



Actes des dixièmes rencontres jeunes chercheuses et chercheurs en EIAH

Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain



Édités par Sonia Mandin et Mathieu Muratet

Du 4 au 7 juin 2024

Le Mans Université, Laval
France



Avec le soutien de



Les dixièmes rencontres jeunes chercheuses et chercheurs en EIAH 2024 ont été organisées
par Le Mans Université
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	9
3	Conférencière invitée	13
4	Analyse d'usage(s) et de pratiques	15
	Avoir de la présence dans la distance : La communication entre l'apprenti et le formateur pendant des cours à distance <i>Annie Joly</i>	16
	L'influence de questions éthiques dans l'usage ou le non-usage, par des professeurs des écoles, d'applications d'IA pour l'enseignement du français et des mathématiques <i>Michael Zeyringer</i>	30
	Un référentiel de compétences en programmation pour construire des ressources et des évaluations <i>Sophie Chane-Lune</i>	40
5	Méthodes d'évaluation des dispositifs d'apprentissage / de formation dans les EIAH.....	53
	Environnement virtuel de simulation dans la formation préclinique en Odontologie – ressentis et retours d'expérience des étudiants à l'utilisation d'un simulateur de réalité virtuelle avec et sans visiocasque <i>Valériane Loison</i>	54
	Indicateurs pour évaluer l'expérience d'apprentissage des Serious Games sur appareil mobile <i>Ying-Dong Liu</i>	68
	Favoriser la mise en oeuvre de Serious Games : analyse des pratiques et retours d'expériences d'enseignants et d'ingénieurs pédagogiques <i>Mamoudou Ndiaye</i>	82
6	Articles courts (présentés sous forme de posters)	95
	Designing a digitally-supported intervention process for school refusers <i>Angélique Ferrandon-Vepierre</i>	96
	Questionner l'éthique des usages du numérique dans l'enseignement supérieur et la recherche au prisme de leur impact environnemental : analyse du positionnement éthique des acteurs de l'ESR <i>Marion Fontanie</i>	102
7	Ateliers.....	107
	Atelier 1 : Construire son état de l'art dans une littérature exubérante	108

Atelier 2 : Modélisations de l'activité de programmation (savoirs et savoir-faire, compétences, capacités...)	109
8 Partenaires	110

Comités

Comité de programme

Présidents :

Sonia Mandin, Université Grenoble-Alpes - MSH-Alpes
Mathieu Muratet, INSEI - LIP6 (Sorbonne Université)

Membres :

Franck Amadieu, Université de Toulouse - CLLE UMR5263
Goumi Antonine, Université Paris Nanterre - Laboratoire Fonctionnement et Dysfonctionnement Cognitifs (DysCo)
Francine Athias, ELLIADD-FR EDUC
Vincent Barré, Le Mans Université - LIUM
Catherine Bonnat, Haute Ecole pédagogique du canton de Vaud
François Bouchet, Sorbonne Université - LIP6
Julien Broisin, Université Toulouse 3 Paul Sabatier - IRIT
Armelle Brun, Université de Lorraine - LORIA
Aillerie Carine, Université de Poitiers
Pierre-André Caron, Université de Lille1 - laboratoire CIREL
Thibault Carron, Université Savoie Mont Blanc - LIP6
Ronan Champagnat, Université de La Rochelle - L3i
Olivier Champalle, LIRIS
Salomé Cojean, Université Grenoble Alpes
Raphaëlle Crétin-Pirolli, Le Mans Université - CREN
Philippe Dessus, Univ. Grenoble Alpes - LaRAC
Sébastien George, Le Mans Université - LIUM
Jean-Marie Gilliot, IMT Atlantique - Lab-STICC
Isabelle Girault, Université de Grenoble Alpes
Olivier Grugier, Sorbonne Université, INSPE de Paris - EDA, Université de Paris
Cédric Fluckiger, Université Lille 3
Ludovic Hamon, Le Mans Université
Stéphanie Jean-Daubias, Université de Lyon - LIRIS
Sébastien Jolivet, Université de Genève - IUFE & TECFA
Alexis Lebis, IMT Nord Europe
Marie Levevre, Université Lyon 1 - LIRIS
Domitile Lourdeaux, CNRS
Nadine Mandran, Université Grenoble Alpes - Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG)
Bertrand Marne, Le Mans Université - LIUM
Christine Michel, Université de Poitiers - Techne
Najoua Mohib LISEC, Université de Strasbourg

Gaëlle Molinari, Université de Genève, Formation Universitaire à Distance Suisse (Unidis-tance) - TECFA
Sandra Nogry, Université Cergy-Pontoise - Laboratoire Paragraph
Sophie Othman, Université de Franche-Comté
Chrysta Pélissier, Université de Montpellier 3 - LHUMAIN
Claudine Piau-Toffolon, Université du Mans
Fabrice Pirolli, Le Mans Université
Franck Poirier, Université Bretagne-Sud
Issam Rebai, IMT Atlantique
Christophe Reffay, Université de Franche-Comté
Eric Sanchez, Université de Genève
Franck Silvestre, Université Toulouse Capitole, IRIT
Lucile Vadcard Larac, Université Grenoble Alpes
Rémi Venant, Le Mans Université - LIUM
Mathieu Vermeulen, Université de Lille - IMT Nord Europe

Coordinateurs des ateliers et symposia :

Erika Godde, Université de Bourgogne - LEAD
Pierre Laforcade, Le Mans Université - LIUM

Comité d'organisation :

Présidents :

Bertrand Marne, Le Mans Université - LIUM
Raphaëlle Pirolli, Le Mans Université - CREN

Membres :

Emma Salin, chargée de communication et de projet, stagiaire en BUT MMI - IUT Laval
Mohamed Amine Abrache, Le Mans Université - LIUM
Thierry Forest, Le Mans Université - LIUM
Mohamed Nail Hefied, Le Mans Université - LIUM
Bérénice Lemoine, Le Mans Université - LIUM
Mamoudou Ndiaye, Le Mans Université - CREN
Fabrice Pirolli, Le Mans Université - CREN



Introduction aux actes

Les dixièmes Rencontres Jeunes Chercheuses et Chercheurs en EIAH (RJC EIAH 2024) se sont tenues à Laval du 4 au 7 juin 2024. Ces rencontres sont une occasion particulièrement importante pour les jeunes chercheuses et chercheurs de la communauté EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) de pouvoir se rencontrer et échanger avec des chercheuses et chercheurs autour de leurs travaux.

En effet, les RJC EIAH, 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 doctorantes et doctorants issus des différentes disciplines inhérentes au domaine des EIAH et la diffusion de leurs travaux.



Fig. 1 – Répartition géographique des publications des RJC EIAH 2024

L'édition 2024 a retenu l'attention de 24 jeunes chercheuses et chercheurs qui ont soumis une contribution sous forme d'articles longs de 12 pages pour 17 d'entre eux, et d'articles courts de 4 pages pour 7 autres. Chacune des communications ont été évaluées par 2 membres du comité de programme issus pour l'un des sciences humaines et sociales (SHS) et pour l'autre de l'informatique. À l'issue de cette phase d'évaluation, 14 propositions ont été acceptées sous la forme d'articles longs, et 9 ont été acceptées sous la forme d'articles courts. Nous remercions d'ailleurs le comité de programme pour la qualité des relectures et les commentaires conséquents et pédagogiques qui permettent l'amélioration des articles proposés et des présentations lors de la conférence.

Les articles longs acceptés ont été présentés lors de la conférence sous la forme d'une présentation orale et les articles courts à travers une présentation de poster.

Les contributions proviennent essentiellement d'universités françaises, mais comptent également des travaux issus de Suisse (2) (voir Figure 1). Les publications proviennent ainsi de 15 laboratoires de recherches différents.



Fig. 2 – Nuage de mots des contributions à RJC-EIAH 2022

Les contributions se répartissent entre les disciplines de l'informatique (14) et des sciences humaines et sociales (8). Pour cette édition, 2 grandes thématiques transversales aux disciplines ont été abordées par un grand nombre des travaux présentés : près des trois quarts des contributions portent sur les formes d'apprentissage incluant majoritairement les jeux sérieux, la réalité virtuelle/augmentée/mixte et la simulation ; les travaux sur les usages sont également à l'honneur avec près de trois cinquièmes des articles, certains abordent la question sur l'axe des *learning analytics* alors que d'autres sont orientés sur les modalités d'intégration et les méthodes d'évaluation. La figure 2 qui expose les termes les plus présents dans les contributions fait état de ces tendances.

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

1. Analyse d'usage(s) et de pratiques ;

2. Méthodes d'évaluation des dispositifs d'apprentissage / de formation dans les EIAH;
3. Méthodes de conception des EIAH et Systèmes adaptatifs et personnalisation de l'apprentissage;
4. Modalités d'organisation communautaires (collaboration, coopération...).

Ces rencontres jeunes chercheur.e.s ont également accueilli une conférence de la Professeur ... de l'Université ..., qui porte sur ... ; aussi nous la remercions chaleureusement.

Nous remercions aussi l'ATIEF, les différents membres des comités de programme, d'organisation et de coordination des ateliers ainsi que les différents partenaires pour leur soutien à cette manifestation et plus particulièrement l'Université du Mans qui a accueilli les rencontres sur son site de Laval.

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

Sonia Mandin et Mathieu Muratet, co-présidents du comité de programme

Conférencière invitée

Titre de la conf invitée

Prénom Nom, Titre
Affiliation
email

Résumé

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non risus. Suspendisse lectus tortor, dignissim sit amet, adipiscing nec, ultricies sed, dolor. Cras elementum ultrices diam. Maecenas ligula massa, varius a, semper congue, euismod non, mi. Proin porttitor, orci nec nonummy molestie, enim est eleifend mi, non fermentum diam nisl sit amet erat. Duis semper. Duis arcu massa, scelerisque vitae, consequat in, pretium a, enim. Pellentesque congue. Ut in risus volutpat libero pharetra tempor. Cras vestibulum bibendum augue. Praesent egestas leo in pede. Praesent blandit odio eu enim. Pellentesque sed dui ut augue blandit sodales. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aliquam nibh. Mauris ac mauris sed pede pellentesque fermentum. Maecenas adipiscing ante non diam sodales hendrerit.

Biographie

Ut velit mauris, egestas sed, gravida nec, ornare ut, mi. Aenean ut orci vel massa suscipit pulvinar. Nulla sollicitudin. Fusce varius, ligula non tempus aliquam, nunc turpis ullamcorper nibh, in tempus sapien eros vitae ligula. Pellentesque rhoncus nunc et augue. Integer id felis. Curabitur aliquet pellentesque diam. Integer quis metus vitae elit lobortis egestas. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi vel erat non mauris convallis vehicula. Nulla et sapien. Integer tortor tellus, aliquam faucibus, convallis id, congue eu, quam. Mauris ullamcorper felis vitae erat. Proin feugiat, augue non elementum posuere, metus purus iaculis lectus, et tristique ligula justo vitae magna.

Aliquam convallis sollicitudin purus. Praesent aliquam, enim at fermentum mollis, ligula massa adipiscing nisl, ac euismod nibh nisl eu lectus. Fusce vulputate sem at sapien. Vivamus leo. Aliquam euismod libero eu enim. Nulla nec felis sed leo placerat imperdiet. Aenean suscipit nulla in justo. Suspendisse cursus rutrum augue. Nulla tincidunt tincidunt mi. Curabitur iaculis, lorem vel rhoncus faucibus, felis magna fermentum augue, et ultricies lacus lorem varius purus. Curabitur eu amet.





Analyse d'usage(s) et de pratiques

Animateur de session : Jean-Marie Gilliot (IMT Atlantique - Lab-STICC)

Avoir de la présence dans la distance : La communication entre l'apprenti et le formateur pendant des cours à distance

Annie Joly, 2^e année de thèse

Université Lumière Lyon 2, Lyon, France
a.twengstrom@univ-lyon2.fr

Résumé Cet article propose d'étudier l'expérience entre les apprentis de la relation et les formateurs pendant les études intégralement à distance en formation continue asynchrone. Cette relation est, dans l'article, décrite à partir de deux situations de communication à savoir la demande d'aide par l'apprenti et le feedback du formateur. Nous utilisons la notion de relation à partir de la définition proposée par Fischer en sociologie sociale, c'est-à-dire : « qui existe entre les sujets, eux-mêmes insérées dans des contextes politiques, institutionnelles, socio-économiques, culturels ou éducatifs qui influencent leurs actions ainsi que leur sociabilité. » [6, p. 149]. Dans notre article nous nous focalisons sur le côté institutionnel. Fischer, Bégues et Desrichard décrivent la complexité des interactions sociales, qui ne sont souvent pas simples et peuvent être sources de conflit et de rupture [6]. En formation à distance la relation est forcément portée par un artefact médiatique qui est à prendre en compte dans l'interaction social dans notre cas plus précisément dans les deux situations de communication (la demande de l'aide et le feedback). Nous cherchons donc à savoir si l'artefact médiatique peut être source de difficulté communicative.

Mots clés : formation continue à distance, distance transactionnelle, artefact médiatique, communication apprenti formateur

1 Introduction

Cet article propose d'étudier la relation entre les apprentis et les formateurs pendant le déroulement d'études intégralement à distance en formation continue asynchrone. Cette relation est décrite, dans l'article, à partir de deux situations de communication, à savoir la demande d'aide par l'apprenti et le *feed-back* du formateur. Nous utilisons la notion de relation à partir de la définition proposée par Fischer en sociologie sociale, c'est-à-dire ce « qui existe entre les sujets, eux-mêmes insérées dans des contextes politiques, institutionnels, socio-économiques, culturels ou éducatifs qui influencent leurs actions ainsi que leur sociabilité. » [6, p. 149]. Dans notre article, nous nous focalisons sur le côté institutionnel. Fischer, Bégues et Desrichard décrivent la complexité des interactions sociales, qui ne sont souvent pas simples et peuvent être sources de conflit et de rupture [6]. Dans le cas de la formation à distance, la relation est forcément portée par

un artefact médiatique qui est à prendre en compte dans l’interaction sociale dans notre cas, plus précisément dans les deux situations de communication (la demande d’aide et le *feed-back*). Nous cherchons donc à savoir si l’artefact médiatique peut être source de difficulté de communication. Les expériences des apprentis sont appréhendées par plusieurs citations issues d’entretiens, toutes les citations sont traduites du suédois vers le français pour la compréhension de l’article. Les citations sont à trouver dans l’annexe 1.

Nous utilisons le concept de *distance transactionnelle* de Moore pour analyser la relation à distance entre les formateurs et les apprentis. Selon Moore cette distance est « un espace psychologique et communicationnel où se jouent des transactions interpersonnelles entre le formateur et l’apprenant. » [6, p. 145]. Cette distance existe, selon Moore [13], dans toutes les formes de situations éducatives mais, à la différence d’une situation éducative en présentiel, la distance transactionnelle inclut forcément une séparation d’espace entre les formateurs et les apprentis. La distance varie selon trois variables : a) la structure du programme, c’est-à-dire le degré de flexibilité et de rigidité dans les programmes de formation au vu des objectifs pédagogiques, des méthodes pédagogiques et des méthodes d’évaluation, b) le dialogue existant entre le formateur et l’apprenant c) le média de communication

Ce dernier peut inclure toutes sortes de modes de communication à distance, de la téléconférence à la correspondance écrite, et donc ouvrir ou fermer la possibilité de dialogue entre les apprentis et les formateurs. Il peut en effet comprendre un dialogue à double-sens, en offrant la possibilité aux élèves de poser des questions, de faire des commentaires sur le contenu (à l’écrit ou à l’oral) ou encore être dans une communication à sens unique de la part des formateurs en direction des apprentis [13]. Ce n’est pas seulement le média de communication qui influence la distance transactionnelle, selon Moore chez qui le degré de structure et le degré de rigidité dans les structures du programme influencent fortement la possibilité de dialogue entre les élèves et les professeurs (Moore donne comme exemple de degré de structure très rigide un programme à la télévision qui ne laisse que peu de possibilités d’interaction et d’adaptation au public). Dans les programmes avec plus de souplesse et plus de flexibilité, le dialogue entre les élèves et les professeurs est plus important, ce qui diminue la distance transactionnelle. Cependant, les programmes les plus rigides incitent les élèves à interpréter eux-mêmes les instructions : ces derniers sont livrés à eux-mêmes pour prendre des décisions sur les stratégies d’apprentissages, ce qui crée plus de distance transactionnelle [13].

Aux dimensions structurelles et dialogales sur l’appréhension de la distance entre le formateur et l’apprenant peut être ajoutée la dimension de la langue. Kiyitsioglou-Vlachou et Moussouri [10] parle de la *distance sociolinguistique* dans le sens où « La distance linguistique découle de l’asymétrie linguistique entre le répertoire des étudiants et celui des enseignants/formateurs » [10]. La distance sociolinguistique relève tout autant d’une distance linguistique, que d’une distance socio-affective et socio-cognitive. Il est donc possible de constater que, ce qui est également évoqué par Jézégou [6] et Thomas, Herbert et Teras [16], la formation à distance n’est pas forcément liée à une distance réelle entre l’apprenant et le formateur, mais dépend de la situation dans laquelle ils se trouvent et de la façon dont ils créent la situation d’apprentissage.

Les deux situations étudiées dans cet article sont le *feed-back* et la demande d'aide. La demande d'aide, peut-être définie comme « un comportement de réussite impliquant la recherche et l'emploi d'une stratégie pour obtenir les succès » [9]. Dans le domaine de l'éducation, la demande d'aide par les élèves est largement étudiée car la capacité de demander de l'aide se trouve fortement liée aux résultats académiques [7, 8, 14]. Karabenic et Knapp [8] analysent les stratégies de demande d'aide selon différentes catégories telles que la « demande d'aide instrumentale », c'est-à-dire pour mieux comprendre, la « demande d'aide exécutive », qui aide à réussir une tâche, ainsi qu'une demande d'aide formelle, auprès d'un enseignant, ou encore informelle, auprès des pairs. Selon Karabenick [7], la demande d'aide instrumentale joue un rôle positif dans l'autonomie des élèves, alors que la demande d'aide exécutive maintient leur dépendance, car elle n'aide pas à leur autonomie. Les stratégies de demande d'aide sont des processus complexes, qui dépendent de plusieurs facteurs pédagogiques, sociaux et psychologiques, tels que l'ambiance dans la classe, la pédagogie de l'enseignant et la perception que les élèves ont d'eux-mêmes. Des études de Ryan et al. [14] montrent que dans les salles de classe où la pédagogie est orientée vers des objectifs de réussite, et moins vers la compréhension du contenu et la valeur intrinsèque de l'apprentissage, les élèves sont moins susceptibles de demander de l'aide. Au niveau individuel, les recherches de Ryan et al. [14] montrent que les garçons évitent plus la demande d'aide que les filles. Le facteur psychologique, notamment la perception que les élèves ont de leurs propres capacités, peut constituer une barrière pour la demande d'aide. Les élèves qui sont peu autonomes demandent moins d'aide que les élèves autonomes. Les élèves qui pensent que la demande d'aide est perçue comme une source de faiblesse par les professeurs et qui ont des résultats académiques faibles demandent également moins d'aide. Chez les adolescents, la demande d'aide peut être perçue comme une menace contre l'image qu'ils ont d'eux-mêmes comme étant des élèves autonomes : cette menace devient donc une barrière à la demande d'aide [8, 12, 9].

Kitsantas et Chow [9] ont comparé les stratégies de demande d'aide chez les étudiants en formation en présentiel ou à distance, sous l'angle de la menace. Les résultats de Kitsantas et Chow montrent que les élèves trouveraient les situations de demande d'aide par voie électronique moins menaçantes et que les étudiants à distance préféreraient utiliser les voies électroniques plutôt que le téléphone. Les recherches menées par Mahasneh, Sowan, et Nassar [11] montrent que les étudiants à distance demandent moins d'aide (à 64%) que ceux qui étudient en présentiel (50%). Et révèlent aussi que les étudiants à distance préfèrent une aide informelle et des sources formelles, qu'une aide formelle de la part des formateurs [11].

Les situations de demande d'aide et de *feed-back* décrites dans cet article viennent à la fois de situations de formation individuelle pour adultes, en ce que Jézégou appelle « différée-présence », c'est-à-dire des situations où les personnes « communiquent de façon asynchrone via des artefacts tels qu'une messagerie électronique (...) » [6, p. 149]. Il s'agit de situations où diverses formes de communication écrite sont utilisées sur la plateforme du centre de formation (*mail* ou encore *feed-back* écrit directement sur le travail des apprentis). Mais aussi de situations de présence synchronique via des

plateformes de vidéo conférence tels que Teams, Zoom ou Skype, avec des possibilités d'utiliser la fonction de chat ou la vidéoconférence.

Ces centres de formation proposent des formations théoriques gratuites pour adultes dans la régie des communes (Komvux), en Suède. Nous allons brièvement développer le fonctionnement de ces types de formation en Suède sous la rubrique du contexte historique et sociologique. Avant cela nous aimerions expliciter ce que nous appelons les études individuelles. Le type de formation proposé ne se trouve pas dans un espace communautaire, ni dans une classe ou des MOOC, mais il est question de formations continues où les apprentis étudient à la carte, c'est-à-dire qu'ils peuvent commencer le programme quand ils le souhaitent et étudier au rythme choisi, mais en suivant les mêmes programmes qu'au lycée ou au collège en Suède [4]. Ce type de formation rentre dans le cadre de la nouvelle notion de la formation tout au long de la vie, proposée par Bagnall et Hodge [2], c'est-à-dire qu'elle demande diversité, flexibilité et réactivité situationnelle.

2 Qu'est-ce que c'est le Komvux ? Contexte historique et sociologique

Le Komvux est l'éducation pour adultes proposée au niveau communal, donc décentralisée. Ce sont des études complémentaires, gratuites et organisées sur le modèle de l'enseignement formel, autour des mêmes programmes qu'aux lycée et collège [4]. Nous utilisons le terme de *Komvux* dans cet article.

Dans cet article, le centre de formation considéré est privé et enregistre 38.000 scolarisations pas an.

