

4. Bouchard, Y.: De la problématique au problème de recherche. In: *La recherche en éducation: étapes et approches*, pp. 64–81. ÉRPI, Montréal (2011).
5. Mandran, N.: *Traceable human experiment design research: theoretical model and particle guide*. 1st edn. Wiley, New Jersey (2018).
6. Desgagné, S.: 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 (1997).
7. Lapointe, P., Morrissette, J.: La conciliation des intérêts et enjeux entre chercheuses et professionnels lors de la phase initiale de recherche participatives en éducation. *Phronesis* 6(1), 8–20 (2017).
8. Portelance, L., Giroux, L.: La problématisation dans un processus de recherche. *Recherches en éducation* (6), 95–108 (2009).
9. Parm-Cajaiba, A., Avenier, M.J.: Recherche collaborative et constructivisme pragmatique : éclairages pratiques. *Recherches Qualitatives, ARQ Association pour la Recherche Qualitative* 32(2), 201–226 (2013).
10. Dagenais, C., Lysenko, L., Abrami, P., Bernard, R., Ramde, J., Janosz, M.: Use of research-based information by school practitioners and determinants of use: a review of empirical research. *Evidence & Policy* 8(3), 285–309 (2012).
11. Elisme, P., Girardet, C., Mottiez Lopez, L.: Défis de la co-situation d'une recherche collaborative : Une expérience de co-élaboration en partie à distance, d'un dispositif d'évaluation formative pour des élèves allophones en Guyane française. *La Revue LEeE* (3), (2021)
12. Sanchez, E., Monod-Ansaldi, R.: Recherche collaborative orientée par la conception. Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage. *Éducation et didactique* 9(2), 73–94 (2015).
13. Orange, C.: Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les sciences de l'éducation – Pour l'Ère nouvelle* 38(3), 69–94 (2005).
14. Portelance, L., Giroux, L.: La problématisation dans un processus de recherche. *Recherches en éducation* (6), 95–108 (2009).
15. Vinatier, I., Rinaudo, J.L.: Rencontres entre chercheuses et praticiens : Quels enjeux ?. *Carrefours de l'éducation* 39(1), 9–18 (2015).
16. Fabre, M., Musquer, A.: Les indicateurs de problématisation. *Les Sciences de l'éducation- Pour l'Ère nouvelle* 42(3), 111–129 (2009).
17. Marcel, J.F., Bedin, V.: Contribution à l'élaboration d'un dispositif d'évaluation de la Recherche-Intervention. *Phronesis* 7(1), 79–91 (2018).
18. Lopez, L.: Au cœur du développement professionnel des enseignants, la conscience critique. Exemple d'une recherche collaborative. *Carrefours de l'éducation* 39(1), 119–135 (2015).
19. Mongeau, P.: *Réaliser son mémoire ou sa thèse: Côté jeans et côté tenue de soirée*. 1st edn. PUQ, Québec (2008).
20. Copans, J.: *L'enquête ethnologique de terrain*. 3rd edn. A.Colin, Paris (2011).
21. Hew, K.F., Lan, M., Tang, Y., Jia, C., Lo, C.K.: Where is the “theory” within the field of educational technology research ?. *British Journal of Educational Technology* 50(3), 956–971 (2019).

Imaginaires et représentations du visualiseur comme artefact numérique à l'école élémentaire

Théo Martineaud ^[0000-0002-2261-0438] (doctorant 2^{ème} année)

Université de Poitiers, Laboratoire TECHNÉ (UR 20297), Poitiers, FRANCE
theo.martineaud@univ-poitiers.fr

Résumé. Du point de vue des sciences de l'information et de la communication, cet article s'intéresse aux représentations et aux imaginaires techniques du visualiseur par les enseignants de l'école élémentaire. Le visualiseur est une petite caméra fixée à l'extrémité d'un bras articulé sous lequel un document ou un objet cible peut être disposé afin d'être projeté sur un écran ou un tableau blanc. Cet artefact est l'un des équipements numériques livré dans les écoles incluses au plan d'équipement TNE (Territoires Numériques Éducatifs). Ce travail s'est construit sur la base de 24 entretiens menés dans l'Aisne et le Val d'Oise auprès de professeurs des écoles équipés ou en voie d'équipement depuis moins de 6 mois. Fruit d'une démarche exploratoire, c'est lors de l'analyse thématique des entretiens concernant ce plan d'équipement que cet artefact émerge comme un élément constitutif d'un objet de recherche. Cet article interroge les représentations, les techno-imaginaires et les techno-mythes liés à l'émancipation que rapportent les enseignants lorsqu'ils s'expriment sur cet artefact et l'usage qu'ils en font en classe.

Mots clés : Visualiseur, imaginaires, représentations, techno-imaginaires, techno-mythes, numérique pour l'éducation, école élémentaire.

1 Introduction

Le visualiseur est une petite caméra fixée à l'extrémité d'un bras articulé sous lequel un document ou un objet peut être disposé. La caméra, reliée par câble à un ordinateur, un TNI (tableau numérique interactif), un VPI (vidéoprojecteur interactif), ou un simple vidéoprojecteur, affiche le document ou l'objet cible sur l'écran ou le tableau blanc. Dans cet article, nous qualifions cet objet technique proposé aux enseignants d'artefact (Rabardel, 1995) afin d'analyser les imaginaires et les représentations qu'ils lui associent dans une perspective instrumentale.

L'étude exploratoire présentée ici découle de l'enquête menée dans le cadre du projet d'évaluation scientifique PARTNERS¹ du plan d'équipement ministériel « Territoires Numériques Éducatifs ». Dans ce cadre, l'équipe de recherche a conduit 61 entretiens semi-directifs dans 28 écoles de l'Aisne et du Val d'Oise (départements dit

¹ Pour une Analyse par la Recherche des Territoires Numériques Éducatifs et un Retour Systématique

« pilotes ») sur des thématiques ciblées : l'équipement, la formation, les ressources, et l'accompagnement des parents. Ces entretiens furent menés avec des directeurs et des enseignants (entretiens individuels). Dans ces départements – et sur dépôts de projets par les équipes pédagogiques – certaines classes ont été dotées d'équipements numériques (2 700 classes en tout) : TNI, VPI, tablettes, ou encore visualiseurs. Parmi les 61 entretiens avec les directeurs et enseignants, nous avons retenu les 24 entretiens dans lesquels le visualiseur est évoqué. Cet artefact a été spontanément mentionné par les participants. Ce sont ces mentions répétées qui ont attiré notre attention.

Cette recherche interroge les types de représentations (Abric, 1988 ; Postic, De Ketele, 1988) et les techno-imaginaires (Plantard, 2015 ; Moles, 1990 ; Scardigli, 1992 ; Musso, 2008) associés au visualiseur par des professeurs des écoles. Il s'agit d'analyser les discours produits concernant ces premiers usages (Jouët, 2000) et les représentations verbalisées par ces enseignants vis-à-vis de l'artefact. Nous nous demanderons quelles représentations et imaginaires participent à la construction des pratiques des professeurs des écoles primo-usagers. Afin d'analyser ces discours, nous définirons les représentations, les techno-imaginaires et l'approche instrumentale dans laquelle nous nous situons. Nous exposerons ensuite notre méthode d'analyse des entretiens avant de présenter nos résultats et ses possibles prolongements.

2 Cadre théorique

2.1 Imaginaires et représentations

Nous cherchons ici à comprendre quels sont les imaginaires techniques et les représentations qui participent à l'élaboration des usages numériques. Les représentations sont liées à des imaginaires qui mobilisent récits et symboles : « Les techno-imaginaires sont formés de grands récits mythologiques qui servent de références symboliques aux représentations sociales » (Plantard, 2015). Les imaginaires se distinguent des représentations par l'indétermination de leurs significations, c'est par le processus de représentation qu'un individu ou un groupe lui donne un sens déterminé. Les représentations peuvent être définies comme le fruit d'une activité mentale apportant une signification particulière au réel construit par un individu ou un groupe (Abric, 1988). Ces activités mentales possèdent une part d'affect et de projection propre à l'individu orientant ses actions et son comportement, (Postic, De Ketele, 1988). Concernant ces représentations, la sociologie des usages nous permet de saisir « l'importance des significations symboliques des objets de communication qui sont porteurs de représentations et de valeurs suscitant l'adoption et la formation des premiers usages » (Jouët, 2000).

C'est dans ces significations symboliques que nous interrogeons les rapports qu'entretiennent ces représentations aux techno-imaginaires (Plantard, 2015). Par ce terme, nous comprenons la synthèse opérée par P. Plantard (2015) des mythes recensés et analysés par Moles (1990), Scardigli (1992) puis Musso (2008), et la tension qui s'incarne dans les techniques numériques, perçues par les usagers comme aliénantes ou émancipatrices. Les imaginaires et les mythes s'inscrivent dans cette dualité mais restent ouverts aux significations. Les techno-imaginaires sont nourris de tech-

no-mythes : des mythes transformés et adaptés aux techniques numériques. Leurs racines vont jusqu'à la mythologie grecque : le mythe de Galatée (la recreation à l'identique), le mythe du Golem (l'augmentation et la reproduction des capacités humaines), le mythe de Crésus (le marché numérique accessible partout), ou encore le mythe de l'ubiquité ou de l'homme pressé (Plantard, 2015 ; Gras, 1999) qui opèrent une forme de syncrétisme mythologique adaptée au développement des techniques numériques. C'est avec les représentations élaborées par l'individu ou le groupe que les actions et les comportements adoptés participent à construire leurs actions et apportent du sens à leurs actions.

2.2 Une approche instrumentale

Nous définissons le visualiseur comme un artefact et nous comprenons ce terme selon la définition qu'en donne Rabardel (1995). Cette notion se substitue à celle d'objet technique et inscrit l'approche instrumentale dans une approche anthropocentrée. L'artefact permet de penser le processus d'instrumentation (genèse instrumentale) qui le transforme en instrument. Ce processus vise à comprendre comment s'opère l'assimilation d'un objet technique par le sujet pour la réalisation d'une activité (Rabardel, 1995). L'approche instrumentale et la manière dont le sujet s'adapte à l'artefact pour l'utiliser, en modifiant son comportement et en transformant ses schèmes d'utilisation dans un processus d'instrumentation (Rabardel, 1995), peuvent être traduites dans les discours des enseignants. L'analyse de leurs propos peut nous renseigner sur les imaginaires qu'ils mobilisent, les représentations qu'ils développent mais aussi sur leurs comportements, les schèmes d'usages et les schèmes d'action instrumentée qu'ils élaborent et expriment dans les entretiens (Folcher & Rabardel, 2004 ; Lassalle et al., 2016).

2.3 Le visualiseur dans la recherche scientifique

Si la littérature scientifique francophone a largement abordé les usages faits du TBI/TNI par les enseignants et les élèves de l'école primaire (Karsenti, 2016 ; Fluckiger, 2020 ; Nogry, 2021), le visualiseur n'y est pas mentionné. Il est inclus depuis la crise sanitaire dans les « kits d'enseignement à distance » donnés aux professeurs des écoles qui effectuent leur première année d'enseignement dans un des départements TNE. Le visualiseur occupe cependant une place de choix depuis plus de cinq ans² dans divers blogs³ d'enseignants et sur les sites académiques⁴.

Sur le plan scientifique, un article paru en 2009 spécifiquement dédié au visualiseur de Diane Mavers montre que les « manières de faire » des enseignants avec un visualiseur transforment la médiation et la communication au sein des classes. Son étude concernant l'appropriation de cet artefact s'est déroulée dans une classe d'école

² <http://www.maikresse72.fr/2015/01/02/hue-hd-cam/>

³ <https://www.charivarialecote.fr/archives/3927>

⁴ <http://soissonnais.dsden02.ac-amiens.fr/310-le-visualiseur-un-outil-indispensable-pour-la-classe.html>

élémentaire de Londres, équipée depuis cinq années. Elle souligne les particularités induites par l'artefact auprès des élèves : « The use of the visualiser creates particular conditions for learning because it demands that students make meaning of the multi-modality of the digital display » (Mavers, 2009).

Afin d'apporter une analyse complémentaire à l'approche de Mavericks – centrée sur les élèves et leurs usages en classe – et pour faire connaître cet artefact rarement étudié, nous nous proposons d'analyser les imaginaires et représentations mobilisés par les enseignants lorsqu'ils parlent de leurs usages à partir des entretiens réalisés dans le cadre du projet d'évaluation scientifique PARTNERS.

3 Méthode

3.1 Une analyse qualitative

Afin d'analyser les relations entre les représentations, les imaginaires et les premiers usages du visualiseur, nous avons conduit une analyse qualitative à partir des entretiens mentionnant cet artefact dans le corpus de l'enquête PARTNERS menée en 2021 auprès d'un échantillon de 26 écoles élémentaires : 13 dans l'Aisne et 13 dans le Val d'Oise. Ces écoles ont été sélectionnées selon les critères suivants : rurales, urbaines, catégorisés REP et REP +, effectifs d'élèves, à partir d'une liste d'écoles faisant partie du plan d'équipement préalablement établie par les rectorats (pour cet article, ces variables n'ont pas été utilisées). Les critères établis par l'équipe de recherche ont été conçus afin de saturer l'échantillon et assurer la représentativité départementale des diverses écoles dans les deux départements. Nous avons extrait les 24 entretiens (sur 61) dans lesquels les enseignants et directeurs détaillent leurs premiers usages ou leurs représentations du visualiseur. Il y a cinq hommes et 19 femmes (les éventuels marqueurs de genre n'ont pas été explorés). Les entretiens conduits étaient des entretiens semi-directifs individuels d'une quarantaine de minutes, dont les thématiques initiales étaient : l'équipement, la formation, les usages pédagogiques notamment en temps de confinement et l'accompagnement des parents. Ils ont été retranscrits intégralement pour être catégorisés.

3.2 Une analyse catégorielle des discours

C'est avec une première lecture des *verbatim* que s'est constituée notre interrogation concernant les représentations, les imaginaires, et pour certains les premiers usages décrits ou imaginés par les enseignants avec le visualiseur. D'abord, les *verbatim* ont été catégorisés à l'aide des thèmes établis depuis le guide d'entretien. Ensuite, des sous-thèmes ont été construits à partir des propos tenus par les personnes interrogées. Nous avons enfin procédé à une recherche par mots-clés : visualiseur(s), visualiseuse(s), visionneur(s), visionneuse(s), afin de retrouver les 24 entretiens dans lesquels les enseignants parlaient de l'artefact. Enfin, nous avons conduit une analyse catégorielle (Ghiglione, 1980) de ces entretiens. Les catégories employées ont été élaborées de manière inductive à partir des entretiens eux-mêmes : nous avons recensé les verbes d'actions associés aux usages ; recensé ceux qui donnaient des exemples

d'activités pédagogiques ; analysé le contenu des *verbatim* pour comprendre quel verbe d'action ou récit d'activités pouvaient être associés aux techno-imaginaires et ses mythes.

Dans l'extrait synthétique qui suit, les verbes associés aux usages et les *verbatim* relatant les usages de l'artefact effectués pendant une activité sont rapportés aux mythes auxquels ils peuvent être affiliés : le gain de temps ou la capacité à être à "deux endroits à la fois", rappellent le mythe du Golem (recréation du même) ou celui de l'ubiquité.

Table 1. Extrait de la grille d'analyse catégorielle

Statut	Verbes associés aux usages (verbatim)	Constats d'usages (verbatim)	Activités énoncées pendant l'entretien	Mythes possibles
Directeur et professeur	Manipuler, montrer, simplifier	"Ça nous fait gagner un temps fou"	Oui	Ubiquité, dédoublement
Professeur	Corriger, regarder, voir	"C'est plus parlant pour eux de voir"	Oui	Ubiquité, dédoublement

4 Résultats

Dans les constats associés à l'artefact, les qualifications témoignent de l'appréciation positive des enseignants. Elles sont exprimées par un vocabulaire laudatif : un outil « *génial* », « *pratique* », « *chouette* ». Mme Côté [5], enseignante de CM1/CM2 qui a utilisé le visualiseur dit : « *Non. J'avais des collègues qui l'avaient utilisé, mais j'en ai... Enfin, ils m'en avaient parlé, mais je n'avais jamais utilisé l'outil. Mais ça, c'est très simple d'utilisation* ». Mme Doubs, directrice et enseignante de CE1/CE2 qui n'a pas encore utilisé l'artefact rapporte : « *On s'est retrouvé avec le visualiseur, on sait que c'est super bien à utiliser, donc ça je l'ai jamais encore utilisé, je vais le faire enfin* ». La dimension pratique et les avantages perçus sont nombreux : le gain de temps, l'économie de papier, et la facilité de manipulation. Sans qu'ils ne soient nommés, il semble que pour Mme. Côté, le visualiseur soit facile d'utilisation au regard d'autres artefacts non spécifiés. Pour Mme Doubs, le visualiseur est perçu comme un artefact simple d'utilisation, même si elle spécifie qu'elle ne l'a jamais utilisé pour l'instant. Ici, la représentation d'un artefact simple d'utilisation précède son usage. Celle-ci peut être liée à des représentations individuelles ou collectives (provoquées par des discussions, la lecture de blogs, etc.). Dans ce cas, les représentations assurent la fonction de "formes symboliques" de l'action (Flichy, 2001) pouvant conduire à des usages (représentations *a priori*).

Dans les discours analysés, les enseignants associent le visualiseur aux activités pédagogiques et aux productions des élèves, comme l'explique Mme. Puicq : « *La visionneuse, c'est pareil. C'est un outil formidable parce que quand on veut faire, je sais pas quelqu'un écrit quelque chose. Hop, on veut le montrer à tout le monde, là on peut. Personnellement, je m'en sers en lecture, en maths, pour la résolution de problèmes, c'est pareil* ». Dans ce cas, la reproduction du geste ou le fait d'afficher en

⁵ Les noms des enseignantes et enseignants ont été changés

grand pour toute la classe est qualifié de « *concret* », « *réel* » ou « *parlant* ». Les enseignants interrogés soulignent cette capacité à rendre sensible et authentique la manipulation simultanée par la représentation collective de l'activité. Selon les enseignants, celle-ci simplifierait la réalisation de la même manipulation par l'élève. Pouvoir montrer des gestes précis à la classe, se dédoubler, reproduire l'activité d'une manière simple et rapide nous ramène vers les mythes des technologies de l'information et de la communication précédemment vus.

Parmi les qualités et les gains associés à l'usage de l'artefact, la vitesse (gagner du temps) et l'ubiquité (pouvoir se dédoubler) sont clairement énoncés par Mme Savard : « *Ça nous fait gagner beaucoup de temps et qu'après on n'a plus qu'à passer, voilà, ponctuellement, et pouvoir aider, étayer les élèves qui en ont le plus besoin* ». Mme Savard associe l'usage du visualiseur à un gain de temps. Elle dit que le temps gagné est redistribué auprès des élèves qui en ont besoin. Ses propos agrègent des aspects positifs mythes recensés par Musso (2008) et Scardigli (1992). Ces éléments peuvent être rapprochés de l'un des mythes des TICE⁶ selon lequel : « Le numérique permet de prendre en compte les besoins particuliers des élèves », (Amadiou & Tricot, 2014).

5 Discussion

Le visualiseur s'inscrit dans l'histoire des solutions optiques de projection, mais ses conditions de réalisation diffèrent. Il s'agit moins de projeter un contenu (image, site web) que de projeter un objet tangible (cahier, objet). Les activités pédagogiques réalisées avec le visualiseur supposent une découverte active – pratique ou cognitive – par les enseignants des qualités spécifiques de l'instrument (Rabardel, 1995). Cette découverte est nourrie de représentations personnelles, d'échanges avec les pairs, mais aussi d'exemples de situations pédagogiques.

Dans les propos des enseignants faisant état d'usages effectifs, le visualiseur est présenté comme un moyen d'appréhender un objet ou un geste d'une manière inédite. Les enseignants soulignent le gain de temps ou encore le contrôle que l'artefact leur permet dans la tenue de leur activité pédagogique. Ces propos convergent d'un entretien à l'autre. Bien qu'ils traduisent des situations vécues, leurs qualifications positives renvoient systématiquement au pouvoir de dépassement des contraintes spatio-temporelles que leur permet l'artefact. Cette émancipation est un marqueur fondamental des techno-mythes mis en lumière par Scardigli (1998) et Musso (2008).

Depover et Strebelle (1997) ont montré que les propos des pairs participent significativement à la diffusion d'un outil, la récurrence des propos concernant le visualiseur mériterait d'interroger la diffusion de cet artefact dans le réseau professionnel des professeurs des écoles afin de comprendre dans quelles mesures les représentations et les techno-mythes participent au processus décisionnel d'utiliser l'outil (ou non) dans sa phase de démarrage (Lameul et al. 2011) lorsque celui-ci n'est pas recommandé ou attribué par un programme d'équipement ministériel.

⁶ Technologie de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement

Références

1. Abric, J-C, (1989). L'étude expérimentale des représentations sociales, in Jodelet Denise, Les représentations sociales, Paris : PUF
2. Amadiou, F. & Tricot, A. (2014). Apprendre avec le numérique. Éditions Retz, Coll. « Mythes et réalités »
3. Depover, C., & Strebelle, A. (1997). “ Un modèle et une stratégie d'intégration des TIC dans le processus éducatif ”. In Pochon, L.-O. & Blanchet, A., (dire.), L'ordinateur à l'école : de l'introduction à l'intégration, IRDP
4. Dumez, H. (2016). Méthodologie de la recherche qualitative : les 10 questions clés de la démarche compréhensive (2^{ème} édition). Vuibert
5. Fluckiger, C., Bachy, S., Boucher, S., Daunay, B., Ravachol, D., & Souplet, C. (2016). Projet “ Ressources Numériques au TNI ” Théodile-CIREL (EA 4354) Décembre 2015
Projet de l'équipe Théodile-CIREL (Université de Lille, EA 4354) sous la direction de Cédric Fluckiger [Research Report]. Université de Lille. <https://hal.univ-lille.fr/hal-01375365>
6. Flichy, P. (2001). La place de l'imaginaire dans l'action technique. Le cas de l'internet, Réseaux, vol. n°109
7. Folcher, V., & Rabardel, P. (2004). Hommes, artefacts, activités : perspective instrumentale. Dans P. Falzon (dir.), Ergonomie (p. 251-268). Paris : PUF
8. Gras, A. (1999). Le désir d'ubiquité de l'homme pressé et le devoir de Vitesse. Quaderni, vol. n°39
9. Ghiglione, R (1980). Manuel d'analyse de contenu. Armand Colin
10. Jouët, J. (2000). Retour critique sur la sociologie des usages. Réseaux. Communication - Technologie - Société, 18(100), 487-521. <https://doi.org/10.3406/reso.2000.2235>
11. Karsenti, T. (2016). Le tableau blanc interactif (TBI) : usages, avantages et défis ? Montréal : CRIFPE
12. Lameul, G., Simonian, S., Eneau, J. & Carraud, F. (2011). Regards croisés de chercheurs praticiens sur le dispositif de formation hybride FORSE : comment les enseignants transforment-ils leur modèle pédagogique en intervenant en ligne ? Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education, 8(1-2), 81-91. <https://doi.org/10.7202/1005786ar>
13. Lassalle, J., Amelot, A., Chauvin, C., & Boutet-Diéye, A. (2016). De l'artefact à la naissance de l'instrument pour la maîtrise de la consommation d'électricité : Approche ergo-sociologique de la genèse instrumentale des smart-grids. Activités, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.4000/activites.2875>
14. Mavers, D. (2009). Teaching and learning with a visualiser in the primary classroom : modelling graph-making. Learning, Media and Technology, 34 :1, 11-26, <https://doi.org/10.1080/17439880902759877>
15. Moles, A. (1990). La fonction des mythes dynamiques dans la construction de l'imaginaire social, in Cahiers de l'imaginaire, n°5/6
16. Musso, P. (2008). Les télécommunications. Paris : Éditions La Découverte, Coll. « Repères »
17. Nogry, S. (2021). Des objets pour apprendre – Articulation entre dynamiques d'appropriation en situation d'apprentissage et développement [Habilitation à diriger des recherches, Université Paris 8 – Vincennes-Saint-Denis]. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03419822>
18. Plantard, P. (2015). Les imaginaires numériques en éducation. Paris : Éditions Manucius
19. Postic, M. & De Ketele, J-M. (1988). Observer les situations éducatives. Paris : PUF

20. Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains. Paris : Armand Colin. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462>
21. Scardigli, V. (1992). Les sens de la technique. Paris : PUF

Approche par compétences : vers une conception pédagogique fondée sur les données d'apprentissage

Mika Pons ^[0000-0002-5844-8727], 1^{ère} année de doctorat

IRIT, Université Toulouse 1 Capitole, France
mika.pons@irit.fr

Résumé. Depuis les années 2000, on observe une évolution des formations professionnalisantes dans l'enseignement supérieur vers un enseignement de compétences. Le manque d'outils concrets et de support pour aider les enseignants et les étudiants pour ce changement radical mène à sa lenteur. Il existe pourtant des modèles pédagogiques guidant la construction de programmes et de cours fondés sur une approche par compétences, mais ils restent abstraits et difficiles à opérationnaliser. Ce papier de positionnement présente la problématique et le plan d'une recherche visant à faciliter la mise en place d'un programme de formation fondée sur une approche par compétences à l'aide du numérique. Nous nous appuyons entre autres sur le modèle 4C/ID et l'analyse des données d'apprentissage.

Mots-clé: Environnements informatiques pour l'apprentissage humain · Données d'apprentissage · Conception pédagogique · 4CID · Approche par compétences

1 Introduction

Les formations professionnalisantes dans l'enseignement supérieur évoluent depuis une vingtaine d'années vers une approche par compétences. Le processus de Bologne¹, dès 1999, a engagé 29 pays européens dans le transfert d'un enseignement de connaissances vers un enseignement de compétences. Certaines institutions sont amenées à transformer brutalement leur modèle d'instruction. En France, la réforme du BUT² affecte tous les IUT : les programmes de DUT initialement conçus sur 2 ans sont en cours de refonte depuis la rentrée 2021-2022 en une formation sur 3 ans fondée sur l'acquisition de compétences. Le concept de "tâche authentique" est au cœur de toute instruction fondée sur les compétences [3]. La mise en place de ces tâches authentiques pour l'apprentissage ainsi que l'évaluation formative et sommative des performances des étudiants relatives à ces tâches représentent des changements radicaux tant pour les enseignants

¹ <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid124889/le-processus-de-bologne-questions-reponses.html>

² <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000039481561/>

que pour les étudiants [3]. Différentes productions scientifiques [8, 14] offrent un cadre pour guider la mise en place de formations fondées sur les compétences. Or, chaque déclinaison de ses modèles d'instruction s'inscrivent dans une démarche unique dépendante de la matière enseignée. Ils ne s'opérationnalisent donc pas de manière générique.

Notre objectif sera de faciliter, à l'aide du numérique, la mise en œuvre pour les enseignants d'un programme de formation à base de compétences.

2 État de l'art

Comme exposé dans la Section 1, il existe plusieurs modèles d'instruction fondés sur les compétences. L'approche par compétences (APC) telle que décrite par Tardif [14] se concentre plutôt sur la construction de programmes scolaires. Elle influence aujourd'hui la réforme du BUT et a été implantée dans un programme de premier cycle universitaire en sciences infirmières [9, p. 63]. L'approche 4C/ID [8], qui se situe plutôt au niveau de la construction des cours, en s'appuyant sur des résultats issus de la recherche en psychologie cognitive et en sciences de l'éducation, a fait l'objet de différentes mises en œuvre dans des domaines variés allant de la médecine [16] à la lecture [13] en passant par l'informatique [6].

Ces deux modèles définissent la notion de "compétence" de façon similaire. Dans l'APC, c'est un "savoir-agir complexe reposant sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations" [14, p. 22]. Les ressources internes se déclinant "en savoirs, en savoir-faire et en savoir-être" [9, p. 20] et les ressources externes sont des informations venant de l'environnement. Si, dans le contexte de l'APC, la compétence est une notion complexe, pour J.J.G. van Merriënboer, la compétence (*skill*), traduite directement, est une notion élémentaire, qui correspond au savoir-faire de l'APC. Finalement, l'équivalent du savoir-agir complexe est ce qu'appelle V. Merriënboer une compétence professionnelle, intégrant du savoir, des compétences et des attitudes³ pour répondre à des problématiques du monde professionnel [15, p. 2]. En synthèse, les deux approches s'opèrent à des niveaux différents, mais définissent un cadre autour de la notion de compétence professionnelle semblable, soit une notion complexe composée d'éléments élémentaires internes et externes à l'apprenant, permettant finalement d'agir lors de situations professionnelles authentiques.

Le mécanisme d'apprentissage dans 4C/ID repose sur la mise en pratique de tâches authentiques [15, p. 9]. Le principe est le suivant : une tâche est donnée à un apprenant. Une fois qu'il termine la tâche, soit le résultat est conforme aux attentes (qualité du travail, temps pour réaliser la tâche, etc) et il reçoit une autre tâche avec un niveau de support et de guidage réduit, soit les résultats ne sont pas conformes aux attentes et il reçoit plus ou autant de support et de guidage pour la prochaine tâche. Si l'apprenant parvient à terminer une tâche sans support, et que le travail fait est conforme aux attentes, alors on considère

³ Traduit de "*knowledge, skills and attitudes*".

qu'il peut passer à un niveau de complexité supérieur pour le même type de tâche, ce qui correspond à la notion de classe de tâche. Une fois la dernière classe de tâche validée, on considère que l'apprenant maîtrise, à hauteur des objectifs pédagogiques ciblés, la ou les compétences professionnelles associées à la tâche.

Fig. 1. Algorithme de sélection de tâche en fonction des performances de l'étudiant

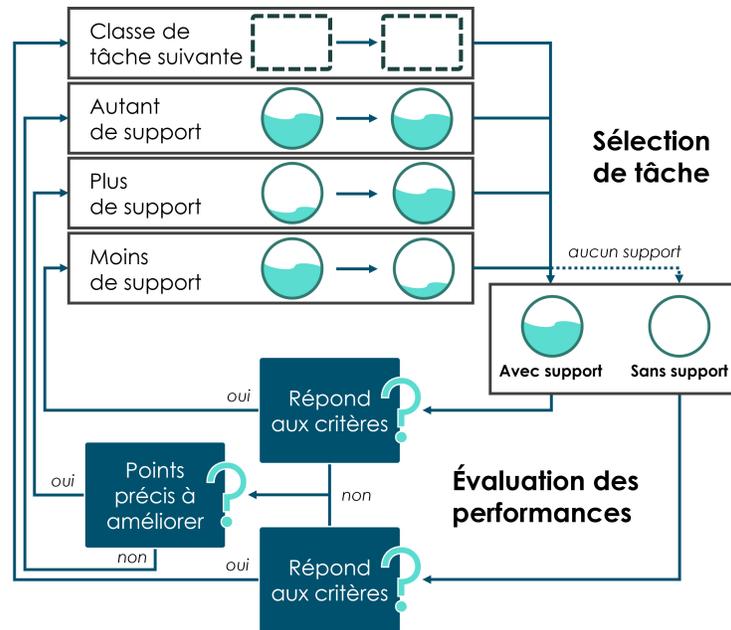


Figure inspirée et traduite de [15, p. 27]

Afin de permettre aux étudiants d'avancer à leur propre rythme, un algorithme de sélection dynamique de tâches (voir la Fig. 1) est proposé au sein de 4C/ID [15, p. 26]. Il se divise en trois parties : l'étudiant effectue la tâche, ses performances sont évaluées de manière formative, le niveau de support et de guidage est sélectionné pour la prochaine tâche selon les performances. Cet algorithme nous mène à nos deux questions de recherche :

Question 1. Comment assister les enseignants et les apprenants dans l'évaluation en continu de la performance des apprenants engagés dans une tâche authentique ?

Question 2. Comment concevoir un système interactif adaptant dynamiquement le niveau de guidage et de support à fournir aux apprenants engagés dans une tâche authentique ?

Pour assister les enseignants et les apprenants dans la mise en place d'une évaluation en continu, il faut collecter des traces numériques, définir des indicateurs de performance et pouvoir visualiser ces derniers. C'est pourquoi nous nous appuyons sur l'utilisation de tableaux de bord. Or, d'après une revue de la littérature de 2020 sur les tableaux de bord pour l'apprentissage, ils ne sont, en majorité, pas fondés sur des théories de l'apprentissage [7, p. 7]. Elle indique aussi que les prochaines études devraient intégrer des recommandations sur les tactiques et stratégies d'apprentissage [7, p. 14-15].

3 Contributions visées

Pour la Question 1, nous visons la production d'un ou plusieurs systèmes interactifs permettant de visualiser des indicateurs de performances et des *feedbacks*. Parmi ceux-ci, nous prévoyons de proposer un prototype de tableau de bord dont les indicateurs seront choisis à partir des théories de l'apprentissage les plus établies.

Pour la Question 2, nous produirons un prototype de système interactif implantant l'algorithme de sélection dynamique de tâche abordé dans la Section 2. À la suite de cela, nous espérons produire des directives et des recommandations pour la conception de systèmes interactifs lors de la mise en œuvre de la sélection dynamique de tâches et de l'évaluation continue. Ces directives intégreront des modèles génériques de tâche authentique (avec les notions de support et de guidage) et de critère d'évaluation.

4 Méthode de conduite de la recherche

Pour cette thèse, nous utiliserons la méthode *design-based research*. C'est une méthode utilisée depuis les années 2000 dans le domaine des EIAH [2,5]. Elle met en œuvre une approche itérative dont le point de départ de chaque cycle est une problématique et produit, en fin de cycle, de nouvelles connaissances ainsi que de nouvelles hypothèses qui seront vérifiées dans une prochaine itération. Comme le disent Wang et Hannafin, chaque cycle se compose des phases suivantes : analyse, conception, développement et implantation [17, p. 6].

Nous prévoyons deux itérations sur une période de 18 mois dans le cadre d'enseignements informatiques, suivies d'une itération complémentaire dans le cadre d'un enseignement dans un autre domaine, comme les sciences expérimentales, pour tester la généralité de nos contributions. Pour débiter ces travaux de recherche, et conformément au deuxième des principes énoncés par Wang et Hannafin [17, p. 16], nous avons établi un plan de recherche initial, que nous détaillons dans la Section 5. Un tel plan nous permet de définir des objectifs raisonnables.

4.1 Analyse du problème et conception

Cette phase requiert un travail préliminaire concernant les besoins que devra satisfaire l'itération en cours. Il s'agira d'abord d'explorer les publications existantes

concernant la problématique que l'on souhaite traiter. De cette façon, nous en tireront les limites de l'état de l'art, et les hypothèses que nous souhaitons valider ou invalider dans l'itération en cours. Nous travaillerons aussi avec les acteurs du domaine, les enseignants et les étudiants, pour nous assurer de la faisabilité de nos contributions en contexte écologique. Puis, nous concevrons un prototype permettant de mettre en place un environnement de test pour nos hypothèses. Nous inscrivant dans une démarche de science ouverte, le code source résultant de la thèse sera mis à disposition, sous licence libre et sur un dépôt public. De plus, et pour faciliter l'interopérabilité entre nos systèmes interactifs, nous mettrons à disposition nos données, standardisées selon la spécification xAPI, très largement utilisée dans le domaine des *Learning Analytics*.

4.2 Méthode de production de données

Pour la phase de production de données, nous conduirons des études quantitatives sur la base des traces numériques collectées avec le prototype conçu dans la phase précédente, ainsi que des études qualitatives auprès des enseignants et étudiants. Ces expérimentations seront conduites en contexte écologique, au sein des 3 universités toulousaines et concerneront a minima 3 formations : les 2 BUT Informatique des IUT de Blagnac (Université Toulouse 2) et Rodez (Université Toulouse 1) et le Master Développement Logiciel de l'Université Toulouse 3. De plus, la mise en place de la réforme du BUT cette année, incluant la refonte des programmes en approche par compétences offre une fenêtre idéale pour les expérimentations sur la durée de la thèse, ouvrant le terrain d'expérimentation potentiellement aux 45 départements informatiques des IUT répartis sur toute la France.

4.3 Méthode d'analyse des données

Nous chercherons à mesurer l'impact de nos prototypes sur les résultats d'apprentissage ainsi que les comportements des étudiants, en comparant ces indicateurs en fonction de l'utilisation des prototypes. L'exploration de processus (*process mining*) est un champ de recherche dont l'objectif est de découvrir, d'analyser et d'améliorer les processus métier sur la base des données d'événements [1, p. 76]. Les outils et techniques développés dans ce domaine seront utiles pour l'étude des comportements et leur classification (*clustering*) [12]. Nous pensons pouvoir exploiter cette capacité à classer des activités (les activités qui composent le processus d'apprentissage lors d'une séance de travaux pratiques), caractérisant des profils type, pour identifier les différents profils d'étudiants en fonction de leur processus d'apprentissage, c'est-à-dire, de leur manière d'orchestrer les activités d'apprentissage.

Enfin, nous recueillerons également les retours des enseignants et des apprenants à l'aide de questionnaires et d'entretiens pour essayer d'expliquer les résultats de nos études quantitatives. Nous pourrons ensuite conduire l'analyse de ces données qualitatives en suivant les étapes définies par Krief et Zardet [4, p. 222] : pré-analyse, codage et interprétation.

5 Plan de recherche initial

Nous considérerons d'abord l'apprentissage de l'informatique dans l'enseignement supérieur et un ensemble de quelques tâches authentiques, parce que ce domaine est nativement instrumenté pour recueillir les données d'apprentissage aux cours des séances de travaux pratiques. Il sera probablement nécessaire de mettre en place des intermédiaires numériques pour certaines disciplines n'intégrant pas l'usage de l'informatique lors des travaux pratiques. Aussi, un ensemble de tâches authentiques réduit facilitera les expérimentations ainsi que leur analyse.

Pour la Question 1, nous avons déjà entamé le travail de prototypage avec Git4School, tableau de bord permettant de suivre la progression d'étudiants travaillant sur des dépôts Git [10, 11]. L'évaluation en continu de tous les étudiants d'un groupe de travaux pratiques est une tâche fastidieuse lorsque l'enseignant n'a pas d'outil en sa possession pour l'automatiser, complètement ou partiellement. C'est pour cette raison que Git4School a été développé, et nous continuerons à travailler sur la piste des tableaux de bord. Suite à l'état de l'art concernant les tableaux de bord pour l'apprentissage vu en Section 2, nous souhaitons nous concentrer sur la visualisation d'indicateurs concernant l'apprentissage de l'étudiant ainsi que sur les recommandations de stratégies et tactiques d'apprentissage pour l'étudiant. Pour cela, il faudra concevoir un tableau de bord mettant à disposition des étudiants des indications et des recommandations sur leur apprentissage.

L'algorithme expliqué en Section 2 est abstrait et constitue une base de travail. En effet, pour l'opérationnaliser, il faudra définir un modèle de tâche authentique et y intégrer les notions de support et de guidage de façon concrète, qui peuvent varier selon la discipline dans laquelle l'algorithme est mis en place.

Enfin, pour atteindre l'objectif de généralité, on étudiera comment rendre générique les contributions initiales provenant du champ de l'apprentissage de l'informatique. Pour ce faire, nous identifierons les concepts et notions spécifiques afin de les abstraire. Ces abstractions nous permettront d'établir des modèles génériques et des outils pour les spécifier selon la discipline visée.

6 Conclusion

Dans ce papier de positionnement, nous avons décrit notre objectif de faciliter, à l'aide du numérique, la mise en œuvre pour les enseignants d'un programme de formation à base de compétences. Pour ce faire, nous nous appuyerons sur le modèle 4C/ID et son mécanisme fondamental de sélection dynamique de tâches. Il sera alors nécessaire de travailler sur la mise en œuvre de l'évaluation de la performance et de l'adaptation du niveau de support et de guidage. La Question 1 sur l'évaluation des performances sera notre point de départ. Nous nous appuyerons sur les travaux initiés dans Git4School, qui a donné quelques résultats expérimentaux montrant qu'il fournit des éléments d'évaluation facilitant la prise de décision d'un enseignant lors d'une séance de travaux pratiques [10].

References

1. Aalst, W.V.D.: Process mining. *Communications of the ACM* **55**(8), 76–83 (2012). <https://doi.org/10.1145/2240236.2240257>
2. Bell, P., Linn, M.C.: Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with kie. *International Journal of Science Education* **22**(8), 797–817 (2000). <https://doi.org/10.1080/095006900412284>
3. Koenen, A.K., Dochy, F., Berghmans, I.: A phenomenographic analysis of the implementation of competence-based education in higher education. *Teaching and Teacher Education* **50**, 1–12 (2015)
4. Krief, N., Zardet, V.: Analyse de données qualitatives et recherche-intervention. *Recherches en sciences de gestion* (2), 211–237 (2013)
5. Linn, M.C., Clark, D., Slotta, J.D.: Wise design for knowledge integration. *Science Education* **87**(4), 517–538 (2003). <https://doi.org/10.1002/sce.10086>
6. Marcellis, M., Barendsen, E., van Merriënboer, J.: Designing a blended course in android app development using 4c/id. In: *Proceedings of the 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*. pp. 1–5 (2018)
7. Matcha, W., Ahmad Uzir, N., Gasevic, D., Pardo, A.: A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards: A self-regulated learning perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies* **PP**, 1–1 (05 2019). <https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2916802>
8. Merriënboer, J.J.G.v., Clark, R.E., Croock, M.B.M.d.: Blueprints for complex learning: The 4c/id-model. *Educational Technology Research and Development* **50**(2), 39–61 (2002). <https://doi.org/10.1007/bf02504993>
9. Poumay, M., Tardif, J., Georges, F., Scallon, G.: *Organiser la formation à partir des compétences: un pari gagnant pour l'apprentissage dans le supérieur*. De Boeck supérieur (2017)
10. Raclet, J.B., Silvestre, F.: Addressing global challenges and quality education, 15th european conference on technology enhanced learning, ec-tel 2020, heidelberg, germany, september 14–18, 2020, proceedings. *Lecture Notes in Computer Science* p. 392–397 (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-57717-9_33
11. Raclet, J.B., Silvestre, F., Pons, M.: Mise en oeuvre d'approches pédagogiques fondées sur des pratiques de l'industrie du logiciel pour l'apprentissage de la programmation. In: *2020 Colloque Didapro 8-DidaSTIC: L'informatique, objets d'enseignements*. pp. 1–12 (2020)
12. Song, M., Günther, C.W., Aalst, W.M.P.v.d.: Business process management workshops, bpm 2008 international workshops, milano, italy, september 1-4, 2008. revised papers. *Lecture Notes in Business Information Processing* p. 109–120 (2009). https://doi.org/10.1007/978-3-642-00328-8_11
13. Susilo, A.P., van Merriënboer, J., van Dalen, J., Claramita, M., Scherpbier, A.: From lecture to learning tasks: use of the 4c/id model in a communication skills course in a continuing professional education context. *The Journal of Continuing Education in Nursing* **44**(6), 278–284 (2013)
14. Tardif, J.: *L'évaluation des compétences: documenter le parcours de développement* (2006)
15. Van Merriënboer, J.J., Kirschner, P.A.: *Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design*. Routledge (2017)
16. Vandewaetere, M., Manhaeve, D., Aertgeerts, B., Clarebout, G., Van Merriënboer, J.J., Roex, A.: 4c/id in medical education: How to design an educational program based on whole-task learning: A mee guide no. 93. *Medical teacher* **37**(1), 4–20 (2015)

17. Wang, F., Hannafin, M.J.: Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development* **53**(4), 5–23 (2005). <https://doi.org/10.1007/bf02504682>



RENCONTRES JEUNES CHERCHEUR·E·S

RJC EIAH 2022

Rencontres Jeunes Chercheur·e·s en EIAH

Session de communications 4 : Fouille de données d'apprentissage

Animateur de session : Alexis Lebis

Stratégies volitionnelles et sentiment d’autoefficacité à persister en formation : une étude empirique menée auprès d’étudiants infirmiers dans un contexte d’environnement éducatif hybride.

Isabelle Lécluse-Cousyn¹, doctorante de 4^{ème} année en sciences de l’éducation

¹ Université de Lille, France. Laboratoire CIREL (EA 4354)
isabelle.lecluse@free.fr

Résumé. Située dans le contexte d’hybridation des instituts de formation infirmiers, cette recherche porte sur les mécanismes à l’œuvre entre le sentiment d’autoefficacité des étudiants infirmiers à persister en formation et les stratégies volitionnelles qu’ils utilisent lors de leurs activités d’apprentissage. Sur le plan empirique, elle avait pour objectif d’une part, de vérifier l’existence d’un lien statistique entre ces deux dimensions conceptuelles et d’autre part, de comprendre la nature de ce lien par la réalisation d’entretiens. Les résultats montrent que le sentiment d’autoefficacité à persister en formation de ces étudiants serait soutenu par des stratégies volitionnelles regroupées en quatre axes : une gestion de leur contexte d’apprentissage, une gestion de leur contexte social, une régulation personnelle de leurs émotions et leur niveau d’autodétermination en formation.

Mots clés. Environnement éducatif hybride, sentiment d’autoefficacité, stratégies volitionnelles, autorégulation, abandon des études.

Abstract. Situated in the context of the hybridization of the nursing training institutes, this research focuses on the mechanisms at work between nursing students’ self-efficacy to persist in training and the volitional learning strategies used during their learning activities. Empirically, the aim was to verify the existence of a statistical link between these two conceptual dimensions and to understand the nature of this link through interviews. The results show that self-efficacy to persist in training of these students had supported by volitional learning strategies grouped in four axes: a management of their learning context, a management of their social context, a personal regulation of their emotions and their level of self-determination in training.

Keywords. Hybrid learning environment, self-efficacy, volitional learning strategies, self-regulation, study abandonment.

1. Introduction

Depuis 2009, le contexte d’hybridation des dispositifs éducatifs des IFSI¹ pose de façon récurrente la question de l’autonomie des apprentissages des étudiants infirmiers. En

¹ Instituts de Formation en Soins Infirmiers

2

effet, l'alternance entre modalités présentes et à distance a amené ces étudiants à réaliser certaines activités d'apprentissage hors des murs de l'institut. De plus, ils sont considérés comme sujets auteurs et acteurs de leur formation. Cependant, être dans un environnement éducatif prônant l'autonomie des apprentissages et être un étudiant autonome sont deux choses différentes. Sans le développement de capacités d'autorégulation, l'étudiant risque de ne pas arriver au terme de sa formation. L'abandon des études en IFSI est d'ailleurs un phénomène actuel [6] remettant en question leur sentiment de se sentir capables de persister dans leur formation.

La communication proposée présente certains aspects d'une recherche en sciences de l'éducation menée dans le cadre d'une thèse doctorale. L'objet était d'étudier le lien entre le sentiment d'autoefficacité des étudiants infirmiers à persister en formation et l'autorégulation de leurs apprentissages. Plus précisément, le type de stratégies d'autorégulation étudié concernait les stratégies volitionnelles utilisées par l'étudiant pendant ses activités d'apprentissage en présence à l'institut ou à distance. Notre hypothèse de travail était la suivante : « *Dans un environnement éducatif hybride, les stratégies volitionnelles utilisées par les étudiants infirmiers pendant leurs activités d'apprentissage ont un effet sur leur sentiment d'autoefficacité à persister dans leur formation* ». La section suivante de l'article vise à définir brièvement les deux dimensions conceptuelles à l'étude : 1/les stratégies volitionnelles et 2/le sentiment d'autoefficacité. La troisième partie présente l'étude empirique menée au sein d'une promotion d'étudiants infirmiers de 2^{ème} année d'un IFSI français. La quatrième partie présente les résultats obtenus et la cinquième partie se centre sur leur discussion. L'article se termine sur une conclusion et des perspectives.

2. Les deux dimensions conceptuelles à l'étude : les stratégies volitionnelles et le sentiment d'autoefficacité

2.1 Les stratégies volitionnelles

N'intervenant pas directement sur le traitement de l'information pendant une activité d'apprentissage, les stratégies volitionnelles permettent à un apprenant de « se mettre au travail et d'y rester » [7]. Elles protègent l'intention d'apprendre durant une activité d'apprentissage. Conscient du manque de consensus sur la catégorisation des stratégies volitionnelles, Cosnefroy [7] a construit une nouvelle taxonomie. L'auteur structure les différentes catégories de stratégies volitionnelles en processus internes et externes d'autorégulation, en fonction de leur contrôle direct ou indirect sur la cognition, la motivation et les affects du sujet. Les processus internes de l'autorégulation comprennent les stratégies de contrôle volitionnel de la cognition et les stratégies de contrôle de la motivation et des émotions. Quant aux processus externes d'autorégulation, ils correspondent aux stratégies de contrôle de l'environnement, d'accroissement des ressources disponibles et de structuration du temps.

La taxonomie de Cosnefroy [7] a servi de référence pour les travaux du groupe *Adapte* ayant mené des recherches sur les stratégies volitionnelles [1, 10, 13]. Les résultats de ces travaux ont permis notamment de définir une catégorisation de stratégies

volitionnelles [1]. A partir de cette catégorisation, les chercheurs ont construit un questionnaire intitulé « *Se mettre au travail et y rester* » [1] ayant été utilisé dans la recherche à l'origine de cet article.

2.2 Le sentiment d'autoefficacité

Le sentiment d'autoefficacité est défini par Bandura comme la « croyance en sa propre capacité à organiser et exécuter une série d'actions nécessaires pour parvenir à la situation visée » [2]. Tenant un rôle central dans la régulation cognitive de la motivation et du comportement humain, le sentiment d'autoefficacité est considéré comme un élément-clé de l'agentivité individuelle qui permet la persistance de l'individu dans un comportement. Dans le domaine de la formation, plus la perception d'efficacité personnelle d'un étudiant est élevée, plus il est en mesure de persister dans sa formation [3].

Considérant les croyances d'efficacité comme ancrées dans un domaine spécifique, Bandura recommande d'utiliser des outils adaptés au contexte dans lequel le sentiment d'autoefficacité est mesuré [2]. Mesurant le sentiment d'autoefficacité des étudiants dans le contexte spécifique de leurs études, l'échelle du sentiment d'autoefficacité en formation élaborée par Heutte [9] et adaptée de celle de Follenfant et Meyer [8] suit donc la recommandation de Bandura. Cette échelle, utilisée lors de la phase quantitative de l'étude empirique décrite dans cet article, mesure le sentiment d'autoefficacité en formation des étudiants, mais non leur persistance dans leurs études. Cette question de persistance est appréhendée lors de la phase qualitative de l'étude.

3. L'étude empirique

L'étude s'est organisée en deux phases : 1) Une quantitative, afin de vérifier l'existence d'un lien statistique entre les stratégies volitionnelles utilisées par les étudiants infirmiers pendant leurs activités d'apprentissage et leur sentiment d'autoefficacité à persister en formation. Cette première phase s'est appuyée sur une enquête par questionnaire. 2) Une qualitative, afin de comprendre la nature du lien et répondre à l'hypothèse formulée. Cette seconde phase de l'étude empirique a reposé sur des entretiens individuels semi-directifs. Même s'il invoque une méthodologie mixte, le paradigme sous-tendu est surtout interprétatif car la dominance est ici qualitative.

Les étudiants sollicités proviennent d'un IFSI français dont le dispositif hybride est « centré sur l'apprenant » [5], corroborant à l'approche constructiviste du référentiel de formation de 2009 relatif au diplôme d'état infirmier. Ce dispositif met en œuvre une hybridation des modalités des activités d'apprentissage proposées aux étudiants. En effet, les étudiants peuvent être amenés à réaliser ces activités en présentiel à l'institut ou à distance via un Environnement Numérique de Travail (ENT). L'enjeu de la persistance dans les études étant plus saillant chez les étudiants infirmiers de 2^{ème} année [4], notre choix du profil des personnes s'est donc porté vers cette typologie d'étudiants.

La passation du questionnaire en ligne² a eu lieu en février et mars 2020. Sur les 56 étudiants, 44 ont accepté de participer au volet quantitatif de l'étude. Ce questionnaire a été élaboré en juxtaposant les deux échelles mentionnées précédemment [9, 1]. D'autres questions ont été intégrées au début du questionnaire pour identifier le profil

² Elaboré sous *Google Forms*.

4

sociodémographique des répondants. À cette occasion, les propriétés psychométriques de ce questionnaire³ ont été vérifiées. Pour réaliser l'analyse des données quantitatives, nous avons utilisé le logiciel Jamovi 1.2.27. Après une analyse statistique descriptive, le coefficient de corrélation de Spearman a été utilisé dans le traitement d'analyse inférentielle pour vérifier l'existence d'un lien entre stratégies volitionnelles et sentiment d'autoefficacité en formation.

Les entretiens ont été réalisés en juin 2020, s'appuyant sur un guide d'entretien basé sur les deux dimensions conceptuelles étudiées. Ces dimensions sont considérées comme des catégories *a priori* [12]. Cependant, la formulation des questions posées vise à ne pas enfermer l'étudiant interviewé dans ces catégories préexistantes et à favoriser l'apparition d'autres catégories émergentes. Le guide d'entretien contient également des questions permettant de faire préciser à l'étudiant la modalité présente ou à distance des stratégies utilisées lors de ses activités d'apprentissage. Sur les 56 étudiants, 22 se sont portés volontaires pour être interviewés. L'analyse des propos recueillis a été réalisée en appliquant la méthode par catégories conceptualisantes de Paillé et Mucchielli [12] à l'aide du logiciel d'analyse qualitative QDA Miner 6.0. Le panel de répondants à l'étude empirique présentait les caractéristiques présentées en tableau 1.ci-après.

Tableau 1. Quelques caractéristiques de l'échantillon de étudiants infirmiers ayant participé à l'étude empirique (2020)

	PHASE QUANTITATIVE Effectif total (N) = 44		PHASE QUALITATIVE Effectif total (N) = 22	
	Effectif (N)	Pourcentage	Effectif (N)	Pourcentage
Sexe				
Hommes	7	16%	4	18.2%
Femmes	37	84%	18	81.8%
Age				
18-25 ans	28	64%	15	68.2%
26-35 ans	12	27%	4	18.2%
36-45 ans	4	9%	3	13.6%

4. Les résultats

Les résultats de la phase quantitative de l'étude ont mis en évidence une corrélation entre la moyenne des catégories des stratégies volitionnelles utilisées par les étudiants (MOY TOT VOL) et la moyenne des sous-dimensions relatives à leur sentiment d'autoefficacité en formation (MOY SEP). A l'instar du guide de Navarro, Foxcroft et Meunier [11], le coefficient de corrélation est modéré ($r=.439$) et le lien est significatif ($p \text{ value} = .003$). Les résultats ont été formalisés dans le tableau 2 ci-après.

Les résultats de la phase qualitative de l'étude ont permis de mieux comprendre la nature de ce lien, en mettant en évidence quatre catégories de stratégies volitionnelles soutenant le sentiment d'autoefficacité à persister en formation des étudiants: 1) une gestion du contexte d'apprentissage regroupant les stratégies de gestion du temps (ET) et de contrôle de l'environnement (EE) ; 2) une gestion du contexte social, correspondant aux stratégies d'exploitation des ressources (ER) ; 3) une régulation personnelle

³ Basé sur une échelle de Likert à quatre points.

des d'émotions, se référant aux stratégies de contrôle des émotions (IE) et 4) des stratégies relatives à leur niveau d'autodétermination en formation, se rapportant à des stratégies de gestion de la motivation (IM). Corroborant à ces résultats qualitatifs, les tests statistiques ont mis en évidence des corrélations faibles ($0.2 < r < 0.4$) et modérées ($0.4 < r < 0.7$) entre d'une part, la moyenne des sous-dimensions du sentiment d'autoefficacité en formation des étudiants (MOY SEP) et d'autre part, la moyenne des stratégies d'exploitation des ressources utilisées (MOY ER) et des sous-catégories de stratégies volitionnelles ET01⁴, EE02⁵, IM07⁶, IM02⁷ et IE08⁸. Les liens sont significatifs (p value < .05) et le sens des relations est positif. Les résultats qualitatifs étant corroborés à ceux de la phase quantitative, nous avons considéré notre hypothèse comme validée. L'intervalle de trois mois entre les deux phases de l'étude ne semble donc pas avoir influencé les résultats obtenus.

Tableau 2. Résultats de l'étude empirique menée auprès d'étudiants infirmiers français (2020)

Phase de l'étude empirique	Quantitative			
Résultats	Sous-dimensions	Rho de Spearman	p-value	Sens de la relation
	MOY TOT VOL-MOY SEP	.439	.003	Linéaire positif
Phases de l'étude empirique	Qualitative			
Résultats	Quatre catégories de stratégies volitionnelles soutiendraient le sentiment d'autoefficacité à persister en formation des étudiants interviewés : 1) Des stratégies relatives à une gestion de leur contexte d'apprentissage, 2) à une gestion de leur contexte social, 3) à une régulation personnelle de leurs émotions et 4) à leur niveau d'autodétermination en formation.			
Comparaison des résultats de la phase qualitative avec les résultats de la phase quantitative				
	Sous-dimensions	Rho de Spearman	p-value	Sens de la relation
Gestion du contexte d'apprentissage	ET01-MOY SEP	.339	.024	Linéaire positif
	EE02-MOY SEP	.348	.021	
Gestion du contexte social	MOY ER- MOY SEP	.312	.039	
Régulation personnelle des émotions	IE08-MOY SEP	.358	.017	
Niveau d'autodétermination en formation	IM07- MOY SEP	.402	.007	
	IM02- MOY SEP	.319	.035	

5. Discussion

⁴ « Pour m'encourager à persévérer dans une tâche d'apprentissage, je fais le point sur l'état d'avancement de mon travail »

⁵ « Avant de réaliser l'activité d'apprentissage, je rassemble tout le matériel dont j'aurai besoin pour avoir tout sous la main »

⁶ « L'envie de bien maîtriser ma matière m'encourage à continuer à réaliser mes tâches d'apprentissage même quand j'en ai assez »

⁷ « Quand j'éprouve des difficultés à réaliser une tâche, je pense au but lointain que je veux atteindre (obtenir un diplôme, exercer un métier...) »

⁸ « Lorsque je songe à abandonner la réalisation d'une activité d'apprentissage, ma fierté personnelle m'empêche de baisser les bras »

6

Comme vu précédemment, les stratégies volitionnelles qui soutiendraient le sentiment d'autoefficacité à persister en formation des étudiants infirmiers peuvent être regroupées en quatre catégories : 1) une gestion du contexte d'apprentissage; 2) une gestion du contexte social ; 3) une régulation personnelle des émotions et 4) des stratégies relatives à leur niveau d'autodétermination en formation.

La gestion du contexte d'apprentissage consiste pour 100% des étudiants interviewés, à respecter leur fonctionnement personnel, comme leurs habitudes de travail ou leur rythme biologique. En revanche, pour 50% des étudiants, elle consiste également à contrôler leur environnement de travail afin de favoriser leur concentration et limiter les distractions. Selon ces étudiants, l'utilisation de stratégies visant à contrôler leur environnement de travail serait facilitée lors des activités d'apprentissage à distance réalisées à leur domicile.

Concernant la gestion du contexte social, elle se réfère, pour 40.9% des étudiants interviewés, à la sollicitation de pairs ou de proches pour se motiver à se mettre au travail et à y rester. Cependant, ces étudiants expliquent avoir davantage de facilités à solliciter leurs pairs lors des activités d'apprentissage présentes réalisées à l'institut, du fait de leur proximité physique.

Pour la régulation personnelle de leurs émotions, 90.9% des étudiants interviewés relatent qu'elle consiste à anticiper des émotions positives ou négatives pour se mettre au travail et y rester. Il s'agit par exemple d'anticiper la fierté personnelle ressentie lors d'une tâche d'apprentissage terminée ou alors, d'imaginer les conséquences négatives qu'entraînerait une interruption du travail.

Quant aux stratégies relatives à leur niveau d'autodétermination en formation, elles font référence, pour 95.5% des étudiants interviewés, à une motivation intrinsèque se traduisant par l'instauration de buts de maîtrise. De plus, pour 59.1% des étudiants, se rappeler son but de formation leur permettrait également de se sentir capables d'aller au bout de leurs études.

La question relative à la différence d'utilisation des stratégies volitionnelles suivant la modalité des activités d'apprentissage mériterait d'être approfondie lors d'une recherche ultérieure. De ce fait, les résultats de l'étude présentée dans cet article n'ont de portée que celle du contexte éducatif hybride dans lequel ils ont été obtenus.

6. Conclusion et perspectives

Située dans le contexte d'hybridation des IFSI, cette étude a mis en évidence que plusieurs catégories de stratégies volitionnelles utilisées par les étudiants infirmiers durant leurs activités d'apprentissage auraient un effet sur leur sentiment d'autoefficacité à persister en formation. Ce résultat apporte des éléments de réponse supplémentaires aux travaux du groupe *Adapte* [10] ayant montré une interaction entre le sentiment de compétence des étudiants et leur profil volitionnel. Cependant, une perspective pour cette recherche serait de réaliser la même étude empirique auprès d'autres groupes d'étudiants afin de pouvoir déterminer des clusters volitionnels soutenant leur sentiment d'autoefficacité à persister en formation.

Enfin, de par les résultats qualitatifs obtenus, cette étude a produit des connaissances visant à éclairer les enjeux de l'abandon des études des étudiants infirmiers dans le cadre de l'hybridation des dispositifs de formation en IFSI.

Références

1. Baillet D. et al. : Les stratégies volitionnelles dans l'enseignement supérieur : se mettre au travail et s'y maintenir. In : Noël B. and Cartier S. (eds) De la métacognition à l'apprentissage autorégulé 2016. pp. 159-175. Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck supérieur (2016).
2. Bandura, A. : Autoefficacité. Le sentiment d'efficacité personnelle. Paris : De Boeck (2003).
3. Bandura, A.: La théorie sociale cognitive : une perspective agentique. In : Carré P. and Fenouillet F. (eds) Traité de psychologie de la motivation 2009. pp. 15-45. Dunod (2009).
4. Boittin, I. : Etudiants en soins infirmiers de deuxième année : Crise identitaire: la mise à l'épreuve des motivations. Recherche en soins infirmiers, 68, 66-92 (2002).
5. Borruat, S. et al. : Dispositifs hybrides, nouvelle perspective pour une pédagogie renouvelée de l'enseignement supérieur. Deschryver, N. et Charlier, B., éditeurs: HY-SUP: Programme Education et formation tout au long de la vie, Genève. Université de Genève, 16 (2012).
6. Casteran-Sacreste, B. (2018). Les étudiants en formation de santé en 2017 et 2018. —Ministère des Solidarités et de la Santé. Consulté le 10.01.19 à l'adresse <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/etudes-et-statistiques/publications/article/les-etudiants-en-formation-de-sante-en-2017-et-2018>.
7. Cosnefroy, L. : L'apprentissage autorégulé : Entre cognition et motivation. Grenoble : Presses universitaires de Grenoble (2011).
8. Follenfant A., Meyer T. : Pratiques déclarées, sentiment d'avoir appris et auto-efficacité au travail. Résultats de l'enquête quantitative par questionnaires, In : Carré P. and Charbonnier O. (eds) Les apprentissages professionnels informels, Paris, L'Harmattan (2003).
9. Heutte, J. (2011). La part du collectif dans la motivation et son impact sur le bien-être comme médiateur de la réussite des étudiants : Complémentarités et contributions entre l'autodétermination, l'auto-efficacité et l'autotélisme [Thèse de doctorat, Paris 10]. Consulté le 10.10.20 à l'adresse suivante : <https://www.theses.fr/2011PA100043>
10. Houart, M. et al. : La volition, entre motivation et cognition : Quelle place dans la pratique des étudiants, quels liens avec la motivation et la cognition? Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur, 35(35(1)), Article 35(1) (2019).
11. Navarro, D., Foxcroft, D., Meunier, J.-M. (2020) : Apprentissage des statistiques avec Jamovi. Consulté le 01.04.20 à l'adresse suivante : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02335912>
12. Paillé, P., Mucchielli, A. : L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales. Armand Colin (2016).
13. Poncin, C. et al. : Les stratégies volitionnelles dans la réalisation autonome de tâches : Synthèse, exercices et mémorisation de la recherche au soutien spécifique. Soutien à l'apprentissage autorégulé en contexte scolaire, 85-114 (2017).

Vers un modèle général de recommandation de trajectoires d'apprentissage

Jean Vassoyan^{1,2}, 1^{ère} année de thèse

¹ Centre Borelli, ENS Paris-Saclay, Université Paris-Saclay, CNRS, 4 Avenue des Sciences, F-91190 Gif-sur-Yvette, France

² onepoint, 29 rue des Sablons, F-75116 Paris, France
jean.vassoyan@ens-paris-saclay.fr

Résumé L'apprentissage adaptatif est un domaine de l'e-learning qui consiste à étudier et concevoir des dispositifs informatiques capables de délivrer des expériences d'apprentissage personnalisées. Dans la pratique, ces systèmes reposent souvent sur une étape de représentation des connaissances réalisée par des experts (taggage des ressources pédagogiques, dressage de cartes de compétences, indication des prérequis etc.), ce qui réduit considérablement leur flexibilité.

Cet article s'intéresse au problème de recommandation de trajectoires d'apprentissage en se fixant comme contrainte de n'utiliser que des données directement accessibles, à savoir : les contenus pédagogiques des ressources, les données des interactions entre apprenants et ressources et des taxonomies disponibles en ligne.

Les contributions de cet article sont les suivantes : nous établissons une formalisation du problème susmentionné, nous introduisons de nouveaux modèles du domaine et de l'apprenant et nous proposons une perspective de recherche pour le modèle instructionnel, formulée sous forme d'un problème d'apprentissage par renforcement. Il s'agit donc essentiellement d'une intention de recherche, avec proposition d'un premier modèle théorique qui devra par la suite être complété et testé pour en prouver l'efficacité.

Mots-clés : apprentissage adaptatif · trajectoire d'apprentissage · moteur de recommandation · représentation des connaissances · apprentissage automatique · apprentissage par renforcement

1 Introduction

1.1 Contexte

Cet article s'inscrit dans le champ de l'apprentissage adaptatif, domaine qui émerge dans les années 1980 avec l'arrivée des premiers ITSs (*Intelligent Tutoring Systems*) et qui connaît un grand essor à partir des années 1990.

Comme décrit par T. Murray dans [9], un système d'apprentissage adaptatif se décompose généralement en 4 parties : le modèle du domaine, le modèle de l'apprenant, le modèle instructionnel et le modèle interface utilisateur. Seuls les trois premiers modèles nous intéresseront ici.

Malgré l'existence de cette structuration standard, les systèmes d'apprentissage adaptatif peuvent servir des objectifs très variés : recommandations d'exercices, feedbacks, aides à la mémorisation etc. Dans le cadre de cette étude, nous nous intéresserons au problème de recommandation de trajectoires d'apprentissage, qui consiste à recommander à chaque apprenant une séquence de ressources pédagogiques dans le but de maximiser ses gains d'apprentissage.

Pour cela, la plupart des approches de l'état de l'art nécessitent un niveau important de structuration du modèle du domaine, généralement assisté par des experts : ces derniers peuvent par exemple être amenés à taguer les ressources pédagogiques, à établir des relations de prérequis entre ces ressources, à dresser des cartes de compétences etc.

Cette pratique présente toutefois trois inconvénients majeurs. D'abord, elle alourdit considérablement le processus d'ajout de nouvelles ressources. De plus, elle délivre des représentations relativement pauvres qui ne permettent pas de rendre compte de la complexité des interactions entre apprenants et ressources. Enfin, elle conduit à des dispositifs peu réutilisables, car construits sur un modèle du domaine très spécifique aux matériaux d'apprentissage utilisés.

Nous proposons donc dans cet article une nouvelle approche au problème de recommandation de trajectoires d'apprentissage, qui se voudra la plus autosuffisante possible, c'est-à-dire ne nécessitant aucune intervention humaine pour la structuration du modèle du domaine. Elle aura donc vocation à être facilement répliquable sur tout corpus de ressources pédagogiques satisfaisant à une série d'hypothèses que nous énoncerons dans la suite.

1.2 Cadre de travail et énoncé du problème

Le cadre dans lequel nous nous proposons de travailler est celui d'une plateforme d'apprentissage adaptatif contenant un certain nombre de ressources pédagogiques de type "explicatives". On entend par là des ressources conçues pour expliquer des concepts nouveaux aux apprenants (par opposition aux exercices ou aux évaluations).

On suppose par ailleurs que toutes ces ressources sont conçues dans le cadre d'un même cours et qu'elles sont conformes aux hypothèses suivantes :

- (h_1) Elles peuvent être assimilées à des contenus purement textuels. On considère en effet que le contenu pédagogique d'une ressource peut toujours être retranscrit sous la forme d'un texte et ce quel que soit son format initial (transcript d'une vidéo, légende d'un schéma, description d'une image etc.).
- (h_2) Elles sont "autosuffisantes" (*self-contained*), ce qui signifie qu'elles peuvent être considérées indépendamment les unes des autres. Cela implique entre autres qu'elles ne se font pas référence mutuellement.
- (h_3) Chaque ressource explique un et un seul concept. En effet, plus les ressources sont de petite taille, plus le niveau de personnalisation des trajectoires est important. On envisage donc de travailler sur des ressources ayant la plus petite taille possible tout en conservant un caractère autosuffisant.

Nous faisons de plus les deux hypothèses suivantes sur le fonctionnement de la plateforme d'e-learning :

- (h_4) Les apprenants sont systématiquement soumis à deux tests de positionnement (identiques) au début et à la fin de chaque session.
- (h_5) À chaque fois qu'un apprenant est confronté à une ressource pédagogique, il interagit avec la plateforme en renvoyant un feedback $f \in \{0, 1, 2\}$ dont les valeurs correspondent aux situations suivantes :
 - $f = 0$: l'apprenant considère qu'il n'a pas compris la ressource
 - $f = 1$: l'apprenant considère qu'il a compris la ressource
 - $f = 2$: l'apprenant a trouvé la ressource trop facile

Le problème que nous nous proposons de résoudre est le suivant : comment concevoir un modèle capable de recommander à chaque utilisateur une séquence de ressources pédagogiques maximisant ses gains d'apprentissage en un temps T donné ? Les gains d'apprentissage seront modélisés par la différence de scores obtenus aux deux tests de positionnement au début et à la fin de chaque session.

En l'absence de connaissances *a priori* sur les apprenants (niveaux, préférences, objectifs etc.) et sur les ressources pédagogiques (concepts abordés, difficultés, styles de pédagogie etc.), l'un des enjeux de cette approche sera de créer un système capable d'apprendre ses propres représentations tout en menant à bien ses tâches de recommandations. Pour ce faire, notre modèle fera appel aux trois types de données suivants :

- Les contenus pédagogiques (textuels) de chaque ressource
- Les données issues des interactions entre apprenants et ressources
- Le contenu de Wikipedia, utilisé comme ontologie (à la manière de Gasparetti et al. [7])

Par ailleurs, notons que l'intérêt de travailler sur des ressources pédagogiques non labellisées réside en partie dans la possibilité de rajouter facilement de nouvelles ressources "en cours de route". En conséquence, pour rester cohérents vis-à-vis de cet impératif, nous veillerons à privilégier des approches ne nécessitant pas de réapprendre les paramètres du modèle à chaque ajout de nouvelles ressources.

2 Travaux connexes

Un certain nombre de travaux de recherche se sont récemment illustrés dans la recommandation de trajectoires d'apprentissage [1, 3, 5, 10, 13]. L'état de l'art en la matière a été largement détaillé par Nabizadeh et al. [11]. On peut constater que la plupart des approches proposées s'appuient essentiellement sur les données des interactions entre apprenants et ressources ainsi que sur des informations *a priori* (questionnaires en débuts de sessions, tags/labels de ressources etc.).

Ainsi, à notre connaissance, il n'existe pas de travaux qui répondent au problème de recommandation de trajectoires d'apprentissage tel qu'il est formulé en introduction (section 1.2), c'est-à-dire utilisant à la fois les données des interactions et les contenus textuels des ressources pédagogiques.

Bassen et al. [1] proposent toutefois une approche qui ne nécessite aucune labellisation préalable des ressources, mais en l'absence d'alternative pour compenser ce manque d'informations, leur approche requiert un grand nombre d'apprenants pour faire converger l'algorithme vers une politique efficace (environ 1000 apprenants pour 12 ressources).

Le modèle du domaine que nous nous proposons de développer ici s'appuie largement sur les travaux de Gasparetti et al. [7] qui, bien qu'ils ne s'intéressent pas directement au problème de recommandation de trajectoires d'apprentissage, exposent une méthode d'extraction de *features* de ressources textuelles qui permet d'inférer des relations de prérequis entre ces ressources.

Nous partons donc du postulat qu'en combinant une approche séquentielle à une analyse des contenus pédagogiques, nous serons en mesure de recommander des trajectoires d'apprentissage sur des corpus de tailles relativement importantes.

3 Approche proposée

3.1 Formalisation du problème

Nous présentons dans cette partie une formalisation du problème défini en introduction.

On suppose qu'on dispose d'un corpus de ressources pédagogiques et d'une plateforme d'*e-learning* satisfaisant aux hypothèses définies en 1.2.

On note $U = \{u_1, \dots, u_n\}$ l'ensemble des utilisateurs et $R = \{r_1, \dots, r_m\}$ l'ensemble des ressources pédagogiques.

Au pas de temps $t \in \mathbb{N}^*$, on peut représenter la trajectoire d'apprentissage passée \mathcal{T}_t^i de l'utilisateur u_i sous la forme d'une séquence de triplets :

$$\mathcal{T}_t^i = [(r_{i_1}, f_{i_1}^i, \tau_{i_1}^i), \dots, (r_{i_t}, f_{i_t}^i, \tau_{i_t}^i)], \quad \text{avec} \quad \sum_{k=1}^t \tau_{i_k}^i \leq T \quad (1)$$

où $\tau_{i_k}^i$ est le temps passé par l'apprenant u_i sur la ressource r_{i_k} , $f_{i_k}^i$ est le feedback donné par l'apprenant u_i sur la ressource r_{i_k} et T est la durée maximale autorisée pour chaque session. À noter que les indices i_1, \dots, i_t indiquent l'ordre dans lequel l'apprenant u_i parcourt les ressources de R .

On représente les scores obtenus par l'apprenant u_i aux tests de positionnement sous la forme de deux vecteurs S_{init}^i et S_{end}^i , où chaque coefficient correspond à une question. Cela permet de définir les gains d'apprentissage G^i comme la somme des écarts de scores obtenus aux deux tests de positionnement :

$$G^i = (S_{\text{end}}^i - S_{\text{init}}^i) \mathbf{1} \quad (2)$$

Dès lors, résoudre le problème d'apprentissage adaptatif susmentionné revient à trouver, pour tout apprenant u_i , la séquence de ressources $(r_{i_1}^*, \dots, r_{i_t}^*)$ qui maximise ses gains d'apprentissage G^i en un temps T , ce qui peut s'écrire :

$$t, (r_{i_1}^*, \dots, r_{i_t}^*) = \arg \max_{l, (r_{i_1}, \dots, r_{i_l})} G^i \quad \text{s.t.} \quad \sum_{k=1}^l \tau_{i_k}^i \leq T \quad (3)$$

3.2 Modèle du domaine

Pour permettre au système d'apprentissage adaptatif de modéliser les interactions entre apprenants et ressources, le modèle du domaine doit fournir des représentations : du contenu pédagogique de chaque ressource (c'est-à-dire des notions à transmettre aux apprenants), du style de pédagogie de chaque ressource (c'est ce qui permettra d'estimer si une ressource est adaptée ou non à un type d'apprenant) et des relations de prérequis entre les ressources.

Modélisation du contenu pédagogique. Pour représenter le contenu pédagogique d'une ressource, nous nous proposons d'adopter une représentation en nuages de mots-clés. Nous partons en effet du postulat que les notions ciblées par les différentes ressources pédagogiques peuvent être raisonnablement caractérisées par la combinaison de mots-clés qu'elles contiennent. Pour cela on peut utiliser un système comme *Tagme* [6] qui présente le double avantage de détecter les mots-clés et de les relier à des pages Wikipedia.