Le gouvernement suédois a instauré, en 2010, une nouvelle loi pour le Komvux, la loi « Skollag 2010 :800 » et de nouveaux programmes en 2012, « Lvux 12 ». Dans la loi de 2010, il est écrit que toute personne vivant en Suède et âgée de plus de 20 ans, a le droit de bénéficier gratuitement du Komvux, pour obtenir son baccalauréat et/ou pour compléter une qualification aux études supérieures [15].

3 Méthodologie

L'étude utilise une méthode qualitative avec des entretiens semi-directifs autour de la thématique qui aborde l'enseignement municipal pour adultes -Komvux- à distance pour les apprentis et plus précisément des questions sur a) comment font les apprentis quand ils rencontrent des difficultés pédagogiques, c'est-à-dire des difficultés de compréhension des instructions, du contenu ou de l'évaluation du cours ? b) comment les apprentis perçoivent le contact avec le formateur ? c) comment les apprentis perçoivent le *feed-back* du formateur ? Les apprentis ont pu revenir plusieurs fois sur ces questions pendant l'entretien et nous avons également évoqué ces questions plusieurs fois pendant les entretiens. Il faut savoir que cet article exploite une partie de nos entretiens puisque le thème global de notre thèse n'est pas la relation entre l'apprenti et le formateur, cependant elle étudie le même terrain, c'est-à-dire Komvux. Les entretiens ont été

menés en première année de thèse et nous sommes maintenant en deuxième année de thèse.

L'échantillon est constitué de 7 hommes et de 13 femmes entre 19-55 ans, de plusieurs origines (Suède, Europe, Asie, Amérique de sud) et qui suivent des cours théoriques (suédois, suédois comme deuxième langue, mathématiques, sciences, anglais, programmation) ou encore des programmes pratiques (pour devenir auxiliaire de vie ou travailler dans le tourisme et l'administration) dans un même centre de formation privé en Suède. Pour l'instant, échantillon est réduit, à la fois par sa taille mais également parce qu'il ne concerne qu'un centre de formation. Cependant, nous projetons de poursuivre les entretiens afin d'obtenir un échantillon plus large et d'affiner les variables telles que le sexe (nous utilisons la variable de sexe et non de genre), l'âge et langue maternelle. Les apprentis ont été contactés sur le site du centre en leur demandant de participer à un projet sur leur vision des études à distance d'un point de vue masculin/féminin (ce qui est notre thème de thèse). Ils ont ensuite pu s'enregistrer sur un site et, enfin, être contactés par nous pour les interviews. Toutes les interviews ont été faites sur Teams, ont duré entre 60 et 120 minutes ; elles ont été enregistrées puis retranscrites. Notre échantillon est assez représentatif de la situation en Suède, où les femmes étudiantes sont plus nombreuses sur les hommes et les immigrés plus nombreux que les nationaux [4]. Il se trouve que plusieurs apprentis ont étudié dans différents centres de formation. Il existe donc un certain « zapping » scolaire et leur relation avec le formateur ne se limite donc pas seulement à un centre de formation, mais à plusieurs.

Après avoir retranscrit les entretiens, nous procédons à une analyse catégorielle [3] avec des sous-catégories à partir de la thématique globale. Nous nous sommes appuyés sur la catégorisation décrite par Laurent où l'importance est de vérifier une exclusion mutuelle, l'homogénéité, la pertinence, l'objectivité, la fidélité et la productivité. Nous pouvons constater des limites aux retranscriptions, concernant notamment le non-verbal qui n'est pas retranscrit mais peut-être inconsciemment pris en compte dans notre analyse. Le fait de traduire les propos des élèves ajoute également un niveau de difficultés car certains mots sont connotés pour un interlocuteur suédois, mais pas forcément de la même façon pour un francophone. Une autre limite est le fait que nous n'avons pas interviewé les formateurs ou observé les situations d'échanges.

4 Résultats et discussion

A partir de la thématique évoquée plus haut autour des trois questions principales, nous analysons et discutons le récit des apprentis par rapport aux sous-catégories sur leurs expériences du feed-back et de la demande d'aide sous l'angle de présence-distance. Pour consulter les verbatims voir annexe 1.

4.1 La demande d'aide chez l'apprentis.

Absence de demandes volontaires. A cette question, huit apprentis sur vingt, répondent ne jamais avoir demandé de l'aide à un formateur, donc une aide formelle. (Annexe 1.1) Il s'agit de cinq hommes et trois femmes, dont 6 viennent d'un autre pays que la

Suède. Ayant le suédois comme deuxième langue, ils n'étudient pas forcément exclusivement cette matière cependant. Le manque de demande d'aide est moins important que dans les résultats de Mahasneh, Sowan, et Nassar [11], ce qui peut être expliqué par l'échantillon réduit de 20 apprentis. La surreprésentation d'hommes est conforme aux résultats de Ryan et al. [14] car les étudiants masculins semblent demander moins d'aide au niveau individuel. Nous pouvons pour l'instant seulement spéculer que cela a un lien avec la perception genrée de la demande d'aide chez les apprentis [14] car la question n'a pas été ouvertement posée lors des entretiens. Ce sera donc une question à creuser lors des entretiens à l'avenir.

Ces apprentis semblent plutôt vouloir chercher des réponses à l'aide de ressources numériques et souvent seuls. Tous les apprentis (19) sauf un (1), disent utiliser des ressources digitales pour rechercher les informations manquantes, dans des situations d'apprentissage très diverses. Il s'agit de trouver un supplément d'information pour enrichir une évaluation écrite ou encore pour comprendre un concept afin de réussir une évaluation. (Annexe 1.2) Il semble donc que l'utilisation des outils numériques, vidéos sur YouTube, sites d'aide aux devoirs ou encore recherches sur des moteurs de recherche, tient lieu de complément aux cours sur la plateforme. Quels que soient leur âge et leur sexe, les apprentis utilisent des ressources numériques, ce qui reflète la politique de digitalisation menée par la Suède, depuis les années 2000. Le recours aux ressources numériques pour trouver des réponses plutôt que la demande d'une aide formelle, correspond aux résultats de Mahasneh, Sowan, et Nassar [11]. Lesquels ont constaté que les étudiants à distance préfèrent consulter des outils numériques, à la différence des étudiants en présentiel. Or les raisons des barrières à la demande d'aide sont les mêmes chez les étudiants à distance que chez ceux qui étudient sur place. La réponse fournie par certains élèves (Annexe 1.3) concernant leur désir d'autonomie nous laisse penser qu'il s'agit d'une stratégie de protection face à la menace pour protéger l'estime de soi. Tous les apprentis déclarent utiliser diverses ressources digitales pendant les cours, mais douze disent aussi se tourner vers un ami, un compagnon, cousin ou enfant si jamais ils ont besoin d'aide pendant le cours. (Annexe 1.4) Un apprenti explique qu'il demande à son cousin qui a vécu en Suède depuis 17 ans et connaît donc bien le suédois, au lieu de demander au formateur. D'autres demandent à leurs enfants ou encore à leur conjoint ou à leurs amis. Nous pouvons constater qu'il s'agit d'une demande d'aide informelle auprès des pairs.

Poursuivre le professeur. D'autres apprentis expliquent qu'ils demandent de l'aide aux formateurs en cas de difficultés pédagogiques. Ces demandent s'expriment surtout à l'écrit. L'apprenti a la possibilité d'envoyer un message à son professeur. Il ne s'agit pas d'un chat et il est donc question d'une communication asynchrone car la réponse peut arriver plusieurs heures ou jours après la demande.

La demande d'aide n'est pas sans ambiguïté chez les apprentis, certains ayant l'impression de devoir « poursuivre » le formateur pour avoir une réponse. (Annexe 1.5)

Le professeur sans visage. Trois apprentis mentionnent qu'il est difficile de demander de l'aide auprès du formateur parce qu'ils ne l'ont pas vu. Ils racontent tous leur expérience d'avoir échangé avec leurs formateurs sur des plateformes vidéo, mais sans caméra, ce qui les a gênés. (Annexe 1.6) Jézégou [6] propose, au de-là d'une distance transactionnelle centrée sur les variables de structure et dialogue, l'impact de la communication interpersonnelle ou socio-émotionnelle pour réduire la distance et faciliter la relation entre les formateurs et les apprentis. Nous pouvons voir qu'un échange à l'oral seul ne suffit pas pour établir une proximité entre les apprenants et les formateurs. Une apprentie ne dit pas autre chose quand elle explique qu'elle n'a pas demandé davantage d'aide à son formateur au vu de la brièveté de leur échange initial. Cela va dans le même sens que le témoignage une apprentie qui explique qu'elle a pu demander de l'aide seulement auprès de la formatrice avec qui elle avait échangé préalablement, ou encore de celui de l'apprenti (Annexe 1.7) qui dit qu'il a pu appeler une formatrice et donc que ses cours se sont bien passés, à la différence de ce qu'il a vécu avec un autre formateur qui lui a envoyé des commentaires à l'écrit, sans possibilité pour lui de répondre ou d'obtenir des éclaircissements. On retrouve ce besoin de proximité dans l'importance accordée par certains de voir (pour être vus de ?) leurs formateurs. Quand les apprentis ont pu établir des communications informelles ou faciles, de façon souple - chat, appel rapide- ils semblent avoir apprécié et cela les a également amenés à reprendre contact avec les formateurs en cas de difficultés. La flexibilité et le mélange entre le dialogue et des instructions bien structurées sont deux clés pour réduire la distance transactionnelle, selon Moore [13]. Cette souplesse au niveau du contact entre l'apprenti et le formateur semble inciter le premier à demander de l'aide. Ce qui va dans le même sens que Ryan et al. [14] qui expliquent que la volonté de demander de l'aide dépend de la relation entre l'apprenti et le formateur, ce qui semblent être facilité par une relation souple et personnelle. Un environnement d'apprentissage où les échanges sont encouragés et qui est davantage orienté vers la compréhension du contenu et la valeur intrinsèque de l'apprentissage encourage les stratégies d'aide [14], ce que nous observons dans notre étude.

4.2 Tension entre l'oral et l'écrit au niveau du *feed-back*

Le *feed-back* est primordial dans la pédagogie des centres de formation à distance. Les formateurs donnent leur *feed-back* sur des exercices réalisés par les apprentis et pour des examens oraux et écrits. Parfois, le formateur réagit directement sur la « copie » de l'apprenti, avec des corrections dans le texte, une note par exemple. Il peut également formuler un *feed-back* plus général, mais celui-ci est presque toujours écrit et il arrive directement sur la plateforme. Il n'est pas prévu de temps d'échange autour du *feed-back*. Green [5] explique dans un bulletin pour l'éducation nationale suédoise que le *feed-back* est au centre de l'apprentissage pour les apprentis et il est vrai qu'il occupe un rôle important pour les formateurs à distance qui corrigent et examinent les textes (écrits et/ou oraux). Ce sujet est très vaste et, ici, nous observons seulement une petite partie du sujet, notamment la perception de la communication autour du *feed-back* par l'apprenti.

Certains apprentis ont mentionné que la communication autour du *feed-back* est difficile car il est compliqué d'avoir une conversation orale avec les formateurs, ainsi qu'un retour à l'oral. Une apprentie mentionne la communication écrite comme un obstacle (Annexe 1.8). D'autres (Annexe 1.9) expliquent que la communication orale n'est soit pas possible, par exemple pour prendre contact, soit, dans le cas d'une apprentie (Annexe 1.10) n'est pas prise en compte. Plusieurs apprentis semblent estimer que le passage à l'oral avec le formateur n'est pas encouragé, car il est par exemple difficile de prendre contact rapidement avec lui, ou encore parce que ce dernier préfère l'écrit. Or l'explication de ses propres commentaires écrits, à l'oral, semble peu fréquente et, quand c'est le cas, la communication entre les apprentis et les formateurs semble tendue. La forme de la communication semble donc jouer un rôle sur la distance transactionnelle en ceci que la structure propre à l'écrit est plus structurée et parfois distante, et le dialogue plus difficile. Nous pensons notamment au commentaire des apprentis sur le sens unique par rapport à ce genre de communication : ils sont livrés à eux-mêmes et doivent décoder les réponses des formateurs. (Annexe 1.11)

Une communication qui aide. Douze apprentis sur vingt disent communiquer autour du *feed-back* avec le formateur. Cette communication peut être à la fois écrite et/ou orale. La moitié d'entre eux expliquent que cette communication les a aidés à clarifier des commentaires flous et à mieux comprendre les commentaires du formateur. (Annexe 1.12) Parmi ces apprentis, une majorité (8) est d'origine suédoise, mais sans prédominance de sexe. Il semble donc qu'il est plus facile de prendre la parole pour demander des éclaircissements pour les apprentis d'origine suédoise.

Une communication impersonnelle autour du feed-back et parfois à sens unique. D'autres apprentis mentionnent l'ambiguïté autour de la communication écrite et notamment des commentaires des formateurs.

Parfois le *feed-back* se résume à une appréciation, sans commentaire du formateur. Six apprentis sur vingt, dont cinq femmes, évoquent des difficultés de communication avec le formateur autour du *feed-back*. Nous insistons sur le fait que nous avons seulement le point de vue des apprentis et pas de tous les acteurs de la situation.

L'une des apprenantes raconte plusieurs difficultés en la matière, en lien avec des notes qu'elle trouvait peu claires. Elle explique qu'elle a appelé le formateur, notamment pour comprendre ce qui a motivé une note qui lui semble trop élevée, étant donné que le celui-ci ne lui a pas fourni d'explication. La conversation s'est déroulée sur Teams, mais le formateur n'a pas enclenché la vidéo, ce qui l'a mise mal à l'aise. (Annexe 1.13)

Plusieurs apprentis expliquent qu'il n'y a pas vraiment de conflit autour du *feed-back*, mais plutôt une déception quant à son contenu au vu de leurs attentes. Certains expliquent que le formateur n'a pas lu leur texte, d'autres que les retours sont trop généraux avec des exemples standard type « regardez la page 123 dans le cahier de texte ». D'autres encore que le *feed-back* est tellement générique qu'ils pensent que les professeurs mettent toujours les mêmes commentaires donc qu'ils copient-collent.

La communication avec une asymétrie sociolinguistique. Le fait que l'écrit est souvent préconisé pour les retours des formateurs et sur la demande d'aide montre, peut-être, qu'il y a une asymétrie sociolinguistique, [6, 10] dans le sens où l'écrit semble à la fois être plus valorisé par les formateurs et semble créer une distance entre les formateurs et les apprentis qui préfèrent l'oral. Nos résultats montrent que cela concerne surtout des apprentis jeunes et ceux dont le suédois est la deuxième langue. En ce qui concerne les jeunes, la demande d'aide porterait surtout sur l'interprétation des instructions : il s'agit donc d'une aide qui les fait avancer pour résoudre une tâche (cf. Kerebic demande d'aide exécutive) Il est possible d'interpréter cette préférence pour un échange oral chez les jeunes comme un manque d'autonomie par rapport à leur capacité à résoudre les difficultés uniquement à l'écrit. Ils semblent avoir besoin d'un dialogue pour les rassurer sur le fait qu'ils sont sur la bonne voie. Ainsi, plusieurs comparent les études à distance avec leurs études au lycée, et disent que la relation avec le professeur était plus simple au lycée. Pour les apprentis dont le suédois est la deuxième langue nous pouvons supposer qu'il est peut-être plus facile de passer par la langue orale qu'à l'écrit. Ce dernier demande une plus grande connaissance grammaticale et une capacité de synthèse à la fois des idées et des contenus, ce qui n'est pas facile dans une langue qui n'est pas sa langue maternelle. Nous avons surtout identifié deux situations d'apprentissage où l'oral semble à privilégier, pour ces apprentis. Il s'agit du *feed-back* suite à une évaluation écrite, où les apprentis semblent vouloir obtenir des éclaircissements et des commentaires sur les fautes commises et les justifications des notes données. On observe une asymétrie, l'oral ne trouvant pas sa place comme mode de communication chez certains formateurs et les difficultés à s'exprimer à l'écrit pouvant être pénalisantes pour certains apprentis. Il semble donc que c'est davantage le passage entre l'oral et l'écrit qui pose des difficultés plutôt qu'un artefact médiatique car les apprentis qui ont pu communiquer sur des plateformes vidéo semblent satisfaits de ce dialogue.

Nous pouvons cependant constater que certains apprentis préfèrent l'écrit. Et pour ces élèves, le format à distanciel semble plus facile. Ils semblent aussi accepter plus facilement le *feed-back* du formateur. Nous avons pu constater qu'il s'agit des apprentis les plus âgés, notamment ceux qui ont plus de 55 ans, et aussi deux apprentis qui expliquent venir de systèmes scolaires, dans leur pays d'origine, qui ressemblent au système scolaire à distance, avec une forte rigidité et peu de communication entre les apprentis et les formateurs. Nous pouvons considérer qu'ils connaissent le système et qu'ils l'acceptent, ce qui semble intéressant à développer en prolongeant les entretiens. Les résultats contradictoires par rapport à une distance sociolinguistique, surtout pour des élèves qui ont le suédois comme deuxième langue et un niveau d'études supérieur, seront à étudier. Parmi les quatre apprentis qui préfèrent l'écrit, deux viennent d'un autre pays que la Suède et ont fait des études supérieures dans leur pays d'origine (ce qui est le cas de tous les apprentis dans notre population). La question à se poser par rapport à cette variable est donc de savoir à quel point le conflit oral-écrit influencé par la langue, ou bien par le niveau d'étude antérieur ou encore par le type d'étude déjà mené ? Les études réalisées sur la formation à distance l'ont été auprès d'une population ayant un niveau d'étude supérieur, mais la population du Komvux, est différente, étant donné qu'il s'agit d'un niveau de lycée. Seuls les prochains entretiens pourront vérifier cette variable.

L'abandon des cours ou encore l'abandon d'une communication suivie avec les formateurs peuvent être interprétés sous l'angle de l'importance pour les formateurs de communiquer autour des évaluations. Comme Thomas et al. [16] le mentionnent, nous pouvons constater qu'il existe une envie de communiquer autour des évaluations (dont le *feed-back*, qui est important) chez les apprentis et que la communication autour de ces éléments semble pour certains difficile, et encore plus difficile quand il y a une asymétrie sociolinguistique entre les formateurs et les apprentis.

La non-communication avec le formateur n'est pas toujours perçue comme quelque chose de négatif. Plusieurs apprentis ont un avis positif des cours dispensés et de leurs apprentissages et ils n'expriment pas forcément un important manque de communication. Ces élèves -là mentionnent souvent l'apprentissage individuel comme un moteur d'apprentissage, ce qui va dans le sens de ce que Bagnall et Hodge [2] expriment de l'idée de formation tout au long de la vie. Ils utilisent des ressources digitales plutôt que de demander de l'aide aux formateurs et semblent trouver ça conforme à leur place en tant qu'apprentis : ils estiment que c'est à eux de trouver l'information à partir des ressources à leur disposition. Néanmoins plusieurs disent vouloir nouer plus de contacts avec le formateur pour pouvoir demander de « petites choses ». Il semble aussi que certains se tournent vers le conjoint, les enfants, la famille ou les amis pour pouvoir échanger car ce dialogue -là joue encore un rôle important pour l'apprentissage. Nous nous demandons donc ce qu'il se passe pour les apprentis qui se trouvent seuls ?

La distance et la présence entre le formateur et l'apprenti jouent donc un rôle sur la perception de la formation chez l'apprenti et son envie de demander de l'aide. En revanche, cette distance n'est pas forcément liée à une distance par rapport à un artefact médiatique mais plutôt à la proximité ou à la distance émotionnelle.

5 Conclusion

Nous avons étudié l'expérience de la relation chez les apprentis et les formateurs pendant les études intégralement à distance en formation continue asynchrone, à partir de deux situations de communication, à savoir la demande d'aide par l'apprenti et le *feed-back* du formateur. Nous utilisons le concept de distance transactionnelle de Moore et des variables telles que le dialogue, la relation interpersonnelle et sociolinguistique pour analyser les expériences.

L'étude porte sur les formations pour adultes théoriques gratuites dans la régie des communes en Suède (Komvux), 100% à distance, asynchrones, avec des artefacts médiatiques tels que des plateformes vidéo ou une messagerie.

A partir d'une méthode qualitative, et d'une analyse catégorielle de 20 entretiens réalisés sur Teams d'une durée de 60 à 120 minutes nous avons obtenu des données enregistrées, que nous avons transcrrites. Nous voyons qu'une partie des apprentis ne demande jamais d'aide de la part de leurs formateurs. Ils préfèrent chercher l'information sur Google ou encore YouTube et semblent trouver que cela est conforme à leur rôle en tant qu'étudiants à distance. Nous avons aussi pu observer que la demande d'aide semble être facilitée par une proximité émotionnelle, laquelle passe par la visibilité du formateur, le temps consacré aux échanges mais aussi la relation émotionnelle.

Il semble également qu'il existe une asymétrie sociolinguistique entre l'oral et l'écrit dans les études à distance où les formateurs préconisent et valorisent l'écrit (*feed-back, demande d'aide*) par rapport à l'oral, à la différence de certains apprentis. Cette asymétrie crée une distance et ne facilite pas la prise de contact. Mais ce n'est pas forcément l'artefact médiatique qui crée la distance. L'ambiguïté autour de la place de l'oral semble aussi jouer un rôle, ainsi que la perception de la distance pédagogique, dans le sens de définition de ce qu'il est permis de demander en tant qu'apprenti à distance. Qu'est-ce que l'apprenti a le droit de demander ? Quelles questions peut-il poser ? Quand et comment les poser ? Tout cela semble jouer un rôle important dans la formation et dans l'apprentissage.