Le modèle du domaine proposé ici peut dès lors être représenté sous la forme d'un hypergraphe H . Un hypergraphe est une structure composée de noeuds et d'hyperarêtes, qui - contrairement aux arêtes d'un graphe - peuvent être associées à un nombre arbitraire de noeuds. Ici, chaque noeud correspondra donc à un mot-clé et chaque hyperarête h_k correspondra à une ressource pédagogique r_k (nuage de mots-clés). Dans la suite on notera donc indifféremment r_k ou h_k pour désigner la ressource pédagogique d'indice k .

Modélisation du style de pédagogie. Si la représentation en nuages de mots-clés permet d'identifier les notions ciblées par chaque ressource, elle ne donne aucune indication sur le style de pédagogie adopté.

En l'absence de consensus sur l'existence de "styles d'apprentissage", nous nous contentons de modéliser des relations de proximités entre apprenants et ressources sous la forme d'embeddings. Une approche possible pour cela est de construire le graphe biparti des interactions entre apprenants et ressources et d'en tirer des embeddings représentatifs des relations de proximités entre les différents noeuds ([12], [8], [4], [2]). Dans la suite, on notera donc respectivement \mathbf{r}_k et \mathbf{u}_i les embeddings de la ressource r_k et de l'apprenant u_i .

Estimation des relations de prérequis. Les travaux de Gasparetti et al. [7] proposent une méthode d'extraction de features qui, couplée à un MLP (*Multi-layer Perceptron*), permet de prédire avec un bon niveau de précision les relations de pré-requis entre les ressources pédagogiques textuelles. On notera $q(r_l, r_k)$ la probabilité (obtenue via cette méthode) que la ressource r_l soit un pré-requis pour la ressource r_k .

3.3 Modèle de l'apprenant

Le modèle du domaine défini plus haut sous la forme d'un hypergraphe peut servir de base au modèle de l'apprenant. En effet, on peut associer à chaque

hyperarête h_k une probabilité pour les événements ($f_k^i = 0$), ($f_k^i = 1$) et ($f_k^i = 2$), via une fonction \tilde{f}^i que l'on définit de la manière suivante :

$$\begin{aligned} \tilde{f}^i : R &\rightarrow [0, 1]^3 \\ r_k &\mapsto (\mathbb{P}(f_k^i = 0), \mathbb{P}(f_k^i = 1), \mathbb{P}(f_k^i = 2)) \end{aligned} \quad (4)$$

Dans cette configuration, le niveau de l'apprenant u_i est entièrement caractérisé par la fonction \tilde{f}^i .

Pour estimer les valeurs $\tilde{f}^i(r_k)$, on peut procéder de la manière suivante : à chaque fois qu'un apprenant u_i renvoie un feedback $f_{i_t}^i$, on commence par mettre à jour $\tilde{f}^i(r_{i_t})$:

$$\tilde{f}^i(r_{i_t}) = \begin{cases} (1, 0, 0), & \text{si } f_{i_t}^i = 0 \\ (0, 0, 1), & \text{sinon} \end{cases} \quad (5)$$

Puis, on met à jour les voisins r_k de la ressource r_{i_t} (i.e. les hyperarêtes h_k vérifiant $h_k \cap h_{i_t} \neq \emptyset$) de la manière suivante :

$$\tilde{f}^i(r_k) = \text{MLP}([\mathbf{u}_i, \mathbf{r}_k, P^i(r_k)]) \quad \text{avec } P^i(r_k) = \frac{\sum_{l \neq k} q(r_l, r_k) \cdot \tilde{f}^i(r_l)}{\sum_{l \neq k} q(r_l, r_k)} \quad (6)$$

Ainsi, les nouvelles valeurs $\tilde{f}^i(r_k)$ sont directement prédites par un MLP qui prend en entrée une concaténation des embeddings \mathbf{u}_i et \mathbf{r}_k et du vecteur $P^i(r_k)$. Les paramètres du MLP seront appris en comparant les prédictions $\tilde{f}^i(r_k)$ aux feedbacks réels f_k^i fournis par les apprenants. Par ailleurs, le vecteur $P^i(r_k)$ peut être interprété comme une estimation du niveau de prérequis de l'apprenant.

Une fois que les $\tilde{f}^i(r_k)$ ont été mis à jour pour tous les voisins de r_{i_t} , on poursuit la propagation, de voisin en voisin, sur tout l'hypergraphe.

Les valeurs de la fonction \tilde{f}^i sont modifiées à chaque pas de temps t . On écrira donc \tilde{f}_t^i dans la suite.

3.4 Modèle instructionnel : formulation sous forme d'un problème d'apprentissage par renforcement

En se basant sur les concepts définis précédemment, on peut reformuler le problème de recommandation de trajectoires d'apprentissage sous la forme d'un processus de décision markovien $(\mathcal{S}, \mathcal{A}, p, \mathbf{r})$, où :

- Chaque état $s_t^i \in \mathcal{S}$ est un triplet $s_t^i = (\tilde{f}_t^i, T_t^i, \mathbf{u}_i)$ avec $T_t^i = \sum_{k=1}^t \tau_{i_k}^i$
- Chaque action $a_k \in \mathcal{A}$ est une ressource r_k (ou une hyperarête h_k)
- La fonction de reward \mathbf{r} est telle que $\mathbf{r}(s_t^i, r_{i_t}) = 0$ si $T_t^i < T$ et $\mathbf{r}(s_t^i, r_{i_t}) = G^i$ si $T_t^i = T$ (la session prend fin dès que $T_t^i = T$ et l'apprenant est alors redirigé vers son second test de positionnement).

L'agent devra donc apprendre une politique $\pi : \mathcal{S} \times \mathcal{A} \rightarrow \mathbb{R}$ qui permettra, à chaque pas de temps t , de choisir l'action maximisant l'espérance de gains d'apprentissage. La fonction objectif peut donc s'écrire :

$$\pi^* = \arg \max_{\pi} \mathbb{E} \left[\sum_{t=1}^{\infty} \mathbf{r}(s_t^i, r_{i_t}) \cdot 1_{T_t^i < T} \mid \pi \right] \quad (7)$$

4 Conclusion

Cet article était l'occasion d'exposer une intention de recherche pour un modèle de recommandation de trajectoires d'apprentissage ne nécessitant aucun travail préalable de taggage ou de labellisation. De plus, il n'impose pas de fixer à l'avance le nombre de ressources, car il s'appuie sur la structure (relativement flexible) de l'hypergraphe et sur un algorithme de diffusion de feedbacks dont les paramètres ne dépendent pas du nombre de ressources utilisées.

Par conséquent, l'un des enjeux de nos futurs travaux de recherche sera de compléter ce modèle par un algorithme d'apprentissage par renforcement dont les paramètres seront tout aussi indépendants du nombre de ressources. Nous projetons de le tester sur des apprenants simulés et réels via une plateforme d'apprentissage adaptatif que nous implémenterons pour l'occasion.

Références

1. Bassen, J., Balaji, B., Schaarschmidt, M., Thille, C., Painter, J., Zimmaro, D., Games, A., Fast, E., Mitchell, J.C. : Reinforcement learning for the adaptive scheduling of educational activities. In : Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. pp. 1–12 (2020)
2. Belkin, M., Niyogi, P. : Laplacian eigenmaps and spectral techniques for embedding and clustering. In : Nips. vol. 14, pp. 585–591 (2001)
3. Blot, G., Saurel, P., Rousseaux, F. : Pattern discovery in e-learning courses : a timebased approach. In : 2014 International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT). pp. 646–651. IEEE (2014)
4. Bordes, A., Usunier, N., Garcia-Duran, A., Weston, J., Yakhnenko, O. : Translating embeddings for modeling multi-relational data. *Advances in neural information processing systems* **26** (2013)
5. Cai, D., Zhang, Y., Dai, B. : Learning path recommendation based on knowledge tracing model and reinforcement learning. In : 2019 IEEE 5th International Conference on Computer and Communications (ICCC). pp. 1881–1885 (2019)
6. Ferragina, P., Scaiella, U. : Fast and accurate annotation of short texts with wikipedia pages. *IEEE Software* **29**(1), 70–75 (2012)
7. Gasparetti, F., De Medio, C., Limongelli, C., Sciarrone, F., Temperini, M. : Prerequisites between learning objects : Automatic extraction based on a machine learning approach. *Telematics and Informatics* **35**(3), 595–610 (2018)
8. Grover, A., Leskovec, J. : node2vec : Scalable feature learning for networks. In : Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. pp. 855–864 (2016)
9. Murray, T. : Authoring intelligent tutoring systems : An analysis of the state of the art. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)* **10**, 98–129 (1999)
10. Nabizadeh, A.H., Gonçalves, D., Gama, S., Jorge, J., Rafsanjani, H.N. : Adaptive learning path recommender approach using auxiliary learning objects. *Computers & Education* **147**, 103777 (2020)

11. Nabizadeh, A.H., Leal, J.P., Rafsanjani, H.N., Shah, R.R. : Learning path personalization and recommendation methods : A survey of the state-of-the-art. *Expert Systems with Applications* **159**, 113596 (2020)
12. Perozzi, B., Al-Rfou, R., Skiena, S. : Deepwalk : Online learning of social representations. In : *Proceedings of the 20th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. pp. 701–710 (2014)
13. Vanitha, V., Krishnan, P., Elakkiya, R. : Collaborative optimization algorithm for learning path construction in e-learning. *Computers & Electrical Engineering* **77**, 325–338 (2019)

Recommandation de ressources éducatives en contexte d'apprentissage parascolaire sur application mobile

Anaëlle Badier (D2)

Université Lyon 1, LIRIS, UMR 5205, F-69622, France
Nomad Education, Paris, France
`anaelle[dot]badier[at]liris.cnrs.fr`

Abstract. Dans cet article nous proposons un modèle de recommandation personnalisée de ressources pédagogiques afin d'orienter l'apprenant vers des ressources de remédiation ou d'approfondissement sur application mobile à usage parascolaire. Le contenu pédagogique est structuré par des notions prérequisées ou attendues, et la maîtrise de chaque chapitre est estimée par la méthode statistique de la théorie de réponse aux items. Après un pré-filtrage des ressources éligibles pour un utilisateur et une thématique donnés, un score de recommandation est calculé à partir d'un indicateur de cohérence pédagogique, pénalisé par l'historique de l'apprenant et encourageant le renouvellement des recommandations. Le système est actuellement en phase de test.

Keywords: Système de recommandation · Apprentissage Adaptatif · Application mobile parascolaire.

1 Introduction

L'augmentation des effectifs d'élèves rend difficile la mise en place d'un suivi personnalisé adapté aux besoins de chaque apprenant en classe. Les plateformes pédagogiques utilisées en parascolaire viennent en complément de la classe et permettent grâce aux nouvelles technologies de proposer à l'apprenant un suivi personnalisé de son parcours. En travaillant sur une application mobile pluridisciplinaire qui propose des ressources éducatives de tous les niveaux du collège au bac+5, nos travaux de recherche visent à identifier les besoins de l'apprenant pour le réorienter si nécessaire vers des ressources de niveau scolaire antérieur ou au contraire à l'encourager à aller étudier des ressources de niveau plus avancé, toujours en lien avec le chapitre sur lequel il souhaite travailler. Les ressources pédagogiques à disposition sont constituées de QCM de 5 à 20 questions et de mini-cours, organisés en chapitres au sein d'une discipline. Le processus de construction du système de connaissances ayant été décrit dans un précédent article [1], nous nous focaliserons ici sur les indicateurs permettant la construction d'un score de recommandation qui répond à plusieurs contraintes.

Après avoir présenté le système de recommandation existant (section 2) et introduit le cadre scientifique dans lequel s'inscrit cette nouvelle contribution

(section 3), nous développerons l'architecture et la paramétrisation d'une extension de ce modèle (section 4) pour conclure sur les travaux à venir.

2 Contexte de travail et précédente contribution : Préfiltrage des ressources par modélisation en arbre de connaissances et méthode IRT

L'application mobile dans laquelle s'intègre notre travail contient un nombre de ressources limitées pour chaque thématique abordée. L'objectif est de proposer à l'apprenant du contenu en lien avec le chapitre qu'il souhaite étudier.

Les ressources pédagogiques à recommander sont structurées *via* un "arbre de connaissances" qui fait le lien entre les différents chapitres du programme enseigné, grâce à des tags de type *prérequis* ou *attendu* (figure 1). Les notions qualifiées de *prérequis* sont des notions qu'il est souhaitable de maîtriser avant de pouvoir aborder un chapitre particulier. Les *attendues* sont des notions qui ont été découvertes ou dont le niveau de maîtrise a augmenté ou à l'issue de l'étude d'un chapitre. Une même notion peut à la fois être *prérequis* et *attendue* si l'étude du chapitre permet de monter en compétence sur cette notion. Nous ne nous inscrivons pas ici dans une approche par compétences à strictement parler mais par thématiques abordées. Les notions sont apposées sur les différents chapitres par les concepteurs des ressources pédagogiques.

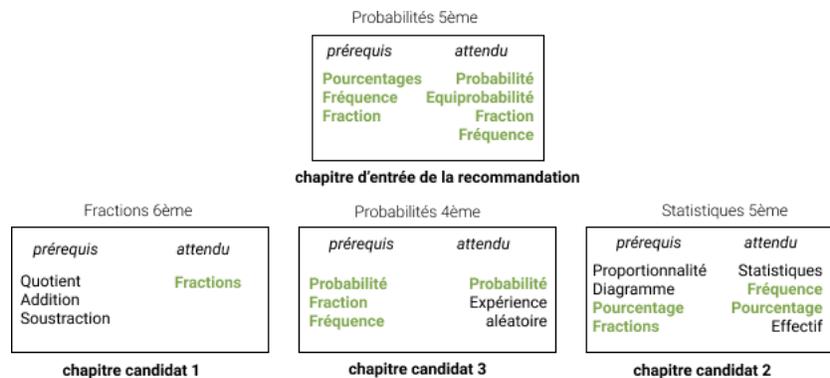


Fig. 1. Extrait de l'arbre de connaissances de notre système de recommandation pour la discipline Mathématiques. Les notions surlignées en vert sont celles que les chapitres candidats ont en commun avec le chapitre d'entrée du système.

L'utilisation de l'*Item Response Theory* (IRT) [2] permet de définir le niveau de maîtrise du chapitre qui vient d'être terminé par l'apprenant ("chapitre d'entrée de la recommandation"). Si le chapitre d'entrée est mal maîtrisé, nous considérons que l'apprenant doit retravailler les prérequis à ce chapitre, par

conséquent les chapitres candidats à la recommandation seront ceux qui ont au moins une notion en commun avec les prérequis du chapitre d'entrée, de niveau scolaire inférieur ou égal. Si le chapitre d'entrée est très bien maîtrisé, nous encourageons l'apprenant à aller explorer les chapitres de niveau supérieur ou égal à son niveau actuel qu'il peut appréhender avec ses nouvelles compétences acquises, les chapitres candidats seront ceux qui mobilisent au moins une notion en commun avec les attendus du chapitre d'entrée. Pour les apprenants de niveau moyen, tous les chapitres de niveau actuel et de niveau n-1 ayant une notion en commun avec les notions du chapitre d'entrée seront candidats. Cela laisse le choix à l'apprenant de continuer à travailler sur son année en cours ou de renforcer ses connaissances un peu fragiles avec des chapitres de niveau inférieur. Les détails et choix d'implémentation sont présentés dans l'article [1].

Le modèle développé permet donc de proposer des ressources en lien avec le niveau de maîtrise estimé de l'élève des notions mobilisées sur le dernier chapitre. Nous affinons cette recommandation en prenant également en compte l'historique de travail, les oublis dans le temps et les recommandations déjà suivies tout en conservant l'intérêt de l'apprenant pour le système en renouvelant régulièrement les contenus proposés.

3 Etat de l'art

Les revues systématiques qui répertorient les travaux en systèmes de recommandations pédagogiques montrent que les contributions concernent majoritairement la précision et la cohérence pédagogique de la recommandation proposée. Ainsi, de nombreux systèmes sont fondés sur des ressources web [3,9] pour trouver celle qui conviendra le mieux au sujet en cours d'étude. Dans notre contexte, les ressources sont internes à l'application et ne bénéficient pas de méta-données de description sur lesquelles s'appuient la plupart des systèmes dans le domaine du web pour structurer les ressources en ontologies. Une autre approche consiste à appuyer les systèmes de recommandation sur des compétences cibles comme dans les travaux de Clement et. al [5]. L'identification des compétences cibles peut s'appuyer sur des experts. L'inconvénient de ces systèmes est le domaine d'application restreint du système de recommandation, qui sera limité à la base de connaissance définie par l'expert, souvent à une discipline particulière, par exemple l'apprentissage de la programmation [11] ou des notions précises de sciences [8]. Dans notre contexte, nous cherchons à développer un système de recommandation le plus générique possible qui permette d'accompagner l'élève dans toute sa scolarité à travers toutes les disciplines, voire à aller vers des recommandations transdisciplinaires.

Pour être pertinente, une recommandation doit également prendre en compte l'historique de travail et d'apprentissage d'un apprenant. Nous pouvons par exemple citer les travaux de Choffin et. al [4] qui étudient l'aspect historique de l'apprentissage en ciblant l'effet de la répétition sur la mémorisation à long terme, et ceux de Jiang et. al [7] qui introduisent la notion de Zone de Développement Proximal (*ZPD*) développée par Vygotsky. En effet, une ressource peut être

pédagogiquement pertinente mais si l'élève s'est déjà confronté à un échec face à cette ressource, il serait décourageant de l'y confronter à nouveau trop rapidement. De même, il y a peu d'intérêt à recommander une ressource pertinente mais déjà bien maîtrisée.

Enfin, un système de recommandation doit recommander des ressources pertinentes mais également renouveler ses propositions. Si dans les algorithmes de recommandation de ressources de divertissement l'aspect sérendipité des contenus proposés est important [13], il est souvent négligé au profit de la pertinence pédagogique dans le cadre éducatif. Cet aspect est développé dans les travaux de Yu et. al [12] où la satisfaction de l'utilisateur du système est étudiée *via* des critères de sérendipité, nouveauté, inattendu et succès de la recommandation. Le fait de recommander de nouvelles ressources, permet de susciter la curiosité de l'apprenant, ce qui est un moteur de motivation intrinsèque comme démontré dans les travaux de Oudeyer et.al [10], d'autant plus dans notre contexte d'apprentissage parascolaire.

Ainsi, notre contexte de travail (un nombre de ressources internes et limitées, en apprentissage volontaire non encadré et parascolaire) soulève des contraintes qui, même si elles ont été abordées individuellement dans la littérature, posent dans notre cas la difficulté de leur prise en compte dans leur globalité pour fournir des recommandations pertinentes.

4 Un modèle de recommandation combinant différents indicateurs impactant la recommandation

Afin de proposer des recommandations adaptées, les chapitres pré-sélectionnés par le système existant (voir section 2) sont classés par pertinence selon un score de recommandation, construit comme un score de pertinence pédagogique pénalisé par un indicateur historique et un indicateur de nouveauté (formule 1). L'indicateur pédagogique priorise les chapitres de thématique et de niveau proches du chapitre qui vient d'être étudié, l'indicateur historique prend en compte ce que l'apprenant a déjà fait et son niveau de maîtrise et l'indicateur nouveauté maintient la curiosité de l'apprenant en renouvelant les recommandations. Le score pédagogique est relatif à l'arbre de connaissances et au niveau de l'utilisateur tandis que les indicateurs historique et de nouveauté sont dynamiques selon l'activité de l'utilisateur. L'importance de chacun des indicateurs dans le score de recommandation est définie par des variables de poids qui ont été initialisées de façon à accorder plus de poids à la pertinence pédagogique. Cette pertinence pédagogique a été soumise à la validation d'enseignants par deux protocoles. Dans le premier, il leur était demandé de noter la pertinence du chapitre le plus proche pédagogiquement proposé par notre système pour un chapitre d'entrée donné, et si besoin de proposer une meilleure suggestion. Dans le deuxième, les enseignants devaient sélectionner dans les chapitres proposés par l'application le plus pertinent pour un chapitre et un niveau de réussite d'entrée donnés. Cette sélection a été par la suite comparée à celle de notre système. Ce protocole a permis de valider la cohérence de notre score pédagogique. Un plus

faible poids a été attribué aux modules historiques et nouveauté, ce qui permet d'autoriser la suggestion de contenus jugés moins pertinents mais pas encore abordés ou mal maîtrisés.

$$score_{reco} = w_{pedago} * score_{pedago} + w_{hist} * score_{hist} + w_{nouveauté} * score_{nouveauté} \quad (1)$$

Module pédagogique. Le module pédagogique calcule pour les chapitres pré-sélectionnés un indicateur de pertinence pédagogique. On cherche à faire travailler l'apprenant sur des ressources relativement proches de son chapitre actuel. L'indicateur de pertinence pédagogique (formule 2) prend en compte deux composantes : la similarité avec le chapitre qui vient d'être étudié et l'éloignement au niveau scolaire de ce chapitre.

$$score_{pedago} = score_{similarité} * (1 - pénalité_{distance}) \quad (2)$$

La similarité pédagogique est calculée en prenant en compte les notions communes au chapitre candidat et au chapitre récemment étudié pour le type de tag pré-sélectionné. On utilise la méthode de la similarité cosinus entre chaque ressource préalablement vectorisée en utilisant l'index Term-Frequency Inverse-Document-Frequency (TF-IDF). Cette méthode de vectorisation permet de prendre en compte la précision des notions apposées : les notions plus génériques auront moins de poids dans l'indice de similarité que les notions précises. Les programmes de l'éducation nationale étant structurés par cycles, la pénalité de distance au niveau scolaire est choisie de façon à pénaliser davantage une distance dite "inter-cycle" (de 5e à 6e) qu'une distance "intra-cycle" (de 4e à 5e).

Module historique. L'objectif du module historique est de prendre en compte ce que l'apprenant a déjà réussi pour ne pas proposer un contenu déjà maîtrisé, dont les compétences ne sont donc *a priori* pas des leviers pour s'améliorer, ou un contenu étudié trop récemment qui risquerait de le reconfronter trop vite à un même échec. Cet indicateur d'historique est constitué de 2 composantes: la complétion et le score obtenu sur les chapitres candidats (équation 3). Nous choisissons d'introduire un facteur de mémorisation pour faire évoluer le score historique avec le temps. Ce facteur est modélisé par l'allure de la courbe d'oubli de Ebbinghaus [6] dont les constantes ont été adaptées. En effet, on modélise une mémorisation sur un temps plus long avec des connaissances acquises, là où Ebbinghaus modélisait une mémorisation immédiate de syllabes sans signification. Avec l'adaptation des constantes, la courbe d'oubli calcule 70% de rétention des informations au bout de 7 jours, diminuée à 12% au bout de 30 jours. On ne pénalise donc pas un chapitre déjà étudié il y a longtemps, en supposant qu'un rappel des connaissances de ce chapitre peut aider à mieux maîtriser le chapitre en cours d'étude.

$$score_{historique} = 1 - [w(t) * score_{completion} * score_{note}] \quad (3)$$

avec $w(t)$: indice de mémorisation calculé selon la formule d'Ebbinghaus adaptée.

Module nouveauté. Du point de vue de l'apprentissage, les modules pédagogie et historique peuvent suffire à eux seuls pour fournir des recommandations consistantes. Néanmoins, nous travaillons dans un contexte d'utilisation volontaire et parascolaire, il est donc important de varier nos recommandations pour maintenir l'attractivité. De plus, les indicateurs sur lesquels s'appuient les recommandations peuvent être imprécis. Ainsi, nous introduisons un indicateur de nouveauté qui pénalise les recommandations qui ont déjà été proposées plusieurs fois par le système (recommandations redondantes). En considérant que les choix de l'apprenant peuvent enrichir nos connaissances, nous intégrons les propositions déjà soumises dans la recommandation pour que l'apprenant voit l'offre de recommandation évoluer, et palier ainsi un effet de lassitude. Comme pour l'indicateur historique, nous introduisons un facteur de temps pour se permettre de recommander à nouveau des ressources proposées il y a longtemps. Par souci de simplicité d'initialisation, les paramètres de la courbe d'oubli sont les mêmes que pour l'indicateur historique, ce qui pose le postulat suivant : la dynamique de l'oubli de connaissances suit celle de l'oubli des recommandations affichées.

$$score_{nouveauté} = 1 - [w(t) * \overline{redondance}] \quad (4)$$

$$redondance = (3 - k)/3$$

avec $k \in [0, 3[$ position de la ressource dans le top des recommandations affichées

5 Conclusion et perspective

L'algorithme de notre moteur de recommandation est constitué de différents indicateurs pour fournir une recommandation pertinente en prenant en compte les spécificités de l'usage volontaire et parascolaire. Le système est actuellement soumis à un protocole de test en situation réelle d'utilisation auprès de 300 beta-testeurs de 3e et 2de aux profils variés. La suite des travaux consistera à analyser leurs traces d'interaction avec le système en étudiant par des méthodes statistiques l'impact du système sur des indicateurs comportementaux. N'ayant pas accès au parcours scolaire des apprenants, les critères d'évaluation de notre système ne concernent pas un gain d'apprentissage mais la modification du comportement des utilisateurs, comme le temps passé sur l'application, l'interaction avec les suggestions et l'étendue des chapitres abordés. Cela permettra de valider le système actuel et d'affiner la personnalisation par la suite en intégrant un mécanisme d'apprentissage actif. Les leviers de cet apprentissage actif seront les différents modules abordés en section 4, ainsi que leurs poids associés. Selon le comportement de l'utilisateur vis-à-vis de recommandations *a priori* moins pertinentes pédagogiquement, l'arbre des connaissances pourra être rectifié au besoin. Les valeurs des paramètres de la formule de recommandation seront modifiés dans un second temps selon l'analyse de ces traces, chaque poids étant un levier d'action. Par exemple, si l'on diminue le poids pédagogique au profit du poids de nouveauté, le système sera dans une démarche d'*enrichissement* de l'arbre de connaissances initial. La suite des travaux permettra donc d'enrichir le modèle en partant directement des données de son utilisation.

References

1. Badier, A., et al.: Système de recommandation de ressources pédagogiques pour un apprentissage sur application mobile parascolaire. pp. 294–299. EIAH (2021)
2. Baker, F.B.: The Basics of Item Response Theory. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, 2nd ed edn. (2001)
3. Brusilovsky, P., Peylo, C.: Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems **13** (2003)
4. Choffin, B., Popineau, F., Bourda, Y., Vie, J.J.: DAS3H: Modeling Student Learning and Forgetting for Optimally Scheduling Distributed Practice of Skills. In: Paris-Saclay Junior Conference on Data Science and Engineering (JDSE 2019) (2019-09-12)
5. Clément, B., Roy, D., Oudeyer, P.Y., Lopes, M.: Multi-Armed Bandits for Intelligent Tutoring Systems **7**(2), 30 (2015)
6. Ebbinghaus (1885), H.: Memory: A Contribution to Experimental Psychology **20**(4), 155–156 (2013-10)
7. Jiang, W., et al.: Goal-based Course Recommendation. In: Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge. pp. 36–45. LAK19 (2019-03-04)
8. Kinnebrew, J.S., Loretz, K.M., Biswas, G.: A Contextualized, Differential Sequence Mining Method to Derive Students’ Learning Behavior Patterns. Journal of Educational Data Mining **5**(1), 190–219 (2013-05-01)
9. Klačnja-Milićević, A., Ivanović, M., Nanopoulos, A.: Recommender systems in e-learning environments. Artificial Intelligence Review **44**(4), 571–604 (2015-12)
10. Oudeyer, P.Y., Gottlieb, J., Lopes, M.: Intrinsic motivation, curiosity, and learning. Progress in Brain Research **229**, 257–284 (2016)
11. Venant, R., et al.: Étude du comportement des apprenants dans les travaux pratiques et de sa corrélation avec la performance académique **25** (2019-02-08)
12. Yu, R., Pardos, Z., Chau, H., Brusilovsky, P.: Orienting Students to Course Recommendations Using Three Types of Explanation. pp. 238–245. ACM UMAP (2021-06-21)
13. Ziarani, R.J., Ravanmehr, R.: Serendipity in Recommender Systems. Journal of Computer Science and Technology **36**(2), 375–396 (2021-04-01)

Vers une prédiction semi-automatique du flow dans un MOOC

Sergio Iván Ramírez Luelmo¹[0000-0002-7885-0123] – 3ème année de thèse

¹ EA (4354) CIREL, Université de Lille, Cité Scientifique, Lille, 59650, France
sergio.ramirez-luelmo@univ-lille.fr

Résumé. Le flow est un état psychologique humain positivement corrélé à l'auto-efficacité, à la motivation, à l'engagement et à la réussite scolaire, des éléments ayant tous un effet positif sur l'apprentissage. Cependant, la prédiction automatique et en temps réel du flow est assez difficile, en particulier dans le contexte d'un MOOC (*Massive Open Online Course*), en raison de son aspect en ligne, à distance, asynchrone et éducatif. Dans un tel contexte, la prédiction du flow permettrait de personnaliser les activités, le contenu et les parcours d'apprentissage. Ainsi, en associant les résultats des questionnaires EduFlow2 et Flow-Q ($n = 1589$) du MOOC «Gestion de Projet» à des techniques d'apprentissage automatique (régression logistique), nous créons un modèle d'apprentissage automatique qui prédit avec succès le flow (exactitude et précision combinées ~ 0.8 , $AUC = 0.85$) de manière semi-automatique et asynchrone, dans un contexte de MOOC. Ce modèle prédit la présence de flow (0,82) avec une plus grande Précision qu'il ne prédit l'absence de flow (0,74).

Mots-clés: MOOC, flow, Expérience autotélique, Régression Logistique.

1 Introduction

Le flow est un état psychologique que plusieurs études ont montré être positivement corrélé à l'auto-efficacité, la motivation, l'engagement et la réussite scolaire [1], [2].

L'apprentissage automatique (*Machine Learning*, ML) est largement appliqué de nos jours pour donner du sens aux données massives et complexes [3]. Ainsi, le ML joue un rôle clé dans la construction de modèles qui pourraient être difficiles à obtenir auprès des experts humains.

La détection du flow en temps réel est particulièrement difficile, car tout artefact tentant de le détecter/mesurer, contribue inévitablement à le perturber. À ce sujet, les chercheurs [4]–[6] ont eu initialement recours à des instruments de mesure asynchrones mais certains de ces instruments peuvent s'avérer intrusifs, coûteux et encombrants, tel que l'ESM (*Experience Sampling Method*) [5]. Par ailleurs, les instruments de mesure auto rapportés (ex. questionnaires) ne perturbent pas le flow et peuvent être appliqués à plusieurs individus (en ligne/hors ligne ou en distant/présentiel) à un faible coût. Pourtant, ils nécessitent généralement un calcul manuel du score, et ils ne peuvent être appliqués que de manière asynchrone.

Dans ce travail de recherche, nous visons à créer un modèle ML de prédiction de flow qui permet la détection et la prédiction semi-automatique (mais toujours asynchrone) du flow dans un contexte d'apprentissage en ligne et à distance. Ceci, en utilisant initialement des instruments de mesure asynchrones (pour l'entraînement du modèle ML) et puis, un seul instrument de mesure asynchrone (pour la production). Nous pensons que ce jalon est d'un intérêt ultime pour notre public cible (concepteurs/fournisseurs de MOOC, ingénieurs pédagogiques et chercheurs qui rencontrent des difficultés pour intégrer les états psychologiques dans les MOOC) pour prendre des décisions mieux informées, en termes de suivi des apprenants, et/ou d'adaptation de la difficulté du contenu.

Ce travail de différencie des modèles de régression linéaire proposés par [7], [8] dans a) l'utilisation d'une fonction *logit* en plus d'une fonction linéaire, b) application des instruments de mesure et de caractérisation de flow dans un contexte d'apprentissage en ligne, et c) l'utilisation d'un échantillon de données recueillies au long de deux années dans ce même contexte.

La suite de cet article est structurée comme suit. La section 2 relève les travaux théoriques concernant cet article, à savoir l'importance du flow pour l'apprentissage, ainsi que les questions liées à sa détection et à sa prédiction. La section 3 décrit le cas d'étude réalisé, suivi de ses résultats dans la section 4. La section 5 en présente une discussion et enfin, la section 6 conclut cet article et présente ses perspectives.

2 Cadre conceptuel

2.1 Importance du flow

L'état de flow favorise l'apprentissage et le développement personnel parce que les expériences de concentration profonde sont intrinsèquement gratifiantes et incitent les apprenants à répéter une activité à des niveaux de difficulté de plus en plus élevés [9]. flow est fortement corrélé à des métriques favorables à l'apprentissage, telles que la motivation, l'auto-efficacité [10], l'autorégulation [11], le sentiment de contrôle, ou bien l'atteinte de buts [12], d'où notre choix parmi d'autres états psychologiques [13].

2.2 Détection et prédiction du flow

Au cours des 35 dernières années, les chercheurs ont développé, validé, et modifié des instruments de mesure pour flow [10]. Plus de 30 catégorisations de flow ont été analysées par [14] et se sont révélées employées dans divers contextes [4], [14], [15], [10] pour mesurer flow. Pourtant, nombreux de ces instruments de mesure souffrent d'une lourde charge cognitive, comportant de nombreux items (40 – 66). Dans cette optique, [4] confirme que les questionnaires courts semblent réduire la nature intrusive et la charge cognitive nécessaire pour répondre aux instruments.

La détection et la prédiction en temps réel et automatique du flow demeure actuellement un graal dans l'apprentissage en ligne et à distance, notamment dans le cadre d'un MOOC, où la prédiction du flow permettrait de personnaliser le contenu, les

activités, et les parcours d'apprentissage, favorisant ainsi l'engagement et la motivation de l'apprenant [1]. A notre connaissance, aucune étude scientifique n'aborde cette question. Ce travail de recherche tente de se rapprocher un peu plus de cet objectif, en créant un modèle ML de prédiction de flow permettant la détection et la prédiction semi-automatiques et asynchrones du flow dans un contexte de MOOC.

2.3 Notre proposition

Lors de la conception de protocoles de mesure du flow, [14] conseillent d'utiliser plus d'un type d'instrument de mesure du flow, notamment en couplant des instruments unidimensionnels et multidimensionnels. Ainsi, les instruments de mesure unidimensionnels simples du flow réduisent la charge cognitive pour y répondre, tandis que les mesures multidimensionnelles du flow permettent d'identifier des facteurs d'ordre supérieur, favorisant une définition plus holistique du flow [14] et leur utilisation dans des modèles statistiques. Dans notre contexte de recherche, nous avons identifié dans la littérature [2], [10], [12], [14]–[16] deux instruments de mesure qui répondent à ces contraintes tout aussi bien qu'à nos besoins. Nous utilisons Flow-Q (aussi connus comme *FlowQ*, ou *Flow Questionnaire*) [2], [15], [16] en tant qu'instrument court, d'usage général, adimensionnel et reconnu par la communauté de chercheurs du flow, pour déterminer la présence/absence de flow (dont la traduction en français par [17]). Puis, nous utilisons EduFlow-2 [1], [10] comme un instrument court, multidimensionnel, propre au contexte de l'apprentissage en ligne, pour identifier les facteurs qui composent et caractérisent le flow.

3 Cas d'étude : le MOOC « Gestion de Projet »

3.1 Le MOOC « Gestion de Projet »

Le MOOC GdP a été lancé en 2013 par l'École d'Ingénieurs Centrale Lille. En décembre 2021, il compte 43 438 participants certifiés sur 255 223 inscrits, avec l'un des meilleurs taux de réussite du monde francophone [18]. Il comporte deux sessions par an : sept. – nov. et mars - mai. Chaque session est composée de neuf semaines plus une semaine initiale de préouverture 0. Des modules sont débloqués successivement mais les participants peuvent avancer à leur propre rythme. En revanche, pour réussir le MOOC, les participants doivent avoir complété au minima le tronc commun à la fin de la semaine 9. Ce travail de recherche a utilisé un échantillon de données fourni par l'équipe R&D du MOOC « Gestion de Projet » (GdP, *Project Management*).

3.2 L'Échantillon

L'équipe R&D du MOOC « Gestion de Projet » prévoit trois périodes fixes (P1, P2, et P3) pour l'application d'instruments de mesure. Ces périodes sont les mêmes pour toutes les sessions (*c.f.* Tableau 1). Conjointement aux instruments de mesure décrits

dans notre proposition, d'autres instruments en dehors du cadre de travail de cet article, sont appliqués. Nous avons recueilli les réponses à nos instruments de mesure et les données démographiques y associées. Les questions démographiques (sexe, année de naissance, pays de résidence, statut professionnel et plus haut diplôme obtenu) ont été posées au cours de P1. Nous avons posé les instruments de mesure (Flow-Q et EduFlow-2) au cours des P2 et P3. Pour cette étude les données recueillies ont été rendues anonymes [19].

Tableau 1. Périodes d'application des instruments de mesure et données recueillies.

Période	Ouverture	Clôture et Collecte	Données collectées
P1	Début de la semaine 0	Fin de la semaine 4	Données démographiques
P2	Début de la semaine 3	Fin de la semaine 4	Flow-Q puis EduFlow-2
P3	Début de la semaine 4	Fin de la semaine 11	Flow-Q puis EduFlow-2

Une question de contrôle a été placée au milieu de l'instrument de mesure EduFlow-2 (pas dans Flow-Q, étant trop court) pour vérifier si les participants ont lu tous les éléments et suivi les directives (par exemple, « S'il vous plaît, sélectionnez 3 pour cet élément »), et ne répondaient pas simplement au hasard. Nous avons complètement supprimé les répondants qui ont répondu incorrectement à l'une des deux questions de contrôle.

Nous pensons que, tout comme lors d'un abandon normal du MOOC, les participants plus engagés dans le MOOC répondent aux questionnaires avec plus de fiabilité, d'où qu'une plus grande proportion de répondants P3 se retrouvent dans l'échantillon final. Nous avons recueilli et fusionnées les données de quatre sessions (12 semaines de collecte/session), soit deux années de collecte (mars 2020 – déc. 2021), avec les scores calculés pour les instruments de mesure. À la suite du nettoyage des données, 1 589 réponses fiables (sur 9 448 participants) ont été comptabilisées ($n = 1\,589$). Cet échantillon est composé d'étudiants et de professionnels francophones, majoritairement résidant en France (~62%) mais aussi provenant de la Côte d'Ivoire (~6%), ou du Cameroun (~5%). D'autres pays francophones complètent le reste de l'échantillon.

3.3 Régression Logistique Multivariée dans le MOOC GdP

Pour extraire du sens de nos données, nous avons utilisé du ML pour discerner les similitudes non évidentes et classer les participants en ceux n'ayant pas du flow et ceux ayant du flow. Les deux instruments de mesure du flow ont été associés de façon que les dimensions mesurées par EduFlow-2 caractérisent l'absence/présence de flow (mesurée par Flow-Q).

La Régression Logistique multivariée (*Logistic Regression*, LR) est une technique de ML adaptée à nos besoins et contraintes, à savoir :

1. LR nécessite des données étiquetées (la cible connue): ici, l'absence/présence de flow est auto-rapportée par les participants eux-mêmes.
2. Notre cible ML est binaire (présence/absence de flow) et LR est un classificateur binaire et,

- La LR multivariée permet la classification avec plus d'une variable indépendante, et nous présentons quatre variables indépendantes : les quatre dimensions de flow mesurées par EduFlow2.

L'expérience a nécessité sklearn sur Python3. L'échantillon a été divisé aléatoirement en ensembles d'entraînement et d'évaluation à 70/30% (ici, $n_{testing} = 477$). Un *pipeline* a enchaîné les pré-processeurs PolynomialFeatures (arg. 2) et StandardScaler au classificateur LogisticRegression (« lbfgs »). Nous avons lancé l'entraînement du modèle ML LR une vingtaine de fois (instances), sans optimisation d'hyper paramètres, avec les scores Flow-Q (en tant que [Y]) et EduFlow-2 (en tant que [X₁, X₂, X₃, X₄]). Une validation croisée (10-fold cross validation) a été effectuée pour chaque lancement de l'entraînement.

Ce travail de recherche présente les résultats du modèle entraîné dont les scores d'exactitude, de précision et d'aire sous la courbe (*Area Under the Curve*, AUC) de la fonction d'efficacité du récepteur (*Receiver Operating Characteristic*, ROC) sont les plus élevés (différences entre les autres instances du modèle ML entraînées < 5 %). L'ensemble de coefficients pour la fonction *logit* ainsi obtenus constitue le modèle ML de prédiction du flow. Ce résultat est disponible auprès du laboratoire CIREL-Trigone.

4 Résultats

La courbe ROC (Figure 1) du modèle ML de prédiction du flow présente une AUC de 0,85 (courbe bleue), comparée à un classificateur aléatoire hypothétique (ligne rouge pointillée)¹.

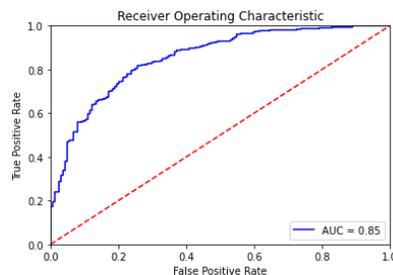


Fig. 1. Courbe ROC (courbe bleue) du modèle ML de prédiction du flow (AUC = 0,85) comparée à la courbe d'un classificateur aléatoire hypothétique (ligne droite en pointillée rouge).

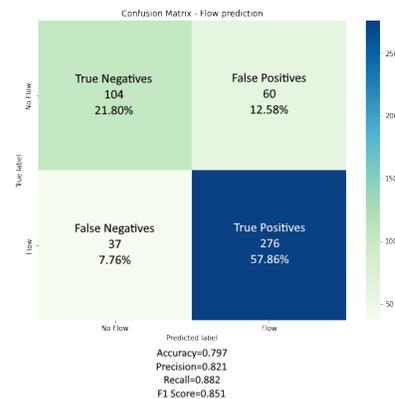


Fig. 2. Matrice de confusion pour le modèle ML de prédiction du flow (exactitude = 0,797, précision = 0,821).

¹ Une courbe ROC se rapprochant du coude du classificateur idéal (qui passe par les points (0,0), (0,0), (0,0, 1,0), et (1,0, 1,0)) décrirait un modèle parfaitement exact (AUC = 1).

Dans la validation croisée à 10 plis, les moyennes de plusieurs métriques pertinentes aux modèles de régression et classification (exactitude, précision, Jaccard et F1) ont été calculées. Ces résultats sont montrés dans le Tableau 2.

Tableau 2. Moyennes² des métriques appliquées dans la validation croisée à 10 plis.

Test	Moyenne	Description
Exactitude	0,78	Taux des éléments correctement prédits.
Précision	0,80	Capacité à ne pas étiqueter comme positif un point qui est négatif
Jaccard	0,72	Similarité entre deux ensembles.
F1	0,83	Moyenne harmonique de la précision et du rappel.

5 Discussion

Notre modèle ML de prédiction du flow présente des métriques très acceptables (précision et exactitude $\sim 0,8$) pour un modèle ML basé sur l'auto-évaluation des participants. Les scores pour la prédiction de la présence de flow sont plus élevés que pour son absence. Nous supposons ceci est lié à la façon dont les items sont rédigés. Par ailleurs, on pourrait arguer que le modèle ML écarte naturellement les valeurs aberrantes mais nous avons évité ce risque et avons effectué un nettoyage très strict de l'échantillon. D'autres approches de ML peuvent être également employées pour améliorer la précision du modèle (*ex.* le *clustering*). En outre, un échantillon d'entraînement plus important est toujours utile pour améliorer presque tous les modèles ML.

6 Conclusion et perspectives

Ce travail de recherche fournit un modèle ML de prédiction du flow en associant les résultats des scores d'instruments de mesure et de caractérisation du flow. Le modèle ML LR résultant possède une Exactitude de 0,797, une Précision de 0,821, un Rappel de 0,882 et un Score F1 de 0,851, ce qui en fait un modèle très acceptable pour la prédiction du flow. Ce modèle prédit mieux la présence de flow (57,86 %) que l'absence de flow (21,80 %).

Il peut être implémenté dans des Tableaux de Bord de MOOCs existants (section « Détection de flow ») pour prédire le flow en appliquant uniquement l'instrument EduFlow-2. Nous pensons que ce jalon est d'un intérêt capital pour notre public cible, compte-tenu de sa génération et évaluation dans un seul MOOC francophone. Le défi actuel est d'incorporer le modèle de prédiction de flow ML résultant dans le projet « Modélisation de l'Expérience Optimale », qui cherche à modéliser flow de manière automatique, en temps réel, et sans recours à des instruments de mesure mais uniquement via les traces système et la modélisation de l'apprenant.

² Mieux si proche de 1.

References

- [1] N. El Mawas and J. Heutte, “A Flow Measurement Instrument to Test the Students’ Motivation in a Computer Science Course,” 2019. doi: 10.5220/0007771504950505.
- [2] M. Csikszentmihalyi and I. S. Csikszentmihalyi, *Optimal experience: Psychological studies of flow in consciousness*. NY, US: Cambridge University Press, 1988.
- [3] A. Géron, *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems*, Second edition. Beijing [China]; Sebastopol, CA: O’Reilly Media, Inc, 2019.
- [4] F. Rheinberg, R. Vollmeyer, and S. Engeser, “Die Erfassung des Flow-Erlebens,” in *Diagnostik von Selbstkonzept, Lernmotivation und Selbstregulation [Diagnosis of Motivation and Self-Concept]*, 2003.
- [5] G. B. Moneta, “On the Conceptualization and Measurement of Flow,” in *Advances in Flow Research*, Springer, Cham, 2021, pp. 31–69. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-030-53468-4_2
- [6] J. Nakamura and M. Csikszentmihalyi, “Flow Theory and Research,” in *The Oxford Handbook of Positive Psychology*, S. J. Lopez and C. R. Snyder, Eds. Oxford University Press, 2009, pp. 194–206. doi: 10.1093/oxfordhb/9780195187243.013.0018.
- [7] G. B. Moneta and M. Csikszentmihalyi, “The effect of perceived challenges and skills on the quality of subjective experience,” *Journal of personality*, vol. 64, no. 2, pp. 275–310, 1996, doi: 10.1111/j.1467-6494.1996.tb00512.x.
- [8] R. Pfister, *Flow im Alltag: Untersuchungen zum Quadrantenmodell des Flow-Erlebens und zum Konzept der autotelischen Persönlichkeit mit der experience sampling method (ESM)*. Peter Lang, 2002.
- [9] M. Csikszentmihalyi, S. Abuhamdeh, and J. Nakamura, “Flow,” in *Handbook of competence and motivation*, A. J. Elliot and C. S. Dweck, Eds. Guilford Publications, 2005, pp. 598–608.
- [10] J. Heutte *et al.*, “Optimal Experience in Adult Learning: Conception and Validation of the Flow in Education Scale (EduFlow-2),” *Front. Psychol.*, vol. 12, p. 828027, Dec. 2021, doi: 10.3389/fpsyg.2021.828027.
- [11] A. Bandura, “Social foundations of thought and action,” *Englewood Cliffs, NJ*, vol. 1986, 1986.
- [12] F. Rheinberg and S. Engeser, “Intrinsic Motivation and Flow,” in *Motivation and Action*, J. Heckhausen and H. Heckhausen, Eds. Springer Cham, 2018, pp. 579–622. doi: 10.1007/978-3-319-65094-4_14.
- [13] A. Abyaa, M. Khalidi Idrissi, and S. Bennani, “Learner modelling: systematic review of the literature from the last 5 years,” *Education Tech Research Dev*, vol. 67, no. 5, pp. 1105–1143, Oct. 2019, doi: 10.1007/s11423-018-09644-1.
- [14] D. L. Hoffman and T. P. Novak, “Flow Online: Lessons Learned and Future Prospects,” *Journal of Interactive Marketing*, vol. 23, pp. 23–34, 2009, doi: 10.1016/J.INTMAR.2008.10.003.
- [15] S. Rufi Cano, F. Javaloy, J. M. Batista-Foguet, A. Solanas Pérez, and D. Páez, “Flow dimensions on daily activities with the Spanish Version of the Flow Scale (DFS),” *Spanish Journal of Psychology*, vol. 17, no. 30, pp. 1–11, 2014, doi: <https://doi.org/10.1017/sjp.2014.34>.

- [16] M. Csikszentmihalyi, *Beyond Boredom and Anxiety: the Notion of Flow in Work and Play*. San Francisco: Jossey Press, 1975.
- [17] J. Heutte, “L’environnement optimal d’apprentissage vidéo-ludique : Contribution de la psychologie positive à la définition d’une ingénierie ludo-éduquante autotélique.,” Angoulême, France, 2015.
- [18] E. Chermann, “Enseignement en ligne : les 1001 secrets d’un MOOC qui cartonne,” *Le Monde*, Mar. 01, 2020. Accessed: May 02, 2021. [Online]. Available: https://www.lemonde.fr/economie/article/2020/03/01/enseignement-en-ligne-les-1001-secrets-d-un-mooc-qui-cartonne_6031425_3234.html
- [19] J. Ferreira Marques and J. Bernardino, “Analysis of Data Anonymization Techniques,” in *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management*, Budapest, Hungary, 2020, pp. 235–241. doi: 10.5220/0010142302350241.



RENCONTRES JEUNES CHERCHEUR·E·S

RJC EIAH 2022

Rencontres Jeunes Chercheur·e·s en EIAH

Session de communications 5 : Activités ludiques pour la collaboration

Animateur de session : Mathieu Vermeulen

Un cadre conceptuel pour des outils de collaboration en sortie pédagogique

Sebastian SIMON^[0000-0003-3218-2032]

Le Mans Université, EA 4023, LIUM, Av. Olivier Messiaen, 72085 Le Mans
sebastian.simon@univ-lemans.fr

1ère année de thèse

Résumé. Les sorties pédagogiques réunissent de nombreuses conditions favorables à l'apprentissage collaboratif et situé. La recherche montre qu'il est possible de favoriser la collaboration par le biais d'outils numériques, tels que les tables interactives. Or, ces outils sont lourds et nécessitent un branchement sur secteur. Ils ne sont donc pas adaptés aux sorties pédagogiques. Cet article de début de thèse propose un cadre conceptuel pour concevoir des outils mobiles qui proposent les fonctionnalités nécessaires pour encourager et soutenir la collaboration. Ce cadre s'appuie sur trois grands principes issus de notre état de l'art.

Mots clés: apprentissage collaboratif, sortie pédagogique, apprentissage par équipe, carte géographique

1 Introduction

L'apprentissage humain est un processus dont les rouages ne sont pas encore entièrement compris par la communauté scientifique. Les stratégies et les outils mis en place pour améliorer et analyser l'apprentissage reposent sur des paradigmes ayant évolué au cours des années [1]. Cette thèse s'intègre dans le cadre du projet <projet anonymisé> qui s'appuie sur deux paradigmes en particulier : l'apprentissage collaboratif [2] et l'apprentissage situé [3].

Ce projet s'inscrit dans le cadre de sorties pédagogiques telles que les courses d'orientation, les sorties botaniques ou les visites de sites archéologiques organisées en école primaire, au collège, lycée ou même à l'université. De nombreuses recherches ont démontré comment certains outils peuvent améliorer l'apprentissage collaboratif [4]. Le fait d'avoir accès à un **espace partagé interactif** est une des fonctionnalités les plus importantes pour faciliter la collaboration [5]. Ces espaces partagés se présentent habituellement sous la forme de tables interactives : un grand écran *multi-touch* horizontal sur des pieds. Ces tables, qui doivent être branchées sur secteur, pèsent lourds et coûtent au minimum 3 000 euros. Elles ne sont donc pas adaptées aux sorties pédagogiques. Par conséquent, cette thèse vise la création d'outils pour l'apprentissage situé et collaboratif qui répondent à la contrainte de la mobilité, en proposant des solutions interactives adaptées pour les espaces partagés.

La première partie de cet article expose les différents concepts d'apprentissage convoqués pour notre travail. La deuxième partie dresse un état de l'art succinct des outils existants pour faciliter la collaboration entre apprenants. Ensuite, nous proposons un cadre conceptuel pour la création d'outils de collaboration pour les sorties pédagogiques (partie 4). Pour finir, nous décrivons les étapes du prototypage en cours et des expérimentations à venir (partie 5).

2 Apprentissage collaboratif et apprentissage situé

L'apprentissage peut s'avérer compliqué dans un système éducatif conçu pour accueillir le plus d'étudiants possible [6]. Dans ce contexte, les décrochages scolaires sont nombreux, les systèmes éducatifs existants ne pouvant convenir à tous. D'après une étude récente, un million de jeunes se sont retrouvés sans qualifications en 2020 au niveau européen [7]. Apprendre, c'est acquérir et intégrer des connaissances (ou savoir-faire) dans une représentation de la réalité que l'individu construit, au fur et à mesure de ses interactions avec son environnement [8]. Cette représentation est de nature interconnectée [9].

La **collaboration** présente donc un mode d'apprentissage pertinent [10], car elle oblige le groupe à construire une représentation commune du scénario (ou du problème à résoudre) [11] qu'on peut caractériser comme autocorrective: la communication pendant la collaboration étant multidirectionnelle, chaque production orale permet à l'individu d'avoir un retour immédiat sur sa représentation individuelle. Les interactions sociales dans le groupe présentent également d'autres avantages pour la motivation des apprenants [12].

L'**apprentissage situé** propose des interactions variées dans un cadre authentique [3] qui peut-être en dehors de la salle de classe (*e.g.* forêt, ruine d'une fortification). Dans ce cas, l'activité physique pour se rendre sur les différents points d'intérêts, entraîne une meilleure mémorisation et l'activation de différents types de mémoire [13].

Les avantages pédagogiques de la collaboration et de l'apprentissage situé peuvent être naturellement combinés lors de **sorties pédagogiques**. Cependant, les outils classiquement déployés (*e.g.* carte, carnets) sont statiques et ne proposent donc pas de fonctionnalités dynamiques, telles que la possibilité d'afficher des informations complémentaires, la position ou les informations fournies par les autres élèves. Ces informations ont pourtant démontré leurs avantages pour faciliter la collaboration [5]. Un outil numérique mobile, qui proposerait ce type d'espace partagé interactif, serait donc vraisemblablement bénéfique à l'apprentissage situé collaboratif, lors de sorties pédagogiques.

3 État de l'art

Les dispositifs actuels proposant des espaces partagés interactifs, tels que les tables interactives, ont démontré de nombreux intérêts pour la collaboration. Cependant, ils ne sont pas adaptés aux sorties pédagogiques. Nous proposons donc un état de l'art succinct des travaux qui analysent les solutions existantes et des travaux qui retracent

les grands axes identifiés par la communauté scientifique pour faciliter la collaboration. Ces résultats, notés R1...Rx, seront traduits en exigences dans le chapitre suivant et serviront à la conception de notre proposition.

Les avantages des tables interactives, par rapport aux outils classiques, ont été explorés par Mateescu *et al.* [5] à travers une méta-analyse de 41 études. Les auteurs ont examiné leurs impacts sur les cinq catégories de processus de collaboration : *Participation*, *Workspace Awareness*, *Verbal and gestural communication*, *Coordination flow*, *Artifact interaction* et *Level of reasoning*. Ces cinq catégories peuvent donc servir de repère pour la conception des fonctionnalités d'un outil de collaboration (**R1**). Dans l'une de ces catégories (*Verbal and Gesture Communication*) les outils peuvent cependant présenter des désavantages. En effet, l'utilisation de tables peut avoir pour effet de bloquer une partie de la communication non verbale par leur complexité technique [14] et leur encombrement physique (**R2**).

En outre, Hoppe et Ploetzner [15] ont trouvé, lors de leurs travaux concernant l'impact de la communication sur la collaboration, qu'il est préférable d'avoir des participants avec des connaissances hétérogènes (**R3**). Ainsi, les connaissances partielles distribuées obligent les participants à communiquer pour arriver au bout du scénario. Dillenbourg [16] décrit également quatre façons d'augmenter la probabilité d'avoir des interactions favorisant la collaboration : paramétrer le scénario (*e.g.* taille de groupe), imposer un contrat de collaboration (*e.g.* mettre en place des rôles) (**R4**), accompagner les interactions entre participants (en restreignant ou encourageant un certain type d'interaction) et enfin, suivre et réguler ces interactions (**R5**).

Toutefois, la mise en œuvre d'une solution qui met en place des conditions favorisant l'apprentissage collaboratif est complexe (**R6**) : Dans sa thèse de 2017, Tong dresse un état de l'art de 30 outils numériques dont l'objectif est de faciliter la collaboration [17]. Environ 40% de ces travaux n'ont pas dépassé le stade de prototype ou d'une pré-étude. La conception de l'outil seule semble consommer une quantité importante de ressources des projets.

Parmi l'état de l'art de Tong ressort l'étude de Sugimoto *et al* [18]. Les auteurs proposent l'outil *Caretta* qui est composé d'un **large écran interactif partagé** (table interactive) et d'**écrans individuels** (assistant numérique personnel). Cet outil présente deux avantages. Premièrement, les utilisateurs décident quand ils coopèrent et quand ils collaborent¹ (**R7**). Deuxièmement, la présence d'espaces individuels encourage la réflexion, un processus qui est difficile pendant la collaboration, dû à la nature synchrone de cette dernière. Les auteurs ont observé que les participants privilégient naturellement la coopération sur leurs écrans individuels. Des mécanismes encourageant la collaboration (**R8**) ont dû être introduits tels qu'un système de vote ou l'absence de fonctionnalité sur les espaces individuels [18].

¹ La coopération, dans cet article, est considérée comme une activité où chaque individu travaille de façon autonome sur une partie de la solution alors que la collaboration désigne une activité où les individus travaillent sur la même partie en même temps.

4 Cadre conceptuel

Il n'existe, à l'heure actuelle, pas d'outil **mobile** satisfaisant les exigences issues des résultats R1 à R8 identifiés dans l'état de l'art. Nous proposons donc, dans la suite de cet article, un cadre conceptuel pour la création de ce type d'outil, à travers trois principes.

4.1 Un outil mobile avec un écran partagé et des écrans individuels

L'usage d'une table interactive (écran partagé) en combinaison avec des écrans individuels a fait ses preuves (R7). Cependant, l'encombrement des tables (R2) et le cadre de la sortie pédagogique imposent l'usage de dispositif léger et mobile. Pour rendre le concept de la table interactive mobile, l'approche « *peephole* » est envisageable : un smartphone (ou une tablette) posé sur une surface affiche les informations dynamiques selon sa position [19]. Ainsi, il est possible de rendre toute surface (*e.g.* une carte géographique) interactive et de l'enrichir d'informations dynamiques (*e.g.* données recueillies par les élèves sur les points d'intérêt). De plus, cet espace partagé peut être combiné avec des écrans individuels (smartphones des élèves, Fig. 1). L'outil de collaboration est donc distribué sur un ensemble d'écrans interconnectés. Un premier prototype a permis d'avoir une preuve de la faisabilité².

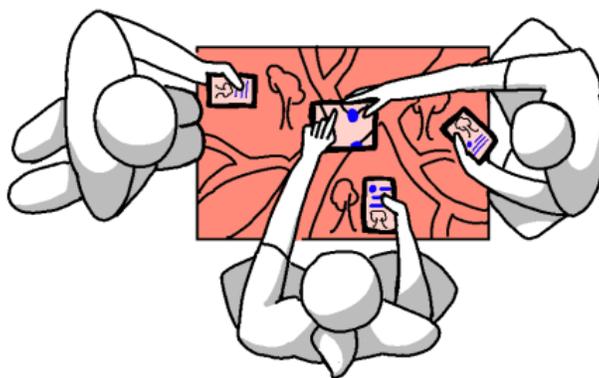


Fig. 1. Illustration du dispositif combinant un écran partagé et plusieurs écrans individuels

4.2 Un outil modulable

Différentes études ont permis d'identifier des aspects du processus d'apprentissage collaboratif qui devront être pris en compte pour le développement du dispositif (R1). Néanmoins, il n'est pas possible de prédire comment les différents mécanismes (et leurs implémentations techniques) vont fonctionner ensemble, d'autant plus qu'ils

² A ce stade, il n'est pas possible de donner des précisions techniques car une étude de brevetabilité est en cours.

sont complexes à développer (R6). Par conséquent, nous proposons un **ensemble de modules conceptuels**, permettant ainsi la création de différentes combinaisons de mécanismes pour les tester séparément. Ces modules auront pour objectif de faciliter la collaboration, groupés selon les catégories proposées par Mateescu *et al.* [5] et présentées dans l'état de l'art. Par exemple, un module M1 pourrait afficher le nombre de productions orales de chaque membre du groupe afin d'encourager une autorégulation et ainsi améliorer la catégorie *Participation*. Un autre module M2 pourrait permettre de prendre une décision collective avec un système de vote et ainsi soutenir les catégories *Participation* et *Coordination flow*. Notre objectif est donc de fournir un ensemble de modules qui pourront être combinés et configurés en fonction des besoins des sorties pédagogiques et du type d'utilisateur final.

Les modules conceptuels seront implémentés à travers un nombre de modules fonctionnels. La notion de module fonctionnel correspond au concept de composant logiciel tandis qu'un module conceptuel équivaut à un logiciel collaboratif issu de la philosophie UNIX³. En effet, les outils finaux, constitués d'un ensemble de modules conceptuels, rappellent l'adaptation de système d'exploitation UNIX, un processus notamment utilisé dans le domaine des systèmes embarqués. En effet, notre approche en est fortement inspirée puisque les défis d'adaptabilité sont similaires.

4.3 Des outils scénarisables

L'importance de pouvoir mettre en place des mécanismes obligeant la collaboration est démontrée par R8. Elle peut être renforcée par l'absence de fonctionnalités sur les espaces individuels ou par la présence de mécanismes incitant la collaboration (*e.g.* un vote). Il nous paraît donc intéressant de **scénariser des moments clés qui déclenchent la présence ou non de certains modules**. Cette scénarisation permettra ainsi de contrôler les fonctionnalités et les informations disponibles aux élèves à un moment donné (R3 et R5). De plus, elle permet le *Scripting* du scénario (R4), c'est-à-dire la mise en scène d'une expérience collaborative préméditée [4]. En suivant ce principe, le module M1 pourrait apparaître, sur les écrans de l'équipe concernée, quand un déséquilibre de participation est détecté ou quand l'enseignant s'en aperçoit lors de la sortie (R5).

Le cadre conceptuel que nous proposons permet la création d'outils de collaboration mobiles, modulables et scénarisables qui répondent aux exigences R1 à R8, identifiés lors de l'état de l'art. Ce cadre est, pour le moment, purement théorique et devra donc être développé et validé par des expérimentations.

Le tableau suivant résume l'état de l'art et nos propositions :

Résultats		Propositions conceptuelles
R1	Catégories de processus de collaboration	Modularité conceptuelle
R2	Outils de collaboration existant non mobiles	Conception pour dispositifs mobiles
R3	Avantage de la scénarisation	Accès conditionnel aux ressources

³ Logiciel conçu dans l'objectif d'être utilisé en conjonction avec d'autres logiciels

R4	Avantage de la distribution des rôles	Accès conditionnel aux fonctionnalités
R5	Régulation d'interaction nécessaire	Accès conditionnel aux ressources
R6	Complexité de la conception des outils	Gestion collaboratif et développement ouvert
R7	Avantage d'avoir un écran partagé et des écrans individuels	Intégration de protocoles de communication multi-appareils
R8	Nécessité de mécanismes purement collaboratifs	Modules conceptuels de la catégorie « <i>Coordination flow</i> »

Table 1. Résumé de l'état de l'art et des fonctionnalités proposées

5 Perspectives et expérimentations

La validation du cadre conceptuel proposé est complexe : le nombre de combinaisons de modules potentielles pose un problème majeur face au nombre d'expériences limité que l'on peut effectuer sur le terrain dans la durée de la thèse. Le principe de scénarisation nous permettra de tester plusieurs combinaisons dans les différents groupes d'apprenants lors d'une seule sortie. À moyen terme, le retour de la communauté scientifique validera d'autres combinaisons de modules et fournira les données nécessaires pour enrichir le modèle d'interactions qui découle de ces expériences.

La motivation de la communauté scientifique pour contribuer à ce projet reposera sur le cadre conceptuel qui réduira, de façon significative, l'effort nécessaire à la mise en place d'outils adaptés lors d'expériences collaboratives et situées.

Ces retours et échanges apporteront des éléments pour répondre à la question de recherche quelle combinaison de mécanismes de collaboration maximise les bénéfices pour l'apprentissage pendant une sortie scolaire.

Trois expérimentations sont prévues en 2022 dans des contextes variés de sorties pédagogiques : une sortie en géologie avec des étudiants en Master, une course d'orientation avec des élèves en situation de handicap au collège (EPS) et une sortie en histoire-géographie pour de futurs professeurs des écoles.

Plusieurs prototypes sont en cours de développement pour mettre en place l'approche *peephole* sur une carte papier de taille A3. L'usage de cette interaction innovante ne se limitera d'ailleurs pas aux cartes géographiques, mais donnera la possibilité d'enrichir toute surface avec des informations et outils pour d'autres contextes.

L'usage de notre cadre conceptuel pourrait donc aussi être utile pour faciliter des activités collaboratives dans des musées ou pendant des réunions. Les expériences décrites permettront de valider (ou non) l'hypothèse sur le fait que l'interaction *peephole* peut transposer les bénéfices observés dans les études précédentes dans le contexte des sorties scolaires.

Références

1. Stahl, G., Koschmann, T., Suthers, D.: Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. *Cambridge handbook of the learning sciences*. 20 (2006).
2. Lave, J., Wenger, E.: *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press (1991).
3. Herrington, J., Oliver, R.: Critical characteristics of situated learning: Implications for the instructional design of multimedia. *Conférence ASCILITE 1995*, pp. 253-262, Melbourne (1995).
4. Hmelo-Silver, C., Chinn, C., Chan, C.: *The International Handbook of Collaborative Learning*. 1ère éd. Routledge, New York (2013).
5. Mateescu, M., Pimmer, C., Zahn, C., Klinkhammer, D., Reiterer, H.: Collaboration on large interactive displays: a systematic review. *Human-Computer Interaction*. 36, 1–35 (2019).
6. Collins, A., Halverson, R.: *Rethinking Education in the Age of Technology: The Digital Revolution and Schooling in America*. Teachers College Press (2009).
7. La lutte contre le décrochage scolaire en France et le FSE, <http://www.fse.gouv.fr/dossiers-thematiques/la-lutte-contre-le-decrochage-scolaire-en-france-et-le-fse>, dernier accès 2021/12/19.
8. Wadsworth, B.J.: *Piaget’s theory of cognitive and affective development: Foundations of constructivism*. 5ème ed. Longman Publishing, White Plains, NY, Angleterre (1996).
9. Adorno, T.W., Hullot-Kentor, B., Will, F.: *The Essay as Form*. *New German Critique*. 151–171 (1984).
10. Roschelle, J., Teasley, S.: The Construction of Shared Knowledge in Collaborative Problem Solving. *Computer Supported Collaborative Learning*. 69-97 (1995).
11. Lajoie, S.P., Derry, S.J.: *Computers As Cognitive Tools*. Routledge (2013).
12. Lavoué, É., Ju, Q., Hallifax, S., Serna, A.: Analyzing the relationships between learners’ motivation and observable engaged behaviors in a gamified learning environment. *International Journal of Human-Computer Studies*. 154, 41 (2021).
13. Kennedy, M.: *The Benefit of Field Trips*. Honors College Theses. (2014).
14. Scott, S., Grant, K., Mandryk, R.: *System Guidelines for Co-located, Collaborative Work on a Tabletop Display*. Presented at the January 1 (2003).
15. Hoppe, H.U., Ploetzner, R.: Can Analytic Models Support Learning in Groups? In: *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches*. pp. 103–121 (1999).
16. Dillenbourg, P.: *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*. *Advances in Learning and Instruction Series*. Elsevier Science, Inc (1999).
17. Tong, L.: *Designing and Analyzing Collaborative Activities in Multi-Surface Environments*, (2017).
18. Mandryk, R., Maranan, D.S., Inkpen, K.: *False prophets: exploring hybrid board/video games*. (2002).
19. Lucero, A., Keränen, J., Korhonen, H.: Collaborative use of mobile phones for brainstorming. Dans: *Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*. pp. 337–340. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA (2010).

Identifier et tracer les émotions épistémiques dans le cadre d'un jeu numérique au musée

Simon Morard¹ (2ème année de thèse - Sciences de l'éducation)

¹ Université de Genève, TECFA, 40 bd du Pont d'Arve, 1211 Genève
Simon.morard@unige.ch

Résumé. Cet article traite des choix effectués pour la conception d'un outil permettant l'identification des émotions épistémiques ressenties par des élèves du secondaire (12-15 ans) qui utilisent un jeu en réalité mixte dans le cadre de visites scolaires au musée. La revue de littérature a permis d'identifier les émotions épistémiques qui peuvent être ressenties lors de la résolution de problèmes complexes prenant la forme d'énigmes. L'identification et le traçage de ces émotions sont rendus possibles par une interface intégrée au jeu *Geome*, conçue selon une méthode de recherche orientée par la conception entre des chercheurs, un informaticien et des enseignants du projet afin de correspondre au champ lexical des élèves, aux objectifs de recherche, ainsi qu'à des critères ergonomiques d'Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH).

Mots-clés : Émotions Épistémiques, Jeu Numérique, Musée, Problèmes Complexes

1. Introduction

Dans le cadre du projet PLAY¹, « jouer pour apprendre au musée », un jeu en réalité mixte a été développé pour des élèves du secondaire 1 (12-15 ans) lors de leurs visites scolaires au musée de la Nature (Sion, Valais, Suisse). *Geome*, se joue sur tablette en interaction avec la muséographie (les différents éléments de collection du musée) et consiste en une quête durant laquelle les joueurs adoptent la posture d'un chasseur, puis celle d'un enquêteur devant résoudre des énigmes relevant de la relation entre l'Homme et la nature. Ces énigmes prennent la forme de problèmes complexes et ouverts qui ne peuvent être résolus avec un haut degré de certitude [1]. Basées sur des sujets socio-scientifiques, elles comportent des points de vue opposés qui conduisent à des explications contradictoires de phénomènes complexes et non déterministes [2]. Lorsque des élèves résolvent ces problèmes leurs attentes concernant la nature de la connaissance et du savoir [3] peuvent être mobilisées et suscitées par des émotions telles que la surprise, la curiosité, la confusion, la frustration ou l'anxiété [4] qui sont reconnues comme étant des *émotions épistémiques* [5,6,7] auxquelles peuvent être ajoutés l'ennui et la joie [5,8]. Ces émotions sont les différents états affectifs qui

¹ Le projet de recherche PLAY est financé par le Fonds national suisse de la recherche

émanent d'activités cognitives, particulièrement dans des situations d'appropriation de connaissances [7]. Nos travaux portent sur la modélisation et le traçage de l'expérience subjective du joueur. Pour cela nous veillons à étudier quatre dimensions caractéristiques de l'expérience de jeu, qui sont [9] : les *precepts* (activités réalisées par le joueur) ; les *percepts* (informations à disposition) ; les *concepts* (connaissances mobilisées durant le jeu) et les *affects* (émotions ressenties). Un traçage des actions des joueurs avec horodatage étant existant, nous manquons en revanche d'informations sur les émotions ressenties. Pour cela il nous faut répondre aux questions suivantes : Quelles émotions recueillir ? Comment ? Et à quel moment durant le jeu ? Ainsi, nous pourrions disposer d'un outil d'identification des émotions épistémiques, directement intégrée à l'interface de jeu. Ce papier revient sur les choix conceptuels et théoriques qui nous ont guidé dans la conception de cet outil de récolte de données.

2 Émotions épistémiques et résolution de problèmes complexes

La résolution de problèmes complexes dépend notamment de la pensée critique, dont les composantes principales sont l'investigation et l'argumentation [6,10]. Elle repose sur les ressources épistémiques des individus, c'est-à-dire la capacité à prendre en compte la nature de la connaissance (sa complexité et son caractère évolutif) et la nature de l'acte de connaître (identifier la source et produire une justification) [3]. Ces ressources épistémiques sont mobilisées lors d'expérience d'apprentissage, ludique dans notre cas, et s'accompagnent généralement d'émotions [8], des réponses à des événements qui se traduisent par des tendances à agir, des réactions autonomes, des expressions et des sentiments [10]. Nous nous focaliserons plus particulièrement sur les émotions épistémiques qui sont liées au traitement cognitif par l'apprenant des informations et des tâches rencontrées dans un environnement d'apprentissage [11]. Elles sont provoquées par de l'incongruité cognitive produite par des informations inattendues qui contredisent les connaissances antérieures ou les croyances personnelles [12]. Ces émotions peuvent être des indicateurs de la performance d'apprentissage [11,13]. Ressentir de la confusion peut être corrélé à de meilleures performances et est précurseur d'un apprentissage profond [13], tandis que des émotions comme la frustration ou l'ennui peuvent être associées à un apprentissage plus faible [14]. Des études ont démontré des modèles de transition entre les différentes émotions qui pouvaient être observées [5,13] en demandant aux participants de déclarer leurs émotions à des intervalles fréquents pendant les séquences d'apprentissage. Ainsi, il est peu probable qu'un élève passe de l'engagement à la frustration, la confusion ayant un rôle intermédiaire dans cette transition [8]. La frustration a été observée comme négative pour l'apprentissage, mais dans une moindre mesure que l'ennui [14]. La persistance de la frustration est en effet généralement plus courte dans le temps par rapport à l'ennui, et une brève exposition à celle-ci n'est pas forcément nuisible à l'apprentissage [5]. La confusion est l'autre émotion transitoire du modèle et probablement l'une des émotions épistémiques les plus complexes en raison de son ambivalence. En effet, la confusion peut être le précurseur de résultats d'apprentissage tant négatifs que positifs [13]. Le rôle que tient la confusion dans le modèle dynamique

de la transition émotionnelle est central puisqu'il s'agit du point de bascule avant que les élèves ne commencent à ressentir de la frustration dans l'activité d'apprentissage, ou inversement, à être positivement engagés. En effet, un niveau modéré de confusion peut bénéficier à l'apprentissage [13].

Les tâches et le matériel d'apprentissage peuvent provoquer la confusion lorsque des informations contradictoires ou incohérentes avec les connaissances antérieures des élèves sont introduites ou lorsqu'ils sont confrontés à un nouveau modèle conceptuel [15]. Dans ce cas, les élèves sont susceptibles d'être mis au défi et réagissent positivement en se concentrant plus intensément sur la tâche pour dissiper la confusion, devenant ainsi entièrement engagés dans l'activité [16]. Cependant, si la confusion est trop importante, et si les élèves sont bloqués pendant un temps excessif, ils peuvent devenir frustrés et les bénéfices attendus de la confusion seront perdus. Cette particularité de la confusion se traduit par un point particulier du parcours émotionnel comme une *zone de confusion optimale* [13] dans laquelle les élèves naviguent afin de tirer parti de la confusion sans pour autant s'ennuyer [8].

L'étude de la dynamique des émotions épistémiques [5] pour l'apprentissage s'avère précieuse pour une conception *ad hoc* des tâches et des contenus intégrés à des EIAH ou à des jeux numériques. En particulier lorsque les élèves manipulent l'interface de manière autonome [8].