Bibliographie

1. Allin, M. Skola för lönsamhet. In: D.Suhonen, G. Théerborn, J. Weithz (eds.) Klass i Sverige. Ojämlikheten, makten och politiken i det 21:a århundradet. pp.223-247 Arkiv förlag, Lund (2021)
2. Bagnall, R., Hodge, S. Contemporary Adult and Lifelong Education and Learning: An Epistemological Analysis. In: Milana, M., Webb, S., Holford, J., Waller, R., et Jarvis, P. (eds.) The Palgrave International Handbook on Adult and Lifelong Education and Learning. pp.13-35. London: Palgrave Macmillan UK (2018)
3. Bardin, L. L'analyse de contenu. 2dn edn. Presses universitaires de France (2013)
4. Fejes, A., Muhrman, K., Nyström S (eds.). Om vuxenutbildning och vuxnas studier. En grundbok. Studentlitteratur. Lund (2021)
5. Green, Jenny. Återkoppling för lärande och utveckling av undervisningen. 1-13. Skolverket (2018)
6. Jézégou, A. La distance, la proximité et la présence en e-Formation. In : Jézégou (eds.) Traité de la e-Formation des adultes. pp. 143-163. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur (2019)
7. Karabenick, S. Seeking help in large college classes: A person-centered approach. Contemporary Educational Psychology (28-1), 37-58 (2003)
8. Karabenick, S. A., Knapp, J. R. Relationship of academic help seeking to the use of learning strategies and other instrumental achievement behavior in college students. Journal of Educational Psychology, (83-2), 221-230 (1991)
9. Kitsantas, A., Chow, A. College students' perceived threat and preference for seeking help in traditional, distributed, and distance learning environments. Computers & Education (48-3), 383-395 (2007)
10. Kiyitsoglou-Vlachou, C., Moussouri, E. Approche sociolinguistique et didactique du facteur « distance » dans la formation des enseignants du FLE: Cas de l'université ouverte hellénique. Distances et savoirs (8), 475-488 (2010)
11. Mahasneh, R. A., Sowan, A. K., Nassar, Y. H. Academic Help-Seeking in Online and Face-To-Face Learning Environments. E-Learning and Digital Media, 9(2), 196-210 (2012)
12. Micari, M., Calkins, S. Is it OK to ask? The impact of instructor openness to questions on student help-seeking and academic outcomes. Active Learning in Higher Education, 22(2), 143-157 (2021)
13. Moore, M. G. The theory of transactional distance. In: Handbook of distance education. 4dn edn, pp. 32-46. Routledge (2018)

14. Ryan, A., Gheen, M., Midgley. Do Some Students Avoid Asking for Help? An Examination of the Interplay Among Students' Academic Efficacy, Teachers' Social–Emotional Role, and the Classroom Goal Structure. *Journal of Educational Psychology*, (90-3), 528-535 (1998)
15. Skollag(2010:800).https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-orfattningssamling/skollag-2010800_sfs-2010-800/, last accessed 2024/01/25
16. Thomas, L., James, H., Teras, M.. A sense of belonging to enhance participation, success and retention in online programs. *The International Journal of the First Year in Higher Education*, (5-2), 69-80 (2014)

Annexe 1

1. « Personnellement je ne crois pas que j'aurais demandé si ce n'était pas une obligation. »
2. « J'adore Peter. Peter SFI the Swedish language. Je connais tous les professeurs sur YouTube. Je regarde souvent YouTube avec des professeurs de suédois. »
3. « J'essaye de trouver la solution toute seule. Je pense genre que l'information est là et il faut trouver la solution toute seule. Mais ça peut prendre plusieurs heures. Pour quelque chose qui était peut-être évident si j'avais demandé toute de suite. Mais parfois je suis complètement bloquée et j'envoie donc un mail. » « Il ne semble pas être nécessaire d'envoyer un mail pour quelque chose de triviale. Je peux comprendre la totalité mais il y a une détaille qui me tracasse alors je ne demande pas. »
4. « J'ai eu beaucoup d'aide de quelques copains. Parce que c'est aussi plus amusant de discuter des choses avec quelqu'un qui sais et qui es aussi intéressé, genre. »
5. « Je dirais que généralement pendant le cours c'est, parce que généralement il y a quelque chose qui manque quand on étudie à distance, c'est la communication parce que dans une marnière c'est comme si, mais si on étudie en présentiel et on a envie de rester et parler un peu, alors c'est plus naturel, mais ici c'est plus comme si on a l'impression de poursuivre le professeur, on essaye de les appeler ou écrire des messages. Le résultat est que je devine ce que je dois faire, ou, mais je suis contente maintenant, alors il faut l'accepter. C'est ça qui manque je trouve. »
6. « C'est intimidant, mais j'ai un peu l'impression que le professeur est seulement une animation d'ordinateur. »
7. « J'avais la même professeure en suédois 1 et 2 et avec la vieille professeure elle était très sympa et parfois je l'ai contactée par Skype. Je lui ai envoyé des messages sur un chat. Elle m'a beaucoup aidé quand il s'agissait de faire des synthèses et d'écrire. Elle n'était plus ma professeure mais elle m'a aidé quand même. Elle était très gentille. (...) Anglais 7, c'est beaucoup plus difficile, c'est plus difficile mais j'ai rendu un premier exercice et il l'a accepté. Il m'a écrit, ce n'est pas anglais 5, ni anglais 6, c'est anglais 7. Ce n'est pas recueillir des faits, il faut réagir blablabla. »

8. « J'étais très déçue parce que le seul retour de mon formateur était de focaliser sur le prochain exercice mais moi je veux apprendre et ça ne m'a pas aidé. Ça a gâché la relation avec les autres professeurs aussi. Je trouve certains commentaires pas constructifs mais négatifs alors je ne veux plus demander aux professeurs. C'est difficile quand tout est écrit. »
9. « Alors un désavantage est que ma question était donc le mardi, mais quand j'ai demandé de l'aide, le premier créneau disponible était le jeudi et donc je dois attendre deux jours et donc genre chaque question, peut-être pas une question très importante, mais on doit attendre deux-trois jours et donc ce n'est peut-être plus actuel. »
10. « Non, mais je lui ai parlé. Je l'ai appelée et dit ce que je pensais. Et puis ce n'était pas très..., non elle ne l'a pas bien pris. Je l'ai trouvée très stressée pendant tout le cours. Non je n'ai pas eu une réaction favorable de sa part. Elle trouvait qu'elle avait tout fait comme il faut. J'ai donc appelé le superviseur et parlé avec elle et elle a dit qu'elle allait parler avec le professeur. (...) Mais c'est un peu dommage parce que je n'ai jamais eu un retour de la part du superviseur après et elle m'a promis de revenir vers moi mais elle ne l'a pas fait. Alors j'ai laissé tomber. »
11. « Oui. Mais eux... je trouve aussi ça un peu amusant parce qu'on n'a rarement une conversation en aller-retour comme ça, alors parfois les professeurs posent un point t'interrogation mais après le professeur oublie sûrement sur le long terme. Alors c'est plus pour soi-même il faut réfléchir, mais qu'est-ce que ça veut dire ? »
12. « (...) puis j'ai demandé directement à mon professeur. Mais ces questions sont plutôt connectées avec un examen où je n'avais, comment dire, que certaines épreuves qu'on écrit, on les écrit et puis on les envoie et j'ai donc peut-être eu des fautes ou mal compris une question. Ou j'ai mal compris comment réfléchir. Et donc elle et moi on a eu un dialogue bref autour de ça seulement. Elle a expliqué comment je dois réfléchir »
13. « Mais avec lui c'était seulement par téléphone et c'était genre bizarre. C'était très bizarre parce que j'avais l'impression qu'il, je m'y attendais qu'il, qu'il, qu'il y a quelque chose quoi. Et même je l'ai appelé et demandé, et tu sais à l'école il y a une matrice d'appréciation, et tout était rempli, niveau E, C, A. Et il dit tu replis tout. D'accord mais quand même, quelque chose comme j'ai dit et chaque fois c'était pareil. Et une fois il y avait une remplaçante et elle m'a demandé de compléter. Et j'ai complété et j'avais une meilleure sensation parce qu'il y avait quelque chose de personnel. »

L'influence de questions éthiques dans l'usage ou le non-usage, par des professeurs des écoles, d'applications d'IA pour l'enseignement du français et des mathématiques

Michael Zeyringer, 1^{re} année de thèse

Laboratoire LISEC, université de Strasbourg, France
michael.zeyringer@etu.unistra.fr

Résumé Des applications d'intelligence artificielle sont déployées par le ministère de l'éducation nationale pour l'enseignement du français et de mathématiques à l'école élémentaire. Dans un contexte d'essor des technologies d'IA et de positionnement d'institutions sur des principes éthiques pour les usages de l'IA en éducation, nous nous intéressons, dans la thèse que nous débutons, à l'influence de questions éthiques sur l'usage et ou le non-usage d'applications d'IA par les professeurs des écoles en France. Nous rendons compte dans cet article de l'état de la littérature effectué, formulons une première hypothèse et présentons les grandes lignes de la méthodologie envisagée.

Mots clés : intelligence artificielle, éducation, éthique, usages, non-usages, adoption des technologies, UTAUT

1 Introduction

L'intelligence artificielle (IA) est redevenue, avec l'accès à Chat GPT donné au grand public, un sujet vif de l'actualité. Colin de la Higuera suggère que les inquiétudes des enseignants ont peut-être été plus mises en lumière dans les médias que les opportunités et l'impact de l'IA dans l'enseignement [13]. L'UNESCO rappelle que les enseignants ne peuvent être remplacés par des machines et que « l'éducation doit continuer de reposer essentiellement sur l'interaction et la collaboration humaines entre les enseignants et les apprenants » [32]. Différentes institutions proposent un cadre ou des principes éthiques pour les usages de l'IA. Ainsi, l'Union Européenne (UE) a publié des recommandations éthiques pour un usage de l'IA en éducation [14].

Nous nous intéressons, dans la thèse que nous débutons, aux usages et aux causes de non-usage d'applications d'IA par les enseignants. Nous choisissons dans notre étude de nous concentrer sur les professeurs des écoles et l'adoption des applications du partenariat d'innovation intelligence artificielle (P2IA), applications conçues pour le français et les mathématiques au cycle 2 (niveaux CP, CE1, CE2). Les applications du P2IA sont déjà utilisées par des professeurs des écoles et bénéficient d'une politique de déploiement par les services du ministère et des académies. Le ministère a annoncé en

décembre 2023 débuter un travail avec des éditeurs pour le développement d'applications pour les cycles 3 et 4. Des professeurs des écoles ont été associés lors de la phase de recherche et développement. Nous profitons de ce contexte pour interroger les professeurs des écoles sur leurs intentions relatives à ces technologies et l'usage qu'ils en font, s'ils sont déjà utilisateurs. Nous nous situons dans une approche anthropocentrique, centrée sur l'humain et non sur la technologie, telle que décrite par Rabardel [23]. Nous définissons une première question pour initier notre démarche de recherche : quelle est l'influence de questions éthiques dans l'usage ou le non-usage, par des professeurs des écoles, d'applications d'IA pour l'enseignement du français et des mathématiques ?

2 L'IA en éducation : généralités et déploiement dans les écoles françaises

Malgré les plans d'équipement des écoles et l'effort des collectivités territoriales, les usages numériques des enseignants et des élèves restent peu développés et hétérogènes [5]. Le déploiement d'applications d'intelligence artificielle dans les classes apparaît alors comme une nouvelle promesse [8]. L'idée d'utiliser l'ordinateur comme « machine à enseigner » n'est cependant pas nouvelle. La première application fonctionnant avec des techniques d'IA pour l'enseignement assisté par ordinateur fut SCHOLAR, créée en 1970 par Carbonnel [10]. Les applications conçues alors étaient pensées comme des systèmes experts. Aujourd'hui, les usages de l'IA en éducation croisent l'analyse des traces d'apprentissage et l'apprentissage médiatisé [29] au service de la création de parcours d'apprentissage personnalisés, d'une évaluation facilitée ou bien encore de rétroactions plus nombreuses et qualitatives vers les élèves.

Les éditeurs partenaires du ministère collaborent avec des laboratoires de recherche pour construire leur solution et contribuer à son évaluation, des articles sont publiés pour décrire à la fois l'apport pour les apprentissages et les algorithmes à l'œuvre dans les applications. Pour l'application Lalilo par exemple, les résultats diffusés par l'éditeur suggèrent un impact positif de l'utilisation de sur la progression des élèves de CP à la maison lors du confinement et en classe [28]. Par ailleurs, Bouchet et Roy font état en 2021 de l'apport combiné de deux algorithmes d'IA à l'optimisation des parcours d'apprentissage dans le projet Adaptiv'Math [9]. Ils décrivent notamment la méthode de clustering pour la constitution des groupes d'élèves et précisent que l'enseignant garde le contrôle de la progression de sa classe et de chaque élève. Lepage et Roy notent que la recherche en intelligence artificielle pour l'éducation a peu investi la question du rôle de l'enseignant par rapport à l'utilisation de l'IA si ce n'est pour évaluer « ce qu'il resterait à faire pour imiter, voire remplacer l'enseignant » [21]. La phase de recherche et développement des applications du P2IA a impliqué des enseignants et formateurs, nous n'avons cependant pas connaissance à ce jour d'article scientifique analysant l'adoption de ces applications par les enseignants.

3 Ethique de l'IA en éducation

Le sénat publie en 2013 un rapport d'information duquel nous tirons les éléments suivants pour proposer une première définition de l'éthique : l'éthique est une réflexion dynamique, contrairement à la morale qui établit des règles, elle vise à identifier « ce qui est estimé bon » dans une situation donnée [13]. L'éthique de l'IA est en général investie comme une question d'éthique appliquée [3]. L'évolution rapide de la technologie complexifie la définition d'un cadre juridique [17] et donne une importance particulière à l'éthique appliquée. Pour la CNIL, l'éthique est préfiguratrice du droit [12]. En France, la loi informatique et libertés¹ donne déjà dans une certaine mesure l'esprit et le cadre dans son article 1^{er}, dans l'acception de l'IA comme technologie informatique :

« L'informatique doit être au service de chaque citoyen. Son développement doit s'opérer dans le cadre de la coopération internationale. Elle ne doit porter atteinte ni à l'identité humaine, ni aux droits de l'homme, ni à la vie privée, ni aux libertés individuelles ou publiques. »

L'UE donne sept principes éthiques pour l'IA en éducation [14] : Robustesse technique et sécurité, Vie privée et gouvernance des données, Transparence, Diversité, non-discrimination et équité, Bien-être sociétal et environnemental, Responsabilité, et Intervention humaine et surveillance. Pour l'éthique de l'IA, Jobin, Ienca et Vayena ont identifié quatre-vingt-quatre recommandations et listes de principes, dont 88% réalisées après 2016 [20]. Fjeld et al., pour le Berkman Klein Center de l'université de Harvard, réalisent une cartographie des principes éthiques d'IA à partir de trente-six documents produits par des institutions, associations ou organismes privés [16]. Huit principes « clé » sont identifiés. D'après les auteurs, les documents les plus récents analysés dans le cadre de leur étude tendent à couvrir ces huit principes, suggérant ainsi une convergence dans les discussions autour des principes suivants : protection de la vie privée, responsabilité-redevabilité, sûreté-sécurité, transparence et explicabilité, équité et non-discrimination, contrôle humain, responsabilité professionnelle, promotion des valeurs humaines. Les travaux plus récents de Şenocak, Bozkurt, et Koçdar font cependant émerger de nouveaux principes [27]. Certains auteurs appellent à ne pas circonscrire la réflexion éthique aux cadres définis, nécessairement limités [29] et envisagent une éthique « située » [39], ou bien proposent une analyse a priori des tensions en jeu dans un cadre éducatif [11].

Dans le cadre de notre étude et dans un premier temps, nous prenons appui sur les travaux de Li et Gu, qui publient en 2023 leurs résultats issus de la méta-analyse d'une revue de littérature pour réaliser une cartographie des indicateurs de risques dans les usages d'IA en éducation [22]. Il apparaît que parmi les huit indicateurs définis, ceux qui ont le plus d'importance dans la littérature analysée par Li et Gu sont à ce jour relatifs à la dimension pédagogique. Quatre indicateurs concernent l'éthique :

¹ Loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés. Consulté le 12/12/2023 sur <https://www.cnil.fr/fr/la-loi-informatique-et-libertes#article1>

- La sécurité pour les données personnelles et les utilisateurs, notée **PSR**.
- La transparence, notée **TR**, la capacité de l'application d'IA à fournir des informations explicatives, les applications d'IA fonctionnant souvent comme des « boîtes noires ».
- Le risque de biais, noté **BR** : les lots de données servant à l'entraînement des technologies d'IA peuvent être biaisés.
- La responsabilité quant aux impacts des utilisations, notée **AR**. En ce qui concerne le contrôle par l'humain on peut distinguer trois cas de figure dans la répartition des responsabilités entre enseignant et application d'IA [38] : l'enseignant est acteur dans la prise de décision (enseignant dans la boucle), l'enseignant peut observer les décisions prises par l'application d'IA (l'enseignant au-dessus de la boucle), l'enseignant n'est pas en mesure de suivre les décisions prises par l'application d'IA (l'enseignant hors la boucle).

4 Des usages des technologies : concepts et modèles

Les modèles théoriques pour l'étude de l'adoption des technologies sont utilisés pour répondre à deux questions, dont nous reprenons ici la formulation réalisée par Terrade et al. [30] : « Qu'est-ce qui fait que nous utilisons une nouvelle technologie ou un nouveau procédé ? Comment prédirer l'utilisation qui sera faite d'une nouvelle technologie mise à disposition des utilisateurs ? ». L'usage se différencie de l'utilisation dans sa dimension sociale et sa stabilité dans le temps. Dans notre démarche et l'analyse en particulier, nous n'opposons pas usages et non-usages, mais suivons la proposition de Rinaudo de « les penser dans un continuum dans lequel chaque utilisateur peut évoluer, tant au niveau social qu'au niveau psychique. » [24], tout en admettant que le non-usage peut in fine renvoyer à la non-appropriation d'une technologie au cours d'un processus qui peut être rompu prématurément par l'usager [31].

D'après Bobillier-Chaumon, les deux principaux modèles pour analyser l'adoption de technologies par les usagers sont le « technology acceptance model » (TAM) et l'« Unified Theory of Acceptance and Use of Technology » (UTAUT) [7]. Les modèles d'adoption de technologies sont remis en cause lorsque la technologie concernée embarque de l'IA [15]. D'après Venkatesh, l'adoption de technologie d'IA ne se distingue qu'en quelques points des questions usuelles d'adoption des technologies et les recherches menées s'appuyant sur le modèle UTAUT peuvent aider des organisations pour l'adoption de technologies d'IA [36]. Pour cette raison, nous choisissons d'utiliser le modèle UTAUT pour notre étude, averti des limites identifiées à UTAUT, la principale étant sa complexité du fait du nombre de variables et des relations entre elles [2] [36]. Les prédicteurs d'UTAUT décrivent d'une part l'influence sur l'intention d'usage et d'autre part l'influence sur l'usage de la technologie [35]. Les prédicteurs intégrés dans le modèle UTAUT sont capables d'expliquer une grande partie de la variabilité observée dans l'intention d'usage et l'usage effectif de la technologie. La première version d'UTAUT [35] a été élargie à plusieurs reprises [33][34][6], à chaque fois dans

l'objectif d'améliorer le pouvoir explicatif du modèle. Les extensions à UTAUT peuvent être de quatre différents types :

- nouveau prédicteur exogène, qui influe sur les prédicteurs originaux de UTAUT,
- nouveau prédicteur endogène, qui s'ajoute aux prédicteurs déjà définis,
- nouveau modérateur,
- nouveau résultat, comme nouvelle conséquence de l'intention d'usage ou de l'usage de la technologie.

Le modèle UTAUT dans sa version étendue de 2022 est constitué de 4 variables modératrices (caractéristiques individuelles, culture nationale, technologie et contrôle) et de 11 variables prédictrices [6]. Nous présentons ci-dessous les définitions des variables prédictives que nous retenons dans le contexte de notre étude.

1. **Performance attendue** : degré selon lequel un individu pense que l'utilisation de la technologie va l'aider à être plus performant dans son métier.
2. **Effort attendu** : degré de facilité associé à l'utilisation de la technologie.
3. **Influence sociale** : degré selon lequel un individu perçoit que d'autres personnes « importantes » pensent qu'il devrait utiliser la technologie.
4. **Conditions facilitantes** : degré selon lequel un individu pense qu'une infrastructure organisationnelle et technique peut soutenir l'utilisation de la technologie.
5. **Habitudes** : Ce prédicteur est de fait constitué de deux concepts distincts : l'expérience et l'habitude. L'expérience requiert un temps d'utilisation de la technologie, l'habitude naît de l'expérience et induit de l'automaticité dans le comportement de l'utilisateur.
6. **Éducation** : Données sur le parcours de formation de l'individu (ex : scientifique / littéraire, formation en informatique, etc.).
7. **Rapport à l'innovation** : degré selon lequel un individu pense qu'il s'inscrit dans des pratiques dites innovantes.

Nous nous intéressons à des individus qui agissent dans un cadre professionnel et à des technologies qui sont données en accès gratuit dans le cadre du partenariat en le ministère et les éditeurs. Nous ne retenons donc pas les variables prédictrices suivantes : valeur financière, motivation hédonique, compatibilité (avec le style de vie de l'utilisateur) et coût.

5 Éthique et adoption de technologies d'IA en éducation

Nous croisons les concepts définis dans les travaux de Li et Gu avec les prédicteurs du modèle UTAUT. Nous examinons si le modèle UTAUT prend déjà en compte les risques éthiques identifiés par Li et Gu et en quoi l'extension du modèle serait nécessaire pour obtenir un ensemble complet et suffisant de variables pour notre étude. Nous considérons par exemple que la perception de l'efficacité de l'outil diffère de la perception de risque de sécurité pour les données personnelles et les utilisateurs (PSR) : par exemple, un outil peut tirer son efficacité du traitement massif de données personnelles hors RGPD. Ou encore, on peut considérer qu'une application d'IA fait réussir

les élèves mais les met en situation inhabituelle de stress, ce qui va à l'encontre de l'attention au bien-être émotionnel. Nous ne voyons pas non plus de correspondance dans UTAUT pour la responsabilité quant aux impacts des utilisations (AR) dans le cadre d'une utilisation en classe dans un objectif d'enseignement-apprentissage. La question du contrôle humain et par extension de la préservation de l'agentivité du professionnel n'a pas de correspondance dans UTAUT. A l'issue de cette réflexion sur le modèle, nous proposons d'ajouter comme prédicteur le « risque perçu ». Le « risque perçu » a déjà été proposé comme variable pour UTAUT par Abriane et al., qui le définissent ainsi : « le risque correspond aux dangers liés à l'utilisation des outils digitaux » [1]. Nous précisons ce que nous entendons par « risque perçu » dans une dimension éthique : « perception de l'individu quant aux potentiels dangers de l'usage de la technologie d'IA pour : la protection des données personnelles, le bien-être des utilisateurs, la non-discrimination et la préservation du contrôle par l'humain ».