Pour identifier les émotions des élèves, plusieurs méthodes sont possibles [17]. Il est courant de les questionner sur leurs émotions. Dans les EIAH, cela peut être réalisé avec des outils visuels tels que des échelles d'auto-évaluation, des roues d'émotions [18] ou un ensemble d'émoticônes. Cependant, cette méthode peut également présenter des limites liées à la volonté des élèves de révéler leurs émotions, en particulier lorsqu'elles ne sont pas positives, et aussi parce que la compréhension des descriptions données des émotions peut donner lieu à des interprétations différentes, même parmi des élèves d'âge similaire et partageant des antécédents culturels et éducatifs comparables [17]. Par ailleurs, s'agissant d'une expérience de jeu, il faut veiller à identifier ces émotions de manière non-intrusive et en temps réel [19]. La présence d'émotions épistémiques et la dynamique entre celles-ci étant centrale pour la résolution de problèmes complexes, nous jugeons nécessaire, pour caractériser l'expérience du joueur, de développer un outil d'identification des émotions. Cet outil devra prendre en compte les capacités d'interprétation des émotions des élèves [17] ainsi que des critères d'expérience utilisateur (UX) de l'EIAH visant à ne pas interrompre le jeu [18,19]. Face à cette problématique, plusieurs questions de recherches émergent : Comment et quand intégrer l'outil d'identification au *gameplay* ? Comment identifier des émotions épistémiques individuelles lorsque les élèves partagent une même tablette pour jouer ? Quelles formulations utiliser pour que l'élève puisse se positionner vis-à-vis de ses émotions ? Nous posons l'hypothèse que des émotions épistémiques, en particulier de la frustration et de la confusion, sont susceptibles d'être provoquées par le jeu chez les élèves, et contribueront à leur volonté de s'investir dans la résolution de problèmes complexes et à mobiliser leurs ressources épistémiques [3] (rapport au savoir).

3 Méthode de type recherche orientée par la conception

S'inscrivant dans une méthode de recherche de type recherche orientée par la conception (ROC), celle-ci se veut itérative en adaptant nos modèles d'analyse et de traitement des données, contributive par une volonté d'affiner les outils de traçage des émotions dans un jeu pour l'apprentissage, collaborative en étant menée entre chercheurs, experts techniques et praticiens et conduite en condition écologique au sein des musées où sont menées les expérimentations [20]. Par une revue de la littérature, notre choix s'est porté sur les émotions suivantes : la surprise, la curiosité et la confusion [7,11] la frustration [4], la joie et l'ennui [5,8]. Les définitions de ces six émotions ont été répertoriées dans un tableau par le chercheur puis présentées à des enseignants partenaires du projet. Pour chacune des émotions, les enseignants ont suggéré de courtes phrases qui pourraient être produites et comprises par leurs élèves pour caractériser ces émotions. À l'issue de cette séance de travail, une vingtaine de phrases ont été produites, puis à nouveau discutées entre les chercheurs et l'informaticien, en vue d'une implémentation à l'interface. Elles ont été intégrées au prototype de l'interface, dont les critères d'expérience utilisateur (UX) ont été discutés entre chercheurs et l'informaticien du projet lors de plusieurs séances de travail. Afin de ne pas rompre l'harmonie ludo-narrative, des discussions ont été menées sur les aspects visuels de l'interface. Dans une démarche itérative, l'interface développée sera testée par les élèves au musée. Des adaptations seront apportées à partir d'observation *in situ* et des retours des élèves sur des critères d'utilisabilité et d'acceptabilité [21].

4 Vers une interface de traçage des émotions épistémiques

Nos résultats prennent la forme d'une interface qui reflète nos réflexions sur les émotions à identifier et leur formulation compréhensible pour les élèves (quoi ?). Cette interface est mobilisée lors de moments considérés comme opportuns pour identifier les émotions (quand ?) en les sélectionnant de manière cohérente, tant du point de vue de l'univers du jeu, que de l'expérience du joueur (comment ?). Ainsi, les émotions épistémiques retenues ont été traduites, à partir de leurs définitions initiales, en de courtes phrases, identifiées comme compréhensibles par les enseignants pour leurs élèves. Par exemple la définition de la curiosité, considérée comme un désir de croyances vraies [22] ou le désir de savoir, qui implique une excitation physiologique et des impulsions motivationnelles pour connaître des choses nouvelles [23] a été synthétisée en : « j'ai envie d'en savoir plus ». La surprise, considérée comme une réaction affective immédiate à l'incongruité ressentie face à quelque chose d'inattendu [24] se résume, de manière compréhensible pour l'élève par : « je ne m'attendais pas à ça ». Ces six courtes phrases, pour autant d'émotions épistémiques, ont été intégrées à l'interface de choix, et doivent permettre de répondre à la question suivante : « que ressentez-vous ? »

Les aspects visuels (illustrations, personnages et code-couleurs) seront identiques au reste des interfaces de jeu, de plus l'identification est introduite narrativement par un personnage non-joueur, ayant déjà communiqué des informations aux joueurs. Ces aspects contribuent à ne pas rompre l'expérience de jeu. Les joueurs peuvent alors

effectuer un « glisser-déposer » de l'émotion qu'il ressent sur le personnage indiqué par leurs prénoms (comment ?). Le personnage s'illumine selon la couleur de l'émotion sélectionnée. Jusqu'à deux émotions peuvent être sélectionnées, la silhouette est alors scindée en deux (fig. 1). Nous tenions à ce que le joueur puisse identifier deux émotions épistémiques, car celles-ci sont dynamiques, parfois transitoires (de la frustration à l'ennui) ou combinables [5]. Dans cette optique de dynamique des émotions, la surprise va générer de l'intérêt auprès de l'apprenant, qui peut provoquer de la curiosité ou de la confusion [24]. L'interface nous permet ainsi de tracer si certaines émotions sont appariées par les joueurs. C'est également une façon de vérifier la sincérité des réponses sur l'interface dans le cas où des émotions antinomiques seraient sélectionnées (ennui et joie). Afin de garantir l'autonomie des joueurs pour l'utilisation de l'interface, un tutoriel animé indique la procédure à suivre pour sélectionner les émotions ou annuler son choix. Ce tutoriel reste accessible en cliquant sur l'icône « ! » au sommet gauche de l'interface.

Une bonne connaissance du jeu par les membres de notre équipe, couplée à une analyse *a priori* du jeu ont permis d'identifier des moments-clés (quand ?) dans l'expérience de jeu, qui relèvent de la résolution de problèmes complexes, durant lesquelles l'épistémologie personnelle [3] ainsi que des émotions épistémiques sont susceptibles d'être sollicitées [25]. La première partie du jeu se conclut par une défaite du joueur car les ressources à sa disposition sont limitées. Les actions (*percepts*) exercées par le joueur vont l'amener à réaliser que les causes de la défaite sont liées à des aspects systémiques, induits par ses comportements et ceux des autres joueurs, ce qui va générer des émotions (*affects*, nous supposons de la curiosité, de la confusion, de la surprise ou de la frustration). C'est à ce moment que l'élève sera amené, pour la première fois, à se prononcer sur ses émotions. La suite du jeu comporte des énigmes qui devront être résolues à partir d'une nouvelle diffusée par différents médias, les indices récoltés seront composés d'informations contradictoires (*precepts*) avec celles initialement présentées, une situation dans laquelle l'élève est susceptible de douter et de ressentir de l'incongruité cognitive [12]. C'est à ce moment que le joueur se prononcera une deuxième fois sur ses émotions. Les informations collectées de manière évolutive au cours du jeu, amèneront l'élève à remettre en question certaines certitudes ou à la conforter dans des opinions préalables. Le jeu se termine sans que l'élève puisse obtenir une réponse unique à l'enquête, mais des pistes de résolution, il est néanmoins indiqué « victoire » sur l'interface de jeu, il pourra alors une dernière fois indiquer son émotion. Au total, chaque joueur pourra se prononcer individuellement à trois reprises sur les émotions ressenties.



Fig. 1. : Interface d'identification des émotions épistémiques

5 Limites et perspectives

Le présent travail nous a permis de concevoir et d'intégrer une interface d'identification des émotions épistémiques susceptibles d'être ressenties lors de la résolution d'énigmes d'un jeu numérique au musée. Soucieux d'étudier l'expérience subjective d'apprentissage et de jeu, tracer les émotions contribuera à une meilleure compréhension de l'activité même de joueur. L'une des limites de notre interface est que ces situations de jeu sont particulièrement riches en interactions avec les éléments du musée, la tablette et entre les joueurs eux-mêmes, d'autres émotions sont susceptibles d'être éprouvées. Conscient que l'identification des émotions, en particulier pour un public adolescent, est complexe, notre dispositif sera mis à l'épreuve du terrain lors d'expérimentations en février 2022 puis adapté par itération. Des entretiens d'auto-confrontation couplés à des prises de vidéo par caméras embarquées et des observations *in situ*, permettront de valider la méthode et l'interface conçue, à partir de critères d'acceptabilité (l'expérience de jeu est-elle interrompue ?), d'utilisabilité (les joueurs parviennent-ils à utiliser l'interface ?), et de validité (Est-ce qu'ils répondent de manière sincère ?) [21]. Des perspectives plus vastes sont également possibles autour de la question de l'intégration du jeu numérique au musée. La vision que se fait l'élève d'un musée, comme espace de médiation et d'apprentissage, est-elle susceptible d'évoluer à la suite de son expérience ludique ? Est-ce que ce type de visite correspond davantage aux caractéristiques de ce public particulier ?

Références

1. Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85.
2. Levinson, R. (2006). Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-12
3. Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The Development of Epistemological Theories : Beliefs about Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140.
4. Muis, K. R., Chevrier, M., & Singh, C. A. (2018). The Role of Epistemic Emotions in Personal Epistemology and Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist*, 53(3), 165-184.
5. D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction* 22, 145-157
6. Muis, K. R., Chevrier, M., Denton, C. A., & Losenno, K. M. (2021). Epistemic Emotions and Epistemic Cognition Predict Critical Thinking About Socio-Scientific Issues. *Frontiers in Education*, 6, 121.
7. Pekrun, R. (2021). Emotions in reading and learning from texts : Progress and open problems. *Discourse Processes*, No Pagination Specified-No Pagination Specified.
8. Arguel, A., Pachman, M., & Lockyer, L. (2019). *Identifying epistemic emotions from activity analytics in interactive digital learning environments* (p. 56-67).
9. Sanchez, E. (à paraître en 2022) Le paradoxe du marionnettiste. Jeu et apprentissage. Toulouse : Octares.
10. Scherer, K. R. (2001). Appraisal considered as a process of multilevel sequential checking. In *Appraisal processes in emotion : Theory, methods, research* (p. 92-120). Oxford University Press.
11. Pekrun, R., & Stephens, E. J. (2012). Academic emotions. In *APA educational psychology handbook, Vol 2 : Individual differences and cultural and contextual factors* (p. 3-31). American Psychological Association.
12. Marshall, M., & Brown, J. (2006). Emotional reactions to achievement outcomes : Is it really best to expect the worst? *Cognition and Emotion*, 20(1), 43-63.
13. D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R., & Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*. 29, 153-170
14. Baker, R. S. J. D., D'Mello, S. K., Rodrigo, Ma. M. T., & Graesser, A. C. (2010). Better to be frustrated than bored : The incidence, persistence, and impact of learners' cognitive-affective states during interactions with three different computer-based learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(4), 223-241.
15. Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change : A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357-380.
16. VanLehn, K., Siler, S., Murray, C., Yamauchi, T., & Baggett, W. B. (2003). Why do only some events cause learning during human tutoring? *Cognition and Instruction*, 21(3), 209-249.
17. Arguel, A., Lockyer, L., Lipp, O. V., Lodge, J. M., & Kennedy, G. (2017). Inside out : Detecting learners' confusion to improve interactive digital learning environments. *Journal of Educational Computing Research*, 55(4), 526-551.
18. Cayatte, R. (2019). L'émotion comme moteur de jeu : Mettre des mots sur une expressivité vidéoludique. *Colloque international Les langages du jeu vidéo : codes, discours et images en jeu*. Unil Gamelab (EPFL), Lausanne, Suisse
19. Clow, D. (2013). An overview of learning analytics. *Teaching in Higher Education*, 18(6), 683-695.

20. Sanchez, É., & Monod-Ansaldi, R. (2015). Recherche collaborative orientée par la conception. *Éducation et didactique*, 9-2, 73-94.
21. Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G., & Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : Interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH.
22. Goldman, A. I. (1999). *Knowledge in a Social World*. Oxford University Press.
23. Markey, A., & Loewenstein, G. (2014). Curiosity. In *International handbook of emotions in education* (p. 228-245). Routledge/Taylor & Francis Group.
24. Vogl, E., Pekrun, R., Murayama, K., Loderer, K., & Schubert, S. (2019). Surprise, Curiosity, and Confusion Promote Knowledge Exploration : Evidence for Robust Effects of Epistemic Emotions. *Frontiers in Psychology*, 10, 2474.
25. Bonnat, C., Oliveira, G., Morard, S., Paukovics, E., & Sanchez, E. (2021). Rapport au savoir en contexte muséal : Le cas du jeu Geome. *10e Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, 381-384.

Conception et génération d'activités d'apprentissage ludiques adaptables

Bérénice Lemoine^[0000-0002-7608-3223]

Première année de thèse

Le Mans Université, LIUM, France

`berenice.lemoine@univ-lemans.fr`

Abstract. Dans le contexte des apprentissages à l'aide de jeux sérieux, l'adaptation des activités proposées à des fins d'individualisation est un enjeu important. Cette adaptation peut consister à prendre en compte les besoins des personnes d'un point de vue pédagogique, didactique, ludique, etc. Cependant, l'adaptation impose aux enseignants des efforts de mise en œuvre considérable. Par conséquent, une thématique émergente tente de pallier ce problème : la *génération de contenu adapté*. Ce papier vise à positionner les travaux de thèse¹ débutés le 1^{er} octobre 2021. Nos travaux vont porter sur l'intrication des dimensions ludique et éducative pour la génération d'activités d'apprentissage adaptées aux apprenants-joueurs sur ces deux dimensions.

Keywords: Jeux sérieux · Adaptation · Génération.

1 Introduction

La recherche en EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) aborde des questions de différentes natures : sciences humaines et sociales (SHS) ou informatiques [18]. Du point de vue informatique, ces questions concernent principalement la conception et la réalisation d'outils ou logiciels orientés aides aux enseignants ou aux apprenants (outils auteurs, systèmes de ludification, jeux sérieux d'apprentissages, etc.).

Un des enjeux de recherche est de concevoir des EIAH (i.e., au sens logiciels) adaptés à chaque apprenant afin d'améliorer l'apprentissage [8,14]. L'*adaptation* d'un EIAH est donc l'action qui consiste à le rendre adapté, entièrement ou en partie, sur une ou plusieurs dimensions (p. ex. pédagogique, didactique, ludique, etc.), à des groupes d'utilisateurs ou à chaque utilisateur individuellement.

Au sein des EIAH, une adaptation possible est celle des activités d'apprentissage. Ces activités dites *adaptées* prennent généralement en compte différents éléments (i.e., niveau/préférences des apprenants, objectifs pédagogiques des enseignants) pour l'adaptation. Concevoir une activité d'apprentissage adaptée demande aux enseignants de construire différentes variantes d'une même activité

¹ Sous la direction de Sébastien George et l'encadrement de Pierre Laforcade.

en fonction de chaque apprenant. Ce type d'adaptation est donc coûteux en termes d'efforts et de temps nécessaire à sa mise en œuvre. Pour tenter de pallier ces problèmes, une piste de recherche émergente est celle de la *génération d'activités adaptées* par des systèmes informatiques.

Cet article a pour but de présenter la problématique de thèse portant sur la génération d'activités d'apprentissage adaptées sur les dimensions ludique et éducative simultanément. La Section 2 présentera le cadre conceptuel de la problématique (i.e., la thématique et un court état de l'art). Enfin, la Section 3 présentera le problème de recherche (i.e., contexte précis, question de recherche, hypothèse et objectifs).

2 Cadre conceptuel

Cette section définit le cadre conceptuel de la thèse en présentant le thème de la thèse et sa pertinence, suivie d'une revue de la littérature associée.

2.1 Thématique

L'adaptation a pour principal but d'offrir un contexte propice à l'apprentissage, notamment en prenant en compte les besoins et préférences des apprenants. En d'autres termes, l'adaptation en EIAH consiste à proposer des outils, méthodes, approches ou modèles supportant des apprentissages en correspondant au mieux à chaque apprenant indépendamment. Par conséquent, la littérature scientifique regroupe de nombreux travaux pour la conception de systèmes de ludification, d'activités d'apprentissage ou de jeux sérieux adaptables ou adaptatifs.

L'*adaptativité* et l'*adaptabilité* sont les deux principales formes d'adaptation. Un système ayant la capacité de s'adapter en permettant la modification de paramètres ou la saisie d'un profil par l'utilisateur, est dit *adaptable* [19]. En revanche, un système s'adaptant automatiquement en fonction du comportement de l'utilisateur est dit *adaptatif* [19].

En général, l'adaptation est effectuée sur une seule dimension (pédagogique ou didactique ou ludique, etc.). L'adaptation sur la dimension pédagogique consiste à adapter les décisions pédagogiques pour les apprenants, en fonction de leurs connaissances/compétences et besoins, afin d'améliorer leur apprentissage. L'adaptation didactique, quant à elle, consiste à adapter le type de contenu ou d'exercices à proposer, toujours dans un but d'amélioration de l'apprentissage. Enfin, l'adaptation sur la dimension ludique consiste à adapter les différents composants du système (mécaniques de jeu, dynamiques de jeu, esthétique, etc.) en fonction des préférences ou des profils des apprenants-joueurs. Généralement, son but est d'améliorer l'engagement, la motivation et l'amusement des utilisateurs. Dans cet article, nous désignerons par *adaptation selon la dimension éducative* la prise en compte des décisions pédagogiques ainsi que des types de contenus/exercices à proposer.

Concevoir manuellement des activités d'apprentissage adaptées impose la création de nombreuses variantes d'une même activité. Cette tâche demande

des efforts et un temps considérable aux enseignants. Par conséquent, une solution est d'automatiser, entièrement ou partiellement, cette conception à l'aide de générateurs d'activités d'apprentissage. La génération permet, en plus de la réduction des coûts, d'offrir une plus grande variété d'activités aux apprenants.

D'autre part, la conception d'activités d'apprentissage ludiques est coûteuse à mettre en place. En effet, cette conception nécessite d'importantes interactions entre enseignants et experts (e.g, experts dans le domaine du jeu), pour combiner les éléments ludiques et pédagogiques. Par conséquent, l'adaptation de telles activités n'est pas une tâche triviale et nécessite d'être abordée en profondeur.

2.2 État de l'art

Dans cette section, nous présentons un court état de l'art de l'adaptation dans le cadre des EIAH, des jeux ainsi que des travaux émergents sur la génération.

L'Adaptation dans les EIAH. Certains travaux proposent des aides à la construction de contenus pédagogiques adaptés aux enseignants. Le modèle PERSUAD2 [7] soutient la conception de stratégies pédagogiques adaptées représentées sous forme de règles *Si...Alors...Sinon* et basées sur des profils d'apprenants. Son but est de personnaliser l'apprentissage des apprenants en leur recommandant les activités (existantes) les plus adaptées (adaptation *pédagogique*). Dans la continuité de PERSUAD2 et au sein du projet ComPer, Sablayrolles *et al.* [16] proposent une approche de recommandation de séquence ordonnée de ressources adaptées aux apprenants à partir de leur profil de compétences (adaptation *pédagogique*). D'autres travaux s'intéressent à l'adaptation de la ludification². À partir du profil de joueur, Monterrat *et al.* [11] utilisent une Q-Matrice pour recommander des mécaniques de jeu estimées les plus adaptées aux profils de joueurs identifiés pour les apprenants dans le cadre d'environnements d'apprentissage (adaptation *ludique*). Une évolution de ce modèle est proposée par Monterrat *et al.* dans [12]. Le nouveau modèle permet la prise en compte d'une adaptation multidimensionnelle et non plus uniquement ludique. Enfin, d'autres approches cherchent plutôt à adapter au sens adaptatif du terme. Codish et Ravid [3] présentent un framework pour la conception de systèmes de gamification adaptables et adaptatifs (modification en cours d'exécution). Ce framework propose de prendre en compte des caractéristiques utilisateurs (genre, personnalité) et d'utiliser des techniques de *Gamification Analytics* afin d'adapter les éléments de jeu aux joueurs (adaptation *ludique*).

L'Adaptation dans les jeux. Depuis de nombreuses années, les jeux vidéos et jeux sérieux connaissent un intérêt accru dans le milieu de la recherche. Les jeux d'apprentissage sont un type de jeux sérieux visant à favoriser un apprentissage spécifique. Certains travaux visent la conception ou l'aide à la conception

² Action consistant à utiliser des éléments de jeux dans des contextes non ludiques [10].

de contenus de jeux adaptés. Marne *et al.* [9] proposent un outil auteur pour aider les enseignants à concevoir des scénarios de jeux sérieux non linéaires. Le scénario est adapté au niveau de l'ordonnancement des activités pédagogiques et de par l'ajout d'activités purement ludiques (adaptation *ludique*). D'autres travaux s'orientent un peu plus vers des systèmes adaptatifs. Pedersen *et al.* [15] envisagent d'adapter les niveaux de jeux (i.e., *gameplay*) à partir des modèles de prédictions sur les émotions (amusement, frustration, challenge, etc.) obtenus suite à une expérimentation (adaptation *ludique*). Quelques-uns s'orientent vers des systèmes hybrides (i.e., adaptable et adaptatif). Natkin *et al.* [13] proposent un système de recommandation de quêtes en fonction d'un modèle utilisateur. À partir du modèle, un ensemble de quêtes est proposé à l'utilisateur, en fonction de ses choix et d'une analyse des traces, le modèle utilisateur est modifié et les propositions sont raffinées.

Génération pour l'adaptation dans les jeux sérieux. Cette approche vise à proposer des contenus adaptés par construction. Peu de travaux sur la génération de contenu adapté sont présents dans la littérature. Certains s'intéressent à la génération de contenu en dehors du cadre des jeux [2,4]. Dans le cadre des jeux éducatifs de simulation, Callies [1] propose une architecture adaptative qui consiste à générer des plans pédagogiques adaptés (i.e., sous-partie d'un scénario) ainsi qu'à adapter les comportements des PNJs (Personnage Non Joueur) en fonction des actions des joueur-apprenants (adaptation *ludique* et *pédagogique*). Le scénario est composé des différents plans pédagogiques générés au cours d'une session de jeu. Deux travaux abordent la génération de scénarios de jeux sérieux dont les activités sont adaptées à l'apprenant. Tout d'abord, Sebaha et Hussaan [17] proposent un modèle générique qui, à partir du profil de l'apprenant et des modèles de représentation des ressources et concepts qu'ils ont définis, génère un scénario adapté à l'apprenant (adaptation *pédagogique*). D'autre part, Laforcade et Laghouaouta [6] proposent un modèle de génération utilisant des techniques d'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM) et basé sur le modèle de Sebaha et Hussaan [17], pour concevoir des séquences d'activités (i.e., scénario de jeu) qui sont adaptées à l'apprenant (adaptation *pédagogique*). Le modèle a été implémenté au sein du jeu sérieux d'apprentissage *Escape It!* ayant pour but le développement de compétences visuelles pour des enfants autistes.

Constats. Plusieurs points sur ces travaux méritent d'être mis en évidence :

- peu de travaux abordent l'adaptation en prenant en compte plusieurs dimensions (dont aucun travail de génération d'éléments adaptés) ;
- les adaptations effectuées se fondent souvent sur des mécaniques de jeux (e.g, points, badges, *leaderboards*, etc.) plutôt que des éléments du *gameplay* ou des règles du jeu ;
- enfin, de nombreux travaux portent sur la recommandation d'activités préexistantes.

Ces constats montrent que certaines pistes de recherche doivent être explorées de manière plus approfondie : adaptation multidimensions, génération de con-

tenus adaptés (sur une ou plusieurs dimensions). L'intrication des dimensions ludique et pédagogique, notamment au sein des jeux, est reconnue comme une tâche complexe [10]. Dans cette thèse, nous chercherons à proposer un modèle générique permettant la génération d'activités de jeux sérieux adaptées sur les dimensions ludique et éducative.

3 Problème de recherche

Comme expliqué au préalable, l'adaptation d'activités d'apprentissage sur les dimensions éducative et ludique nécessite de concevoir des activités différentes pour chaque apprenant-joueur en fonction de différentes caractéristiques éducatives (e.g., niveau de l'étudiant ou encore les choix pédagogiques de l'enseignant) et ludiques (e.g, préférences esthétiques du joueur). Contrairement à la conception manuelle coûteuse en temps, la génération permet de fournir une variété plus importante d'activités adaptées avec un coût de conception moins important. L'objectif principal du sujet est donc de proposer des modèles (i.e., modèle du domaine, modèle du jeu, modèle du contexte, etc.) utilisés par le générateur pour générer des activités adaptées aux apprenants-joueurs (cf. Figure 1).

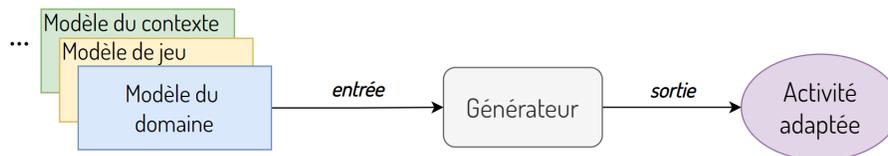


Fig. 1. Schéma haut niveau du processus envisagé

La structuration d'une activité étant dépendante du type de connaissances que l'on souhaite transmettre (déclaratives, procédurales, conceptuelles et *rule-based*) [5], il est nécessaire de caractériser le type d'activité visé. Nous cherchons à proposer des activités, réalisées individuellement, permettant l'entraînement à la stabilisation progressive (i.e., acquisition longue durée) de connaissances déclaratives.

Dans notre cas, l'adaptation de ces activités doit concerner deux dimensions non disjointes, i.e., qui partagent des concepts similaires (i.e., d'objectifs, de consignes, de ressources, etc.). Par conséquent, certains aspects ludiques peuvent ne pas être pertinents pour l'activité éducative, car ils peuvent nuire à l'activité d'apprentissage visée. Par exemple, l'utilisation du temps (chronomètre, minuteur, etc.) peut être un objectif éducatif (p. ex. restituer une connaissance X en un temps Y) ainsi qu'un objectif ludique (p. ex. sortir du donjon sans se faire rattraper par le monstre). Ces objectifs sont compatibles lorsque les deux sont souhaités (i.e., préférences de l'apprenant et besoins énoncés par l'enseignant).

En revanche, l'utilisation du temps comme objectif ludique est problématique si l'objectif pédagogique (énoncé par l'enseignant) ne doit pas être limité en temps.

En conséquence, pour générer des activités adaptées cohérentes, la conception de ces activités nécessite une étude de l'intrication des dimensions. Cette étude doit notamment passer par la détermination des relations entre les éléments ludiques et éducatifs (e.g., compatibilités entre les objectifs de jeu et ceux d'apprentissage). Les modèles fournis en entrée du générateur devront donc permettre la spécification des relations entre les éléments des deux dimensions.

Dans ce contexte, notre question de recherche est la suivante : *Comment concevoir, dans des jeux d'apprentissage, des générateurs d'activités adaptés aux apprenants-joueurs prenant en compte explicitement les dimensions ludique et éducative ?* Pour répondre à cette question, nous devons en particulier identifier et caractériser les modèles nécessaires au générateur. Nous devons également étudier comment ces modèles participent à guider la génération.

Comme constaté dans l'état de l'art, l'adaptation est souvent orientée vers des mécaniques de jeux telles que les PBL (points, badges, *leaderboards*). En effet, ces mécaniques viennent facilement s'intégrer aux activités d'apprentissage existantes. Par conséquent, ces mécaniques n'ont pas spécialement d'impact sur la conception des activités. Nous envisageons plutôt d'orienter l'adaptation sur des éléments pouvant avoir un impact sur cette conception tels que les éléments de *gameplay* (i.e., actions possibles du joueur : combattre, résoudre un puzzle, explorer, etc.).

D'autre part, nous aimerions un modèle présentant un certain niveau de généralité. En conséquence, nous appliquerons nos propositions au moins aux deux contextes suivants : entraînement aux tables de multiplication et aux connaissances géographiques (e.g., capitales des pays, positionnement des pays/régions/continents).³

Pour conclure, dans cette thèse, nous tenterons de répondre à la question de recherche énoncée plus haut. Tout d'abord, nous chercherons à caractériser les activités d'apprentissage adaptées sur les dimensions ludique et éducative. Ensuite, nous essayerons de spécifier les modèles d'entrées du générateur. Nous terminerons en spécifiant le générateur permettant l'obtention d'activités d'apprentissage ludiques variées et adaptées à chaque apprenant-joueur.

References

1. Callies, S.: Architecture de génération automatique de scénarios pédagogiques de jeux sérieux éducatifs. (2016). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35521.76647>, <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.35521.76647>
2. Carpentier, K., Lourdeaux, D.: Generation of Learning Situations According to the Learner's Profile Within a Virtual Environment. In: Filipe, J., Fred, A. (eds.)

³ Notez que nos contextes se situent au niveau des cycles scolaires 2 et 3. Cependant, nos modèles auront pour but d'être utilisables pour l'entraînement aux connaissances déclaratives, quel que soit le niveau.

- Agents and Artificial Intelligence, vol. 449, pp. 245–260. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2014). https://doi.org/10.1007/978-3-662-44440-5_15, http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-44440-5_15, series Title: Communications in Computer and Information Science
3. Codish, D., Ravid, G.: Adaptive Approach for Gamification Optimization. Proceedings - 2014 IEEE/ACM 7th International Conference on Utility and Cloud Computing, UCC 2014 pp. 609–610 (Jan 2015). <https://doi.org/10.1109/UCC.2014.94>
 4. Diwan, C., Srinivasa, S., Ram, P.: Automatic Generation of Coherent Learning Pathways for Open Educational Resources. In: Scheffel, M., Broisin, J., Pammer-Schindler, V., Ioannou, A., Schneider, J. (eds.) Transforming Learning with Meaningful Technologies, vol. 11722, pp. 321–334. Springer International Publishing, Cham (2019). https://doi.org/10.1007/978-3-030-29736-7_24, http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-29736-7_24, series Title: Lecture Notes in Computer Science
 5. Kapp, K.M.: The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. Pfeiffer, San Francisco, CA (2012)
 6. Laforcade, P., Laghouaouta, Y.: Generation of Adapted Learning Game Scenarios: A Model-Driven Engineering Approach. In: McLaren, B.M., Reilly, R., Zvacek, S., Uhomoibhi, J. (eds.) Computer Supported Education - 10th International Conference, CSEDU 2018, Funchal, Madeira, Portugal, March 15-17, 2018, Revised Selected Papers. Communications in Computer and Information Science, vol. 1022, pp. 95–116. Springer (2018). https://doi.org/10.1007/978-3-030-21151-6_6, https://doi.org/10.1007/978-3-030-21151-6_6
 7. Lefevre, M., Jean-Daubias, S., Guin, N.: PERSUA2, un modèle pour unifier le processus de personnalisation des activités d’apprentissage. In: Environnements Informatiques pour l’Apprentissage Humain, Conférence EIAH’2011. pp. 369–380. Editions de l’UMONS, Mons 2011, Mons, Belgium (2011), <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00605767>
 8. Lefèvre, M., Broisin, J., Butoianu, V., Daubias, P., Daubigney, L., Greffier, F., Guin-Duclosson, N., Jean-Daubias, S., Monod-Ansaldi, R., Terrat, H.: Personnalisation de l’apprentissage : comparaison des besoins et approches à travers l’étude de quelques dispositifs. Sciences et Technologies de l’Information et de la Communication pour l’éducation et la Formation **19**(1), 353–387 (2012). <https://doi.org/10.3406/stice.2012.1050>, https://www.persee.fr/doc/stice_1952-8302_2012_num_19_1_1050
 9. Marne, B., Carron, T., Labat, J.M., Marfisi-Schottman, I.: MoPPLiq: A Model for Pedagogical Adaptation of Serious Game Scenarios. In: IEEE 13th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2013, Beijing, China, July 15-18, 2013. pp. 291–293. IEEE Computer Society (2013). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2013.90>, <https://doi.org/10.1109/ICALT.2013.90>
 10. Monterrat, B.: Un système de ludification adaptative d’environnements d’apprentissage fond e sur les profils de joueur des apprenants. (A system for adaptive gamification of learning environments based on the player profiles of the learners). PhD Thesis, INSA de Lyon, Lyon - Villeurbanne, France (2015), <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01255382>
 11. Monterrat, B., Desmarais, M., Lavoué, E., George, S.: A Player Model for Adaptive Gamification in Learning Environments. In: AIED 2015. pp. pp. 297–306. Madrid, Spain (Jun 2015), <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01165497>

12. Monterrat, B., Yessad, A., Bouchet, F., Lavoué, E., Luengo, V.: MAGAM : un modèle générique pour l'adaptation multi-aspects dans les EIAH. In: Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. pp. 29–40. EIAH 2017, Strasbourg, France (Jun 2017), <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01517137>
13. Natkin, S., Yan, C., Jumpertz, S., Marquet, B.: Creating Multiplayer Ubiquitous Games using an adaptive narration model based on a user's model. In: Baba, A. (ed.) Proceedings of the 2007 DiGRA International Conference: Situated Play, DiGRA 2007, Tokyo, Japan, September 24-28, 2007. Digital Games Research Association (2007)
14. Oppermann, R., Rasher, R.: Adaptability and adaptivity in learning systems. Knowledge transfer **2**, 173–179 (1997), publisher: Citeseer
15. Pedersen, C., Togelius, J., Yannakakis, G.N.: Modeling Player Experience for Content Creation. IEEE Trans. Comput. Intell. AI Games **2**(1), 54–67 (2010). <https://doi.org/10.1109/TCIAIG.2010.2043950>, <https://doi.org/10.1109/TCIAIG.2010.2043950>
16. Sablayrolles, L., Guin, N., Lefevre, M., Broisin, J.: Conception et évaluation d'un processus de personnalisation fondé sur des référentiels de compétences. In: 10e Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. pp. 226–237. Transformations dans le domaine des EIAH : innovations technologiques et d'usage(s), 10e Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Fribourg / Virtual, Switzerland (Jun 2021), <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03292896>
17. Sebaha, K., Mahmood Hussaan, A.: Architecture et modèles génériques pour la génération adaptative des scénarios de jeux sérieux. Application : Jeu d'évaluation et de rééducation cognitives. STICEF (Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation) **21**(1), 615–648 (2014). <https://doi.org/10.3406/stice.2014.1113>, https://www.persee.fr/doc/stice_1764-7223_2014_num_21_1_1113
18. Tchounikine, P.: Précis de recherche en Ingénierie des EIAH (Jun 2009), <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00413694>
19. Wilson, C., Scott, B.: Adaptive systems in education: a review and conceptual unification. The International Journal of Information and Learning Technology **34**(1), 2–19 (Jan 2017). <https://doi.org/10.1108/IJILT-09-2016-0040>, <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJILT-09-2016-0040/full/html>

Vers la conception de jeux sérieux multi-joueurs et multi-rôles.

Gaëlle Guigon - 1e année de doctorat^{1,2}[0000-0003-1790-6418]

¹ Sorbonne Université, CNRS, LIP6, F-75005 Paris, France

² IMT Nord Europe, Institut Mines-Télécom, Univ. Lille, Centre for Digital Systems, F-59000 Lille, France gaelle.guigon@imt-nord-europe.fr

Abstract. Les jeux sérieux sont aujourd’hui présents dans de nombreux domaines, dont l’enseignement, et les outils pour les concevoir se démocratisent largement. Souvent utilisés en classe en binômes ou petits groupes, ces jeux peuvent alors apporter des bénéfices supplémentaires. Pour bénéficier des divers apports du travail en groupe, des jeux sérieux multi-joueurs sont utilisés depuis plusieurs années, par exemple en entreprise. Cependant, ce type de jeux et en particulier ceux multi-rôles semblent rares dans les travaux de recherche, *a fortiori* en ce qui concerne leur conception. En effet, peu de travaux semblent proposer des solutions pour faciliter leur conception, en particulier pour des non-informaticiens. Ce projet doctoral a pour ambition de proposer et développer un dispositif permettant à la fois de créer, tester et valider rapidement des scénarios multi-joueurs multi-rôles. Des expérimentations seront menées à plusieurs échelles et sur des terrains variés (publics apprenants et/ou domaines différents). L’objectif est ainsi d’accompagner les enseignants dans l’adoption et l’adaptation des innovations pédagogiques telles que les jeux sérieux pour répondre à leurs objectifs d’enseignement.

Keywords: design · scénario · serious game · multi-joueur · multi-rôle.

1 Introduction

L’apprentissage et la formation sont en évolution constante, et tendent vers la numérisation des supports en raison de la crise sanitaire de la COVID-19. Des dispositifs pédagogiques récents [7,12,17] intègrent des jeux sérieux (JS) multi-joueurs, collaboratifs, comme les jeux d’évasion pédagogiques. Nous adoptons ici la définition du jeu sérieux d’Alvarez [2] :

Activité dont l’intention initiale est de combiner du jeu proposant règles et objectifs, avec une visée utilitaire (sérieux), destinée de manière non exhaustive et non exclusive à former, renseigner, communiquer, entraîner, soigner...

Dans cet article, nous choisissons de nous spécifier à un type particulier de JS : les *learning games* (LG), puisque dans notre situation, les JS seront utilisés

majoritairement dans le cadre d'un apprentissage et seront expérimentés dans le cadre de cours.

Nous observons que la majorité des scénarios des jeux ne présentent qu'un unique rôle à l'utilisateur, ne lui offrant que peu de façons de vivre l'expérience de jeu, et ne lui présentant qu'un seul point de vue sur le scénario. Nous considérons ici qu'un joueur est un utilisateur du LG donc un élève ou étudiant. Le rôle quant à lui est défini par :

Un ensemble d'objectifs, de comportements, de droits et devoirs assignés à une personne ou un groupe de personnes. Une personne peut jouer plusieurs rôles, ou inversement, un rôle peut concerner plusieurs personnes [19].

America's Army, un JS multi-joueurs emblématique et bien connu, intègre certains aspects du multi-rôle, comme par exemple, la possibilité de jouer des rôles différents. Dans notre contexte, celui de l'enseignement supérieur, les enseignants utilisent des LG de type jeux de rôles dans leur enseignement mais peinent souvent à les concevoir [18,16]. Or, de tels jeux sont de fait des LG multi-joueurs et multi-rôles.

Nous souhaitons donc étudier les possibilités de concevoir des scénarios multi-rôles, c'est-à-dire ici à rôles distincts, pour des LG multi-joueurs. Dans certains cas, ces jeux ont l'avantage de pouvoir améliorer, entre autres, la coopération ou l'entraide. De plus, ces jeux vont donner la possibilité aux joueurs de se mettre dans la peau d'une autre personne. D'un point de vue pédagogique, cela pourrait amener à prendre conscience des différents acteurs autour d'un projet et des rôles impliqués pour avoir une meilleure vision globale des tâches, de leur répartition et de l'importance de chaque acteur. Le jeu pourrait donc être utilisé plusieurs fois en incarnant des rôles différents pour en voir la globalité. Cet aspect multi-rôles peut donc impacter le contenu. En effet, les objectifs pédagogiques ne seraient pas les mêmes entre deux rôles. De même, les rôles impactent indéniablement le style de jeu, la façon de jouer, la mise à disposition de rôles de soutien à l'apprentissage ou encore l'intégration des difficultés particulières pour s'adapter à des contextes spécifiques (*e.g.* handicap). La problématique qui découle de tout cela est la suivante :

Comment modéliser des scénarios avec interactions entre joueurs pour des LG multi-rôles ?

Aussi, dans un premier temps, et pour répondre à cette question, il s'agira d'étudier les moyens de modélisation des scénarios pédagogiques (formels, innovant, immersifs, motivants, graphiques, collaboratifs, grande échelle, *long-life learning*), ainsi que les langages ou formalismes associés, afin de proposer un dispositif méthodologique permettant de mettre en œuvre et de faire interagir rapidement plusieurs rôles au sein du même scénario.

Parmi les pistes de recherche envisagées, nous étudierons les moteurs de conception de JS existants mais également l'univers des jeux de plateaux qui utilisent ce type de ressorts et dans lesquels la collaboration multi-rôles est fréquente (*e.g.*

Loups-Garous de Thiercelieux, Alcatraz, L'île interdite, Root, Mysterium, Sonar, Pandemie, etc.).

Nous proposerons donc en section 4 un premier modèle de structure concernant les LG multi-joueurs issue d'une revue de la littérature, dont la méthode est décrite en section 3. Nous terminerons par les perspectives et futurs travaux à mener.

2 Méthode de recherche

Tout d'abord, un premier état de l'art a été établi concernant les méthodes, modèles et outils existants pour la conception de JS, si possible multi-joueurs ou encore multi-rôles. Cet état de l'art sera élargi et les résultats seront analysés pour tirer profit de leurs forces tout en tenant compte des leurs éventuelles limites. Sur cette base, un modèle sera proposé pour créer des JS multi-joueurs multi-rôles. Il sera testé avec des jeux existants, utilisé pour en concevoir de nouveaux et ainsi le valider. Ceci fait, il servira de base pour concevoir un outil auteur permettant la conception de ces jeux par un public non informaticien, pour des domaines variés. Des expérimentations seront alors menées en contexte réel. Nous suivrons une démarche itérative permettant d'améliorer nos travaux en continu (avec, en particulier, la définition d'indicateurs et de critères d'évaluation pour les évaluer). Pour garantir la traçabilité du processus de conduite de la recherche, cette thèse, qui s'inscrit dans le cadre du DBR (*Design Based Research*), sera guidée par la méthode THEDRE [14].

3 Etat de l'art

Un premier état de l'art a été dressé [9] concernant la conception de ces JS multi-joueurs et multi-rôles. La recherche a été appliquée sur six bases de données académiques sans limite de date : ScienceDirect, IEEE, ACM, Scopus, Web of Science et Springer Link. Les mots-clés utilisés étaient "*multi-role*" (avec et sans tiret) ET "*game*". Plusieurs résultats issus de ces recherches n'étaient en réalité pas en rapport avec les JS multi-rôles et ont donc été supprimés de la sélection finale (Table 1).

Table 1. Critérisation des jeux sérieux multi-rôles

Article	Thème	Modèle sous-jacent présenté	Cible
Agustin et al. [1]	Générique	Modèle de graphe conceptuel	Informaticiens
Baturin et al. [3]	Analyse situationnelle	Modélisation situationnelle	Grand public
Breitner et Smith [4]	Informatique	Logiciel	Étudiants
Calandra et al. [5]	Sécurité incendie	Jeu	Grand public
Cheng et al. [6]	Eau	Jeu	Grand public
Li et al. [13]	Doudizhu (Poker like)	Framework de jeu de cartes	Spécialistes CNN
Warin et al. [19]	Projet de Système d'Information	Jeu	Étudiants

Dans cet état de l'art, nous cherchions des articles présentant un modèle ou un outil pour concevoir des JS multi-rôles. Le but était de trouver un modèle ou outil générique et si possible compréhensible et manipulable par des non-informaticiens. Les articles ont donc été classés en trois critères :

1. Le thème : pour voir si ce qui était présenté était restreint à un domaine ou s'il était générique.
2. Le modèle sous-jacent présenté : c'est-à-dire un jeu, un modèle ou un outil par exemple.
3. Le public : pour savoir s'il est utilisable par des non-informaticiens.

Il est apparu, parmi les sept résultats finaux, qu'aucun article dans les critères de recherche sélectionnés (articles contenant les mots-clés "*multi-role*" et "*game*") ne proposait de modèle, d'outil ou d'aide à la conception de ces jeux. La recherche a été étendue au sein de ces mêmes bases de données en incluant les mots-clés "*multiplayer*" ou "*collaborative*" ou "*competitive*" ou "*cooperative*" et "*serious game*" et seuls dix nouveaux résultats concluants ont été retenus (consulter l'article [9] pour plus de détails). Ceci donne un aperçu de la rareté de ce type de jeu, sans même chercher un modèle ou outil de conception. Pareillement, aucun de ces articles ne proposait de dispositif d'aide à la conception de ces jeux. Toutefois, des outils auteurs existent pour créer des JS accessibles aux enseignants comme GenCSG [15] pour des études de cas, MAGES [8] pour des jeux à énigmes ou encore StoryTec [10] pour des histoires interactives. De plus, l'état de l'art va être élargi, comprenant les jeux de plateaux et jeux vidéos multi-joueurs multi-rôles, mais également des modèles de dispositifs multi-joueurs, et des SG multi-joueurs multi-rôles de la littérature seront analysés pour identifier comment les ressorts ludiques ont été utilisés pour favoriser un apport pédagogique ou un comportement spécifique que les enseignants souhaitaient faire travailler à leurs élèves. Les LG conçus permettraient aux apprenants d'avoir une vue d'ensemble sur un problème donné et de comprendre quels sont les acteurs impliqués et leur rôle dans la situation en question. Il y a donc des recherches et expérimentations à mener pour construire un outil de conception de LG multi-joueurs et multi-rôles.

4 Proposition

Nous proposons en Fig 1 un modèle des critères identifiés qu'il semble nécessaire de respecter pour la conception de jeux multi-rôles.

Ce premier modèle, va s'enrichir au fur et à mesure de l'avancement de l'état de l'art et de nos expérimentations. Il pourrait être complété par d'autres en fonction des objectifs pédagogiques des enseignants. Le choix du modèle le plus adapté pourrait se faire avec le guide d'accompagnement. Le(s) modèle(s) abouti(s) devraient permettre d'aider à la conception des scénarios avec interactions entre joueurs pour des LG multi-rôles.

Le LG est introduit avec une situation initiale où sont présentés le contexte et l'objectif pédagogique global du jeu. Chaque joueur peut choisir un rôle (R) pour

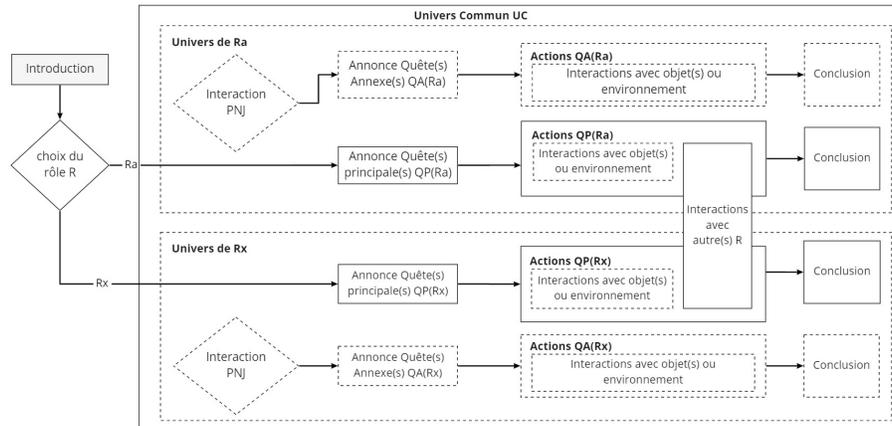


Fig. 1. Modèle de structuration de LG multi-joueurs à rôles distincts

l'atteindre. Chaque rôle peut impliquer des objectifs pédagogiques, pré-requis, compétences, spécificités et éléments propres, mais également des “pouvoirs” différents (donnant accès à certaines actions).

Plusieurs rôles interagissent dans un univers commun (UC), même si chacun d'entre eux peut avoir accès à des lieux particuliers.

Chaque rôle a au moins une quête principale (QP) nécessitant l'intervention d'au moins un autre personnage joueur (PJ) et il est possible que des interactions avec des objets ou l'environnement soient nécessaires également. Chaque joueur aurait donc son inventaire. Les QP doivent être pensées pour être résolues par des rôles particuliers et donc avec des compétences particulières. La première quête peut être sous forme de tutoriel pour aider les PJ à prendre en main l'outil et à comprendre le fonctionnement du jeu. Les quêtes principales sont donc liées entre les différents rôles (QP(Ra) et QP(Rx)).

Chaque quête, principale ou annexe (QA), se compose d'au moins trois étapes : l'annonce de celle-ci, où l'on introduit les objectifs pédagogiques à accomplir pour sa résolution et les conséquences que cela va engendrer; la phase d'action où les PJ interagissent soit entre eux, soit avec l'environnement; et enfin la phase de conclusion une fois les objectifs de la quête remplis. Le joueur a alors un *feedback* sur ses actions, les conséquences dues à sa résolution s'opèrent et si besoin, une autre quête est proposée au joueur. Il peut être intéressant de faire évoluer le personnage (nouvelles compétences, acquisition d'équipement etc.) pour pouvoir augmenter le niveau de difficulté des quêtes au fur et à mesure de l'avancement du jeu. À noter qu'un travail préparatoire d'ordonnancement des quêtes en fonction des pré-requis de chacune d'elles est indispensable.

Une quête annexe ne doit pas être décisive pour l'avancement des quêtes principales des différents rôles. Elles sont utiles pour temporiser l'attente d'interaction entre deux PJ. En effet, si un PJ est bloqué et ne peut avancer car un autre

PJ n'est pas prêt, il va pouvoir résoudre une QA et ainsi développer d'autres compétences en attendant de pouvoir avancer dans sa QP. Remarquons qu'il n'est pas obligatoire que l'interaction entre les rôles se fasse de manière synchrone. Effectivement, un PJ peut déposer un élément nécessaire à un autre PJ à un endroit donné et ce dernier viendra le récupérer pour avancer dans sa QP.

Le jeu peut se terminer lorsque toutes les QP sont résolues, les QA étant facultatives, elles n'ont pas d'influence sur l'accès à la fin du jeu. Cette dernière étape conclut la narration. Cependant, il est également possible pour la personne supervisant l'activité (e.g. l'enseignant) de décider d'arrêter le jeu plus tôt s'il considère que les objectifs pédagogiques sont atteints. Il est recommandé de faire un *feedback* sur les actions menées et celles facultatives mais non résolues, ainsi qu'un bilan des connaissances travaillées dans le jeu au travers d'un débriefing pour permettre au joueur de conscientiser son apprentissage [11].

5 Perspectives

Cet article avait donc pour but de présenter l'ambition de cette thèse pour aider à la conception de LG multi-joueurs multi-rôles. Une première proposition de schéma, base du modèle, donne un aperçu global de la situation et des contraintes à prendre en compte pour y parvenir. Un important travail reste encore à réaliser au niveau de l'état de l'art concernant la conception des jeux (sérieux ou non) multi-joueurs multi-rôles, notamment du côté des travaux de groupes avec des rôles distincts. Pourtant, ces pratiques sont mises en place depuis maintes années et les retours d'expérience quant à la répartition de rôles simultanés peuvent apporter des réponses à nos questionnements. Une fois un premier modèle testé et finalisé, l'outil basé sur ce modèle pourra à son tour être expérimenté. L'ambition de l'outil envisagé est d'être utilisé de manière autonome par des enseignants ou ingénieurs pédagogiques pour faciliter la conception de LG multi-joueurs multi-rôles, dans un premier temps avec des enseignants du supérieur (écoles d'ingénieurs).

Remerciements Je souhaiterais remercier mon directeur de thèse, T. Carron, et mes encadrants, M. Muratet et M. Vermeulen, pour leurs conseils avisés et leur bienveillance dans mon encadrement.

References

1. Agustin, R.D., Suwardi, I.S., Purwarianti, A., Surendro, K.: Knowledge Representation and Inference Engine Model of SAPS Gaming Concept. *Procedia Technology* **11**, 696–703 (Jan 2013)
2. Alvarez, J., Libessart, A., Haudegond, S.: Le “jeu non sérieux”, une activité productive ? *Interfaces numériques* **3**(3), 391–408 (Dec 2014)
3. Baturin, Y., Dzyabura, E., Izhutov, P., Klimenko, S., Ksenofontov, A., Purtov, I., Senkin, S., Verzun, A.: Situational Analysis with Analytical Support in Virtual Environment for Decision Making Process Under High-Risk and Crisis Conditions. In: 2008 Int. Conf. on Cyberworlds. pp. 837–842 (Sep 2008)

4. Breitner, J., Smith, C.: Lock-step simulation is child's play (experience report). *Proc. of the ACM on Programming Languages* **1**(ICFP), 3:1–3:15 (Aug 2017)
5. Calandra, D., Praticcò, F., Migliorini, M., Verda, V., Lamberti, F.: A Multi-role, Multi-user, Multi-technology Virtual Reality-based Road Tunnel Fire Simulator for Training Purposes. In: *Proc. of the 16th IJC on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications - GRAPP*, pp. 96–105 (Sep 2021)
6. Cheng, P.H., Yeh, T.K., Chao, Y.K., Lin, J., Chang, C.Y.: Design Ideas for an Issue-Situation-Based Board Game Involving Multirole Scenarios. *Sustainability* **12**(5), 2139 (Jan 2020)
7. Guigon, G., Humeau, J., Vermeulen, M.: Escape Classroom : un escape game pour l'enseignement. In: *9ème Colloque Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur (QPES 2017)*. Grenoble, France (Jun 2017)
8. Guigon, G., Vermeulen, M., Humeau, J.: A Creation Tool for Serious Puzzle Games. In: *CSEDU 2019. Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*, vol. 2, pp. 556–561. Heraklion, Greece (May 2019)
9. Guigon, G., Vermeulen, M., Muratet, M., Carron, T.: Towards an Integration of the Multi-role Dimension in the Design of Learning Games: a Review of the Literature. In: de Rosa, F., Marfisi Schottman, I., Baalsrud Hauge, J., Bellotti, F., Dondio, P., Romero, M. (eds.) *Games and Learning Alliance*. pp. 258–264. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer International Publishing, Cham (2021)
10. Göbel, S., Salvatore, L., Konrad, R.: StoryTec: A Digital Storytelling Platform for the Authoring and Experiencing of Interactive and Non-Linear Stories. In: *2008 International Conference on Automated Solutions for Cross Media Content and Multi-Channel Distribution*. pp. 103–110 (Nov 2008)
11. Lederman, L.C.: Debriefing: Toward a systematic assessment of theory and practice. *Simulation & Gaming* **23**(2), 145–160 (1992)
12. Lee, H., Parsons, D., Kwon, G., Kim, J., Petrova, K., Jeong, E., Ryu, H.: Cooperation begins: Encouraging critical thinking skills through cooperative reciprocity using a mobile learning game. *Computers & Education* **97**, 97–115 (Jun 2016)
13. Li, S., Li, S., Cao, H., Meng, K., Ding, M.: Study on the Strategy of Playing Doudizhu Game Based on Multirole Modeling. *Complexity* (Oct 2020)
14. Mandran, N.: THEDRE : langage et méthode de conduite de la recherche Traceable Human Experiment Design Research. *Theses, Univ. Grenoble Alpes* (Mar 2017)
15. Marfisi-Schottman, I., Labat, J.M., Carron, T.: Approche basée sur la méthode pédagogique des cas pour créer des Learning Games pertinents dans de nombreux domaines d'enseignement. In: *EIAH'2013*. pp. 67–78. Toulouse, France (May 2013)
16. Mariais, C.: Modèles pour la conception de Learning Role-Playing Games en formation professionnelle. Ph.D. thesis, Université de Grenoble (Apr 2012)
17. Spyridonis, F., Daylamani-Zad, D., O'Brien, M.P.: Efficient in-game communication in collaborative online multiplayer games. In: *2018 10th Int. Conf. on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*. pp. 1–4 (Sep 2018)
18. Vermeulen, M.: Une approche meta-design des learning games pour développer leur usage. *Theses, Sorbonne Université, Faculté des Sciences et Ingénierie*. (juin 2018)
19. Warin, B., Talbi, O., Kolski, C., Hoogstoel, F.: Multi-Role Project (MRP): A New Project-Based Learning Method for STEM. *IEEE Trans. on Education* **59**(2), 137–146 (May 2016), conference Name: IEEE Transactions on Education



RENCONTRES JEUNES CHERCHEUR·E·S

RJC EIAH 2022

Rencontres Jeunes Chercheur·e·s en EIAH

Session de posters

Mesurer l'autorégulation dans des contextes d'apprentissage mixtes

Esteban Villalobos - 1ère année

IRIT, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse INP, UT3, Toulouse, France
esteban.villalobos@irit.fr

Résumé Ce poster présente les objectifs et l'état actuel d'un projet de thèse qui cherche à comprendre comment les processus d'autorégulation des étudiants se manifestent dans les situations d'apprentissage mixte (BL) de manière holistique et comment les encourager parmi des solutions technologiques.

Keywords: apprentissage autorégulé · apprentissage mixte · analyse de l'apprentissage.

1 L'apprentissage autorégulé dans des contextes mixtes

Dans le sillage de la pandémie de COVID-19, l'apprentissage mixte (BL, de l'acronyme *Blended learning*), qui consiste à combiner des activités en ligne et des activités traditionnelles en face à face [5], a gagné en importance. Bien qu'il ait été démontré que cette méthode a des effets positifs sur l'apprentissage, de nombreux étudiants ont souvent du mal à réguler leur apprentissage [2,3,5]. L'apprentissage autorégulé (SRL, de l'acronyme *Self-regulated Learning*) est défini comme un processus complexe qui combine des processus métacognitifs, motivationnels et émotionnels [9]. La littérature récente montre que la capacité des étudiants en matière de SRL est un bon indicateur de leur comportement et de leur réussite dans un cours [6]. Cependant, la plupart des études sur la SRL ont été menées dans des contextes en ligne et on sait peu de choses sur la façon dont ces processus se manifestent en BL [2].

Des travaux récents [4,8] ont fait la distinction entre les tactiques d'apprentissage, les opérations cognitives qu'un apprenant utilise dans une tâche, et les stratégies d'apprentissage, la coordination de ces tactiques en fonction d'un objectif d'apprentissage. Selon le modèle proposé par [4], derrière les tactiques observées dans les données se cachent des processus SRL qui peuvent être déduits à partir des données d'activité collectées par des systèmes d'apprentissage.

Ce projet vise à faire progresser la compréhension de la SRL dans les contextes BL. Plus précisément, les questions de recherche suivantes sont proposées : (1) Comment l'autorégulation des élèves se manifeste-t-elle avec et sans en contextes d'apprentissage BL ? ; et (2) Quel impact les solutions technologiques conçues pour appuyer l'auto-régulation ont-elles sur le comportement des élèves en BL ?

L'approche méthodologique *Design Based Research* (DBR) sera utilisée, qui combine des expérimentations dans des environnements réels avec des modèles

théoriques [12]. Cette méthodologie sera appliquée en suivant certaines des lignes directrices définies dans la méthode THEDRE pour proposer des solutions centrées sur l'humain [7]. La première partie du projet sera fondée sur l'outil NoteMyProgress (NMP) [11], un plug-in Moodle qui fournit aux étudiants et aux enseignants des indicateurs d'autorégulation dans le cours. Trois cycles expérimentaux seront réalisés, en tenant compte d'autres outils existants pour améliorer l'outil de manière itérative ainsi que les cadres d'analyse. Après chaque cycle, les résultats seront publiés dans le cadre du projet LASER sur la plateforme de science ouverte OSF¹.

2 Situation actuelle et résultats attendus

Entre septembre 2021 et janvier 2022, la première expérimentation utilisant NMP comme outil de soutien à l'autorégulation a été menée auprès de 305 étudiants issus de trois formations universitaires. Au début du cours, les étudiants ont rempli un formulaire de consentement éclairé et un questionnaire pour évaluer leur niveau de SRL. Au milieu du cours (semaine 8), on leur a présenté NMP et invité à s'y référer pour évaluer leurs stratégies d'étude [10].

Les données collectées sur Moodle, NMP et les questionnaires ont été combinées avec les notes de cours et les emplois du temps pour créer un premier fichier d'analyse. Ces données comprennent des informations sur les interactions des utilisateurs avec les ressources, les évaluations et les tableaux de bord. Ce fichier servira de base à l'extraction d'informations sur les schémas comportementaux et les stratégies SRL des élèves.

Ce travail fait partie d'une thèse qui a débuté en novembre 2021 dans laquelle nous espérons contribuer au domaine de l'analytique de l'apprentissage à travers : (1) l'étude de nouvelles techniques d'analyse pour comprendre de manière holistique le développement des stratégies SRL en BL, et (2) le développement de solutions technologiques pour soutenir le SRL en BL.

3 Travaux futurs

Les données mentionnées précédemment seront analysées à l'aide des techniques suivantes : 1) Process Mining pour détecter des modèles représentant l'autorégulation de manière cyclique en suivant les techniques proposées dans [1,13]; 2) Algorithmes de classification pour trouver des profils et des modèles dans les stratégies des élèves; 3) Séries temporelles pour représenter le changement de stratégies se produisant dans et en dehors de la classe. Ces techniques d'analyse devraient permettre d'explorer les différentes techniques d'étude appliquées par les étudiants dans différents contextes éducatifs, comme mentionné dans [8,2]. Dans le cadre de travaux futurs, l'extension des études d'analyse des données aux outils mis en œuvre à l'Université de Graz est en cours d'évaluation.

1. <https://osf.io/s86au/>

Références

1. Bogarín, A., Romero, C., Cerezo, R., Sánchez-Santillán, M. : Clustering for improving educational process mining. In : *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge - LAK '14*. pp. 11–15. ACM Press, Indianapolis, Indiana (2014). <https://doi.org/10.1145/2567574.2567604>, <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2567574.2567604>
2. Broadbent, J. : Comparing online and blended learner’s self-regulated learning strategies and academic performance. *The Internet and Higher Education* **33**, 24–32 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.01.004>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096751617300398>
3. Broadbent, J., Fuller-Tyszkiewicz, M. : Profiles in self-regulated learning and their correlates for online and blended learning students. *Educational Technology Research and Development* **66**(6), 1435–1455 (Dec 2018). <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9595-9>, <http://link.springer.com/10.1007/s11423-018-9595-9>
4. Fan, Y., Saint, J., Singh, S., Jovanovic, J., Gašević, D. : A learning analytic approach to unveiling self-regulatory processes in learning tactics. In : *LAK21 : 11th International Learning Analytics and Knowledge Conference*. pp. 184–195. ACM, Irvine CA USA (Apr 2021). <https://doi.org/10.1145/3448139.3448211>, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3448139.3448211>
5. Graham, C.R. : Blended learning systems : Definition, current trends, future directions. In : *Handbook of blended learning : Global Perspectives, local designs*. San Francisco, CA : Pfeiffer Publishing, Brigham Young University, USA (2004)
6. Maldonado-Mahauad, J., Pérez-Sanagustín, M., Moreno-Marcos, P.M., Alario-Hoyos, C., Muñoz-Merino, P.J., Delgado-Kloos, C. : Predicting Learners’ Success in a Self-paced MOOC Through Sequence Patterns of Self-regulated Learning. In : *Pammer-Schindler, V., Pérez-Sanagustín, M., Drachsler, H., Elferink, R., Scheffel, M. (eds.) Lifelong Technology-Enhanced Learning*, vol. 11082, pp. 355–369. Springer International Publishing, Cham (2018). https://doi.org/10.1007/978-3-319-98572-5_27, http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-98572-5_27, series Title : *Lecture Notes in Computer Science*
7. Mandran, N. : THE DRE : a Traceable Process for High Quality in Human Centred p. 12 (2017)
8. Matcha, W., Gašević, D., Ahmad Uzir, N., Jovanović, J., Pardo, A., Lim, L., Maldonado-Mahauad, J., Gentili, S., Pérez-Sanagustín, M., Tsai, Y.S. : Analytics of Learning Strategies : Role of Course Design and Delivery Modality. *Journal of Learning Analytics* **7**(2), 45–71 (Sep 2020). <https://doi.org/10.18608/jla.2020.72.3>, <https://learning-analytics.info/index.php/JLA/article/view/7008>
9. Panadero, E. : A Review of Self-regulated Learning : Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in Psychology* **8**, 422 (Apr 2017). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>, <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2017.00422/full>
10. Pintrich, P.R., Groot, E.V.D. : Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance p. 8 (1990)
11. Pérez-Sanagustín, M., Sapunar-Opazo, D., Pérez-Álvarez, R., Hilliger, I., Bey, A., Maldonado-Mahauad, J., Baier, J. : A MOOC-based flipped experience : Scaffolding SRL strategies improves learners’ time management and engagement.

- Computer Applications in Engineering Education **29**(4), 750–768 (Jul 2021). <https://doi.org/10.1002/cae.22337>, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.22337>
12. Reimann, P. : Design-Based Research. In : Markauskaite, L., Freebody, P., Irwin, J. (eds.) *Methodological Choice and Design : Scholarship, Policy and Practice in Social and Educational Research*, pp. 37–50. Methodos Series, Springer Netherlands, Dordrecht (2011). https://doi.org/10.1007/978-90-481-8933-5_3, https://doi.org/10.1007/978-90-481-8933-5_3
 13. Saint, J., Gašević, D., Matcha, W., Uzir, N.A., Pardo, A. : Combining analytic methods to unlock sequential and temporal patterns of self-regulated learning. In : *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*. pp. 402–411. ACM, Frankfurt Germany (Mar 2020). <https://doi.org/10.1145/3375462.3375487>, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3375462.3375487>

Jeux de Rôles et Autoconfrontations Collectives comme Outils Pédagogiques de Développement des Compétences Collaboratives Interprofessionnelles des Etudiants en Santé

Myriam Leclaire^{1,2}[0000-0003-1577-2145]. Deuxième année de Thèse.

¹ Université Côte d'Azur, Nice, FRANCE

² Ecole Doctorale 85 Sciences et Vie de la Santé, Laboratoire RETINES, Nice, FRANCE
leclairemyriam@gmail.com

Abstract. Les résultats préliminaires de notre thèse montrent que seuls les étudiants infirmiers en reprise d'études développent des compétences collaboratives interprofessionnelles. Il paraît ainsi indispensable de soutenir le développement de ces compétences par une démarche d'apprentissage interprofessionnelle qui combine dimension réflexive et développementale. Nous avons approché l'activité d'étudiants infirmiers et d'étudiants masseurs-kinésithérapeutes par un jeu de rôle filmé en salle de simulation. Le film est devenu un support à la réflexion des étudiants par la méthode des autoconfrontations. Pour mettre au jour le développement des compétences, nous avons réalisé une recherche qualitative par une analyse énonciative langagière et gestuelle du discours des étudiants. Il apparaît que les étudiants élaborent collectivement un nouvel objectif mais que les limites des savoirs de chaque profession et le vocabulaire professionnel nécessitent d'être clarifiés. Les étudiants identifient des freins à l'exercice : le manque de confiance, d'habitude, de préparation et de formation à l'interdisciplinarité. Les responsables des filières paramédicales doivent ainsi se saisir de ces résultats pour élaborer ensemble des enseignements partagés.

Keywords : Etudiants Paramédicaux. Jeux de Rôles. Autoconfrontations Collectives.

1 Contexte

En France, les formations en santé reposent encore sur des socles disciplinaires distincts et un enseignement en « silos ». Le référentiel de formation infirmier s'intéresse à l'interdisciplinarité (compétence 9) cependant, il n'intègre pas explicitement les compétences collaboratives interprofessionnelles (CCI) dans sa stratégie pédagogique, à l'instar de nombreux pays. Pourtant, la littérature montre que l'éducation interprofessionnelle (EIP) permet d'optimiser le travail collaboratif [1].

Cet article trouve ancrage dans nos premiers résultats de thèse issus d'une étude quantitative prospective. Nous avons en effet exploré le développement des CCI « commu-

nication interprofessionnelle », « leadership collaboratif », « éthique clinique », « planification, coordination des soins », « travail d'équipe », « clarification des rôles et des responsabilités » [2] d'étudiants infirmiers en fin de formation initiale. Les résultats montrent que seuls les étudiants en reprise d'études, de plus de trente ans, aides-soignants ou titulaires d'un diplôme de niveau Bac + 5, ont développé ces compétences (soit, 20% des étudiants interrogés). Il paraît ainsi indispensable de soutenir la transformation des situations d'apprentissage par une démarche qui combine dimension réflexive et transformative. Dans la visée qui nous anime, la simulation d'activité de soins semble être particulièrement adaptée. Elle met en jeu la collaboration interprofessionnelle par le truchement d'une activité collective simulée entre des étudiants infirmiers (EIDE) et masseurs-kinésithérapeutes (EMK).

1.1 L'activité et la simulation réflexive

Le cadre organisateur de notre travail est la clinique de l'activité. Développée par Yves Clot, elle accorde une place centrale aux collectifs de travail, susceptibles d'assurer une fonction médiatisante entre le sujet et son activité. Elle aspire ainsi à développer les ressources existantes, à faire surgir des instruments psychologiques nouveaux et à donner aux étudiants la capacité d'agir dans l'exercice de leur activité. Les traces filmiques de la simulation, médiées par le chercheur, deviennent alors un support individuel puis collectif à la réflexion des étudiants. Leur langage intérieur, leurs réactions, leur « activité dirigée en soi » donnent ainsi accès aux aspects « cachés » de l'action et au sens de l'agir [3]. Selon Clot et Faïta, l'autoconfrontation favorise ainsi la réélaboration de l'activité et la création d'autres buts, témoignages du développement des compétences [4].

2 Méthodologie

2.1 Type d'étude, Population, déroulement de la recherche

Pour approcher le développement des compétences collaboratives grâce à l'activité simulée, nous utilisons une méthodologie qualitative. Les étudiants infirmiers et kinésithérapeutes qui participent à l'étude viennent d'achever leur formation. Ils sont tous volontaires. Le critère d'inclusion des étudiants infirmiers « acteurs » repose sur les résultats de notre étude exploratoire. Partant du présupposé vygotkien que les interactions des individus les plus compétents favorisent le développement des autres sujets (les EMK), nous avons choisi de recruter des étudiants infirmiers de plus de trente ans, en reprise d'études. Ils sont représentés par un homme de 32 ans (Jérôme), ancien commercial (Bac + 5), et d'une aide-soignante de 50 ans (Nathalie). Les deux étudiants masseurs-kinésithérapeutes sont représentés par une femme (Candice) et par un homme (Thibault). Ils ont moins de 30 ans et sont issus de la formation initiale. La simulation a lieu le 19 mai 2021. Elle est suivie, dans la même journée, des quatre autoconfrontations simples (ACS) puis, d'une autoconfrontation collective (ACC).

Pour toucher au plus près la réalité professionnelle, le scénario de simulation est co-construit par les cadres pédagogiques de l'institut de formation en masso-kinésithérapie

et le chercheur, formateur dans l'institut de formation en soins infirmiers. Les étudiants doivent construire ensemble un projet de soins (compétence 2 pour les deux référentiels) pour assurer le retour à domicile d'un patient tétraplégique. Deux étudiants sont respectivement infirmier (IDE) et masseur-kinésithérapeute (MK) en Soins de Suite et Réadaptation (SSR) et deux autres, en Hospitalisation-A-Domicile-Réadaptation (HAD-R).

2.2 Traitement des données collectées

L'approche historico-sociale Bakhtinienne du langage nous conduit à produire une analyse énonciative des discours des étudiants. Bakhtine [5] considère en effet que les énoncés se réalisent à partir de contenus thématiques, d'un style, d'une structure spécifique et que le vocabulaire et la syntaxique des langues « sont toujours déjà porteurs de significations socio-historiques qui s'imposent aux locuteurs [...] » [6]. Nous avons ainsi réalisé une analyse des contenus du discours selon Bardin [7] complétée par l'analyse des marques de l'affectivité (voix, gestualité) - comme signe du développement de la pensée [8] - selon Cosnier [9].

2.3 Hypothèse générale et objectif de l'étude

En devenant objet d'une nouvelle activité dialogique, l'activité de travail simulée peut se transformer en sources et en ressources du développement des CCI des étudiants en santé. Pour observer ce développement, nous cherchons à repérer la dynamique de l'agir, les freins et la création de nouveaux buts dans le langage et les interactions des étudiants.

3 Premiers résultats et discussion

La collaboration interprofessionnelle est dirigée par l'atteinte d'un objectif commun. Or, l'analyse des autoconfrontations montre que certains étudiants-acteurs poursuivent des buts de résultat et d'autres, des buts de procédure. Cependant, la confrontation collective fait naître une « dispute » autour des objectifs, ce qui va révéler à tous et de manière consensuelle, la nécessité de définir ensemble un « projet commun ».

Les compétences « clarification des rôles » et « communication interprofessionnelle » sont peu développées, sauf pour Nathalie et en partie, pour Jérôme. Les échanges laissent apparaître que la méconnaissance : des rôles, de la limite des compétences, de la nature des connaissances, du vocabulaire professionnel du métier d'autrui, a constitué le principal frein à la construction collective du projet de soins. Ces incompréhensions ont généré des échanges binaires par métier, des tensions, des luttes de pouvoir. La question de l'expérience est soulevée et discutée autour du manque de proximité quotidienne des étudiants aux autres paramédicaux, du parcours de stage (le libéral est un frein), du manque de formation à l'interdisciplinarité, du manque d'entraînement et de préparation à l'exercice de simulation, et du temps nécessaire à la construction de compétences.

Ces éléments limitent le déploiement de la compétence « travail d'équipe ». Ils entraînent des modes de pensée caractérisés par ce que Moscovici appelle le « décalage » et la « focalisation de l'attention » [10]. Chacun s'attache en effet à des aspects différents de la réalité en fonction de son intérêt professionnel et de son implication personnelle.

Pour les participants, les échanges interprofessionnels doivent se réaliser dans un climat de confiance pour limiter les frustrations et la peur du jugement. Pour tous, le fait de ne pas se connaître en amont de l'exercice freine la création du lien de confiance.

La question du sens est soulevée par les étudiants qui avancent collectivement la nécessité de clarifier le concept de collaboration interprofessionnelle pour favoriser leur engagement dans les échanges. Cet engagement prend en effet place entre les raisons d'agir et les envies d'agir. Au-delà du concept, la tâche de collaboration doit aussi être signifiante. Créer collectivement du sens, une compréhension commune des situations vise en effet à consolider le sentiment d'appartenance à un monde commun et à faire naître l'idée que chacun a sa place et un rôle à jouer dans le collectif.

Mais dans l'analyse, certains éléments font lien entre les métiers. Dans la discussion engagée autour des actes de la vie quotidienne et de l'aménagement du domicile, la communication semble être efficace car elle est concentrée autour des besoins exprimés par le patient aussi, elle n'interroge pas les limites de compétences des uns et des autres. L'analyse révèle ainsi que les discussions engagées autour de l'éducation thérapeutique et de la psychologie lèvent les tensions et font oublier les luttes de pouvoirs et les menaces qui pèsent sur le partage de certains savoirs, de certaines activités.

Certains étudiants explicitent ouvertement d'autres solutions pour reconstruire ce projet tandis que d'autres néo-professionnels les expriment par le regret ou le conditionnel. Orientés d'abord sur la méthode, les étudiants envisagent de réaliser un projet commun centré sur les objectifs du patient pour assurer la continuité des soins. Le fond la forme, le « comment » et le « pourquoi » sont ainsi convoqués à l'élaboration de nouveaux buts, ce qui signe la nécessité d'en tenir compte dans les enseignements collaboratifs.

4 Conclusion et Perspectives

Afin de prolonger la réflexion, un « retour au collectif » de quinze EIDE et de quinze EMK a engagé la dispute professionnelle autour d'un montage vidéo des ACS et ACC. L'analyse en cours nous autorise à avancer une conclusion partielle, d'autant que ce dispositif est actuellement reproduit à l'identique, et que les résultats seront comparés et synthétisés. Cependant, les premiers résultats nous permettent d'interroger un prolongement possible pour l'EIP dans les formations initiales en santé à l'université. Il apparaît que la simulation et l'activité réflexive engagées par les ACS et les ACC favorisent la création de nouveaux buts mais que, pour tirer véritablement parti de l'EIP, elle nécessite une approche étagée, construite progressivement au cours des études. Ce résultat rejoint le modèle de Sottas et de ses collaborateurs, qui recommandent trois phases successives d'apprentissage interprofessionnel [11]. La première est orientée sur la théorie et les échanges, la seconde repose sur une phase immersive, et la troisième, sur la mise en œuvre de projets communs construits collectivement, en interprofessionnalité.

Mais, l'EIP doit surmonter des défis logistiques pour rassembler au même moment, des étudiants et des formateurs de filières différentes. La réponse à cet enjeu se trouve sans doute dans l'usage du numérique qu'il faudrait alors intégrer de manière pertinente à un enseignement hybride de la collaboration interprofessionnelle. En effet, le numérique « redéfinit les processus d'activités et de communication humaine, il reconfigure les relations sociales et l'exercice de la citoyenneté » [12].