Nous différencions le risque perçu tel que défini ci-dessus de la transparence, que nous proposons comme deuxième prédicteur endogène pour UTAUT. La transparence a déjà été identifiée comme variable dans une extension à UTAUT proposée par Fetaji [15], dans la proposition récente d'un modèle UTAUT pour les technologies d'IA (AI-UTAUT), celui-ci n'intègre néanmoins pas le risque perçu comme nous l'envisageons. Ce parti pris est évidemment discutable, puisque des liens peuvent être établis entre transparence et risque perçu, du fait notamment qu'une technologie d'IA peut être vue comme une « boîte noire » : ce que l'on ignore de son fonctionnement peut ne pas rassurer sur l'effet de l'IA sur les utilisateurs. Nous choisissons de différencier les deux dans la situation que nous étudions : nous pensons en effet qu'un enseignant peut avoir le sentiment de garder le contrôle en se satisfaisant des retours qui lui sont faits par l'application par l'intermédiaire du tableau de bord par exemple, sans ressentir le besoin de comprendre par quels procédés l'application a généré une suite d'exercices pour l'élève.

6 Problématique et premiers éléments sur la méthodologie envisagée

Nous cherchons à analyser l'évolution de l'influence de questions éthiques dans l'usage ou le non-usage, par des professeurs des écoles, d'applications d'IA pour l'enseignement du français et des mathématiques (P2IA). Nous utilisons le modèle UTAUT en prenant en compte les dernières propositions d'évolution du modèle croisé avec les travaux de Li et Gu pour obtenir un ensemble a priori complet et suffisant de facteurs pour notre étude. Ainsi, nous ajoutons les variables « risque perçu » et « transparence » au modèle UTAUT.

À ce stade, notre travail sur les hypothèses nous permet de proposer la formulation d'une première hypothèse : le modèle UTAUT étendu avec les deux prédicteurs endogènes « risque perçu » et « transparence » permet de décrire l'influence des questions éthiques sur les intentions d'usage et usages des applications d'IA des enseignants du

1er degré. La figure ci-dessous montre le modèle UTAUT étendu que nous envisageons d'utiliser dans notre étude.

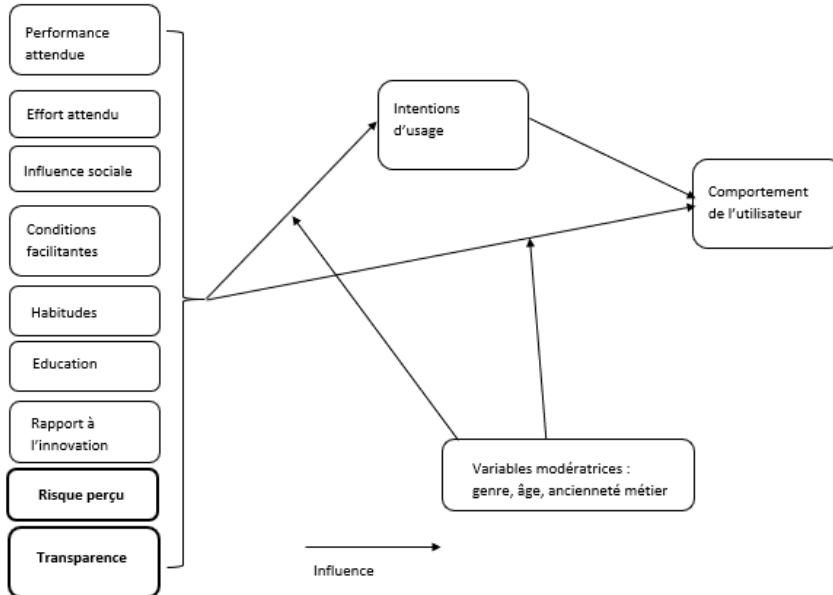


Fig. 1. Modèle UTAUT étendu par Zeyringer (2024)

Les limites du questionnaire par échelle de mesure pour l'évaluation de l'acceptabilité [7] nous amènent à situer notre démarche dans une méthode mixte : nous combinerons approches quantitatives et qualitatives pour traiter notre problématique. Nous effectuerons en premier lieu une analyse quantitative, dans une démarche expérimentale. Nous recueillerons des données via un même questionnaire envoyé à deux reprises à des professeurs des écoles : en début d'année scolaire et huit mois après. Nous adresserons le questionnaire aux enseignants du Grand Est en lien avec les autorités académiques. Rinaudo [24] note une tendance à mener des recherches principalement sur des dispositifs innovants, « en oubliant, cependant, que les pratiques des enseignants innovateurs sont, le plus souvent, en décalage par rapport à celles de la majorité de leurs collègues ». Nous chercherons donc à obtenir un échantillon représentatif selon les critères de genre, d'âge, d'ancienneté dans le métier et d'une expérience d'utilisation d'une application du P2IA ou non (nous avons des données quant au nombre de classes utilisant déjà ces applications). À partir de l'analyse quantitative, nous espérons pouvoir définir des profils d'enseignants. Nous mènerons ensuite des entretiens semi-directifs avec des enseignants pour chaque profil défini.

7 Attentes quant à notre étude

Nous espérons, par la mise à l'épreuve du modèle théorique UTAUT étendu, contribuer à la réflexion scientifique autour des modèles d'analyse de l'adoption des technologies d'IA en éducation. La caractérisation de l'influence des risques perçus sur les intentions d'usage et le comportement des usagers pourra donner lieu à l'identification de leviers dans l'accompagnement des technologies auprès des enseignants. D'autre part, l'importance donnée par les enseignants à la transparence pourra être considérée dans le développement des applications.

Références

1. Abriane, A., Ziky, R. et Bahida, H. (2021). Les déterminants de l'adoption de la digitalisation par les entreprises : Revue de littérature. *Revue Française d'Economie et de Gestion*, vol.2, n°10, p. 271-301.
2. Bagozzi, R.P. (2007). The Legacy of the Technology Acceptance Model and a Proposal for a Paradigm Shift. *Journal of the Association for Information Systems*, 8(4), p. 244-254. DOI: 10.17705/1jais.00122
3. Barraud, B. (2022). *Ethique de l'intelligence artificielle*. L'Harmattan.
4. Bewersdorff A., Zhai X., Roberts J. et Nerdel, C. (2023). Myths, mis- and preconceptions of artificial intelligence : A review of the literature. *Computers and Education : Artificial Intelligence* 4 (2023) 100143
5. Besneville, E., Brillant, C., Caesar, M., Cerisier, J-F., Devauchelle, B. et al. (2019, Octobre). *Le numérique éducatif à l'école élémentaire en tension entre politiques nationales, politiques locales et logiques d'appropriation par les enseignants. Ecoles, territoires et numérique : quelles collaborations ? quels apprentissages ?* Oct 2019, Clermont-Ferrand, France. hal-02314186
6. Blut, M., Chong, A. Y. L., Tsigna, Z., et Venkatesh, V. (2022). Meta-Analysis of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT): Challenging its Validity and Charting a Research Agenda in the Red Ocean. *Journal of the Association for Information Systems*, 23(1), 13-95. <https://doi.org/10.17705/1jais.00719>
7. Bobillier-Chaumon, M-E. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité : premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du travail et des organisations*, 2016, 22 (1), 10.1016/j.pto.2016.01.001. halshs-01425813
8. Boissière, J. et Bruillard, E. (2021). *L'école digitale. Une éducation à construire et à vivre*. Editions Armand Colin.
9. Bouchet, F. et Roy, D. (2021). L'apport combiné de deux algorithmes d'IA à l'optimisation des parcours d'apprentissage dans le projet Adaptiv'Math. *47ème colloque de la COPIRELEM*, Jun 2021, Grenoble, France. pp.855-868. hal-03625573
10. Bruillard, E. (1997). *Les machines à enseigner*. Editions Hermès.
11. Collin, S., Lepage, A. et Nebel, L. (2023). Enjeux éthiques et critiques de l'intelligence artificielle en éducation : une revue systématique de la littérature. *La Revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie. Volume 49 (4)*, édition spéciale 2023
12. Commission nationale informatique et libertés. (2017). *Les enjeux éthiques des algorithmes et de l'intelligence artificielle*. CNIL. <https://www.cnil.fr/fr/comment-permettre-lhomme-de-garder-la-main-rapport-sur-les-enjeux-ethiques-des-algorithmes-et-de>

13. De la Higuera, C. (2023, 6 février). L'intelligence artificielle au quotidien : quelle position pour l'enseignant.e ? *Chaire UNESCO RELIA*. <https://chaireunescorelia.univ-nantes.fr/2023/02/06/lintelligence-artificielle-au-quotidien-quelle-position-pour-lenseignant/>
14. European Union. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators*. European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/153756>
15. Fetaji, M. (2023). Devising a Model AI-UTAUT by Combining Artificial Intelligence AI with Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). *SAR Journal - Science and Research* 3, p. 182-187. DOI: 10.18421/SAR63-06
16. Fjeld, J., Achten, N., Hilligoss, H., Nagy, A.C. et Sri Kumar, M. (2020). *Principled Artificial Intelligence : Mapping Consensus in Ethical and Rights-based Approaches to Principles for AI*. Berkman Klein Center for internet & society. Harvard University.
17. Gibert, M. (2022). *Introduction à l'éthique de l'IA*. Université de Montréal.
18. Haenlein, M., et Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence : On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5-14. ABI/INFORM Collection. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
19. Holmes W. et Tuomi I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, (n/a). <https://doi.org/10.1111/ejed.12533>
20. Jobin, A., Ienca, M. et Vayena, E. (2019). *Artificial Intelligence : the global landscape of ethics guidelines*. Preprint version.
21. Lepage, A. et Roy, N. (2023). Une recension des écrits de 1970 à 2022 sur les rôles des enseignants et de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'IA en éducation. *Médiations & médiatisations*, n°16, automne 2023, 9-29.
22. Li, S., et Gu, X. (2023). A Risk Framework for Human-centered Artificial Intelligence in Education : Based on Literature Review and Delphi-AHP Method. *Educational Technology & Society*, 26(1), 187-202. [https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26\(1\).0014](https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26(1).0014)
23. Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
24. Rinaudo, J-L. (2012) Approche subjective du non-usage : un négatif nécessaire. *Recherches & éducations*, 6, 2012, 89-102
25. Romero, M., Aloui, H., Heiser, L., Galindo, L., Lepage, A. (2021). *Un bref parcours sur les ressources, pratiques et acteurs en IA et éducation*. [Rapport de recherche] Université Côte d'Azur. <https://hal.science/hal-03190014>
26. Sénat. (2013) L'éthique : une problématique européenne. Rapport d'information n° 67 (2013-2014), déposé le 10 octobre 2013 <https://www.senat.fr/rap/r13-067/r13-0671.html>
27. Şenocak, D., Bozkurt, A., et Koçdar, S. (2024). Exploring the Ethical Principles for the Implementation of Artificial Intelligence in Education: Towards a Future Agenda. Dans Sharma, R. et Bozkurt, A. (Dir.), *Transforming Education With Generative AI: Prompt Engineering and Synthetic Content Creation*, pp. 200-213. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1351-0.ch010>
28. Sergent, T. (2021). *Étude d'efficience de l'assistant pédagogique Lalilo sur les compétences de décodage en lecture au CP pendant la période de confinement*. Société Lalilo.
29. Selwyn, N. (2023). Foreword 2 - AI, education, and ethics – starting a conversation. Dans Holmes, W. et Porayska-Pomsta, K. (dir.). (2023). *The Ethics of Artificial Intelligence in Education*. (p 12-17). Routledge.

30. Terrade, F., Pasquier, H., Reerinck-Doulanger, J., Guinguoin, G., & Somat, A. (2009). *L'acceptabilité sociale : la prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques*. Presses universitaires de France, 72(4), 383395.
31. Trestini, M. (2012). Causes de non-usage des TICE à l'Université : des changements ? *Recherches & éducations*, 6, 15-33.
32. UNESCO. (2019). *Consensus de Beijing sur l'intelligence artificielle et l'éducation*. UNESCO Bibliothèque Numérique. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
33. Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., et Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology : Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
34. Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., et Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology : extending the unified theory. *MIS Quarterly*, 36(1), 157–178.
35. Venkatesh, V., Thong, J.Y.L. et Xu, X. (2016). Unified Theory of Acceptance and Use of Technology : A Synthesis and the Road Ahead. *Journal of the Association for Information Systems*, vol.17, 5, mai 2016, 328 – 376
36. Venkatesh, V. (2022). Adoption and use of AI tools : a research agenda grounded in UTAUT. *Ann Oper Res* 308, 641–652 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03918-9>
37. Villani, C., Schoenauer, M., Bonnet, Y., Berthet, C., Cornut, A-C. et al. (2018). *Donner un sens à l'intelligence artificielle : Pour une stratégie nationale et européenne*. Mission Villani sur l'intelligence artificielle, 2018 <hal-01967551>
38. Vuorikari, R., Punie, Y., Cabrera, M. (2020). *Emerging technologies and the teaching profession : Ethical and pedagogical considerations based on near-future scenarios*, EUR 30129 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-17302-1, doi:10.2760/46933, JRC120183
39. Zacklad, M. et Rouvroy, A. (2022). L'éthique située de l'IA et ses controverses. *Revue française des sciences de l'information et de la communication* [En ligne], 25 | 2022, mis en ligne le 01 septembre 2022, consulté le 21 janvier 2024. URL : <http://journals.openedition.org/rfsic/13204> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rfsic.13204>

Un référentiel de compétences en programmation pour construire des ressources et des évaluations

Sophie Chane-Lune

Laboratoire d'Informatique et de Mathématiques, Université de La Réunion, France
 sophie.chane-lune@univ-reunion.fr

Résumé A partir du référentiel de compétences en programmation RCP, d'une part, et du catalogue de tâches aligné sur ce référentiel, d'autre part, nous avons pu identifier des difficultés de programmeurs débutants. Nous proposons ici d'étudier l'opérationnalité et la cohérence de ce référentiel et de son catalogue de tâches associé, en l'utilisant pour construire des ressources et des évaluations et pour catégoriser des tâches complexes. Les premiers résultats nous encouragent à poursuivre les expérimentations dans l'objectif de consolider le référentiel pour conclure à propos de son opérationnalité et de sa cohérence.

Introduction

L'introduction de l'informatique en tant que discipline scolaire en France [1] s'est effectuée avec la mise en place de programmes en Numérique et Sciences Informatiques (NSI) pour les classes de première et de terminale [7]. Le préambule commun à ces programmes d'informatique au lycée fait explicitement référence aux compétences en programmation, telles que *modéliser un problème* [...] ou encore *développer des capacités d'abstraction et de généralisation*. Cependant la suite des programmes n'y fait plus référence et est organisée par contenus, dans lesquels sont notées des capacités attendues. Il est par conséquent difficile pour l'enseignant, de mettre en œuvre une approche par compétences, car il doit distinguer pour chaque compétence, les différents contextes où la compétence peut intervenir.

C'est pour répondre à cette problématique que nous avons élaboré le **Référentiel de Compétences en Programmation (RCP)** [3], en croisant les compétences génériques de la pensée informatique au sens de Wing [10] et les domaines et notions, des programmes de la spécialité NSI.

Concernant la pensée informatique, nous avons fondé notre réflexion sur les définitions opérationnelles proposées par Selby et Woppard à savoir la capacité à penser en termes d'abstraction, de décomposition, à penser « algorithmiquement », et à penser en termes d'évaluation et de généralisation [9]. Nous avons choisi de nommer les **compétences génériques** suivantes [4] pour décrire la pensée informatique : *abstraire, décomposer, anticiper, évaluer et généraliser*, auquel nous avons proposé d'ajouter la compétence *modéliser*. Nous pensons en effet qu'il est utile, en particulier pour les programmeurs débutants, de distinguer la compétence *modéliser* de la compétence *abstraire* à laquelle elle pourrait

être rattachée, parce que nous avons pu observer que des élèves maîtrisent l'une et pas l'autre.

Notre méthode a consisté à réécrire l'ensemble des capacités attendues des programmes d'informatique au lycée relatives au domaine de la programmation, en utilisant ces compétences génériques. Lors de ce premier travail [3], seules les compétences abordées en classe de seconde en Sciences Numériques et Technologie (SNT) ont été présentées et analysées. L'utilisation du référentiel RCP et du catalogue de tâches élémentaires alignées sur ce référentiel nous a permis d'analyser quelques difficultés rencontrées par des programmeurs débutants.

Nous proposons maintenant d'étoffer le catalogue des tâches élémentaires pour le domaine des types construits en première : les tableaux, les tuples et les dictionnaires.

La figure 1 montre la partie du référentiel RCP concernant les tableaux, au programme de la classe de première en NSI.

Domaine	Évaluer	Modéliser	Anticiper	Décomposer	Généraliser	Abstraire
Construire un tableau et accéder à ses éléments	Évaluer le résultat de l'exécution d'un programme utilisant un tableau Quel est le type de l'expression suivante ? Quelle est la valeur de l'expression suivante ?	Modéliser une série d'informations par un tableau donné en extension A l'aide d'un tableau, choisir une ou des variables pour mémoriser des informations	Anticiper les traitements à programmer pour accéder aux éléments d'un tableau par leurs indices et les modifier Ecrire une expression permettant d'accéder à l'information élémentaire... Ecrire une instruction permettant de modifier un élément du tableau suivant...		Généraliser l'écriture d'un tableau en utilisant la compréhension Ecrire une expression permettant de définir le tableau suivant par compréhension	Abstraire les données complexes en utilisant des tableaux Réécrire le programme suivant... en masquant les variables suivantes... et en les remplaçant par une ou des variable.s de type tableau
Parcourir un tableau pour rechercher ou calculer des informations	Évaluer le résultat de l'exécution d'un programme itérant sur un tableau Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?	Modéliser un traitement de tableau en choisissant d'itérer sur les indices ou les éléments Choisir et nommer une variable pour réaliser le traitement suivant...	Anticiper un parcours linéaire de tableau Ecrire un programme Python permettant de calculer / afficher ...		Généraliser un traitement en l'appliquant à tous les éléments d'un tableau Ecrire une expression permettant de définir le tableau ... en parcourant le tableau suivant ...	
Parcourir et modifier un tableau par des boucles imbriquées	Évaluer les valeurs successives des indices avec des boucles imbriquées Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?	Modéliser une matrice ou une image par un tableau de tableaux Modéliser la situation suivante... à l'aide d'un tableau de tableaux	Anticiper un traitement de tableaux nécessitant plusieurs parcours imbriqués Ecrire un programme Python permettant... [necessitant un parcours complexe]	Décomposer en identifiant des parcours séquentiels de tableaux Décomposer le problème suivant... [en identifiant un parcours séquentiel de tableaux]		Abstraire un parcours séquentiel en utilisant une fonction Réécrire le programme suivant... en encapsulant [le traitement...] dans une fonction à définir

FIGURE 1. Extrait du référentiel pour la classe de première

On appelle **compétence élémentaire**, une compétence à l'intersection d'une ligne et d'une colonne. Cela correspond à la compétence générique de la colonne, contextualisée par la ou les notions en jeu dans la ligne courante. A chaque compétence élémentaire, est associée, en dessous sur fond grisé, un **modèle de tâche élémentaire** permettant de tester en contexte cette compétence élémentaire.

Les modèles de tâches que nous avons identifiés sont à comparer aux types de tâches décrites dans le référentiel de Jolivet et Wang [5]. En particulier le type de tâche *analyser un programme* de Jolivet rassemble nos modèles de tâches construits pour les différentes compétences élémentaires de la compétence générique *évaluer*. Le type de tâche *concevoir un programme* de Jolivet correspond dans notre référentiel à plusieurs compétences distinctes et complémentaires :

modéliser, anticiper et décomposer. Il est notable de constater que nos deux approches concluent à la nécessité de diversifier les activités des élèves afin de leur permettre, en réalisant différents types de tâches, de développer différentes compétences.

Le référentiel PIAF [8] a, comme le nôtre, été conçu à partir des compétences de la pensée informatique, mais en le contextualisant pour la tranche d'âge 5/12 ans, ce qui explique qu'il n'aborde un programme que comme séquence d'action avec éventuellement des conditions et des boucles. Par ailleurs, le choix de séparer la compétence *évaluer* en deux parties *évaluer* et *prédirer* et d'inclure la compétence *prédirer* dans la compétence 1 : *Définir des abstractions / généraliser* nous semble confus. Il nous semble aussi indispensable pour un référentiel destiné au lycée de distinguer ce qui relève de l'abstraction (nommer des objets ou actions) et ce qui relève de la généralisation (définir des paramètres). Enfin les compétences élémentaires identifiées (par exemple C 6.3 *Corriger une séquence d'actions pour atteindre un objectif donné*) semblent être plus des « types de tâches » au sens de Jolivet [6] que des compétences au sens utilisé par Wing.

Notre problématique est maintenant d'étudier l'opérationnalité et la cohérence du référentiel de compétences et de son catalogue de tâches associées.

L'opérationnalité du référentiel peut être évaluée par la capacité des enseignants à l'utiliser pour concevoir des ressources alignées avec les programmes du lycée. On étudiera en particulier l'intérêt du référentiel pour les enseignants, pour construire des ressources, pour construire des évaluations et pour catégoriser des tâches complexes.

La cohérence du référentiel peut être estimée en recherchant d'éventuelles incohérences dans les résultats d'évaluation sur des tâches complexes et des tâches élémentaires. Par exemple, en supposant qu'une tâche complexe requiert trois compétences élémentaires, il y aurait incohérence si un nombre significatif d'élèves réussissent la tâche complexe sans réussir les tâches élémentaires associées aux compétences élémentaires requises.