Références

1. Reeves, S., Fletcher, S., Barr, H., Birch, I., Boet, S., Davies, N., Kitto, S. : A BEME systematic review of the effects of interprofessional education: BEME Guide, No. 39. *Med Teach*, 38(7), 656–668. doi:10.3109/0142159X.2016.1173663. (2016).
2. Direction Collaboration et Partenariat Patient et Comité interfacultaire opérationnel de la formation à la collaboration interprofessionnelle en partenariat avec le patient de l'Université de Montréal : Référentiel de compétences de la Pratique collaborative et du Partenariat patient en santé et services sociaux. Montréal, Québec (2016). https://medfam.umontreal.ca/wp-content/uploads/sites/16/2018/04/Referentiel-pratique_Collaborative-et-partenariatPatient_sss-28-10-2016.pdf.
3. Clot, Y. : *Travail et pouvoir d'agir*, p.53. Presses Universitaires de France, Paris (2008).
4. Clot, Y. & Faïta, D. : Genres et styles en analyse du travail : concepts et méthodes. Dans *Travailler*, vol.4, 7- 42, (2000).
5. Bakhtine, M. : *Esthétique de la création verbale*. Gallimard, Paris (1984).
6. Bronckart, J.-P. : Pourquoi et comment analyser l'agir verbal et non verbal en situation de travail. Dans : J.-P. Bronckart & Groupe LAF (Eds) : *Agir et discours en situation de travail*, p.53, vol.103, 11-144, Cahiers de la Section des sciences de l'Education, Genève (2004).
7. Bardin, L. : *L'analyse de contenu*. Editions Presses universitaires de France, Paris (1996).
8. Bonnemain A : Les paradoxes de l'intensité affective dans l'autoconfrontation : L'exemple de l'activité dialogique des chefs d'équipe de la propreté de Paris. *Sociologie. Conservatoire national des arts et métiers - CNAM*. (2015), (NNT : 2015CNAM1021). (2015).
9. Cosnier, J. : Communications et langages gestuels. Dans : Cosnier, J., Berrendonner, A., Coulon, J. et Orecchioni, C. (éds.). *Les voies du langage : communications verbales gestuelles et animales*, 255-304. Bordas, Paris (1982).
10. Moscovici, S. : *La psychanalyse, son image et son public*. Presses universitaires de France, Paris (1961).
11. Sottas, B., Kissmann, S. & Brügger, S. : *Interprofessionelle Ausbildung (IPE). Erfolgsfaktoren – Messinstrument – Best Practice Beispiele*. Rapport d'expertise établi pour l'Office fédéral de la santé publique, Berne. https://formative-works.ch/wp-content/uploads/2020/01/2016_3_IPE-Erfolgsfaktoren-MessinstrumentBest-Practice-Beispiele-QR.pdf. (2016).
12. Vitali-Rosati, M. : Pour une définition du « numérique ». Dans M. E. Sinatra, Michael et M. Vitali-Rosati (dir.), *Pratiques de l'édition numérique*, 63-75. Presses de l'Université de Montréal, Montréal (2014).

Critères de choix des outils de conception de jeu

Sebastian Gajewski 3^{ème} année¹

¹ Univ. Lille, ULR 4354 - CIREL - Centre Interuniversitaire de Recherche en Éducation de Lille, F-59000 Lille, France
`sebastian.gajewski.etu@univ-lille.fr`

Résumé. De nos jours, l'apprentissage par le jeu est un sujet sur lequel les domaines des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) et des Sciences de l'Éducation et de la Formation portent un grand intérêt. Mis à la disposition du grand public, de manière gratuite, ou payante, les outils de conception de jeu se sont démocratisés du fait d'outils de plus en plus intuitifs, simples d'utilisation, même par ceux qui n'ont aucune compétence technique en programmation. Cependant, la large gamme d'outils de conception de jeu rend l'utilisateur parfois perdu sur le choix qui lui conviendra le mieux en fonction de ses besoins. Ainsi, cet article s'intéresse aux outils de conception de jeu, et plus particulièrement à l'identification des critères qui caractérisent un outil de conception de jeu. Ce travail est dédié aux *game designers*, aux chercheurs qui s'intéressent à l'apprentissage par la conception de jeu, et aux enseignants qui souhaitent intégrer cette approche dans leur programme de formation.

Mots clés : Apprentissage par la conception de jeu, Outil de conception de jeu, Critères.

1 Introduction

Dans le cadre de notre travail de thèse, nous souhaitons expérimenter une activité de co-conception de *learning games* par les étudiants en soins infirmiers, et mesurer les effets de cette co-conception sur les déterminants psychologiques de l'apprentissage et ceux de l'expérience optimale collective. Pour ce faire, nous avons développé une méthodologie de co-conception de jeu qui compte 11 étapes et qui fait appel à 4 acteurs différents [1][2]. L'étape 2 de cette méthodologie de co-conception consiste à identifier le logiciel de conception de jeu qui sera utilisé par les étudiants lors de l'activité de co-conception de *learning games*. Pour identifier le logiciel de conception de jeu le plus adapté pour les besoins de notre expérimentation, il nous faut tout d'abord identifier les critères qui caractérisent un outil de conception de jeu (section 2). La section 3 présente les perspectives envisagées.

2 Identification des critères

Dans cette section, nous cherchons donc à identifier les critères qui caractérisent un outil de conception de jeu. Au total, nous avons identifié 9 critères : **langage de programmation (C1)**, **langue de l'outil (C2)**, **tutoriels (C3)**, **décors et personnages (C4)**, **type de jeu (C5)**, **public-concepteur cible (C6)**, **modélisation 2D ou 3D (C7)**, **prix (C8)**, et **export (C9)**.

Alors que la programmation d'un jeu vidéo nécessite traditionnellement de longues saisies de codes (**langage de programmation**) dans lesquelles la moindre erreur de syntaxe peut rendre le jeu inutilisable, de nombreux autres outils de conception de jeu ont simplement recours à une approche « glisser-déposer » pour coder [3].

Moore souligne l'importance de la **langue** dans laquelle l'outil de conception de jeu est écrit [4]. En effet, cela permet au concepteur de comprendre toutes les informations des différents menus.

Macklin et Sharp considèrent que des ressources et des **tutoriels** (manuels, vidéos...) sont obligatoires pour aider les concepteurs de jeu à s'approprier l'utilisation de l'outil de conception de jeu [5].

Peppler et Kafai mentionnent l'importance de fournir des ressources, telles que des **décors et personnages** durant le processus de conception de jeu [6]. En effet, si l'outil de conception de jeu ne fournit pas ces décors et ces personnages, les utilisateurs devront les dessiner eux-mêmes et cela nécessite des compétences de *character designer*.

Øygardslia et Aarsand précisent que certains outils se limitent à la conception d'un seul **type de jeu**. C'est le cas de *RPG Maker VX Ace* qui permet de développer uniquement des jeux de rôle [7].

Øygardslia et Aarsand accordent une importance au profil du **public-concepteur cible** [7]. A ce sujet, Baytak et Land rapportent que *Scratch* est une interface intuitive pour les enfants [8].

Selon Akcaoglu, la **modélisation 2D ou 3D** est un critère important pour un outil de conception de jeu [9]. Dans son étude, l'auteur a d'ailleurs décidé d'utiliser l'outil de conception de jeu 3D *Microsoft Kodu* puisque, selon lui, la modélisation 3D rend les jeux visuellement plus attirants pour les jeunes élèves que des jeux 2D.

Baytak et Land prennent en considération le **prix** dans le choix de l'outil de conception de jeu [8]. Ils ont d'ailleurs choisi *Scratch* parce qu'il est gratuit.

An pointe l'option d'**export** des outils de conception de jeu [10]. Certains outils de conception de jeu permettent aux utilisateurs de partager leurs jeux sur le site internet communautaire de l'outil de conception de jeu. Aussi, l'export est directement lié aux plateformes (*Microsoft, Mac OS, iOS, Android, console, et HTML5*) sur lesquelles le jeu se joue.

3 Conclusion et perspectives

Cet article avait pour objectif d'identifier les critères qui caractérisent un outil de conception de jeu. Et nous avons identifié 9 critères : **langage de programmation (C1)**, **langue de l'outil (C2)**, **tutoriels (C3)**, **décors et personnages (C4)**, **type de jeu (C5)**,

public-concepteur cible (C6), modélisation 2D ou 3D (C7), prix (C8), et export (C9).

L'identification de ces critères caractéristiques des outils de conception de jeu nous permettra de faire un choix éclairé sur l'outil de conception de jeu le plus adapté à notre expérimentation, comme le prévoit l'étape 2 de notre méthodologie de co-conception de jeu, qui est, pour rappel : « identifier le logiciel de conception de jeu ». Notre expérimentation aura lieu à IFSanté, à l'Institut de Formation en Soins Infirmiers de l'Université Catholique de Lille, en France, et auprès de 135 étudiants en soins infirmiers de deuxième année.

Références

1. Gajewski, S., El Mawas, N. & Heutte, J. (2020). Towards a Methodology to Co-design a Learning Game by Nursing Students. In I., Marfisi-Schottman, F., Bellotti, L., Hamon & R., Klemke R. (eds). Games and Learning Alliance. GALA 2020. Lecture Notes in Computer Science, 12517, Springer, pp.273-282, 978-3-030-63463-6. (halshs-03092035)
2. Gajewski, S., Mawas, E., & Heutte, J. (2021, June). Vers une méthodologie de co-conception de learning games par les étudiants en soins infirmiers. In 10e Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (pp. 306-311).
3. Burke, Q. & Kafai, Y. (2014). Decade of Game Making for Learning: From Tools to Communities. Handbook of Digital Games. 689-709. 10.1002/9781118796443.ch26.
4. Moore, M. (2016). *Basics of game design*. CRC Press.
5. Macklin, C., & Sharp, J. (2016). Games, Design and Play: A detailed approach to iterative game design. Addison-Wesley Professional.
6. Pepler, K. A., & Kafai, Y. B. (2010). Gaming fluencies: Pathways into participatory culture in a community design studio.
7. Øygardslia, K., Aarsand, P.: "Move over, I will find Jerusalem": Artifacts in game design in classrooms. Learning, Culture and Social Interaction 19 (2018) 61–73.
8. Baytak, A., & Land, S. M. (2011). An investigation of the artifacts and process of constructing computers games about environmental science in a fifth grade classroom. Educational Technology Research and Development 59, pp 765-782.
9. Akcaoglu, M. (2016). Design and Implementation of the Game-Design and Learning Program. TechTrends 60, pp 114-123.
10. An, Y.-J. (2016). A case study of educational computer game design by middle school students. Educational Technology, Research and Development 64, pp 555-571.

Le MOOC, un support pour la recherche ou pour la société ?

Marion Voillot^{1,2,3} (4^e année de thèse)

¹ IRCAM-STMS. 1 place Igor Stravinsky, 75004 Paris, France

² CRI, Université de Paris. 8 bis rue Charles V, 75004 Paris, France

³ CRD, ENS Paris Saclay/ENSCI-Les Ateliers. 4 Av. des Sciences, 91190 Gif-sur-Yvette
voillot.marion@gmail.com

Résumé. Les MOOC se sont démocratisés en France depuis 2013 avec la création de la plateforme FUN (France Université Numérique). C’est en prenant appui sur les les opportunités offertes par ces supports numériques de formation que nous avons créé le MOOC “La petite culture numérique : le développement du tout-petit à l’ère numérique.” Réunissant environ 5500 participants, les résultats de la première session démontrent l’intérêt de notre démarche alliant science, design et pratiques de terrain. Prenant appui sur ces résultats, nous tenterons de démontrer dans cet article la capacité d’un MOOC à être à la fois un support pour la recherche dans le cadre d’un doctorat et un support pour la société, à destination de celles et ceux qui prennent soin des tout-petits.

Keywords: MOOC, science, design, société, petite enfance

1 Introduction

Lorsque j’ai commencé mon doctorat, je me suis longuement interrogée sur ma capacité à embrasser toute la complexité du sujet que je souhaitais aborder : la relation du jeune enfant à la culture numérique. Je me sentais non seulement démunie face à la montagne de problématiques auxquelles le sujet de ma thèse se confrontait ; et je ne savais où chercher, en tant que designer, le contenu scientifique qui me permettrait d’appuyer mon travail de recherche en design. La réalisation d’entretiens auprès d’expert·es du sujet est ainsi devenu un moyen de m’informer et d’enrichir mes réflexions de jeune chercheuse. Assez rapidement, je me suis aperçue que les participant·es aux entretiens se répondaient les uns aux autres, et que les contenus uniques de ces entretiens constituaient de véritables supports de recherche. *Comment valoriser scientifiquement un contenu d’investigation ? Et comment le rendre accessible au plus grand nombre ?* La création d’un MOOC est alors apparue comme une réponse possible à ces questionnements.

2 Démarche

Entourée de Lisa Jacquy, maîtresse de conférence à l'Université de Lille et Léa Lengart, pédiatre, nous avons rencontré 39 intervenant·es aux domaines d'expertise complémentaires : scientifiques, professionnel·les de petite enfance, designers et entrepreneur·e·s, acteur·trices de la vie politique, et des familles. Chaque rencontre s'est traduite par un entretien semi-ouvert filmé de 30 minutes. Notre MOOC prend ainsi la forme d'une enquête documentaire illustrée de 5 épisodes, croisant ces entretiens de manière vivante et chorale. La première session de formation du MOOC #petiteculnum a démarré le 14 janvier 2021 sur France Université Numérique et a réuni 5498 participant·es en France et dans le monde (74 pays différents).

3 Résultats

Le premier résultat présenté est le taux de participant·es ayant obtenu l'attestation de suivi, qui s'élève à 24% ne prenant en compte que les questionnaires individuels. Le taux d'engagement, c'est-à-dire la différence entre le nombre d'inscrit·es (5498) et le nombre de personnes ayant visionné toutes les vidéos et participé à toutes les activités (individuelles et collaboratives) s'élève quant à lui à environ 10%.

Les participant·es s'estiment globalement satisfait·es puisque 96% des participant·es ayant répondu aux questionnaires de fin de MOOC (soit 10% des participant·es au total) ont déclaré que cette formation avait satisfait leurs attentes et ils·elles sont également 95% à affirmer pouvoir mettre en pratique les connaissances acquises lors de cette formation. Une large majorité (91%) a également affirmé vouloir conseiller le MOOC à son entourage personnel ou professionnel.

4 Conclusion

Les résultats présentés ci-avant suggèrent que le MOOC #petiteculnum est un support pédagogique très efficace. Je souhaiterais maintenant mettre en évidence les principaux choix de conception de ce MOOC qui peuvent expliquer cette efficacité pédagogique :

- *Une communauté et une démarche interdisciplinaires* - alliant les connaissances en science, en design et issue des pratiques du terrain.
- *Une rigueur scientifique* - dans la bibliographie et le choix des intervenant·es, expert·es du sujet, issu·es ou non du milieu académique.
- *Un parcours pédagogique riche* - composé des épisodes, de webinaires hebdomadaires et d'activités pédagogiques individuelles (questionnaires) et collaboratives (nuage de mots, scénarios pédagogiques, etc.) réalisées par Éloïse André, ingénieure pédagogique.
- *Une "œuvre d'art totale"* - alliant le travail de réalisation vidéo de Xavier Desplas et les animations dessinées par Cécile Barraud de Lagerie.

Références

1. Trestini, M., Coulibaly, B., Rossini, I., & Pebayle, E. C. Appropriation sociale des MOOC en France. ISTE Group (2016).
2. Mongenet, C. FUN, une plate-forme de MOOCs au service des établissements d'enseignement supérieur. 42-47. *Annales des Mines - Réalités industrielles*. (2016)
3. Esseily, R., Guellai, B., Chopin, A., & Somogyi, E. (2017). L'écran est-il bon ou mauvais pour le jeune enfant? *Spirale*, (3), 28-40. <https://doi.org/10.3917/spi.083.0028>
4. Leblanc, A. Le bébé, la télé, la tablette et le smartphone. 6-10. *Enfances Psy*, (2), (2017)
5. Guez, A., & Ramus, F.. Les écrans ont-ils un effet causal sur le développement cognitif des enfants? 14-21. *Revue suisse de pédagogie spécialisée*. (2019)
6. Clément, M.-N. Les 0-6 ans et les écrans digitaux nomades. Évaluation de l'exposition et de ses effets à travers la littérature internationale. 190-195. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 68(4) (2020).
7. Tisseron, Serge. 3-6-9-12 Apprivoiser les écrans et grandir. Erès (2018)
8. Picherot, G., et al.. L'enfant et les écrans: les recommandations du Groupe de pédiatrie générale (Société française de pédiatrie) à destination des pédiatres et des familles. *Perfectionnement en Pédiatrie* 1.1 : 19-24 (2018).
<https://doi.org/10.1016/i.perped.2018.01.010>
9. La révolution MOOC, <https://blog.educpros.fr/matthieu-cisel/2013/04/29/pourquoi-faire-des-mooc/>, 2013/04/29

Conception d'un protocole de recueil de besoins sur les indicateurs d'apprentissage pour leur capitalisation

Albane Gril¹, 2ⁱème année

Le Mans Université, LIUM, EA4023, F-72085 Le Mans, France
albane.gril@univ-lemans.fr

Abstract. Nous introduisons ici le protocole de recueil de besoins développé pour étudier les stratégies des utilisateurs d'un EIAH lorsqu'ils interagissent avec des indicateurs d'apprentissage. Nous voulons favoriser l'implication de l'utilisateur dans le processus de conception d'une approche de capitalisation d'indicateurs. Or un processus de capitalisation regroupe des actions aussi diverses que l'appropriation, la réutilisation, le partage et l'adaptation des indicateurs. Cela nous a conduits à la mise en place de focus groups impliquant des utilisateurs aux profils hétérogènes et non experts dans ces activités de conception complexes. Le protocole, reposant sur une méthode de ludification, nous a permis d'amorcer une approche de conception centrée utilisateur de notre proposition. Les premières itérations du protocole ont conduit à dessiner des directions de recherche pour la suite du travail.

Keywords: indicateurs · capitalisation · conception centrée utilisateur.

1 Introduction

Les *Learning analytics* ont montré l'impact positif des indicateurs sur l'apprentissage [1,9]. Or leur conception est coûteuse en ressources, autant d'un point de vue technique que métier, et profondément dépendante de leur contexte [3]. Notre travail a pour but que les indicateurs conservent leur pertinence et soient développés au gré du temps, des contextes et des utilisateurs. Une approche utilisant les principes de la capitalisation des indicateurs, c'est-à-dire permettant l'appropriation, la réutilisation, le partage et l'adaptation, contribue à une plus grande accessibilité de l'EIAH aux usagers [6]. Fort de ce constat, inclure les utilisateurs dans le processus même de conception de cette approche semble un moyen prometteur de relever ces défis. Cet article présente le protocole centré utilisateur permettant d'identifier les besoins des enseignants, tuteurs et étudiants en indicateurs d'apprentissage.

2 Récolte des besoins en indicateurs d'apprentissage

Dans notre contexte, la conception centrée utilisateur repose sur un focus group dans lequel les participants interagissent avec des indicateurs proposés, pour exprimer le besoin auquel ces derniers répondent [4]. C'est en tenant compte de

la diversité du public cible que nous avons organisé une première série de *focus group* de recueil de besoins. La question soulevée est : comment des participants à un *focus group* peuvent-ils réfléchir sur des notions potentiellement étrangères ? Nous avons choisi une mise en situation des utilisateurs par la création de support de réflexion, afin de contre-balancer le côté abstrait de la réflexion demandée. Une liste initiale de 18 indicateurs donc a été identifiée à partir de la littérature [2,3,5]. Elle a pour but de susciter une réflexion et interprétation personnelles des participants tout en palliant l'absence de prérequis techniques et métier et la diversité des profils. Chaque indicateur devient une carte facilement manipulable par les participants, qui peuvent discuter, critiquer et combiner chaque proposition [7,8]. Les informations présentées sur la carte ont pour objectif de guider les participants vers une expression de leur interprétation personnelle de l'indicateur représenté. Ces interprétations ont été récoltées au cours des itérations du focus group par la captation de verbatims.

3 Récolte de données sur la capitalisation d'indicateurs

La collecte de données et les expérimentations sont encore en cours, mais les premiers retours affinent notre méthode de conception et permettent déjà des interprétations préliminaires. La diversité des données collectées conduit à séparer celles liées aux indicateurs de celles plus généralement liées au processus de capitalisation. En premier lieu, nous voulons identifier les besoins auxquels répondent les indicateurs. Plus précisément, ce sont les formes d'expression de ce besoin que nous cherchons à isoler. Donner une base concrète d'exemples illustrés, couplée avec la possibilité pour l'utilisateur de faire un retour dynamique en re-spécifiant son besoin, permet d'envisager une meilleure spécification des besoins récoltés/exprimés. Cette phase d'expression du besoin peut alors être envisagée sous forme d'un système informatisé. Nous cherchons également à identifier les besoins d'interaction avec ces indicateurs. Pour cela, nous observons les stratégies mises en place par les participants pour capitaliser un indicateur. Ces "besoins exprimés" sont répertoriés et catégorisés afin d'élaborer *a posteriori* des propositions aux utilisateurs d'un système informatisé répondant à ces défis identifiés.

4 Conclusion

Nous avons pu amorcer une validation des hypothèses émises dans le cadre de la définition de la capitalisation comme une réponse aux enjeux de coût de conception, mais aussi d'adoption des indicateurs. Cette étape essentielle de recueil de besoins est effectuée dans la perspective de conception d'une proposition adaptée aux utilisateurs. C'est l'interaction de l'utilisateur avec un théorique système informatisé lors d'actions de capitalisation qui est l'objet de nos travaux. Des analyses plus poussées des données récoltées devront être mises en place. La suite du travail consiste à instrumenter le processus de capitalisation en accompagnant les utilisateurs avec un outil pour la capitalisation.

References

1. Alowayr, A. et Badii, A., Review of Monitoring Tools for E-Learning Platforms. IJCSIT, 6, 79–86 (2014)
2. Diagne F., Instrumentation de la supervision par la réutilisation d'indicateurs : Modèles et Architecture. Thèse Université Joseph-Fourier (2009)
3. Dimitrakopoulou A., State of the art on interaction and collaboration analysis. (2004)
4. Dolligner M., *et al.*, Working together in learning analytics towards the co-creation of value. Journal of Learning Analytics, vol. 6, no 2, p. 10–26-10–26 (2019)
5. Gendron É., Cadre conceptuel pour l'élaboration d'indicateurs de collaboration à partir des traces d'activité. Thèse Université Claude Bernard, (2010)
6. Gril A., *et al.*, A comparative analysis of approaches to design and capitalize data indicators. CELDA, (2021)
7. Gilliot J-M., *et al.*, Conception participative de tableaux de bord d'apprentissage. IHM, 2018.
8. Lucero A., *et al.*, Designing with cards, In : Collaboration in creative design. Springer, p. 75-95, (2016)
9. Verbert, K., *et al.*, Learning Analytics Dashboard Applications. American Behavioral Scientist. 57, (2013)

Affordances d'un environnement d'activités robotiques à l'école primaire

Marie Valorge, D4^[0000-1111-2222-3333]

¹ Éducation, Cultures, Politiques (ECP), Université Lumière Lyon 2, France

Résumé. Notre recherche vise à analyser l'activité d'apprentissage de l'informatique à l'école primaire dans une perspective d'amélioration des pratiques enseignantes. Cette analyse est celle d'un groupe de deux élèves de CE1 qui s'initie à l'informatique avec des robots programmables. Elle révèle un écart entre les objectifs de l'enseignement et les possibilités de les atteindre proposées aux élèves par l'environnement.

Mots-clés : Initiation à l'informatique, Robotique pédagogique, École primaire

1 Introduction

L'enseignement de l'informatique a été introduit dans les programmes scolaires français de l'école primaire à la rentrée 2016, sous la forme d'une « sensibilisation au code » [4]. Dans ce contexte, l'expérimentation Programmation du robot à l'école primaire (PREP) a été conduite dans 7 écoles primaires entre 2018 et 2022. Dans le cadre d'une thèse CIFRE établie avec Réseau Canopé (éditeur de ressources pour la formation des enseignants), le but de notre recherche est de comprendre comment s'élabore l'apprentissage de l'informatique à l'école primaire pour participer à l'amélioration de son enseignement. L'analyse de l'activité présentée dans ce poster concerne un groupe de deux élèves de CE1 qui s'initient à l'informatique avec des robots.

2 Cadre conceptuel

L'adoption d'une posture de recherche située au plus près des pratiques des élèves a motivé nos choix théoriques. Dans ce sens, le cadre de la théorie de l'activité fonde les apprentissages humains sur les relations interpersonnelles conduites avec les autres acteurs mais aussi médiatisées par les instruments mobilisés ; elle postule que c'est par l'analyse de l'activité en situation réelle que se saisit ce qui se joue dans ces relations [2]. Développée dans le champ de l'ergonomie pour analyser l'activité des utilisateurs de nouveaux objets « complexes » à des fins de conception [7][8], l'approche écologique propose de saisir le développement du sujet dans sa relation aux éléments qui composent son environnement à partir du concept d'affordance [3]. Sur ces bases théoriques, nous mobilisons la méthode d'analyse de la tâche de la machine de Turing (TMTA) [6] pour analyser l'activité des écoliers qui s'initient à l'informatique à l'école

primaire. Cette méthode s'applique en plusieurs phases qui consistent à 1) détailler la composition de l'environnement d'activité, 2) décrire les possibilités d'agir (ou affordances) qu'il offre, 3) analyser l'activité des acteurs en interrelation à cet environnement, en relevant les écarts entre l'activité prescrite (éditée par les programmes scolaires et mise en œuvre par l'enseignant) et l'activité réelle (accomplie par les élèves).

3 Méthode et résultats préliminaires

L'ensemble des données comprend le corpus des programmes scolaires, une interview des enseignants et des enregistrements audio-vidéo de l'activité de groupes d'élèves de 8 classes du cycle 2. Les résultats exposés ici sont issus de la description de l'environnement d'apprentissage d'une classe de CE1 et de l'observation d'un groupe de deux élèves qui s'y initient à l'informatique en observant puis programmant les déplacements du robot Ozobot. Suivant la TMTA, l'environnement a été décrit à partir des possibilités qu'il offre aux acteurs (des « informations spécifiant une affordance » suivant les termes de Morineau et ses collègues [6]) présentes dans la scénarisation pédagogique et incorporées dans le robot ; l'activité des élèves a ensuite été analysée, tâche par tâche et du point de vue des affordances.

La description de l'environnement met en évidence les objectifs d'apprentissage : dans cet environnement instrumenté, l'initiation à l'informatique vise la connaissance de la démarche d'investigation, la résolution de problème ainsi que des notions de base de l'informatique et plus largement des sciences du numérique [5]. Alors que la démarche d'investigation est très investie par l'enseignant, les savoirs technologiques apportés par le robot programmable sont évincés et manquent aux élèves pour atteindre certains objectifs.

Ces lacunes pourraient être attribuées à la prédominance de la théorie dans le « paradigme de l'éducation au numérique français » [9] ou aux contours flous des prescriptions [10]. Nous émettons pour notre part l'hypothèse que l'enseignant dissimule volontairement certaines dimensions de l'initiation à l'informatique, compte-tenu du trop grand nombre de savoirs impliqués. Nous proposons alors un découpage plus marqué des objectifs d'apprentissage dans la scénarisation de l'activité, suivant les propositions de Chevalier et ses collègues [1].

Références

1. Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A., Mondada, F.: Fostering computational thinking through educational robotics: A model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education*, 7(1) (2020).
2. Engeström, Y.: *Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research*. Orienta-Konsultit, Helsinki (1987).
3. Gibson E. J., Pick, A. D.: *An Ecological Approach to Perceptual Learning and Development*. Oxford University Press, New York (2000).
4. Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports : L'utilisation du numérique à l'école, <http://www.education.gouv.fr/cid208/l-utilisation-du-numerique-a-l-ecole.html>, dernière consultation 15/01/2022.

5. MOOC « Le robot Thymio comme outil de découverte des sciences du numérique » publié par l'Inria sur la plateforme France Université Numérique, dernière consultation 15/01/2022.
6. Morineau, T., Frénod, E., Blanche, C., Tobin, L.: Turing Machine as an ecological model for Task Analysis. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 10(6), 511-529 (2009).
7. Norman, D. A.: *The design of everyday things*. Basic Books, New York (2013).
8. Norman, D. A.: *The invisible computer: Why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution*. MIT Press, Cambridge (1999).
9. Tessier, L. : *Éduquer au numérique. Un changement de paradigme*. MKF Éditions, Paris (2019).
10. Vandavelde, I., Fluckiger, C.: L'informatique prescrite à l'école primaire. Analyse de programmes, ouvrages d'enseignement et discours institutionnels. In: *DIDAPRO 8 – DIDASTIC*, pp. 23–37. Université de Lille (2020).

L'impact de l'usage pédagogique du TBI/VPI sur l'engagement scolaire des élèves dans le cadre de l'enseignement de la langue arabe à l'école élémentaire en France : exemple dans le département du Bas-Rhin

Abdessamad Redouani, 3ème année, Université de Strasbourg, France

abdessamad.redouani@etu.unistra.fr

Résumé. L'objectif de notre thèse est d'étudier l'impact de l'usage pédagogique du TBI/VPI sur l'engagement scolaire des élèves dans le cadre de l'enseignement de la langue arabe à l'école élémentaire en France. Ce sont 135 élèves et 16 enseignants, dans 18 écoles élémentaires du Bas-Rhin, qui ont été interrogés et/ou observés pour cette recherche. Quatre instruments de collecte de données ont été utilisés : Un questionnaire d'enquête auprès des élèves, des entretiens individuels auprès des enseignants, des entretiens de groupe auprès des élèves et des observations directes en classe. Les premiers résultats montrent que les interactions créées par l'usage du TBI/VPI, en tant que dispositif techno-sémio-pragmatique (Peraya, 1999), permettent d'améliorer l'engagement scolaire des élèves selon les dimensions à la fois cognitives, affectives et comportementales.

Mots-clés : TBI, Dispositif, Engagement scolaire

1 Introduction

L'objectif de ce poster est d'étudier l'impact de l'usage pédagogique du TBI sur l'engagement scolaires des élèves dans le cadre de l'enseignement de la langue arabe dans les écoles élémentaires en France. Cette langue est enseignée à l'école élémentaire française dans le cadre du dispositif EILE (Enseignement Internationaux de Langues Etrangères) qui a remplacé un ancien dispositif appelé ELCO (Enseignements de Langues et Cultures d'Origines).

2 Cadre théorique

Revue de littérature : avantages éducatifs et limites du TBI

Peraya (1998, 1999) parle du dispositif techno-sémio pragmatique (TPS). C'est une instance d'interaction sociale caractérisée par des dimensions technologiques, sociales et relationnelles, symboliques, sémiotiques et cognitives propres » (Peraya et Bonfils, 2014, p. 4). En ce sens, le TBI n'apparaît plus comme un outil isolé des autres outils présents dans la classe, mais comme un dispositif qui assure l'interaction entre des variables techniques, symboliques et humaines afin de favoriser la communication dans

la salle de classe à travers des interactions susceptibles d'instaurer un apprentissage collaboratif (Redouani, 2021).

L'interactivité, principal attrait du TBI

Linard (1996, cité par Petitgirard, Abry et Brodin, 2011) distingue la notion d'interactivité qui est d'ordre technique de celle de l'interaction qui est d'ordre humain. L'interactivité rendue possible par le TBI a deux dimensions : interactivité technique et interactivité pédagogique (Smith, Higgins, Wall et Miller, 2005). Le TBI favorise le croisement entre ces deux types d'interactivité, par exemple lorsque la projection d'une vidéo ou des images oblige les élèves à s'interroger et à discuter (Beauchamp et Kennell, 2008, cité par Alcheghri, 2016).

L'engagement scolaire

Nous inscrivons notre étude dans le cadre de travaux de chercheurs qui considèrent l'engagement scolaire selon trois dimensions complémentaires : comportementale, affective et cognitive (Fredricks, Blumenfeld et Paris, 2004 ; Linnenbrick et Pintrich, 2003 cité par Carrillo, Prié, Leslie, Garrot, 2018).

3 Problématique et hypothèse de recherche

En quoi l'usage du TBI, en tant que dispositif techno-sémio-pragmatique, impacte-t-il l'engagement scolaire des élèves dans le cadre de l'enseignement de la langue arabe à l'école élémentaire en France ?

Les hypothèses de recherche :

1. Les interactions créées par l'usage du TBI permettent d'améliorer l'engagement scolaire des élèves selon les dimensions à la fois cognitives, affectives et comportementales.
2. Les effets supposés de l'hypothèse précédente ne s'observent qu'en considérant le TBI comme un dispositif à part entière : Le TBI ne peut pas être utilisé comme un simple support de diffusion de message de toute forme, mais comme un dispositif qui contribue à la configuration du message, à son sens et à sa signification.

4 Méthodologie

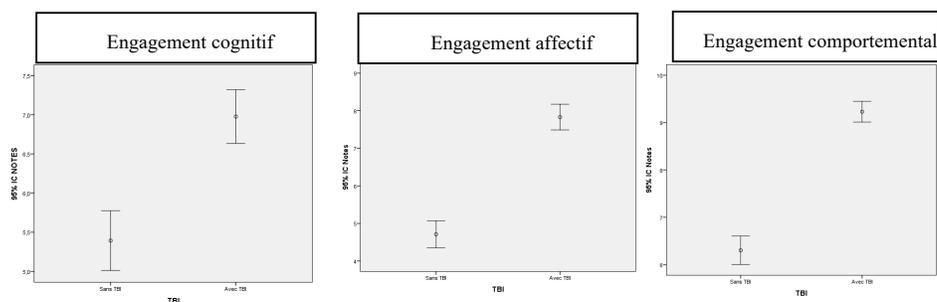
Dans ce poster nous nous limitons à un seul instrument de collecte donnée à savoir les observations directes en classe. Durant ces observations nous avons rempli la grille ci-dessous pour chacun des 135 élèves participant à l'enquête lors de séances réalisées sans et avec le TBI. Notre variable explicative est l'usage du TBI en contexte scolaire et la variable expliquées sont les notes obtenues par les élèves dans chaque dimension de l'engagement. Les données ont été traitées par le logiciel SPSS.

Engagement cognitif	Note de 0 à 2	Engagement comportemental	Note de 0 à 2	Engagement affectif	Note de 0 à 2
Ecoute attentivement ce qui est exposé/enseigné.		Est ponctuel/ Arrive à l'heure		Visage détendu (semble apprécier d'entrer dans le cours).	
Ecrit conformément à ce qui est demandé par l'enseignant.		Dispose du matériel nécessaire pour réaliser les		Partage ses appréciations et ses intérêts pour le cours.	

		activités (cahiers, notes de cours, trousse, etc.)			
Répond aux questions posées par l'enseignant (en levant la main).		Respecte les règles régissant les déplacements dans la classe.		Reste actif et impliqué lors de changements de nouvelles activités.	
Pose des questions sur le cours.		Silencieux au moment des consignes.		Posent des questions qui vont au-delà des activités proposées.	
Absorbé par les activités (regards et attention centrés sur les tâches demandées).		Ecoute les autres lorsqu'ils prennent la parole.		Continue de discuter des activités après le cours avec ses pairs ou son enseignant.	
TOTAL	../10	TOTAL	../10	TOTAL	../10

5 Résultats

Comparaison des moyennes (Notes sans TBI et avec TBI)



Test de Fisher

F1 = 37,286

F2=241,068

F3 = 155,302

6 Conclusion

Statistiquement le TBI a un effet sur les notes obtenus par les élèves dans les 3 dimensions de l'engagement scolaire.

Références

- Redouani, A.: L'effet de l'usage du Tableau Blanc Interactif (TBI) sur les pratiques pédagogiques dans trois écoles élémentaires de Strasbourg. *Médiations et médiatisations*, (5), 162-173 (2021). Consulté à l'adresse <https://revuemediations.teluq.ca/index.php/Distances/article/view/168>.
- Trestini, M.: *La modélisation d'environnements numériques d'apprentissage de nouvelle génération*. Londres : ISTE Editions (2018).
- Karsenti, T.: *Le tableau blanc interactif (TBI) : usages, avantages et défis*. Montréal : CRIFPE (2016).
- Boidou, B. N.: *Facteurs d'influence de l'impact d'un usage partagé du tableau blanc interactif sur la performance*

- scolaire dans un établissement d'enseignement secondaire général de côte d'ivoire. Thèse de doctorat. (2019).
5. Hesto, J.: L'impact du TBI sur la motivation et la réussite scolaire chez les élèves. *Educational dumas-01938967*. (2018).
 6. Charlier, B., Deschryver, N. & Peraya, D.: Apprendre en présence et à distance: Une définition des dispositifs hybrides. *Distances et savoirs*, vol. 4(4), 469-496. (2006). <https://www.cairn.info/revue-distanceset-savoirs-2006-4-page-469.htm>.
 7. Peraya, D.: Médiation et médiatisation : le campus virtuel. *Hermès, La Revue*, 25, 153-167. (1999).
 8. Peraya, D. et Bonfils, P.: Détournements d'usages et nouvelles pratiques numériques : l'expérience des étudiants d'Ingémédia à l'Université de Toulon. *Sticef*, vol. 21 (2014). Récupéré du site de la revue mis en ligne le 25 mars 2014, consulté le 06 juin 2014.
 9. Redricks, J. A.; Blumenfeld, P.C. et Paris, A.H.: School engagement: Potential of the concept, state of evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109 (2004).
 10. Barbeau, D., Montini, A., Roy, C.: *Comment favoriser la motivation scolaire ?*, Montréal, Collège de Bois-de-Boulogne (1997).

analyse de la revue de littérature scientifique sur l'expérience d'apprentissage

LIU Ying-Dong¹ [4ème année de doctorat]

¹ Université de Strasbourg, Strasbourg 67000, France
yingdongliu@unistra.fr

Résumé. Cet article vise à présenter une analyse des études scientifiques portant sur l'expérience d'apprentissage dans les domaines relatifs à l'éducation afin de mieux comprendre les pratiques pour optimiser l'expérience d'apprentissage des apprenants. Cette étude recense 58 articles publiés dans les dix dernières années (de 2010 à 2021), provenant de deux bases d'articles académiques (ScienceDirect et Springer). Les articles ont été analysés avec le logiciel Iramuteq repérant les similitudes sémantiques et pouvant les représenter graphiquement. Deux grandes thématiques ont été identifiées : une première liée à l'environnement et au contexte de l'expérience d'apprentissage, une autre liée au résultat et aux différents moyens d'apprentissage. Bien qu'il existe des similitudes entre les articles traités, il manque encore des études systématiques portant sur la définition et la caractérisation de l'expérience d'apprentissage.