Dans les sections suivantes, nous étudierons ces deux propriétés lors de la construction de ressources et d'évaluations et lors de la catégorisation de tâches complexes.

1 Un référentiel pour construire des ressources

Dans cette section, nous présentons l'utilisation du référentiel RCP et de son catalogue de tâches élémentaires associé, par une enseignante, pour construire des ressources. Nous décrivons ici la conception de deux ressources très différentes dans le cadre d'une situation d'apprentissage sur le thème des tableaux avec des élèves en première NSI. Dans un premier temps, nous présenterons les *questions flash*, de petites ressources proches des tâches élémentaires. Nous poursuivons avec des ressources plus conséquentes et destinées aux activités de *pair-programming*.

1.1 Questions flash

Les questions flash s'inscrivent dans une stratégie d'enseignement et permettent de mobiliser une connaissance, un savoir-faire, un traitement automatique ou réfléchi, dans l'objectif de tester, d'évaluer ou de consolider des notions ciblées.

Dans le référentiel ainsi construit (Figure 1), le contexte des tableaux est composé en trois notions, à savoir « *Construire un tableau et accéder à ses éléments* », puis « *Parcourir un tableau pour rechercher ou calculer des informations* » et enfin « *Parcourir et modifier un tableau par des boucles imbriquées* ». Pour réactiver et/ou évaluer de manière ponctuelle les connaissances des élèves sur ce sujet tout en poursuivant sa progression, l'enseignante a introduit des questions flash régulières au cours de ses séances. Ces questions flash ont été construites en sélectionnant parmi les modèles de tâches, celles mettant en jeux les compétences élémentaires visées sur les tableaux, et ont été proposées de façon régulière au groupe d'élèves.

Par exemple la question 1 ci-dessous est une instance de tâche élémentaire construite à partir du modèle de tâche pour la compétence élémentaire *Évaluer le résultat de l'exécution d'un programme utilisant un tableau*, alors que la question 2, est construite à partir du modèle de tâche pour la compétence élémentaire *Anticiper les traitements à programmer pour accéder aux éléments d'un tableau par leurs indices et les modifier*.

Question 1. Soit le tableau $T = [12, 4, 35, 7, 11]$.
Que renvoie $T[1] ? T[5] ? T[0] ? T[-1] ?$

Question 2. Soit le tableau $T = [12, 4, 35, 7, 11]$.
Écrire un code permettant d'accéder au dernier élément du tableau T ?

Concernant les compétences en programmation sur les parcours dans les tableaux, les deux questions flash suivantes ont conduit à identifier les difficultés d'une majorité d'élèves du groupe de première sur la compétence élémentaire *Anticiper un parcours linéaire de tableau*.

Question 3. Écrire un programme qui renvoie la somme des éléments du tableau $T=[15,20,7,12]$.

Question 4. Écrire un programme qui renvoie la moyenne des éléments du tableau $T=[15,20,7,12]$.

L'enseignante a trouvé simple la création de questions flash sur un thème bien précis du programme de première NSI en allant directement chercher dans le catalogue de tâches élémentaires celles aux bonnes intersections, ou en écrivant de nouvelles tâches analogues. L'apport semble être à double sens d'ailleurs puisque les nouvelles questions ainsi créées pourront venir alimenter le catalogue.

1.2 Pair-programming

Le pair-programming est une modalité d'enseignement de la programmation par la pratique où deux élèves doivent collaborer sur une même activité tout en ayant des rôles différents : le pilote programme pendant que le co-pilote analyse, commente, teste le travail de son binôme. Nous avons initié une première expérimentation concluante sur le pair programming [2], marquée par une participation active des élèves, des résultats encourageants ainsi qu'une identification des compétences *évaluer* et *anticiper* suivant le rôle endossé. En effet, le pilote développe des compétences d'anticipation alors que le co-pilote développe celles d'évaluation. L'échange des rôles intuitionnalisé par le pair programming, amène les élèves à développer ces deux compétences génériques successivement.

Pour pallier aux difficultés rencontrées par les élèves sur le parcours dans un tableau (cf. questions 3 et 4), l'enseignante a proposé une séance de remédiation axée sur des compétences élémentaires spécifiques, grâce à des activités pratiques sur machine et en pair-programming. Pour cette séance, il a fallu prévoir un temps d'adaptation à l'outil par les élèves car l'outil utilisé était différent de celui utilisé lors de la découverte de cette méthode de programmation et nous prenons en compte dans cette analyse tous les éléments qui pourraient influencer cette expérimentation. Une fois l'outil pris en main et les notions de parcours remémorées, l'enseignante proposait aux binômes de retravailler cette notion de parcours à partir de questions construites sur le modèle de tâches associées à la compétence élémentaire *Anticiper un parcours linéaire d'un tableau* du domaine « *Parcourir un tableau pour rechercher ou calculer des informations* ». Voici un exemple de question conçue pour cette séance de remédiation :

Question 5. On considère dans cette partie le tableau **notes**, suivant, des élèves de première lors d'un devoir en NSI :

```
notes = [15, 13.5, 9.5, 12, 11, 18, 15, 12, 7, 10, 13, 12, 8.5,
        11, 8.5, 16, 12]
```

a. Pilote : Écrire la fonction **occurrences(v, T)** qui renvoie le nombre d'occurrences de la valeur **v** dans le tableau **T**.

Co-pilote : Combien d'élèves de cette classe ont eu 12 au devoir ? Testez la fonction **occurrences** avec le tableau **notes**.

Changement des rôles pilote et co-pilote

b. Pilote : Écrire la fonction **nb_plus_de_dix** qui prend en paramètre un tableau **T** et qui renvoie le nombre des valeurs de **T** supérieures ou égales à 10.

Co-pilote : Combien d'élèves de cette classe ont eu plus de 10 au devoir ? Testez la fonction **nb_plus_de_dix** avec le tableau **notes**.

Changement des rôles pilote et co-pilote

A la différence des questions 3 et 4, d'autres compétences élémentaires interviennent dans la question 5, autres que celles sur le parcours dans un tableau, telles que les notions d'accumulateur, de variables intermédiaires, de fonction à

un ou plusieurs paramètres qui ont été identifiées comme pré-requis à ces activités.

Cette séance de pair-programming, construite à partir du référentiel RCP, a permis aux élèves, par le changement de rôle régulier, de s'entraîner, de comprendre mais surtout de consolider la notion de parcours tout en évaluant ou écrivant le code demandé, permettant ainsi d'atteindre les objectifs de cette séance de travail en binôme.

1.3 Synthèse

A travers ces deux méthodes d'enseignement (les questions flash et le pair-programming), l'enseignante a pu s'approprier le référentiel RCP pour concevoir des ressources variées, alignées sur le programme du lycée, offrant ainsi des expériences d'apprentissage diverses pour les élèves. Au regard de cette première expérimentation, lors de la construction de ressources, le référentiel et son catalogue se sont avérés opérationnels.

Pour confirmer l'opérationnalité du référentiel RCP, une perspective serait de proposer l'usage de ce référentiel et de son catalogue de tâches associé, à une cohorte d'enseignants et d'étudier ainsi l'appropriation de ce référentiel par des enseignants non impliqués dans la construction du référentiel.

2 Un référentiel pour construire une évaluation

Dans cette section nous présentons un autre usage du référentiel par l'enseignante pour la conception d'évaluations. Nous allons exposer la stratégie élaborée par l'enseignante visant à construire une évaluation. Nous distinguons quatre cas au regard des objectifs fixés par l'enseignante : (a) évaluer une compétence élémentaire, (b) évaluer des compétences dans un contexte ciblé, (c) évaluer une compétence générique et (d) évaluer des compétences dans plusieurs contextes identifiés.

- a. Si l'objectif consiste à vérifier ou à évaluer une compétence élémentaire en programmation telle que *Anticiper un parcours linéaire d'un tableau*, nous constatons que l'enseignante construit l'évaluation en choisissant, dans le catalogue des tâches, celles associées à la compétence élémentaire en privilégiant de diversifier les situations, par exemple, sur le choix du type de données (des tableaux d'entiers mais aussi des tableaux de chaînes de caractères) et sur le nombre de tableaux. Des tâches similaires aux questions 3 et 4 sont de bons candidats.

L'évaluation pourra ainsi se faire en mode débranché ou pas. De manière générale, on privilégie l'évaluation en mode débranché pour la compétence générique *évaluer* : en effet la tâche de l'élève étant d'évaluer mentalement, l'usage d'un interpréteur du langage biaiserait le résultat. Pour la compétence générique *anticiper*, on peut utiliser le mode branché, si on veut permettre à l'élève d'utiliser le retour instrumental de l'interpréteur Python, pour valider sa production.

- b. Si l'objectif consiste maintenant à vérifier ou à évaluer des compétences dans un contexte ciblé, comme « *Parcourir un tableau pour rechercher ou calculer des informations* », l'enseignante sélectionne des tâches associées aux compétences présentes dans ce contexte, afin de recouvrir l'ensemble des compétences élémentaires intervenant dans ce contexte.

Dans cette situation, on peut aussi utiliser un test en mode débranché pour tester l'ensemble des compétences. Ce test peut prendre la forme d'un QCM si on prend le soin de proposer des distracteurs pertinents pour la compétence *évaluer*.

- c. Si l'objectif consiste à vérifier ou évaluer une compétence générique, par exemple *modéliser*. L'enseignante propose de choisir des tâches associées aux compétences élémentaires dans lesquelles la compétence générique intervient, à savoir dans notre cas : *modéliser une série d'informations par un tableau donné en extension, modéliser un traitement de tableau en choisissant d'itérer sur les indices ou les éléments et modéliser une matrice ou une image par un tableau de tableaux*. Nous constatons qu'évaluer une compétence générique unique peut parfois être complexe, car les tâches sélectionnées, pour cette compétence générique, peuvent dissimuler d'autres compétences génériques. Cet usage peut être envisagé pour une évaluation diagnostique lorsque l'enseignant suspecte des difficultés spécifiques pour un élève par rapport à une compétence générique particulière (par exemple difficulté à généraliser). Comme dans le premier cas, si la compétence générique évaluée est *anticiper*, il est peut-être préférable d'opter pour un test en mode branché, bien que cela ne soit pas impératif.

- d. Si l'objectif consiste à vérifier ou évaluer des notions dans plusieurs contextes ciblés, comme par exemple des tableaux, l'enseignante propose de sélectionner des tâches associées aux compétences élémentaires présentes dans ces différents contextes pour chacune des six compétences génériques. Cette situation correspond à la création d'une évaluation sommative portant sur plusieurs notions. Dans cette situation, afin de construire une évaluation comportant un nombre raisonnable de questions, il est nécessaire d'échantillonner en équilibrant à la fois le nombre de questions par notion et le nombre de questions par compétence générique, tout en donnant une couverture suffisante des différentes notions et compétences. Nous avons jusqu'à présent réalisé cette opération manuellement : un prolongement intéressant serait de proposer un algorithme pour ce travail.

Dans ce dernier cas, on préconise un test en mode débranché.

Synthèse

Les situations a) b) c) et d) correspondent au choix de s'intéresser à une ou plusieurs notions (lignes dans le référentiel) et à une ou plusieurs compétences génériques (colonnes dans le référentiel) pour construire une évaluation. Les situations a) et b) ont déjà été expérimentées avec une classe de première lors de séances d'apprentissage sur les tableaux. Les situations c) et d) seront

expérimentées avec la même classe en fin de progression sur ce thème. Notre conclusion provisoire est que le référentiel a pu guider notre travail d'élaboration d'évaluations, en assurant un bon alignement entre compétences travaillées et compétences évaluées.

Comme dans la précédente partie, nous proposons d'étendre l'usage de ce référentiel et de son catalogue de tâches associé, à une cohorte d'enseignants et d'étudier ainsi l'appropriation de ce référentiel par ces enseignants pour la construction d'évaluations. Cela nous permettra d'identifier les similitudes ou les différences avec l'enseignante dans la manière de concevoir des évaluations.

3 Un référentiel pour catégoriser les tâches complexes

Dans cette section, nous proposons une méthode pour catégoriser des tâches complexes. Nous illustrons la méthode sur deux tâches complexes choisies dans des manuels scolaires de NSI.

On identifie trois niveaux de catégorisation des tâches complexes. Pour le premier niveau, les utilisateurs du référentiel RCP commencent par faire une analyse des mots qui composent la consigne. Lorsque la consigne est explicite et emploie des mots similaires ou proches aux compétences génériques ou décrivant les notions dans laquelle elle intervient, une simple analyse lexicale suffit pour cibler les compétences élémentaires mises en jeu et permettant ainsi la catégorisation de la tâche complexe. Dans le deuxième niveau, lorsque l'analyse lexicale est insuffisante, on propose de catégoriser non pas à partir de l'énoncé mais à partir d'une solution attendue par l'enseignant, en examinant les compétences élémentaires sollicitées. Et enfin, lorsque l'on n'arrive toujours pas à catégoriser une tâche complexe, on propose d'itérer les deux précédentes étapes à plusieurs enseignants qui vont proposer leurs solutions possibles. On demande finalement aux enseignants de débattre de leurs catégorisations respectives en vue d'aboutir à un consensus.

Reprendons en détail cette stratégie sur les deux exemples sélectionnés :

Question 6. On souhaite gérer un emploi du temps hebdomadaire qui contient les horaires (début et fin) et matières de chaque créneau.

1. Proposer deux représentations différentes de l'emploi du temps avec des types construits.
2. Pour chaque représentation, écrire une fonction qui ajoute un créneau à l'emploi du temps et retourne `True` s'il est libre, ou sinon retourne `False` sans le modifier.

Question 7. Écrire un programme qui construit la matrice illustrée ci-dessous :

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ 11 & 12 & 13 & 14 & 15 \end{pmatrix}$$

La tâche complexe question 6 (manuel NSI 1ère, Hachette, p. 78) comprend deux tâches successives. Dans la première tâche, l'expression « *Proposer deux représentations différentes* » permet d'identifier la compétence élémentaire *modéliser*. La recherche de solutions va permettre de trouver les deux représentations : un tableau de tuples ou un tableau d'enregistrements à champs nommés. Cette première tâche sollicite donc les trois compétences « *Modéliser par des tuples* », « *Modéliser par des enregistrements à champs nommés* » et « *Modéliser par des tableaux* ». Dans la seconde tâche, l'expression « *écrire une fonction qui* » permet d'identifier la compétence *anticiper*. La recherche de solutions amène à décliner les notions en jeu : fonction, boucle bornée, tuples, enregistrements et tableaux, ce qui permet d'énumérer les compétences sollicitées, au croisement de ces notions et de la compétence générique *anticiper*.

Dans la tâche complexe question 7 (manuel NSI 1ère, Hachette, p. 97), l'analyse lexicale de la consigne permet de cibler le domaine « *construire un tableau* ». L'expression « *écrire un programme qui construit* » laisse présager la compétence *anticiper*. Cependant la solution proposée par les enseignants, ne mobilise que la compétence « *modéliser une série d'informations par un tableau donné en extension* ». La solution donnée dans le manuel utilise une compréhension imbriquée, ce qui amènerait à la catégoriser dans « *généraliser l'écriture d'un tableau en utilisant la compréhension* ». L'imprécision de la consigne ne permet pas de décider de la ou des compétences devant être impliquées dans la réalisation de la tâche.

Analyse de la cohérence du référentiel

C'est suite aux premières catégorisations d'activités complexes effectuées que l'on s'est posé la question de la cohérence du référentiel. En trouvant des incohérences entre les résultats d'évaluation sur des tâches complexes et sur des tâches élémentaires, on a pu s'apercevoir que des tâches que l'on avait considérées comme élémentaires ne pouvaient pas être considérées comme telles. On avait en particulier considéré comme élémentaire la tâche « *anticiper l'écriture d'une répétition* ». Suite à l'incohérence entre la réussite d'une tâche complexe comportant entre autres une boucle bornée et l'échec d'une tâche élémentaire ne comportant qu'une boucle non bornée, il a été nécessaire de scinder cette compétence en deux : « *anticiper l'écriture d'une boucle bornée* » et « *anticiper l'écriture d'une boucle non bornée* ». On s'interroge actuellement sur le caractère élémentaire des compétences de la ligne « *Construire un tableau et accéder à ses éléments* ». Les résultats des évaluations à venir pourraient nous inciter à scinder chacune de ces compétences.

La consolidation du référentiel en vue de valider son opérationnalité et sa cohérence est donc encore un travail en cours. Nous avons cependant décidé de déjà rendre public le référentiel, car ce sont précisément les expérimentations à plus grande échelle qui nous permettront de conclure.

Le référentiel RCP est disponible en ligne à l'adresse :
<https://iremi974.gitlab.io/rkp/>

Conclusions et perspectives

Le référentiel RCP, dont les origines et les principes de construction avaient déjà été présentés précédemment, a fait l'objet dans ce travail d'une première expérimentation destinée à évaluer son opérationnalité. La construction de plusieurs sortes de ressources d'enseignement, l'élaboration d'évaluations et l'usage du référentiel pour catégoriser des tâches complexes semblent indiquer qu'il peut constituer un cadre favorisant le travail de l'enseignant désirant adopter une approche par compétences. La validation de cette opérationnalité ne peut cependant reposer sur l'expérimentation avec une seule enseignante, de surcroit quand cette enseignante a participé à la conception du référentiel. Les prolongements immédiats de ce travail vont donc consister à proposer au niveau académique une formation d'un groupe d'enseignants NSI à l'approche par compétences avec ce référentiel, puis à les impliquer dans une démarche collaborative de création de ressources et d'évaluations. Le corpus de ressources ainsi recueilli devrait permettre de répondre à la question de la possibilité d'appropriation de RCP par des enseignants hors du groupe de recherche qui l'a conçu, ainsi qu'à la question de son opérationnalité.

La question de la cohérence et de la nature élémentaire des compétences proposées nécessite aussi de mener des expérimentations de plus grande ampleur. L'évaluation de plusieurs classes d'élèves ayant passé les mêmes évaluations constituées exclusivement de tâches élémentaires, comparées à leurs résultats sur des tâches complexes devrait nous permettre de continuer à consolider le référentiel en distinguant si besoin des compétences que l'on considère comme élémentaires.

D'un point de vue plus théorique, l'articulation entre modèles de tâches et compétences, nous semble une réflexion fondamentale à engager pour mieux articuler notre travail avec d'autres travaux en cours dont ceux de Jolivet, et pourrait nous amener à étudier les usages et la portée de ces travaux y compris hors du champ dans lequel ils ont pris leur source. Nous pensons en particulier aux EIAH alors que nos préoccupations initiales ne portaient que sur l'accompagnement du travail de l'enseignant.

Remerciements

Nous remercions les relecteurs anonymes pour leurs remarques très pertinentes qui nous ont permis d'améliorer la rédaction de cette communication.