Mots-clés : expérience d'apprentissage, éducation, situation, environnement.

1 Introduction

Le principe le plus important de l'apprentissage au XXI^e siècle est de mettre l'apprenant au centre de la conception d'environnements d'apprentissage [1]. La perception de l'expérience d'apprentissage de l'apprenant semble un aspect important pour valider la conception d'environnements d'apprentissage, surtout dans le cadre de l'EIAH¹. Ning et Downing [2] définissent l'expérience d'apprentissage comme l'interaction des apprenants avec l'environnement d'enseignement et d'apprentissage. Pourtant, l'expérience d'apprentissage est omniprésente dans notre vie quotidienne, cela ne se produit pas seulement dans un environnement d'enseignement. À partir cela, nous proposons la définition suivante : l'expérience d'apprentissage consiste en l'ensemble des ressentis que l'apprenant peut éprouver et les résultats de ses interactions avec son environnement durant le processus d'apprentissage.

De nombreux articles mentionnent la notion d'expérience d'apprentissage, mais peu d'études proposent une définition explicite pour la caractériser. Nous nous interrogeons sur la façon dont les études scientifiques présentent l'expérience d'apprentissage. Quelles dimensions de cette dernière ont donc été traitées ? Cet article vise à livrer une analyse des revues scientifiques concernant l'expérience d'apprentissage afin de mettre en relief les points convergents et divergents présentés dans les revues.

¹ EIAH : Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain.

2 Méthode de recherche

Pour mener à bien cette étude et répondre aux questions de recherche ci-dessus, nous avons opté pour une méthode d'analyse systématique proposée par Moher et al. [3] afin d'analyser les articles scientifiques qui mentionnent l'expérience d'apprentissage. Deux grands éditeurs scientifiques importants, disponibles dans la bibliothèque universitaire en ligne, ont été choisis : ScienceDirect (Elsevier) et Springer. Deux termes sont utilisés pour la recherche : « *learning experience* » et « *learning AND experience* ». La recherche des articles est comprise entre le premier janvier 2010 et le 31 décembre 2021. La langue de publication est l'anglais. Après une étude détaillée, certains articles non liés au sujet de recherche sont également exclus. Finalement, 58 articles ont été choisis.

3 Résultats

Après une Analyse Des Similitudes avec le logiciel Iramuteq de l'ensemble des articles choisis, nous pouvons visualiser le résultat dans la figure 1 (Annexe1). « *learn* » et « *student* » sont les deux mots qui apparaissent le plus fréquemment dans les articles traités, le lien entre les deux est aussi plus important que les autres. En outre, deux thématiques se forment autour de ces deux mots. La première, qui est la forme « *learn* », est rattachée à la thématique liée à l'environnement et au contexte de l'expérience d'apprentissage, pour l'acquisition de l'expérience, de connaissances [4, 5, 6, 7], de compétences avec support technologique [8,9], ou sans technologie [10], ou encore avec des enseignants [11] ou des professionnels [12]. Alors la seconde forme « *student* » est liée principalement au résultat et aux différentes façons dont les apprenants apprennent : individuellement [13] ou collectivement (par groupe) [14, 15] sur une tâche définie ou avec un temps limité.

Les résultats montrent que les dimensions de l'expérience d'apprentissage présentées dans les revues étudiées sont divergentes. Il existe des similitudes qui se concentrent principalement sur l'environnement de l'expérience d'apprentissage et les moyens d'apprentissage, mais peu d'articles prêtent attention au ressenti global des apprenants dans son processus d'apprentissage.

4 Conclusion

Cet article a proposé une définition de l'expérience d'apprentissage. En outre, les revues scientifiques identifiées ont été analysées et deux grandes thématiques sont présentées. Les articles étudiés ne présentent pas suffisamment d'aspects pour caractériser les dimensions de l'expérience d'apprentissage. La plupart des articles trouvés dans cette étude traitent séparément l'apprentissage et l'expérience, plutôt que de les examiner dans leur ensemble. De ce fait, il nous semble nécessaire de développer une étude systématique pour modéliser l'expérience d'apprentissage.

References

1. OCDE. Comment apprend-on ? Dumont, H., Istance, D et Benavides, F (eds.) La recherche au service de la pratique (2010).
2. Ning, H. K. et Downing, K.: The interrelationship between student learning experience and study behavior. *Higher Education Research and Development* 30(6), 765–778 (2011).
3. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D.: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ: British Medical Journal*, 7(6), 1-6 (2009).
4. Wang, J., Guo.J., Wang, Y., Yan, D., Liu, J., Zhang, Y.&Hu, X.: Use of profession-role exchange in an interprofessional student team-based community health service-learning experience. *BMC Medical Education*, 20(212), 1-10(2020).
5. Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Sormunen, K., Dillon, P.& Sointu, E.: The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning. *Computers & Education* 81 (2015), 49-58 (2015).
6. Awidi, I.T., Paynter, M.: The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. *Computers & Education* 128 (2019), 269–283(2019).
7. Lin, K.-M. : e-Learning continuance intention: Moderating effects of user e-learning experience. *Computers & Education* 56 (2011), 515–526 (2011).
8. Quintana, M. G. B. Fernández, S. M. : A pedagogical model to develop teaching skills. The collaborative learning experience in the Immersive Virtual World TYMMI, *Computers in Human Behavior*, 51(2015), 594-603(2015).
9. Cheng, K.-H. & Tsai, C.-C.: A case study of immersive virtual field trips in an elementary classroom: Students' learning experience and teacher-student interaction behaviors, *Computers & Education*,140(2019), 1-15 (2019).
10. Wang, F., Lo, L. N.K., Chen, X., Qin, C. : Journey to the West: The overseas learning experiences of Chinese teacher educators in Canada. *Teaching and Teacher Education* 108 (2021), 1-10 (2021).
11. Miranda, S., Orciuoli, F.& Sampson, D.: A SKOS-based framework for Subject Ontologies to improve learning experiences. *Computers in Human Behavior*, 61 (2016), 609-621(2016).
12. Watson, J.: Deferred creativity: Exploring the impact of an undergraduate learning experience on professional practice. *Teaching and Teacher Education* 71 (2018), 206-213(2018).
13. Keller, H. & Karau, S. J. : The importance of personality in students' perceptions of the online learning experience. *Computers in Human Behavior* 29 (2013), 2494–2500(2013).
14. Tseng, H. W. & Hsin-T. Y. : Team members' perceptions of online teamwork learning experiences and building teamwork trust: A qualitative study. *Computers & Education* 63 (2013), 1–9(2013).
15. Marquez-García, M. J., Kirsch, W., Leite-Mendez, A.: Learning and collaboration in pre-service teacher education: Narrative analysis in a service-learning experience at Andalusian public schools. *Teaching and Teacher Education* 96 (2020), 1-9 (2020).

ScienceDirect (Elsevier)	Computers & Education	Bersa, M. U., González-González, C., Armas-Torres, B. (2019).	Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms
		Göksüna, D. O., Gürsoy, G. (2019).	Comparing success and engagement in gamified learning experiences via Kahoot and Quizizz
		Brown et al. (2011).	Designing location-based learning experiences for people with intellectual disabilities and additional sensory impairments
		Lin, K.-M. (2011).	e-Learning continuance intention: Moderating effects of user e-learning experience
		Tsaya, C. H.-H., Kofinas, A., Luo, J. (2018).	Enhancing student learning experience with technology-mediated gamification: An empirical study
		Tiernan, P. (2010).	Enhancing the learning experience of undergraduate technology students with LabVIEW! software
		Teng et al. (2012).	Exploring students' learning experience in an international online research seminar in the Synchronous Cyber Classroom
		Awidia, I.T., Paynter, M. et Vujosevic, T. (2019).	Facebook group in the learning design of a higher education course: An analysis of factors influencing positive learning experience for students
		Domínguez et al. (2013).	Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes
		De-la-Fuente-Valentín, L. (2011).	Generic service integration in adaptive learning experiences using IMS learning design
		Chang, C.-W. (2010).	Improving the authentic learning experience by integrating robots into the mixed-reality environment
		Caballero-Hernández, J. A., Palomo-Duarte, M. et	Skill assessment in learning experiences based on serious games: A Systematic Mapping Study

Computers in Human Behavior journal	Doderob, J. M. (2017).	
	Klašnja-Miličević, A, Vesin, B. et Ivanović, M. (2018)	Social tagging strategy for enhancing e-learning experience
	Tseng, H. W. et Yeh, H.-T. (2013)	Team members' perceptions of online teamwork learning experiences and building teamwork trust: A qualitative study
	Awidia, I.T. et Paynter, M. (2019)	The impact of a flipped classroom approach on student learning experience
	Valtonen, T. et al. (2015)	The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning
	Caskurlu, S. (2021).	The qualitative evidence behind the factors impacting online learning experiences as informed by the community of inquiry framework: A thematic synthesis
	Badilla-Quintana, M.G. et Fernández, S. M. (2015)	A pedagogical model to develop teaching skills. The collaborative learning experience in the Immersive Virtual World TYMMI
	Dascalu, M.-I. et al. (2015)	A recommender agent based on learning styles for better virtual collaborative learning experiences
	Miranda, S., Orciuoli, F., Sampson, D.G. (2016)	A SKOS-based framework for Subject Ontologies to improve learning experiences
	Fryera, L. K., Nakaob, K., Thompson, A. (2019)	Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest and competence
	Katuk, N., Kim, J. et Ryu, H. (2013).	Experience beyond knowledge: Pragmatic e-learning systems design with learning experience
	Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N. et Jaccheri, L. (2019).	Exploring children's learning experience in constructionism-based coding activities through design-based research
	Wu, Y.-C. J., Wu, T. et Li, Y. (2019).	Impact of using classroom response systems on students' entrepreneurship learning experience
	Sergis, S., Demetrios, G. S. et Pelliccione, L. (2018).	Investigating the impact of Flipped Classroom on students' learning experiences: A Self-Determination Theory approach
	Baydas, O. (2015).	Retention and flow under guided and unguided learning experience in 3D virtual worlds
	Palomo-Duarte, M. et al. (2014)	Scalability of assessments of wiki-based learning experiences in higher education
	Keller, H. et Karau, S. J. (2013)	The importance of personality in students' perceptions of the online learning experience

		Udo, G. J., Bagchi, K. K. et Kirs, P. J. (2011).	Using SERVQUAL to assess the quality of e-learning experience
		Paiva et al. (2016).	What do students do on-line? Modeling students' interactions to improve their learning experience
	Teaching and Teacher Education	Kima, Y. et Choi, M. (2020).	Towards critical multicultural teacher education in the midst of ethnonationalism: Korean pre-service teachers' international learning experiences
		Beach, P. (2017)	Self-directed online learning: A theoretical model for understanding elementary teachers' online learning experiences
		Watson, J. (2018).	Deferred creativity: Exploring the impact of an undergraduate learning experience on professional practice
		Carpenter, J. P. et Linton, J. N. (2016).	Edcamp unconferences: Educators' perspectives on an untraditional professional learning experience
		Peltier, M. R. (2021).	Examining learning experiences designed to help teacher candidates bridge coursework and fieldwork
		Wang et al. (2021).	Journey to the West: The overseas learning experiences of Chinese teacher educators in Canada
		Márquez-García, M. J., Kirsch, W. et Leite-Mendez, A. (2020).	Learning and collaboration in pre-service teacher education: Narrative analysis in a service-learning experience at Andalusian public schools
		Studies in Educational Evaluation	Stockdale, J. (2019).
	Sokhanvar, Z. Salehi, K., et Sokhanvar, F. (2021)		Advantages of authentic assessment for improving the learning experience and employability skills of higher education students: A systematic literature review
	Learning and Individual Differences	Malmberg, L.-E. et al. (2013)	Primary school students' learning experiences of, and self-beliefs about competence, effort, and difficulty: Random effects models
Springer	Contemporary Educational Psychology	Malmberg, L.-E. et Martin, A. J. (2019)	Processes of students' effort exertion, competence beliefs and motivation: Cyclic and dynamic effects of learning experiences within school days and school subjects
	BMC Medical Education	Lamprecht et al. (2020)	Benefits of combined quantitative and qualitative evaluation of learning experience in a gerodontology course for dental students

Springer	BMC Medical Education	Smith-Han et al. (2016)	That's not what you expect to do as a doctor, you know, you don't expect your patients to die." Death as a learning experience for undergraduate medical students
		Wang et al. (2020)	Use of profession-role exchange in an interprofessional student team-based community health service-learning experience
		Yang et al. (2021)	Medical students' preclinical service-learning experience and its effects on empathy in clinical training
		Zahrani et al. (2021)	E-Learning experience of the medical profession's college students during COVID-19 pandemic in Saudi Arabia
		Pressentin, K. B. V., Waggie, F. et Conradie, H. (2016)	Towards tailored teaching: using participatory action research to enhance the learning experience of Longitudinal Integrated Clerkship students in a South African rural district hospital
		Schober et al. (2019)	Effects of post-scenario debriefing versus stop-and-go debriefing in medical simulation training on skill acquisition and learning experience: a randomized controlled trial
		Li et al. (2021).	Students' initial perspectives on online learning experience in China during the COVID-19 outbreak: expanding online education for future doctors on a national scale
	Science & Education	Andersen, C. (2011)	Evolution 2.0. The Unexpected Learning Experience of Making a Digital Archive
	Research in Science Education	Lopes, J. B., Branco, J. et Jimenez-Aleixandre, M. P. (2011)	'Learning Experience' Provided by Science Teaching Practice in a Classroom and the Development of Students' Competences
	Educational Technology Research and Development	Rivera-Vargas, P., Anderson, T. et Cano, C. A. (2021)	Exploring students' learning experience in online education: analysis and improvement proposals based on the case of a Spanish open learning university
	European Journal of Psychology of Education	Bruno, A., Galluppo, L. et Gilardi, S. (2011)	Evaluating the reflexive practices in a learning experience
	Learning Environments Research	Dmoshinskaia, N. Gijlers, H. et De Jong, T. (2021)	Giving feedback on peers' concept maps as a learning experience: does quality of reviewed concept maps matter?
		Closs, L., Mahat, M. et Imms, W. (2021).	Learning environments' influence on students' learning experience in an Australian Faculty of Business and Economics
	Educational Assessment, Evaluation and Accountability	Zerihun, Z., Beishuizen, J. et Van Os, W. (2012)	Student learning experience as indicator of teaching quality
Technology, Knowledge and Learning	Tawfik et al. (2022)	Toward a Definition of Learning Experience Design	

Interaction collaborative et multimodalité pour la formation médicale en réalité virtuelle

Cassandra SIMON

1^{ère} année de thèse

Laboratoire Informatique, BioInformatique, Système Complexe, Univ Évry, Université Paris
Saclay
36 Rue du Pelvoux, 91080 Évry-Courcouronnes, France
cassandra.simon@univ-evry.fr

Abstract. L'utilisation de nouveaux outils pour la formation médicale tel que la simulation tend à émerger. Cependant, les outils actuellement existants permettent un entraînement en autonomie et ne supportent que rarement un apprentissage par mentoring basé sur des interactions collaboratives entre le formateur et l'apprenant. Afin de remédier à cette problématique, nous proposons de concevoir des interfaces de formation supportant des interactions multiutilisateurs. De plus, ces interfaces supporteront des interactions multimodales visant à améliorer la communication dans les environnements virtuels de collaboration existants. Pour ce faire, nous avons choisi comme cadre applicatif la formation des opérateurs en anesthésie locorégionale. Une approche de conception centrée utilisateur sera adoptée. La première étape consistera à réaliser des études sur le terrain afin de définir un modèle d'interaction entre les formateurs et les apprenants. Ce modèle servira ensuite à concevoir les environnements de formation ainsi que les techniques d'interaction multimodales permettant aux enseignants de former les apprenants dans des environnements virtuels partagés. Enfin, des études expérimentales seront réalisées afin d'évaluer les techniques d'interactions ainsi que les environnements de formation proposés.

Keywords : EVC, Multiutilisateur, Modalité.

1 Contexte et problématique

De nouvelles réformes des cursus médicaux ont été mises en place pour donner suite au rapport de la Haute Autorité de Santé (2012) dont la conclusion est la suivante : « **jamais la première fois sur un patient** ». Ces réformes suggèrent l'emploi de nouveaux outils pédagogiques dont la simulation. Dans ce contexte, les technologies de la réalité virtuelle sont prometteuses en montrant leurs efficacités pour la formation aux compétences médicales [1,2] tout en limitant les risques. Néanmoins, les simulateurs médicaux virtuels actuels sont souvent destinés uniquement à des formations en autonomie sans formateur [3] alors que les modèles d'enseignements traditionnels en médecine sont basés sur le mentorat (ou le compagnonnage). Le mentorat se décrit comme un processus collaboratif au sein duquel les conseils et le soutien sont offerts par des

pairs plus expérimentés [4]. Le mentor observe l'apprenant et utilise des combinaisons d'interactions pour l'aider à améliorer ses performances et remplir l'objectif fixé [5]. Ce modèle d'apprentissage améliore l'acquisition des compétences techniques et réduit les erreurs médicales [6] suggérant, donc, que celui-ci serait adapté à la formation des compétences médicales techniques et améliorerait le processus d'apprentissage.

Ainsi, nous proposons de concevoir des environnements virtuels collaboratifs (EVC) d'apprentissage capables de soutenir le modèle du mentoring. Les EVC permettent à plusieurs utilisateurs situés à distance d'interagir et de collaborer dans un espace virtuel partagé [7]. Cependant, à l'heure actuelle, les environnements virtuels collaboratifs ont encore du mal à supporter les interactions multiutilisateurs à cause des problèmes de communication recensés. Ceux-ci incluent les difficultés de coordination liées à des problèmes de conscience des autres et de l'environnement virtuel [8] ou encore des difficultés de reproduction des expressions faciales et la direction du regard des partenaires [9]. Pour remédier à cette problématique, nous proposons d'étudier l'impact des interactions multimodales pour soutenir la communication dans les EVC. La multimodalité se définit comme l'usage d'un ensemble de plusieurs modalités de communication pour la réalisation d'une même tâche (haptique/visuelle, sonore/gestuelle, haptique/sonore/visuelle). Des études ont montré que ces modalités ou combinaisons de modalités apportées des solutions à certains problèmes de collaboration dans les EVC [10,11]. Cependant, le choix des modalités de communication dépend des compétences enseignées [12] mais également de la disponibilité de celles-ci [13]. Il est donc nécessaire d'identifier les modalités de communication utilisées lors d'une formation par mentoring et la pertinence de les reproduire dans un EVC d'apprentissage.

2 Méthode & Perspectives

Au cours de cette recherche, nous nous intéresserons donc à savoir s'il est possible d'améliorer la communication au sein des EVC de formation à travers les interactions multimodales mais aussi si les interactions multimodales observées sur le terrain seront pertinentes à utiliser une fois médiatisées à travers un EVC. Pour ce faire, nous emploierons une méthode de conception centrée utilisateur. Notre cadre applicatif pour cette recherche est l'anesthésie locorégionale échoguidée (ALE). L'objectif de cette procédure est d'endormir les nerfs afin que le patient ne ressente aucune douleur lors de l'opération. Nous avons choisi l'anesthésie car les outils d'entraînements pour cette technique sont limités et coûtent relativement cher [14,15]. Ainsi, nous effectuerons d'abord une analyse de l'activité de l'ALE. Dans un second temps, nous établirons un modèle d'interaction multimodale reprenant les tâches, compétences et modalités observées de manière individuelle (pour le mentor et pour l'apprenant) et de manière collective (mentor-apprenti). Nous chercherons également à mettre en correspondance les modalités utilisées et les compétences enseignées afin de comprendre la raison de leurs emplois. Le modèle d'interaction nous servira à extraire des lignes directrices pour la conception des interfaces de mentoring dans les EVC.

References

1. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, Bansal MKO, Andersen DK, Satava RM (2002) Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance Results of a Randomized, Double-Blinded Study. *Annals of Surgery* 236(4): 458–464
2. Chellali A, Ahn W, Sankaranarayana G, Flinn J, Schwaitzberg S, Jones D, De S, Cao C (2014) Preliminary evaluation of the pattern cutting and the ligating loop virtual laparoscopic trainers. *Surgical endoscopy* 29(4): 815–821 Author, F.: Contribution title. In: 9th International Proceedings on Proceedings, pp. 1–2. Publisher, Location (2010).
3. Chellali A, Mentis HM, Miller A, Ahn W, Arikatla VS, S. Sankaranarayanan G, Schwaitzberg SD, Cao CGL (2016) Achieving Interface and Environment Fidelity in the Virtual Basic Laparoscopic Surgical Trainer. *International Journal of Human-Computer Studies* 96: 22–37
4. Launer, J. (2018). Supervision, mentoring, and coaching. *Understanding medical education: evidence, theory, and practice*, 179-190.
5. Sweeney, W. B. (2012). Teaching surgery to medical students. *Clinics in colon and rectal surgery*, 25(03), 127-133.
6. Lovell B (2018) What do we know about coaching in medical education? A literature review. *Medical education* 52: 376–390
7. Churchill, E. F., & Snowdon, D. (1998). Collaborative virtual environments: an introductory review of issues and systems. *virtual reality*, 3(1), 3-15.
8. Nguyen, T. T. H., & Duval, T. (2014, March). A survey of communication and awareness in collaborative virtual environments. In *2014 International Workshop on Collaborative Virtual Environments (3DCVE)* (pp. 1-8). IEEE.
9. Convertino G, Mentis H, Slavkovic A, Rosson M, Carroll J (2011) Supporting common ground and awareness in emergency management planning: A design research project. *Transactions on Computer-Human Interaction* 18: 1–34
10. Sallnäs, E. L., Rasmus-Gröhn, K., & Sjöström, C. (2000). Supporting presence in collaborative environments by haptic force feedback. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 7(4), 461-476
11. Chellali, A., Dumas, C., & Milleville-Pennel, I. (2010, July). WYFIWIF: A haptic communication paradigm for collaborative motor skills learning. In *Web Virtual Reality and Three-Dimensional Worlds 2010* (pp. 301-308). IADIS
12. Chellali A, Dumas C, Milleville-Pennel I (2012) Haptic communication to support biopsy procedures learning in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 21(4): 470–489
13. Sallnäs EL (2004) The Effect of Modality on Social Presence, Presence and Performance in Collaborative Virtual Environments. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan. Tech. rep.
14. Gouvitsos, F., Vallet, B., & Scherpereel, P. (1999, August). Les simulateurs d'anesthésie: intérêts et limites à travers l'expérience de plusieurs centres universitaires européens. In *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation* (Vol. 18, No. 7, pp. 787-795). Elsevier Masson.
15. Beydon, L., Dureuil, B., Nathan, N., Piriou, V., & Steib, A. (2010, November). La simulation en anesthésie réanimation: profil et point de vue des centres français—une enquête du Collège français des anesthésistes réanimateurs. In *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation* (Vol. 29, No. 11, pp. 782-786). Elsevier Masson.

L'université marocaine face à ses pratiques numériques : quelle lecture critique à retenir à l'ère de la transformation digitale ?

ELOMARI Driss ¹[0000-0001-5846-8501]

¹ Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc
driss.elomari@uit.ac.ma

Abstract. Pour l'université marocaine, l'enseignement numérique commence à prendre place dans le cadre d'une dynamique de réforme marquée par la conjoncture sanitaire de crise. En effet, l'implémentation des environnements numériques se profile comme un choix stratégique du système de l'enseignement supérieur marocain. En plus de sa dimension technologique, l'enseignement numérique se fonde sur des approches théoriques et des démarches méthodologiques qui déterminent les bonnes pratiques en la matière. A ce propos, le contexte marocain regorge de projets numériques. Il fait appel à des fondements conceptuels ancrés dans les différents retours d'expérience de l'enseignement numérique. D'ailleurs, la mise en place massive de dispositifs virtuels a été confrontée à de nombreux défis techniques et pédagogiques. Au sein de la plupart des universités marocaines, ces états des lieux ont été vérifiés par des études et des rapports qui émanent des mêmes constats. Face à la lecture critique de ces bilans d'expériences, il est question de proposer des pistes de réflexion qui visent à dissiper les appréhensions face à ces résultats préliminaires.

Keywords: Cadre conceptuel, Environnement numérique, Pédagogie universitaire.

1 Contexte de l'émergence des phénomènes numériques

A l'ère de l'ubiquité et l'hyperconnectivité, les technologies se développent pour servir à renforcer les capacités de l'être humain à produire et à gérer ses besoins quotidiens. L'éducation constitue l'un des besoins prioritaires pour chaque société humaine. Alors que les outils numériques connaissent des évolutions technologiques, et se généralisent dans le monde entier. De même, les étudiants natifs du digital recourent au numérique pour réaliser les différentes tâches d'apprentissage. En effet, l'usage du numérique est devenu une pratique incontestable à l'université. Cependant, son institutionnalisation reste un grand chantier en tant que mode de formation. Au Maroc, il existe plusieurs éléments contextuels et factoriels responsables à cet état de fait. Si on considère le taux de couverture en internet au sein de la plupart des ménages marocaines[1],

l'exploitation pédagogique du numérique reste incapable d'exprimer le potentiel d'un dispositif de formation en ligne. A titre d'illustration, les technologies « web » peuvent raccorder des milliers d'étudiants en leur proposant des contenus académiques développés par les chercheurs[2]. Ces plateformes transforment le rapport de l'étudiant avec sa formation. La classe devient une communauté de collaboration autour de contenu à élaborer. Dans les environnements numériques, les modalités de l'apprentissage en réseau impliquent de nouvelles formes de réorganisation de l'enseignement. Ainsi, la digitalisation de la formation et de l'enseignement a transformé la perception de l'apprentissage et les rôles de l'enseignant qui est appelé aussi à s'impliquer dans la conception de ses propres instruments d'enseignement à l'ère du numérique. A l'université, les acteurs sont appelés à faire face à de nouveaux défis à la fois technologique et d'ordre conceptuel [3].

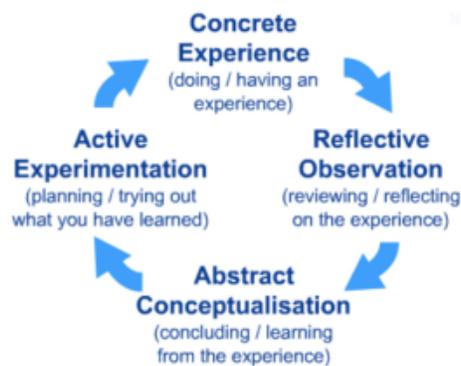


Fig.1. Le modèle théorique de Kolb (1984).

2 Les interactions dans un dispositif numérique

Dans un environnement numérique, l'interaction se fait à travers et par un instrument. C'est une caractérisation propre à ce mode d'apprentissage. Contrairement, à un dispositif de formation à distance, avec la digitalisation des appareils numériques, Guichon et Koné, « Outils numériques nomades ». Pour la tablette, l'interaction introduit une autre dimension de l'interaction en l'occurrence « la tactibilité ». En effet, le contact permanent avec les outils numériques nomades dans des lieux différents entretenir un rapport particulier avec le contenu d'apprentissage. Dans une classe, l'enseignant stimule l'interaction en permanence par l'outil du langage et les matériaux utilisés dans

une salle d'enseignement. Le contact avec le contenu d'apprentissage se traduit par la manipulation de sa fourniture et son équipement de travail. En utilisant des appareils mobiles, et tactiles, les postures réceptives et transmissives changent respectivement de l'apprenant et de l'enseignant grâce à des activités de manipulation différentes. Selon Pea (93), « les outils informatiques ont la capacité de réorganiser le mental, en exploitant, l'apprenant peut les utiliser dans d'autres formes de fonctionnement et ne pas les utiliser avec celles qu'il maîtrise auparavant » [4]. Dans notre dispositif, l'interaction relève plutôt du domaine de l'interactivité du design par le truchement des fonctionnalités installées. La conception de la plateforme dédiée à l'expérimentation du projet étant donnée la dimension d'intervention[5]. L'action vise à explorer des pistes de solutions aux difficultés terminologiques de l'apprentissage du français, par des contenus qui ont été élaborés pour stimuler l'interaction avec et à travers le design. En partant de l'hypothèse que la transformation ou le travail sur la connaissance amène à l'élaboration de connaissance[6], il fallait "Restructurer l'environnement d'apprentissage" sur la base de ce principe dans le but d'intégrer le processus d'interaction dans une forme de collaboration entre les acteurs[7].

En somme, les différentes occurrences du concept de l'interaction constituent une occasion de ressortir les traits distinctifs pertinents, parmi les plus saillants, celui de la cognition. Ce dernier représente un aspect transversal des différentes définitions avec une focalisation sur certains aspects en fonction des approches. Pour la formation à distance, tout l'intérêt réside dans le fait qu'il exploite le potentiel des activités collaboratives et coopératives dans le développement des capacités dites métacognitives. Cela se justifie par les différentes dispositions prises pour maîtriser l'organisation particulière des formations en ligne en favorisant une autonomie.

References

3. Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Albayrak Sari, A., Tondeur, J.: Investigating the impact of teacher education strategies on preservice teachers' TPACK: The impact of teacher education strategies on TPACK. *Br. J. Educ. Technol.* 50, 357–370 (2019). <https://doi.org/10.1111/bjet.12565>.
4. Apprentissage collaboratif à distance - France Henri, Karin Lundgren-Cayrol - Google Livres, https://books.google.co.ma/books?hl=fr&lr=&id=Ta15k76ItwIC&oi=fnd&pg=PR3&dq=vers+un+apprentissage+collaboratif+&ots=0ozqMyznWQ&sig=2HYWLI-S3qyHfua_UonsEqqKONA&redir_esc=y#v=onepage&q=vers%20un%20apprentissage%20collaboratif&f=false, last accessed 2019/09/03.
5. Apprentissage collaboratif à distance - France Henri, Karin Lundgren-Cayrol - Google Livres, https://books.google.co.ma/books?hl=fr&lr=&id=Ta15k76ItwIC&oi=fnd&pg=PR3&dq=vers+un+apprentissage+collaboratif+&ots=0ozqMyznWQ&sig=2HYWLI-S3qyHfua_UonsEqqKONA&redir_esc=y#v=onepage&q=vers%20un%20apprentissage%20collaboratif&f=false, last accessed 2019/09/03.
6. Galbraith, D.: Writing as a knowledge-constituting process. *Knowing What Write Concept. Process. Text Prod.* 4, 139–164 (1999).

7. Golder, C., Favart, M.: Argumenter c'est difficile... Oui, mais pourquoi? *Ela Etudes Linguist. Appl.* 187–209 (2003).
8. Le taux d'équipement des individus (12 à 65 ans) en téléphone mobile est en quasi-stagnation en 2015 (94,4% d'équipement).



RENCONTRES JEUNES CHERCHEUR·E·S

RJC EIAH 2022

Rencontres Jeunes Chercheur·e·s en EIAH

Ateliers et Symposia

Symposium 1 : Conception et évaluation de tableaux de bord d'apprentissage

Sébastien Iksal¹, Madjid Sadallah², Katia Queleennec³

¹LIUM, Le Mans Université

²Lab-STICC, IMT Atlantique

³Université de Lille

Le domaine des Learning Analytics offre de nouvelles perspectives d'analyse des différents processus d'apprentissage. Dans cet atelier, nous poursuivons les travaux sur le développement d'outils permettant l'appropriation des Learning Analytics par les utilisateurs potentiels et la capture des besoins utilisateurs.

L'atelier Quels tableaux de bord pour les acteurs de l'éducation ? organisé dans le cadre de la conférence EIAH2017 a permis d'identifier les différentes dimensions et les enjeux liés aux tableaux de bord d'apprentissage. Depuis, un outil de conception participative a été proposé et utilisé dans des séances de travail par différentes équipes de la communauté, démontrant l'intérêt pour ce type de démarches.

Dans le cadre de la conférence EIAH 2021, un deuxième atelier Conception participative de tableaux de bord d'apprentissage a été réalisé avec l'objectif d'identifier les usages potentiels de tels outils et de dégager des propositions pour développer de nouveaux outils à disposition de la communauté. Suite à cela une nouvelle version de l'outil de conception participative PaDLAD V2 a été proposé et utilisé. Dans le cadre de cet atelier, nous souhaitons avancer sur la capitalisation de ce qui a été mené dans les différentes expériences de conception et de réfléchir à l'évaluation, l'adaptation et le processus qualité lié aux tableaux de bord d'apprentissage. L'objectif final étant la création du groupe de travail ATIEF sur le sujet.

Symposium 2 : Cadres théoriques, état de l'art pour les EIAH ?

Nadine Mandran¹, Nour El Mawas²

¹LIG, Université de Grenoble Alpes

²CIREL, Université de Lille

Les notions de cadres théoriques, d'état de l'art scientifique, de positionnement, de travaux connexes, de modèles d'analyses sont des outils pour construire d'une part une problématique et identifier des manques auxquels la recherche peut apporter des contributions. Ces différentes dimensions sont importantes dans toutes disciplines. Cependant dans le cadre d'un travail au cœur de plusieurs disciplines, le sens et la finalité de ces concepts ne sont pas toujours partagés. Cette méconnaissance entraîne parfois des difficultés pour co-élaborer des projets de recherche. De plus, la confusion entre ces termes met parfois en difficulté les doctorant.e.s.

L'objectif de l'atelier est d'échanger autour de ces concepts selon les disciplines présentes dans les EIAH, de mieux se comprendre sur ces concepts, d'échanger sur les méthodes de mobilisation de la littérature et de construction de l'état de l'art.

Des activités seront organisées pour que les doctorant.e.s et les chercheurs seniors confrontent leurs points de vue et leurs méthodes.

Symposium 3 : La notion de compétence pour les EIAH

Mathieu Vermeulen¹, Nathalie Guin²

¹IMT Nord-Europe

²LIRIS, Université de Lyon 1

La notion de compétence est devenue centrale dans nombre de situations liées à la formation et à l'apprentissage, que ce soit en formation initiale, continue ou professionnelle. L'intégration de l'approche par compétences dans les cycles primaires et secondaires est aujourd'hui effective et sa mise en place est en cours dans le supérieur. Outre le besoin d'information et de formation à ce nouveau paradigme, le mot compétence en tant que tel engendre des incompréhensions d'ordre sémantique ou fonctionnelles. Le caractère protéiforme de cette notion rend son appropriation difficile, en particulier parce qu'elle est liée au contexte de son utilisation.

En ce qui concerne les EIAH, la multiplicité des définitions et le croisement des nombreuses expertises, ainsi que la diversité des cadres épistémologiques de la recherche en EIAH, impactent les travaux menés par les chercheurs du domaine, conduisant à un certain flou autour de la notion de compétence. Pour autant, de récents projets (ANR xCALE, ANR COMPER, iSite ULNE APACHES, etc.) travaillent sur son intégration dans les artefacts informatiques avec des objectifs variés : la modélisation des compétences, l'assistance à l'évaluation de celles-ci, la personnalisation des parcours des apprenants, l'accompagnement à la mise en place des approches par compétences, etc. De fait, le besoin d'offrir un cadre favorisant une meilleure appropriation du concept de compétence, et donc une intégration efficiente dans les travaux de recherche en EIAH, semble aujourd'hui devenir indispensable.

Cet atelier fait suite au Séminaire APACHES d'octobre 2021 et propose, au travers de présentations et d'activités participatives, de travailler sur cette notion de compétence, sur son intégration aux EIAH et en particulier sur la co-élaboration d'une grille de questions permettant aux chercheurs de positionner la compétence dans leurs travaux en fonction de leurs objectifs et de leurs contextes.

Symposium 4 : Adaptation et génération dans les EIAH

Pierre Laforcade¹, Sébastien Jolivet², Marie Lefevre³

¹LIUM, Le Mans Université

²LDAR, Université Paris Diderot

³LIRIS, Université Lyon 1

L'adaptation dans un EIAH est une activité complexe, pluri-disciplinaire, qui nécessite d'être appréhendée en prenant en compte ses nombreuses dimensions (didactique, pédagogique, ludique, motivationnelle, informatique...), ses perspectives (cibles, sources et objectifs de l'adaptation), ainsi que les différents acteurs concernés.

L'atelier proposé dans le cadre de RJC'22 s'intéresse plus particulièrement aux dimensions ludiques et motivationnelles. L'atelier est organisé sous la forme d'un symposium autour de 4 invités :

- Élise Lavoué (LIRIS), chercheure reconnue pour ses travaux sur les thématiques de l'adaptation et de la ludification en EIAH ; elle présentera ces derniers travaux autour de la gamification adaptative et l'engagement des apprenants.
- Bertrand Marne (ICAR), chercheur reconnu pour ses travaux en ingénierie des jeux sérieux ;
- Bérénice Lemoine (LIUM), doctorante abordant la génération d'activités d'apprentissage ludiques adaptées dans un jeu sérieux ;
- Luca Pelissero-Witoslawski (HEUDIASYC), doctorant abordant la génération dynamique de situations stressantes en environnement virtuel d'apprentissage.

Partenaires



(a) Association des Technologies de l'Information pour l'Éducation et la Formation



(b) Université de Lille



(c) Région Haut de France



TEACH TRANSITION

(d) Interreg France-Wallonnie-Vlaanderen - Teach Transition



(e) Centre Interuniversitaire de Recherche en Éducation de Lille



(f) Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille



Université
de Lille

RENCONTRES JEUNES CHERCHEUR·E·S

RJC EIAH 2022

Rencontres Jeunes Chercheur·e·s en EIAH

Actes des neuvièmes rencontres jeunes chercheur·e·s en EIAH

Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain

Édités par Catherine Bonnat et Rémi Venant

Les 9 et 10 mai 2022

Université de Lille

France