Références

1. Baron, G.L. : La constitution de l'informatique comme discipline scolaire, le cas des lycées. Theses, Université René Descartes - Paris V (Oct 1987), <https://tel.archives-ouvertes.fr/edutice-00000369>
2. Chane-Lune, S., Declercq, C., Hoarau, S. : Expérimentation du pair-programming en spécialité NSI en classe de première pour l'acquisition de compétences en programmation. In : Broisin, J., Declercq, C., Fluckiger, C., Parmentier, Y., Peter, Y., Secq, Y. (eds.) Atelier “Apprendre la Pensée Informatique de la Maternelle à l'Université”, dans le cadre de la conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). pp. 25–32. Brest, France (2023), <https://hal.science/hal-04144211>
3. Chane-Lune, S., Declercq, C., Hoarau, S. : Un référentiel de compétences en programmation pour identifier les difficultés des débutants et différencier les activités. In : Mens, K., Goletti, O. (eds.) Colloque Didapro 10 sur la Didactique de l'informatique et des STIC. pp. 53–63. Louvain-La-Neuve, Belgium (2024), <https://hal.science/hal-04482126>
4. Declercq, C. : Didactique de l'informatique : une formation nécessaire. Sticef **28**(3) (Apr 2022), <http://sticef.org/num/vol2021/28.3.8.declercq/28.3.8.declercq.htm>
5. Jolivet, S., Dechaux, E., Gobard, A.C., Wang, P. : Description et analyse de trois EIAH d'apprentissage de Python. In : Broisin, J., Declercq, C., Fluckiger, C., Parmentier, Y., Peter, Y., Secq, Y. (eds.) Atelier “Apprendre la Pensée Informatique de la Maternelle à l'Université”, dans le cadre de la conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). pp. 9–16. Brest, France (2023), <https://hal.science/hal-04144212>
6. Jolivet, S., Dechaux, E., Gobard, A.C., Wang, P. : Vers l'analyse de ressources d'apprentissage de la programmation à l'aide d'un référentiel de types de tâches. In : Mens, K., Goletti, O. (eds.) Colloque Didapro 10 sur la Didactique de l'informatique et des STIC. pp. 87–98. Louvain-La-Neuve, Belgium (2024), <https://hal.science/hal-04482123>
7. Ministère de l'Éducation nationale de la Jeunesse et des Sports : Programmes et ressources en numérique et sciences informatiques - voie G (2019), <https://eduscol.education.fr/2068/programmes-et-ressources-en-numerique-et-sciences-informatiques-voie-g>
8. Parmentier, Y., Reuter, R., Higuet, S., Kataja, L., Kreis, Y., Duflot-Kremer, M., Laduron, C., Meyers, C., Busana, G., Weinberger, A., Denis, B. : PIAF : Developing Computational and Algorithmic Thinking in Fundamental Education. In : AACE 2020 - EdMedia + Innovate Learning. Proceedings of EdMedia + Innovate Learning 2020 Online, vol. 1, pp. 315–322. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), Waynesville, NC, Amsterdam / Virtual, Netherlands (Jun 2020), <https://hal.science/hal-02888504>
9. Selby, C., Woollard, J. : Computational thinking : the developing definition. In : SIGCSE (2014)
10. Wing, J.M. : Computational Thinking. Communications of the ACM **49** (2006)

Un référentiel de compétences en programmation

51

Domaine	Évaluer	Modéliser	Anticiper	Décomposer	Généraliser	Abstraire
Programmer avec des expressions	Évaluer la valeur et le type (entier, chaîne de caractères ou booléen) d'une expression comportant des variables, constantes et opérateurs <i>Quel est le type de la valeur de l'expression suivante ?</i>	Modéliser les informations disponibles à calculer par des opérations sur les variables, constantes et opérateurs <i>Choisir une ou des variables pour représenter ...</i>	Anticiper l'écriture d'une expression comportant variables, constantes et opérateurs <i>Écrire une expression dépendant de... permettant de calculer...</i>	Décomposer une expression complexe en identifiant une ou des variables <i>Réécrir l'expression suivante en nommant ... la partie entre parenthèses</i>	Généraliser une expression en remplaçant une constante par une variable <i>Réécrire l'expression suivante en remplaçant la valeur ... par une notation plus générale</i>	
Programmer avec des affectations et des séquences	Évaluer les valeurs des variables, à l'exécution d'un programme comportant une séquence d'affectations <i>Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser les informations à calculer par une ou des variables intermédiaires <i>Choisir une ou des variables pour représenter les variables intermédiaires utiles pour calculer...</i>	Anticiper l'écriture d'un traitement adapté pour obtenir un résultat spécifique, la méthode étant donnée <i>Écrire un programme Python permettant de calculer... ; Écrire un programme Python permettant d'afficher...</i>	Décomposer un traitement complexe en identifiant une ou des variables intermédiaires <i>Décomposer le problème suivant en utilisant des variables intermédiaires</i>		
Programmer avec des boucles bornées	Évaluer les valeurs des variables, à l'exécution d'un programme comportant une boucle non bornée <i>Quels sont les messages affichés à l'exécution du programme Python suivant ? Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser les informations à modifier à chaque répétition <i>Choisir une ou des variables à modifier itérativement pour calculer...</i>	Anticiper l'écriture d'une boucle bornée pour obtenir un résultat spécifique, la méthode étant donnée <i>Écrire un programme Python permettant de calculer... ; par la méthode suivante... ; Écrire un programme Python permettant d'afficher...</i>	Décomposer un traitement complexe en identifiant une boucle non bornée <i>Décomposer le problème suivant en identifiant un traitement pouvant être répété plusieurs fois</i>	Généraliser un traitement séquentiel en le remplaçant par un traitement itératif <i>Modifier le programme Python suivant en utilisant une répétition, tout en conservant les instructions nécessaires à l'exécution / le même résultat</i>	
Programmer avec des boucles non bornées	Évaluer les valeurs des variables, à l'exécution d'un programme comportant une boucle non bornée <i>Quels sont les messages affichés à l'exécution du programme Python suivant ? Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser une ou des variables pour les informations à modifier à chaque répétition <i>Choisir une ou des variables à modifier itérativement pour calculer...</i>	Anticiper l'écriture d'un traitement répétitif où l'on obtient un résultat spécifique, la méthode étant donnée <i>Écrire un programme Python permettant de calculer... ; par la méthode suivante... ; Écrire un programme Python permettant d'afficher...</i>	Décomposer un traitement complexe en utilisant une boucle non bornée <i>Décomposer le problème suivant en identifiant un traitement pouvant être répété</i>		
Programmer avec des constructions alternatives ou conditionnelles	Évaluer les valeurs des variables, à l'exécution d'un programme comportant une construction alternative ou conditionnelle <i>Quels sont les messages affichés à l'exécution du programme Python suivant ? Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser une ou des variables, tout en modélisant la condition alternative ou conditionnelle <i>Choisir et nommer une variable pour identifier la condition... dans le problème suivant ...</i>	Anticiper l'écriture d'un traitement alternatif ou conditionnel pour obtenir un résultat spécifique, la méthode étant donnée <i>Écrire un programme Python permettant de calculer... ; par la méthode suivante... ; Écrire un programme Python permettant d'afficher...</i>	Décomposer un traitement complexe en plusieurs cas en utilisant des constructions alternatives ou conditionnelles <i>Décomposer le problème suivant en distinguant des cas nécessitant un traitement particulière</i>		
Programmer avec des fonctions	Évaluer le résultat de l'appel d'une fonction avec des paramètres donnés <i>Quelle est la valeur à l'exécution de la fonction suivante avec la définition de fonction Python suivante ?</i>	Modéliser un traitement par une fonction en spécifiant ses paramètres <i>Spécifier le nom, les paramètres et leur type pour renvoyer pour une fonction destinée à calculer...</i>	Anticiper l'écriture du corps d'une fonction <i>Écrire une fonction Python... qui fait donnés..., renvoie...</i>	Décomposer un traitement complexe en utilisant la composition de fonctions <i>Dans le programme Python suivant, remplacer les instructions de calculs par des fonctions, en définissant et utilisant une fonction</i>	Généraliser un traitement par la définition d'une fonction avec des paramètres ou par l'ajout d'une fonction <i>Décrire le traitement effectué par la fonction et son nom, et faire abstraction de la méthode utilisée</i>	Abstraire un traitement par une définition de fonction avec des paramètres et commentaire
Programmer avec des fonctions récursives	Évaluer le résultat de l'appel d'une fonction récursive <i>Quel est le cas de base de cette fonction récursive et quelle est l'évaluation de l'expression... avec la définition de fonction récursive suivante ? Quelle est la valeur de la fonction suivante ? À l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser un traitement par une fonction récursive en spécifiant ses paramètres <i>Signer le nom, les paramètres et leur type et de résultat à renvoyer pour une fonction récursive, en utilisant le mot-clé... Proposer une trace pour visualiser la résolution récursive du problème suivant</i>	Anticiper l'écriture d'une fonction récursive <i>Écrire une fonction récursive... , qui fait donnés..., renvoie...</i>		Généraliser une fonction récursive avec une fonction en paramètre <i>Généraliser les fonctions utilisées en une seule pour pouvoir renvoyer l'appel de la fonction</i>	
Programmer avec des tuples	Évaluer une expression permettant d'accéder aux informations d'un tuple <i>Quel est le type de l'expression suivante ? Quelle est la valeur de l'expression suivante ?</i>	Modéliser une information complexe par un tuple d'informations élémentaires <i>A l'aide de tuple, choisir une ou des variables pour mémoriser des informations</i>	Anticiper l'accès aux informations élémentaires d'un tuple <i>Écrire une expression permettant d'accéder à l'information élémentaire...</i>			Abstraire des données complexes en utilisant des tuples <i>Réécrire le programme suivant... en masquant les variables utilisées et les remplaçant par une ou des variable(s) de type tuple</i>
Programmer avec des enregistrements à champs nommés	Évaluer une expression permettant d'accéder aux informations d'un enregistrement à champs nommés <i>Quel est le type de l'expression suivante ? Quelle est la valeur de l'expression suivante ?</i>	Modéliser une information complexe par un enregistrement à champs nommés <i>A l'aide d'un enregistrement à champs nommés, choisir une ou des variables pour mémoriser des informations</i>	Anticiper l'accès aux informations élémentaires d'un enregistrement à champs nommés <i>Écrire une expression permettant d'accéder à la valeur de...</i>			Abstraire des données complexes en utilisant des enregistrements à champs nommés <i>Réécrire le programme suivant... en masquant les variables utilisées et les remplaçant par une ou des variable(s) de type tuple</i>
Construire un tableau et accéder à ses éléments	Évaluer le résultat de l'exécution d'un programme utilisant un tableau <i>Quel est le type de l'expression suivante ? Quelle est la valeur de l'expression suivante ?</i>	Modéliser une série d'informations par un tableau donné en extension <i>A l'aide d'un tableau, choisir une ou des variables pour mémoriser des informations</i>	Anticiper les traitements à programmer pour accéder aux données mémorisées par leurs indices et les modifier <i>Écrire une expression permettant d'accéder à l'élément... ; Écrire une instruction permettant de modifier un élément du tableau suivant...</i>		Généraliser l'écriture d'un tableau en utilisant la compréhension <i>Écrire une expression permettant de définir le tableau suivant par compréhension</i>	Abstraire des données complexes en utilisant des tableaux <i>Réécrire le programme suivant... en masquant les variables utilisées et les remplaçant par une ou des variable(s) de type tableau</i>
Parcourir un tableau pour rechercher ou calculer des informations	Évaluer le résultat de l'exécution d'un programme bâtant sur un tableau <i>Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser un traitement de tableau en choisissant d'itérer sur les indices ou les éléments <i>Choisir et nommer une variable pour réaliser le traitement précédent...</i>	Anticiper un parcours linéaire de tableau <i>Écrire un programme Python permettant de... ;</i>		Généraliser un traitement en l'appliquant à tous les éléments d'un tableau <i>Écrire une expression permettant de définir le tableau suivant par compréhension</i>	Abstraire un parcours séquentiel en utilisant une fonction <i>Réécrire le programme suivant... en masquant les variables utilisées et les remplaçant par une ou des variable(s) de type tableau</i>
Parcourir et modifier un tableau par des boucles imbriquées	Évaluer les valeurs successives des indexées avec des boucles imbriquées <i>Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser une matrice ou une image par un tableau de tableaux <i>Modéliser la situation suivante... à l'aide d'un tableau de tableau</i>	Anticiper un traitement permettant d'ajouter ou modifier une donnée dans un tableau <i>Écrire une expression permettant d'accéder à... / Écrire une instruction pour ajouter ou modifier une donnée dans un tableau complexe</i>	Décomposer en identifiant des parcours séquentiels de tableaux <i>Décomposer le problème suivant... [en identifiant un parcours complexe de tableau]</i>		Abstraire un parcours séquentiel en utilisant une fonction <i>Réécrire le programme suivant... en masquant les variables utilisées et les remplaçant par une ou des variable(s) de type tableau</i>
Construire un dictionnaire et accéder à ses informations	Évaluer le résultat de l'exécution d'un programme utilisant un dictionnaire <i>Quelle est la valeur à l'exécution de l'expression suivante ?</i>	Modéliser l'association par un dictionnaire <i>Choisir une ou des variables pour identifier la situation de l'expression suivante... [à renseigner par un dictionnaire]</i>	Anticiper le traitement permettant d'ajouter ou modifier une donnée dans un dictionnaire <i>Écrire une expression permettant d'accéder à... / Écrire une instruction pour ajouter ou modifier une donnée dans le dictionnaire suivant...</i>		Généraliser l'écriture d'un dictionnaire en utilisant la compréhension <i>Écrire une expression permettant de définir le dictionnaire suivant par compréhension</i>	Abstraire des données complexes en utilisant des dictionnaires <i>Réécrire le programme suivant... en masquant les variables utilisées et les remplaçant par une ou des variable(s) de type dictionnaire</i>
Itérer sur les éléments d'un dictionnaire	Évaluer le résultat d'un programme bâtant sur un dictionnaire <i>Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser un traitement de dictionnaire en choisissant d'itérer sur les clés, les valeurs ou les paires <i>Choisir et nommer une variable pour parcourir le dictionnaire... pour...</i>	Anticiper un traitement nécessitant d'itérer sur un dictionnaire <i>Écrire un programme Python permettant de...</i>			
Spécifier et implémenter des structures de données	Évaluer le résultat d'un programme bâtant sur un ensemble de données <i>Quelle est la valeur à l'exécution de l'expression suivante ?</i>	Modéliser les données et les traitements en spécifiant une structure de données par son interface <i>Spécifier la structure de données... par une interface précise</i>	Anticiper l'implémentation d'une structure de données <i>Implémenter la structure de données...</i>			Abstraire une structure de données en spécifiant une interface normée pour plusieurs implémentations <i>Spécifier la structure de données... par son interface, en faisant référence à l'implémentation</i>
Programmer avec des objets et des classes	Évaluer la création d'une instance, l'appelation de méthodes et l'accès aux attributs d'un objet <i>Quelle est la valeur à l'exécution de l'expression suivante ? à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser les données et les traitements en spécifiant une classe, des attributs et des méthodes pour traiter le problème suivant <i>Spécifier une classe, des attributs et des méthodes pour traiter le problème suivant...</i>	Anticiper des traitements en implémentant les méthodes d'une classe <i>Implémenter les méthodes de la classe... spécifiez ainsi...</i>	Décomposer les données et les traitements en les regroupant dans des classes <i>Proposer une compréhension en list comprehension pour recréer les objets à programer pour le problème suivant... pour manipuler les mêmes objets</i>	Généraliser des traitements et des données en écrivant la définition d'une classe <i>Écrire une expression permettant de définir la classe suivante...</i>	Abstraire un ensemble de données et de traitements en les regroupant dans une classe en tant qu'attribut et méthodes <i>Encapsuler tous les traitements manipulant ... dans une classe à extrire du programme suivant</i>
Programmer avec des structures linéaires : listes, piles, files	Évaluer le résultat de l'appel de toutes les méthodes et les accès aux structures de données linéaires <i>Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser une situation en utilisant une structure de données linéaire adaptée <i>Représenter les informations suivantes par un schéma...</i>	Anticiper l'écriture des fonctions ou méthodes pour structurer des données linéaires <i>Implémenter les fonctions... pour la structure de données...</i>			Abstraire une structure de données manipulant ... dans une classe à extraire du programme suivant
Programmer avec des arbres	Évaluer la taille ou la hauteur d'un arbre bâtant sur un arbre avec des structures d'arbres (racine, sous-arbre droit, gauche) <i>Quelle est la valeur de la variable... à la fin de l'exécution du programme Python suivant ?</i>	Modéliser une information hiérarchique par un arbre <i>Représenter les informations suivantes par un schéma...</i>	Anticiper l'implémentation d'un arbre bâtant sur un arbre avec des structures d'arbres (racine, sous-arbre droit, gauche) <i>Écrire un programme Python pour implémenter une représentation ... et de parcours ...</i>			Abstraire la structure de données arbres avec une classe <i>Encapsuler tous les traitements manipulant un arbre... dans une classe à extraire du programme suivant</i>
Programmer avec des graphes	Évaluer les distances, le rayon, le diamètre et le centre d'un graphe <i>Quelle est la valeur de la distance/rayon... du graphe suivant ?</i>	Modéliser des informations relationnelles par un graphe avec une structure de données linéaire adaptée <i>Représenter les informations suivantes par un graphe...</i>	Anticiper l'implémentation d'un graphe et l'écriture d'algorithmes de parcours ou de recherche <i>Écrire un programme Python pour implémenter une représentation ... et de parcours ...</i>			Abstraire la structure de données graphe par une classe <i>Encapsuler tous les traitements manipulant un graphe... dans une classe à extraire du programme suivant</i>

FIGURE 2. Référentiel RCP



Méthodes d'évaluation des dispositifs d'apprentissage / de formation dans les EIAH

Animateur de session : Ludovic Hamon (Le Mans Université)

Environnement virtuel de simulation dans la formation préclinique en Odontologie – ressentis et retours d'expérience des étudiants à l'utilisation d'un simulateur de réalité virtuelle avec et sans visiocasque

Valériane Loison, 2^e année de thèse

Le Mans Université, CREN, F-53000 Laval, France
valeriane.loison.etu@univ-lemans.fr

Résumé Ces dernières années, la réalité virtuelle intègre progressivement les formations notamment en Odontologie. Elle présente des spécificités propres et des environnements de plus en plus complexes. Cet article présente une définition de la réalité virtuelle, la présentation du programme de recherche EVAGO (Environnement Virtuel pour l'Apprentissage du Geste en Odontologie) et les résultats d'une enquête exploratoire.

Mots clés : odontologie, simulation, réalité virtuelle, formation, immersion

1 Introduction

L'intégration de la simulation dans les activités pédagogiques des formations professionnelles, notamment à travers les travaux pratiques (TP), est une pratique établie depuis longtemps. Cette approche permet l'acquisition des gestes techniques par le biais de l'expérimentation et de l'entraînement au sein de « *situations qui vont servir à l'acquisition des compétences professionnelles mobilisées dans l'activité* » [1]. Ces dernières années, un nouveau type de simulation a émergé dans le domaine de la formation : la simulation par la réalité virtuelle. Déjà présente dans des secteurs tels que l'industrie, l'artisanat, l'aéronautique et la santé, elle se décline en divers dispositifs et équipements, en faisant ainsi un sujet d'étude spécifique à chaque contexte. Finalement, comment se définit la réalité virtuelle ? De quoi est-elle constituée ? Quels sont les ressentis et retours d'expériences quant à son utilisation en formation ?

Le projet de recherche EVAGO (Environnement Virtuel pour l'Apprentissage du Geste en Odontologie) se concentre sur l'amélioration fonctionnelle d'un simulateur de réalité virtuelle dédié à la formation des chirurgiens-dentistes à la faculté d'Odontologie de Nantes. Ce projet vise également la création de scénarios pédagogiques adaptés à l'utilisation de la réalité virtuelle dans le contexte spécifique de la formation en odontologie. Nous verrons tout d'abord une définition de la réalité virtuelle, ensuite la présentation du projet EVAGO et du simulateur étudié, suivis des résultats d'une enquête

exploratoire menée auprès des étudiants, évaluant leur expérience d'utilisation du simulateur avec et sans visiocasque.

2 Réalité virtuelle : définition et spécificités

Il n'y a pas d'études empiriques comparables à propos de l'utilisation d'un même simulateur par la réalité virtuelle avec et sans visiocasque. Les études portent principalement sur la conception d'environnements virtuels différents adaptés aux formations ciblées et sur les impacts de ces derniers sur l'enseignement-apprentissage dans un contexte spécifique. Il n'y a pas ou peu d'études systémiques ou sur la manière d'intégrer les dispositifs techniques de réalité virtuelle dans la formation. Nous proposons donc dans cette partie un rappel de la définition de la réalité virtuelle ainsi que de ses équipements et spécificités.

2.1 Définition de la réalité virtuelle

La réalité virtuelle s'inscrit dans le domaine de recherche appelé XR, pour eXtended Reality ou Réalité étendue, englobant la Réalité Virtuelle (RV), la Réalité Augmentée (RA) et la Réalité Mixte (RM). La réalité augmentée permet d'afficher des informations virtuelles dans un environnement réel avec lequel l'utilisateur ne peut pas interagir. La réalité virtuelle est un environnement artificiel, réel ou imaginaire, avec lequel l'utilisateur peut interagir. La réalité mixte combine les caractéristiques de la RV et de la RA, fusionnant des environnements réels avec des informations virtuelles interactives [2]. Notre étude se concentre spécifiquement sur la réalité virtuelle, définie par Fuchs, Moreau, Berthoz et Vercher [3] comme un « *Domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel, le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs* ». Les acteurs de ce domaine développent des technologies informatiques visant à créer « *une simulation numérique immersive et interactive* » [2] qui peut être « *imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel* » [4]. L'objectif est « *de permettre à une personne (ou à plusieurs) de réaliser une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel créé numériquement* » [3].

2.2 Spécificités et équipements

Les environnements¹ virtuels reposent sur deux éléments caractéristiques : l'interaction et l'immersion. L'interaction se compose des actions de l'utilisateur sur la machine et de la machine sur l'utilisateur grâce à la boucle « *perception, cognition, action* » [3]. L'immersion se définit comme « *le degré avec lequel l'interface du système contrôle*

¹ Selon le concept défini par Bonfils (2012) de « *environnements immersifs de communication* » considérant que ces technologies sous forme de dispositifs participent à de « *nouvelles formes et mutations de la communication* ».

les entrées sensorielles pour chaque modalité de perception et d'action » [5]. Selon Fuchs et al. [3], il existe trois niveaux d'immersion et d'interaction : sensori-moteur, cognitif et fonctionnel. Il existe un quatrième niveau à travers « *l'immersion émotionnelle vécue par l'apprenant lorsqu'il est absorbé dans un récit ou une narration, mais cette forme d'immersion n'est pas caractéristique de l'expérience en VR, mais plutôt de la composante ludique* ». L'immersion est associée au sentiment de présence qui est le sentiment de l'utilisateur à se trouver physiquement dans un monde virtuel à travers « *l'illusion perceptive de l'absence de médiation* » [6].

La réalité virtuelle peut être composé de différentes interfaces et équipements. Selon Burkhardt [5], il existe quatre catégories de dispositifs d'interactions « *les dispositifs de capture de position et de mouvement (capteurs, gant, combinaison, etc.) ; les dispositifs de présentation visuelle (grand écran, casque, etc.) ; les dispositifs de retour proprioceptifs et cutanés (touché, chaleur, etc.) ; les dispositifs d'entrée et de présentation sonore (son spatialisé, reconnaissance vocale, etc.)* ». En fonction du type et du nombre de dispositifs mobilisés, l'utilisateur est plus ou moins immergé au sein de l'environnement virtuel : « *La VR peut se pratiquer sur différents dispositifs matériels provoquant plusieurs degrés d'immersion* » [7].

Les environnements virtuels peuvent être constitués de plusieurs dispositifs d'interaction et d'équipements. Aussi, leur utilisation peut varier en fonction de diverses situations, ce qui nécessite une approche spécifique pour les étudier dans leur contexte d'utilisation respectif. Dans la suite de l'article, nous vous présentons un programme de recherche qui a pour objectif d'étudier un de ces environnements dans le contexte de formation préclinique en odontologie.

3 Programme de recherche EVAGO, simulateur étudié et méthodologie de recherche

3.1 Présentation du programme de recherche EVAGO

EVAGO pour Environnement Virtuel pour l'Apprentissage du Geste en Odontologie est un programme de recherche composé de trois laboratoires (CREN : Centre de Recherche en Education de Nantes ; LIUM : Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans ; RmeS : Regenerative Medecine and Skeleton), un partenaire industriel (HRV simulation) et le pôle hospitalo-universitaire de Nantes (PHU4). Ce consortium implique des chercheurs et doctorants dans les domaines de l'Odontologie, de l'Informatique et des Sciences de l'Information et la Communication. Ce projet a débuté au premier trimestre 2022 et se terminera au dernier trimestre 2025. Les objectifs du projet sont l'amélioration fonctionnelle du simulateur *Virteasy Dental®* notamment l'intégration d'un dispositif de capture de mouvement, et le développement de scénarios pédagogiques dans un cycle d'itération continue dans une perspective de « *réversibilité technico-sociale* » [8].

3.2 Présentation du simulateur Virteasy

La formation en Odontologie est constituée de trois cycles. La première année d'étude correspond à la première année d'étude commune en Santé. Le premier cycle correspond à la formation préclinique des étudiants en 2^{ème} et 3^{ème} année à travers l'apprentissage des gestes et protocoles élémentaires. Le deuxième cycle correspond à la formation clinique des étudiants en 4^{ème} et 5^{ème} année et permet l'approfondissement des connaissances et la réalisation de soins dentaires auprès de patients. Le troisième cycle permet aux étudiants de 6^{ème} année de perfectionner et évaluer leurs pratiques professionnelles, mais aussi se préparer à leur futur exercice professionnel. Dans la formation préclinique en Odontologie, les étudiants s'entraînent à la réalisation des actes de chirurgie dentaire grâce aux travaux pratiques dispensés. Les gestes techniques sont réalisés sur le simulateur conventionnel appelé « fantôme ». Il s'agit d'un modèle de mannequin comprenant une tête où peuvent être insérés des modèles de mâchoires.

Ces dernières années, des simulateurs numériques s'intègrent en complément des mannequins notamment des simulateurs exploitant la réalité virtuelle. *Virteasy Dental®* (figure 1), élaboré par la société HRV, est un de ces simulateurs conçus pour les étudiants et enseignants dans le but d'acquérir les compétences techniques liées aux soins dentaires. Ce simulateur se compose d'un environnement comprenant une tour d'ordinateur, deux écrans de visualisation, un visiocasque et un bras haptique. Ce dernier reproduit virtuellement l'instrument rotatif du chirurgien-dentiste et, par retour de force sur la main, recrée les sensations ressenties lors d'un acte dentaire. En outre, il inclut un tabouret mobile, une pédale et un outil miroir pour se rapprocher de la réalité de l'environnement du chirurgien-dentiste.



Fig. 1. Simulateur Virteeasy Dental®

Virteeasy Dental® peut être utilisé à travers différents degrés d'immersion. En effet, l'étudiant peut réaliser les exercices proposés dans le monde virtuel avec ou sans visiocasque, mais toujours avec le dispositif à retour d'effort. Ce simulateur propose différents modules allant de la familiarisation, c'est-à-dire les gestes techniques élémentaires à des exercices plus complexes de soins dentaires.

3.3 Présentation de la méthode de recueil de données en phase préliminaire de la recherche

Au cours du premier semestre 2023, une étude préliminaire a été menée auprès de 90 étudiants, sur un total de 94 étudiants en troisième année de chirurgie dentaire à la Faculté d'Odontologie de Nantes. Cette étude a été menée en collaboration avec le laboratoire RmeS qui s'est intéressé à l'impact de l'immersion totale en simulation haptique sur l'acquisition des compétences en dentisterie préclinique à travers une étude comparative. Les étudiants ont été répartis pour l'expérimentation en deux groupes de 45 (figure 2). Cette étude a été conduite en deux phases distinctes : le premier groupe (G1) a débuté avec des séances de simulation sans visiocasque, puis avec visiocasque. Le second groupe (G2), quant à lui, a commencé les séances avec le simulateur équipé du visiocasque, puis sans le visiocasque. Chacun des groupes a été soumis aux deux phases, effectué le même exercice tout au long de l'étude, avec deux essais par phase. Il est important de noter que tous les étudiants avaient une expérience préalable de la simulation conventionnelle, et certains avaient déjà utilisé le simulateur *Virteeasy Dental®* au cours de leur premier semestre de formation.

	G1	G2
Phase 1	S1SC	S1AC
Phase 2	S2AC	S2SC

Fig. 2. Tableau de présentation des phases et séances de l'étude

(G1) S1SC : 1^{ère} séance sans casque de réalité virtuelle S2AC : 2^{ème} séance avec casque de réalité virtuelle
(G2) S1AC : 1^{ère} séance avec casque de réalité virtuelle S2SC : 2^{ème} séance sans casque de réalité virtuelle

Concernant notre équipe CREN, nous avons mené une enquête quantitative par questionnaire auto administré afin de recueillir les ressentis et retours d'expérience des étudiants. Il a été construit à partir de l'échelle d'acceptation instrumentale appliquée aux TICE « Tam_INJ » [9]. Un premier questionnaire a été distribué à l'issue des séances sans visiocasque et un questionnaire à l'issue des séances avec visiocasque. Nous avons collecté 174 réponses, dont 44 S1AC, 45 S2SC, 40 S1SC et 45 S2AC. L'analyse des données a été réalisée selon un tri à plat. Les résultats sont présentés selon quatre volets : la facilité d'utilisation globale, les préférences d'utilisation, les suggestions d'améliorations et les propositions d'usage.

4 Résultats

4.1 4.1 Une facilité d'utilisation globale

Ce premier volet présente les résultats concernant la facilité d'utilisation du simulateur *Virteeasy Dental®* par les étudiants. Comme l'illustre la figure 3, le passage du simula-

teur sans visiocasque (S1SC) à celui avec visiocasque (S2AC) a entraîné une diminution de la perception de facilité d'utilisation. À l'inverse, le passage du simulateur avec visiocasque (S1AC) à celui sans visiocasque (S2SC) a augmenté la perception de facilité d'utilisation. Il en est de même pour l'adaptation à la position de travail imposée par le simulateur (figure 4).

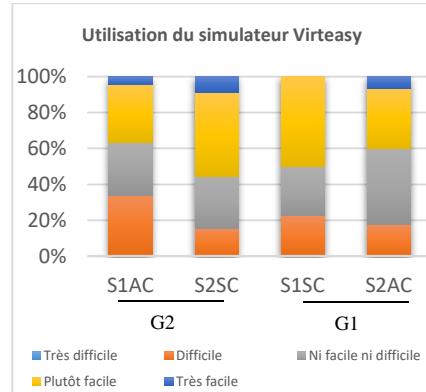


Fig. 3. Facilité d'utilisation du simulateur Virteasy

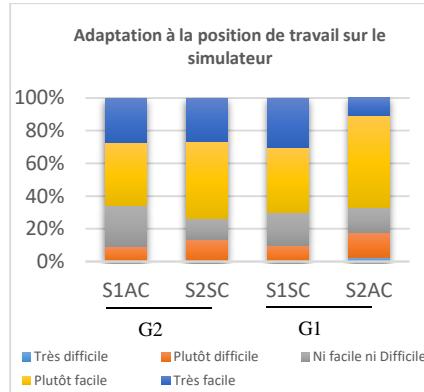


Fig. 4. Facilité d'adaptation à la position de travail sur le simulateur

En ce qui concerne la manipulation du bras haptique (figure 5), lors de la phase 1, nous voyons que le groupe 1 déclare en majorité facile l'utilisation du bras haptique alors que le groupe 2 à des avis bien plus partagés entre difficile et facile. Lors de la phase 2, la facilité d'utilisation diminue pour le groupe 1 au passage du simulateur sans visiocasque au simulateur avec visiocasque l'ont jugée difficile. À l'inverse pour le groupe 2, il y a une nette diminution des étudiants jugeant difficile la manipulation du bras haptique à l'utilisation du simulateur sans visiocasque. Dans l'environnement avec visiocasque, la facilité à utiliser le visiocasque (figure 6) et la manette (figure 7) obtiennent de bons résultats. La majorité des étudiants trouvent facile ou très facile leur utilisation.

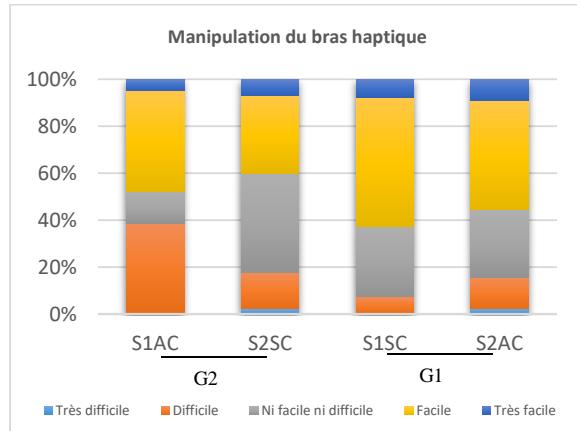


Fig. 5. Facilité de manipulation du bras haptique

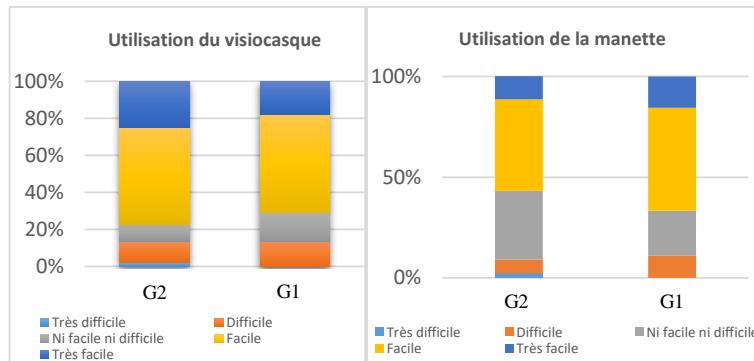


Fig. 6. Facilité d'utilisation du visiocasque

Fig. 7. Facilité d'utilisation de la manette

Nous pouvons dire que les étudiants ont un avis partagé quant à l'utilisation du simulateur *Virteasy Dental®* en lien avec l'utilisation ou non du visiocasque. L'utilisation de ce dernier a un impact négatif sur la perception de la facilité d'utilisation globale, mais aussi sur la manipulation du bras à retour d'effort.

4.2 Des préférences d'utilisation

Ce deuxième volet de résultats porte sur les ressentis des étudiants quant au réalisme des sensations du simulateur *Virteasy Dental®*, mais aussi leurs préférences d'utilisation avec ou sans visiocasque. À l'issue de la première phase, la majorité des étudiants que ce soit pour le groupe 1 ou le groupe 2 ont aimé utiliser le simulateur (figure 8). À l'issue de la seconde phase, l'ensemble des chiffres sont en baisse, mais restent positifs. Nous remarquons tout de même que les résultats sont globalement meilleurs pour le

groupe 1 qui a débuté par l'utilisation du simulateur sans visiocasque. De même, la majorité des étudiants des groupes 1 et 2 déclarent souhaiter à nouveau utiliser le simulateur au cours de leur formation (figure 9) avec une légère baisse des avis positifs lors de la deuxième phase.

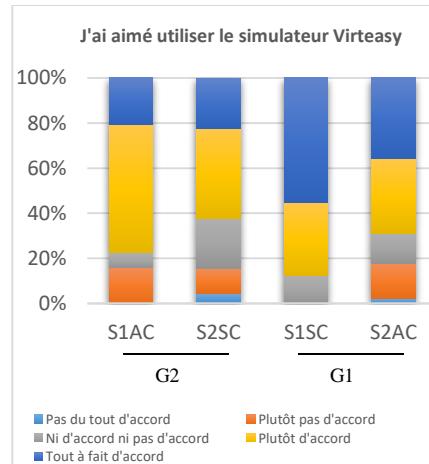


Fig. 8. Appréciation d'utilisation du simulateur

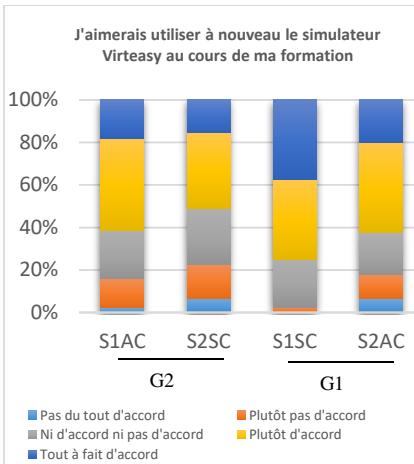


Fig. 9. Souhait d'utiliser à nouveau le simulateur au cours de la formation

Concernant le réalisme de la simulation, nous constatons que l'utilisation du visiocasque a un impact sur la perception de réalisme de la simulation. En effet, les résultats (figure 10) se sont améliorés au passage de l'utilisation du simulateur avec visiocasque à sans visiocasque (groupe 2) et diminués dans le cas inverse (groupe 1). Concernant, les sensations physiques (contact avec les dents, l'émail, la dentine, le fraisage avec les différents outils) issues du bras à retour d'effort (figure 11), les avis sont partagés. Nous constatons des résultats proches entre les étudiants qui trouvent les sensations physiques satisfaisantes et ceux qui les trouvent insatisfaisantes. Ce cas de figure se retrouve au sein des deux groupes. Cependant, le groupe 2 voit ses résultats stables entre la première phase à la seconde tandis que le groupe 1 voit une plus importante diminution de la satisfaction du ressenti des sensations physiques au passage de l'utilisation du simulateur avec visiocasque. L'utilisation du visiocasque semble donc également avoir un impact sur les sensations physiques ressenties à travers le bras à retour d'effort.

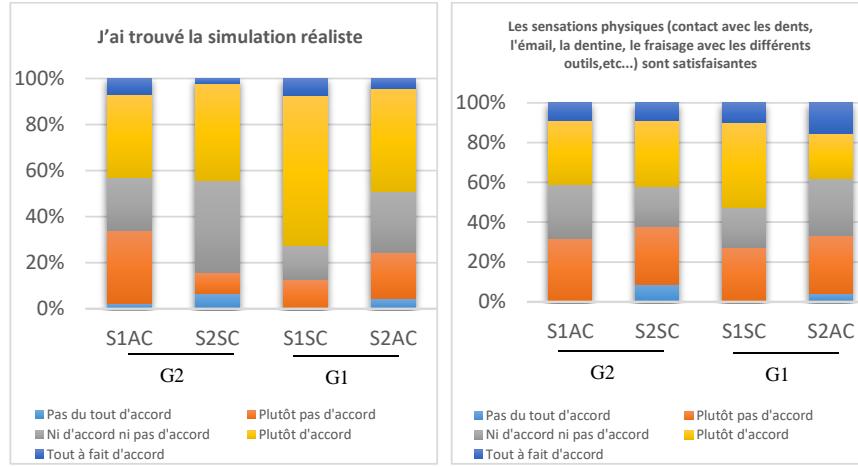
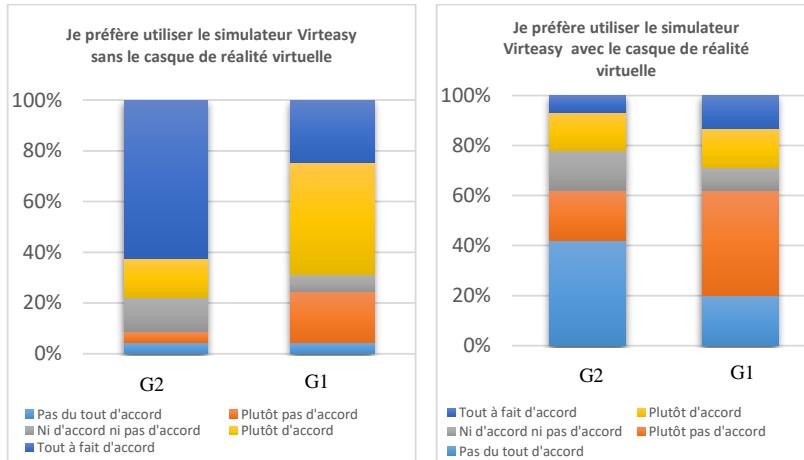


Fig. 10. Appréciation du réalisme de la simulation

Fig. 11. Satisfaction du ressenti des sensations physiques

L'utilisation du casque de réalité virtuelle lors des premières séances semble avoir un impact sur l'expérience utilisateur notamment sur l'intention d'utiliser à nouveau le simulateur. De même, l'intégration du visiocasque en séance 2 pour le groupe 1 a diminué l'impression de réalisme et la satisfaction des sensations ressenties à travers le bras à retour d'effort. Il faut noter que 18.2% des étudiants du groupe 2 et 20% du groupe 1 déclarent des effets secondaires tels que de migraines, une vision floue, des vertiges, des nausées et des engourdissements. Un étudiant parle d'une « *sensation de perte de contrôle* », un autre d'une expérience « *similaire à la sortie d'un grand huit* ». Nous avons enfin demandé aux étudiants s'ils préfèrent utiliser le simulateur avec ou sans visiocasque. À ce stade, la majorité des étudiants souhaitent utiliser le simulateur sans visiocasque (figure 12) avec un avis beaucoup plus marqué pour le groupe 2. Nous avons posé la question inverse et là encore la majorité des étudiants déclarent préférer ne pas utiliser le visiocasque (figure 13).



Le calcul des moyennes est réalisé en attribuant un chiffre à chaque item sur une échelle de 1 à 5. 1 : très difficile/pas du tout d'accord ; 2 : plutôt difficile/plutôt pas d'accord ; 3 : ni facile ni difficile/ni d'accord ni pas d'accord ; 4 : plutôt facile/plutôt d'accord ; 5 : très facile/tout à fait d'accord. Les moyennes des différentes variables confirment les tendances observées.

	G1	G2
Facilité d'utilisation du simulateur Virteasy	3.29	3.28
Facilité d'adaptation à la position de travail	3.74	3.85
Facilité de manipulation du bras haptique	3.55	3.2
Facilité d'utilisation du visiocasque	3.76	3.86
Facilitation d'utilisation de la manette	3.71	3.57
J'ai aimé utiliser le simulateur Virteasy	4.14	3.73
Je souhaite à nouveau utiliser le simulateur Virteasy au cours de la formation	3.84	3.5
J'ai trouvé la simulation réaliste	3.46	3.19
Les sensations physiques sont satisfaisantes	3.25	3.11
J'ai préféré utiliser le simulateur Virteasy sans le casque	3.64	4.27
J'ai préféré utiliser le simulateur Virteasy avec le casque	2.6	2.24

Fig. 14. Tableau comparatif des moyennes des variables de l'étude exploratoire sur l'utilisation du simulateur *Virteasy Dental®* avec et sans visiocasque.

Globalement, à travers les résultats de ce deuxième volet, nous voyons que l'utilisation du simulateur avec visiocasque semble avoir un impact sur l'intention de l'utiliser

et le réalisme des sensations perçues. Les résultats sont globalement meilleurs lorsque le simulateur est dans un premier temps utilisé sans visiocasque et dans un second temps avec visiocasque.

4.3 Des suggestions d'améliorations

Ces résultats quantitatifs sont complétés par des questions ouvertes permettant de recueillir des verbatims. Ce troisième volet de résultat s'intéresse notamment aux suggestions d'améliorations du simulateur *Virteasy Dental®*. Elles peuvent être réparties en 4 axes :

1. La fidélité des sensations
 2. Les repères dans l'espace
 3. L'ergonomie
 4. Les fonctionnalités pédagogiques
-
1. Les avis des étudiants sont partagés quant à la fidélité des sensations. Certains jugent que le simulateur de réalité virtuelle « *ne retranscrit pas les sensations réelles* » attendues alors que d'autres jugent « *la simulation très réaliste* ». Il est nécessaire pour les étudiants d'améliorer « *la sensibilité* », « *la réalité des sensations dans la main tenant le bras haptique* ». Malgré que la simulation soit jugée comme « *une bonne expérience à faire* », il manque des éléments de « *contexte, l'environnement du cabinet, la table de travail, les joues, la vision en direct* » pour améliorer le sentiment de réalisme. L'utilisation du simulateur avec le visiocasque est jugée comme une « *simulation plus réelle et concrète* » grâce à l'immersion mais moins « *réaliste* ». En fait, pour un étudiant « *l'utilisation du casque permet un meilleur réalisme, mais avec certaines contraintes* ».
 2. En effet, selon les étudiants, « *mettre le casque VR rend les aspects de profondeur plus difficiles à appréhender, les profondeurs sont plus faciles à repérer sans le casque, le contrôle semble plus aisé* » notamment pour « *bouger la dent et aller dans les parois plus facilement* ». Mais les avis sont partagés. Certains se repèrent « *mieux en 3D avec le casque* » alors que d'autres n'ont « *plus de repères* ». Les étudiants suggèrent « *d'améliorer la vision dans le casque* », la « *nettété de la vision* » et la « *gestion de la caméra* ».
 3. L'ergonomie est aussi un point important soulevé par les étudiants avec par exemple une « *posture mal adaptée avec le casque, un peu lourd donc douleurs au dos* » qui pourrait s'améliorer par la « *présence de capteurs de mouvements et/ou d'une chaise plus ergonomique* » comme une « *chaise avec un dossier* ». Pour l'instrument à retour d'effort, ils soulignent le besoin « *d'améliorer la manipulation du bras haptique avec une meilleure surface pour prendre appui* » car c'est « *parfois difficile à manier* » et le socle devrait davantage ressembler « *à une mandibule* » pour se rapprocher de l'environnement réel d'un praticien.
 4. Concernant les avis des étudiants quant à l'utilisation du simulateur du point de vue pédagogique, ils trouvent que c'est « *un outil pédagogique intéressant de*

par toutes les informations qu'il peut nous apporter », mais il interviendrait en « complément des travaux pratiques » classiques sur fantôme. Cette forme de simulation permettrait notamment d'apporter « un point de vue différent sur les techniques de préparation ». Il est nécessaire aussi d'ajouter davantage de feedback avec des « effets sonores », mais aussi visuels et tactiles. Bien que le casque soit jugé « très formateur », « très pratique, ludique et pédagogique », qu'il permette un travail « plus immersif et plus fun » et une progression plus rapide, les étudiants trouvent leurs résultats aux exercices « plus satisfaisants sans le casque ». Pour le moment, « l'ajout du casque ne rapporte pas de bénéfices à l'usage alors que sans j'ai vraiment apprécié et pris en main la simulation rapidement ». Un autre étudiant précise qu'il « faudrait plus s'entraîner avec le simulateur pour savoir bien l'utiliser et mettre à profit ce qu'il nous apprend dans notre vraie pratique » et que « cela demande un long temps d'adaptation qui peut être difficile à mettre en place ».

Finalement, les améliorations fonctionnelles proposées par les étudiants portent principalement sur le perfectionnement de l'environnement virtuel pour être au plus proche de l'environnement réel quotidien d'un chirurgien-dentiste et ainsi améliorer le réalisme et l'immersion. Les étudiants soulignent la nécessité d'une période d'adaptation à ce nouvel environnement bien différent de la simulation conventionnelle dont ils ont l'habitude. L'utilisation du casque de réalité virtuelle ne serait pas à utiliser dans un premier temps pour favoriser une prise en main plus rapide de l'environnement.

4.4 Des propositions d'usage

Ce quatrième et dernier volet se penche sur les propositions d'usage du simulateur *Virteasy Dental®*. Selon les étudiants, celui-ci pourrait s'utiliser « avec et sans casque, les deux sont intéressants ». Ils proposent, notamment, de l'intégrer au sein des travaux pratiques déjà existants « dans les premiers cours, dans la découverte du milieu dentaire pour comprendre les attendus » pour « découvrir l'anatomie dentaire par exemple », « aborder une nouvelle notion » et « pour découvrir les nouveaux gestes ». Ils proposent également de l'utiliser comme outil d'entraînement notamment sur des actes où ils ne sont « pas à l'aise », pour « s'améliorer en cas d'échec », « pour avoir l'exemple d'un objectif à atteindre » et « régulièrement pour voir son évolution ». Cela peut être également « en complément des travaux pratiques, mis à disposition dans une salle sur nos heures de temps libre pour ceux qui veulent » car ils n'ont aucun moyen actuellement de « s'améliorer et de s'entraîner à côté ».

Les étudiants vont plus loin en proposant des ajouts à la séquence pédagogique existante avec des modules pour « tester des soins qu'on ne peut pas faire en TP comme des anesthésies, avulsions, détartrage », mais aussi « simuler des conditions cliniques particulières » et des « traitements plus complexes ». En fait « des exercices qui ne peuvent être faits sur des fantômes ». Mais les étudiants insistent surtout sur la nécessité d'intégrer des mises en situation avec « un patient virtuel », « un vrai patient qui pour-

rait simuler la douleur, fatigue » avec plus de « facteurs (langue, muqueuse, mouvements) » en allant jusqu'à « prendre en charge de A à Z un patient pour vraiment simuler une prise en charge » et cette fois-ci « avec le casque ».

5 Conclusion et discussion

Nos résultats montrent que le simulateur *Virteasy Dental®* a un réel potentiel d'intégration dans la formation préclinique en Odontologie. La majorité des étudiants ont aimé utiliser le simulateur et souhaiteraient l'utiliser à nouveau. La facilité d'utilisation du simulateur complexifiée par l'intégration du visiocasque, a un impact sur l'intention d'usage, mais n'empêche pas les étudiants d'en proposer quelques perspectives. Les suggestions des étudiants portent principalement sur un travail autour des éléments qui permettent une expérience similaire à celle qu'ils auront dans leur future pratique de chirurgien-dentiste.

Comme tout nouvel outil intégré dans des pratiques déjà installées, il est nécessaire de respecter une période d'adaptation. En effet, le simulateur étant un dispositif technique multi-instrumental [10], les étudiants doivent s'approprier chacune de ses composantes qui sont bien différentes de celles rencontrées en simulation conventionnelle et qui implique une charge cognitive par l'afflux d'informations à traiter. La charte de recommandations sur l'usage de réalité virtuelle rédigée par le comité d'éthique VR indique « *pour une immersion plus efficace et confortable, il convient de progresser avec une probabilité croissante, accompagnée par des niveaux d'immersions successifs. Cela permettra au cerveau de « lâcher » petit à petit et par la même d'augmenter la probabilité dans l'immersion* » [7].

Dans notre contexte, nous suggérons que l'utilisation du simulateur *Virteasy Dental®* commence par une immersion partielle avec l'écran d'ordinateur et le bras à retour d'effort suivie d'une intégration graduelle du visiocasque permettant une appropriation progressive et réduisant ainsi le besoin de contrôle en immersion [11]. Cela permettrait également de suivre la progression pédagogique des étudiants allant d'un environnement où l'étudiant peut facilement échanger avec l'enseignant à un environnement impliquant une plus grande autonomie dans les exercices réalisés. Effectivement, à travers notre étude longitudinale en cours, nous observons que le simulateur avec le visiocasque doit s'utiliser davantage en autonomie notamment dû à l'ergonomie du visiocasque qui limite les échanges avec l'enseignant et les pairs. Ainsi, le simulateur peut s'intégrer dans les séquences pédagogiques en immersion partielle sans visiocasque pour la découverte du milieu dentaire et l'apprentissage des gestes techniques élémentaires, mais nécessitera la création de nouveaux modules et exercices scénarisés pour exploiter le potentiel de l'immersion totale à travers des mises en situations cliniques.

Bien sûr ces résultats sont à nuancer puisqu'il s'agit pour la plupart des étudiants d'un premier contact avec le simulateur de réalité virtuelle et pour certains même la réalité virtuelle de manière globale. La suite de l'étude en Sciences de l'Information et de la Communication consiste à mener une étude longitudinale comprenant des enquêtes quantitatives, qualitatives et observations afin d'investiguer les processus d'appropriation issus de l'usage du simulateur et ce dans une boucle d'itération continue

entre les retours d'expériences utilisateurs et son amélioration fonctionnelle. Nous continuerons à nous intéresser également à l'intégration de ce nouvel environnement dans la formation à travers des scénarios pédagogiques adaptés au processus d'appropriation du simulateur et à la progression pédagogique des étudiants. Mais pas seulement. Dans une perspective systémique, nous interrogeons l'ensemble des acteurs impliqués et notamment les enseignants dispensant les cours de travaux pratiques. Nous nous intéresserons à l'impact de l'utilisation de cet environnement virtuel sur les pratiques existantes des enseignants, mais aussi plus largement sur la circulation et la médiation des savoirs dans la situation d'enseignement-apprentissage.

Références

1. Rouge, J.-A. (2016). Intérêt pédagogique de la simulation. *Interbloc*, 35(3), 174-177.
2. Tisseron, S. (2021). Chapitre 22. La Réalité Virtuelle : Définition, usages et éthique. In Comprendre et soigner l'homme connecté (p. 189-200). Dunod.
3. Fuchs, P., Moreau, G., & Berthoz, A. (2006). Le traité de la réalité virtuelle volume 1 : L'Homme et l'environnement virtuel (Presse des Mines).
4. Fuchs, P. (1996). Les interfaces de la réalité virtuelle. Éditeur AJIIMD.
5. Burkhardt, J.-M. (2003). Réalité virtuelle et ergonomie : Quelques apports réciproques. *Le travail humain*, 66(1), 65.
6. Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the Heart of It All : The Concept of Presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*.
7. Comité d'éthique VR. (2020). Charte de recommandations sur l'usage de la Réalité Virtuelle.
8. Bonfils, P., & Durampart, M. (2013). Environnements immersifs et dispositifs numériques. Etudes expérimentales et approches distanciées. *Journal for Communication Studies*, 6, 107-124.
9. Caron, P.-A., & Heutte, J. (2017). Comprendre l'usage que les professeurs des écoles font des TNI et du numérique.
10. Loison, V., Pirolli, F., Cretin-Pirolli, R., & Lopez-Cazaux, S. (2023). Introduction des nouveaux environnements virtuels de simulation dans la formation – Quelques modèles théoriques d'intégration et exemple d'une méthodologie de recherche dans le cadre du projet EVAGO.
11. Madert, L. (2021). Besoin de contrôle : Un frein à l'immersion en réalité virtuelle ?

Indicateurs pour évaluer l'expérience d'apprentissage des *Serious Games* sur appareil mobile

Ying-Donc Liu [0000-0002-3984-5751]

Université de Strasbourg, LISEC, 67000 Strasbourg, France
Université Lumière Lyon 2, ECP, 69007 Lyon, France
yingdong.liu8@univ-lyon2.fr

Résumé L'évaluation des *Serious Games* (SGs) est un domaine complexe qui fait intervenir différents tels que la conception, la programmation, le graphisme et l'expérience utilisateur. Les méthodes d'évaluation abordées dans la littérature soulignent certaines limites. En effet, les critères utilisés sont souvent spécifiques à certains projets, ce qui rend difficile leur application à d'autres jeux [1]. Afin d'approfondir la compréhension des pratiques d'évaluation des SGs et de déterminer des indicateurs permettant d'évaluer la satisfaction de l'expérience d'apprentissage sur appareils mobiles, nous avons entrepris une revue de littérature pertinente et interrogé des professionnels de divers secteurs. Nous avons identifié 38 indicateurs qui sont susceptibles de contribuer à la satisfaction de l'expérience d'apprentissage. Suite aux entretiens avec 15 professionnels issus de cinq domaines différents (ingénieurs pédagogiques, enseignants-rechercheurs, *game designers*, concepteurs d'expérience utilisateur et apprenants-joueurs), 18 critères de l'évaluation de la satisfaction de l'expérience d'apprentissage ont été retenus, permettant ainsi aux concepteurs de jeux d'optimiser l'expérience d'apprentissage dans les *Serious Games* sur appareils mobiles.

Mots clés : évaluation, expérience d'apprentissage, *serious game*, appareil mobile

1 Introduction

Les *Serious Games* (SGs), ou jeux sérieux, constituent une approche innovante dans le domaine de l'éducation et de la formation, exploitant le potentiel ludique et interactif des jeux pour atteindre des objectifs d'apprentissage. Contrairement aux jeux vidéo, dont l'objectif principal est le divertissement, les SGs visent à lier les objectifs sérieux et les ressorts ludiques [2], permettant ainsi aux utilisateurs d'acquérir des connaissances, de développer des compétences ou de modifier des comportements de manière engageante.

Avec l'avènement des appareils mobiles, tels que les smartphones et les tablettes, les SGs ont trouvé un nouveau terrain de déploiement, offrant une accessibilité et une flexibilité accrues. Les utilisateurs peuvent désormais s'engager dans des expériences d'apprentissage interactives à tout moment et en tout lieu. L'étude de Crompton et Burke [3]

concernant l'apprentissage mobile révèle que 74 % des études sélectionnées impliquaient des étudiants universitaires de premier cycle et que 54 % d'entre eux évoluaient dans un cadre d'enseignement [3]. Les auteurs encouragent les enseignants universitaires à envisager la possibilité de l'utilisation des appareils mobiles dans le cadre de leurs cours. L'apprentissage mobile offre de nouvelles opportunités pour renforcer l'engagement des étudiants, en leur permettant d'accéder aux ressources d'apprentissage à tout moment et en tout lieu [4]. Ce contexte favorise l'approche pédagogique centrée sur l'apprenant, où ce dernier peut contrôler son propre apprentissage et adapter ses études selon ses besoins personnels et préférentiels [5], tout en fournissant des *feedbacks* immédiats. De plus, les SGs sur appareil mobile permettent aux apprenants d'apprendre à tout moment et d'appliquer à leur guise et de façon ludique ce qu'ils ont appris, mais aussi aux enseignants de suivre plus facilement l'apprentissage de leurs apprenants, quel que soit le contexte. Les SGs peuvent donc devenir un moyen efficace pour suivre le rythme d'apprentissage des étudiants et leur proposer un accompagnement personnalisé. L'expérience d'apprentissage « représente l'ensemble des expériences psychologiques et cognitives que l'apprenant peut éprouver durant le processus des interactions avec son environnement et le résultat qui en découle » [6]. L'apprenant, l'interaction, l'environnement, ainsi que les résultats qui en découlent, sont essentiels dans l'expérience d'apprentissage [6]. Dans cette perspective, les SGs sur appareil mobile offrent aux apprenants l'opportunité de s'immerger dans un environnement d'apprentissage virtuel, enrichissant ainsi leur expérience en la rendant plus accessible, personnalisée, interactive et captivante. Ces jeux constituent une approche complémentaire aux méthodes éducatives traditionnelles, en soulignant l'importance de l'application pratique des connaissances et en favorisant le développement de compétences diversifiées.

De ce fait, l'évaluation de l'expérience d'apprentissage offerte par les SGs sur appareil mobile est cruciale pour comprendre leur efficacité et pour optimiser leur conception. Cette évaluation peut être envisagée sous différentes perspectives, incluant l'impact cognitif, affectif et comportemental sur les apprenants. Elle permet de déterminer dans quelle mesure ces jeux favorisent l'engagement, la motivation, la satisfaction et le développement de connaissances et de compétences. Or, comment évaluer une telle expérience d'apprentissage dans les *Serious Games* sur appareils mobiles ? Quels sont les indicateurs à prendre en compte ? Notre recherche explore les indicateurs qui sont susceptibles de contribuer à une expérience d'apprentissage satisfaisante, en s'appuyant sur des études de la littérature existante et des entretiens avec des professionnels du secteur. Il s'agit de comprendre les pratiques existantes pour évaluer les SGs ; l'objectif final étant de fournir des perspectives susceptibles d'être intégrées dans la phase de conception, afin de créer des SGs efficaces et satisfaisants.

2 Revue de la littérature sur l'évaluation de l'expérience d'apprentissage via les *Serious Games* sur appareils mobiles

Dans la littérature, l'expérience d'apprentissage est rarement traitée comme un concept autonome. Chaque recherche propose un angle différent pour évaluer l'expérience

d'apprentissage. Une étude de revue systématique sur l'évaluation de l'expérience d'apprentissage montre que certaines études se focalisent sur l'activité elle-même, qu'elle soit individuelle ou collective, avec ou sans technologie ; d'autres se concentrent sur la perception des apprenants, tandis que d'autres encore s'intéressent à l'attitude et au comportement des apprenants [7]. De plus, l'expérience d'apprentissage est souvent mise en relation avec l'expérience de jeu, l'expérience utilisateur et l'expérience de *flow*, entre autres. L'étude de Lin suggère que dans l'expérience d'apprentissage, les critiques négatives, la facilité d'utilisation et d'utilité perçues, la satisfaction de qualité et l'attitude ont un effet sur la **continuité de l'utilisation** [8]. Quant à l'évaluation de l'expérience de jeu, certaines études se concentrent sur le plaisir procuré par le jeu, d'autres prennent en compte à la fois l'aspect d'apprentissage et l'aspect ludique, tandis que d'autres encore considèrent l'expérience utilisateur comme synonyme de l'expérience de jeu [1]. Nous avons distingué l'expérience d'apprentissage et l'expérience de jeu car, pour nous, l'expérience d'apprentissage, dans sa définition la plus étendue, se réfère aux états psychologiques et cognitifs survenant lorsque l'apprenant interagit avec son environnement, ainsi qu'aux connaissances ou compétences acquises [6]. En contraste, l'expérience de jeu se distingue par des éléments inhérents au jeu tels que la **narration**, la ludification, l'immersion etc. Issue de la littérature, l'étude de Liu propose dix principes relatifs à la satisfaction de l'expérience d'apprentissage : **la volonté d'apprentissage, la clarté de l'objectif d'apprentissage, l'émotion, l'adéquation avec les besoins des apprenants, la compatibilité, la flexibilité, l'interaction, le feedback immédiat, la réflexivité et le résultat** [6].

L'expérience d'apprentissage est étroitement liée à l'expérience utilisateur. Les utilisateurs ayant une expérience d'apprentissage en ligne continuent à apprendre davantage en fonction de l'utilité perçue, alors que les utilisateurs moins expérimentés s'appuient davantage sur la **facilité d'utilisation perçue** [8]. L'expérience utilisateur (UX) est définie par des « perceptions et réactions d'un utilisateur qui résultent de l'utilisation effective et/ou anticipée d'un système, produit ou service » (p. 4) [9]. Quant à l'utilisabilité, elle fait référence aux qualités de l'interface utilisateur d'un produit, telles que la facilité d'apprentissage, l'efficacité, la mémorisation, la capacité de prévention des erreurs, et le degré de satisfaction de l'utilisateur [10]. La conception de l'UX a ainsi pour tendance à répondre à l'ensemble des mesures mises en œuvre afin de concevoir un système satisfaisant pour l'utilisateur. De ce fait, de nombreuses recherches ont utilisé la satisfaction comme l'indicateur le plus important à évaluer. Certains chercheurs proposent de mesurer l'expérience utilisateur à l'aide de paramètres observables qui comprennent l'efficacité, l'**efficacité** et la **satisfaction** de l'utilisateur [11]. Par ailleurs, Mahlke [12] propose trois dimensions de l'expérience utilisateur : la perception de la qualité instrumentale qui comprend l'**utilité**, l'utilisabilité, l'efficacité, la **contrôlabilité**, le service du système et l'apprenabilité ; la perception de la qualité non instrumentale qui comprend les aspects esthétiques, symboliques et motivationnels ; enfin, les réactions émotionnelles des utilisateurs, qui englobent les sentiments subjectifs, les expressions motrices et comportementales, les réactions physiologiques, les évaluations cognitives et les tendances comportementales [12]. Dans cette perspective, la **charge cognitive**, qui représente l'effort requis par le cerveau pour traiter une tâche au sein d'un dispositif, doit aussi être considérée. Hassenzahl [13] propose en outre d'évaluer

l'UX par ses qualités pragmatique et hédonique. La qualité pragmatique se concentre sur le produit (l'utilité, la facilité d'utilisation), alors que la qualité hédonique se concentre sur l'utilisateur (son intérêt, ses besoins et ses expériences antérieures). Hassenzahl, Burmester et Koller [14] ont d'ailleurs élaboré le questionnaire AttrakDiff afin d'évaluer ces deux qualités. Ce modèle met davantage l'accent sur la qualité hédonique que sur la qualité pragmatique, alors que le modèle proposé par Schrepp, Hinderks et Thomaschewski [15] juge au contraire ces deux qualités de manière équitable. Ce dernier distingue d'un côté les aspects pragmatiques (**compréhensibilité**, efficacité, contrôlabilité), qui se concentrent sur l'utilisabilité, et de l'autre, les aspects hédoniques (stimulation et originalité) axés sur l'expérience utilisateur et l'attractivité. Pour Lindgaard [16], l'**esthétique**, l'émotion, la sympathie, l'attente et la facilité d'utilisation sont liées à la satisfaction de l'utilisateur. Les critères de qualité tels que l'attraction, l'adéquation entre les fonctionnalités, la facilité d'utilisation et d'apprentissage, l'accessibilité et la **sécurité** déterminent la performance et la satisfaction des utilisateurs [17]. De plus, l'approche proposée par Alben [18] offre un cadre holistique pour l'évaluation et la conception de l'interaction utilisateur-produit. Son modèle s'articule autour de huit critères fondamentaux : la compréhension des besoins des utilisateurs, la correspondance aux besoins, la conception efficace, la facilité d'utilisation, l'esthétique, la pertinence pour la résolution du problème, la **mutabilité** et la contrôlabilité du produit, qui visent à maximiser l'efficacité et la satisfaction de l'utilisateur.

Quant à l'expérience de jeu, elle encourage l'interaction entre le joueur et son environnement [19]. Ces interactions naissent des libertés accordées, tout en se conformant aux règles établies [20]. Sous cet angle, l'interactivité et la **liberté** se révèlent essentielles dans un jeu, renforçant ainsi sa **jouabilité** (*gameplay* en anglais). Cette dernière peut être définie comme « l'ensemble des activités que le joueur peut entreprendre durant son expérience **ludique**, ainsi que celles initiées par d'autres entités du monde virtuel. Ces dernières peuvent soit répondre aux actions du joueur, soit être des actions autonomes dynamisant l'univers virtuel. »¹ [21]. En effet, la jouabilité englobe toutes les activités que le joueur peut effectuer dans un jeu. Selon Fabricatore [21], la jouabilité repose principalement sur deux éléments clés : l'interactivité et l'activité. Dans les jeux, il est possible de renforcer les comportements grâce à la méthode de l'**essai-erreur** et à la répétition [22]. L'étude de Ávila-Pesáñez et al. [23] propose, en outre, une évaluation du jeu axée principalement sur l'accomplissement des objectifs pédagogiques. Cette évaluation englobe diverses dimensions, telles que les attentes des joueurs, le **développement cognitif**, les comportements d'apprentissage, l'assurance de la qualité pédagogique, la satisfaction et la motivation des joueurs, ainsi que la réflexivité. Elle prend également en compte le *feedback*, la participation familiale au jeu, le **contexte collaboratif** et les caractéristiques du jeu qui le rendent à la fois attrayant et divertissant. En revanche, le modèle *GameFlow* développé par [24] met l'accent sur le **plaisir** du jeu, notamment sur l'expérience des joueurs. Ce modèle considère des

¹ Traduction libre de « *gameplay as the set of activities that can be performed by the player during the ludic experience, and by other entities belonging to the virtual world, as a response to player's actions and/or as autonomous courses of action that contribute to the liveliness of the virtual world* » (Fabricatore, 2007, p. 5).

facteurs tels que la concentration, le niveau de **défi**, la maîtrise des compétences par le joueur, le contrôle exercé sur le jeu, la clarté des objectifs, la qualité du *feedback*, le **degré d'immersion** et l'interaction sociale comme éléments centraux à l'**engagement** du joueur. L'intégration des éléments du concept de *flow* est essentielle pour enrichir l'expérience d'apprentissage et maximaliser l'efficacité des SGs, comme le souligne Kiili [25]. En complément, le *Game Experience Questionnaire* (GEQ), développé par IJsselsteijn et al. [26], vise à évaluer l'expérience de jeu à travers sept composantes spécifiques : immersion, *flow*, compétence, ressentis positifs et négatifs (émotions), tension et défi. Par ailleurs, la méthode d'évaluation des SGs proposée par Escudeiro et Escudeiro [27] se base sur trois critères clés : fonctionnalité, efficacité et **adaptabilité**, tout en excluant le divertissement comme variable. Le critère « Fonctionnalité » évalue la facilité d'utilisation et la qualité du contenu. L'« Efficacité » englobe quatre dimensions : la qualité audiovisuelle, les éléments techniques et statiques, l'ergonomie de navigation et d'interaction, ainsi que **l'originalité (nouveauté)** et l'intégration de technologies innovantes. Quant à l'« Adaptabilité », elle comprend cinq aspects : la polyvalence, les dimensions pédagogiques, les ressources didactiques, la stimulation de l'initiative et de l'auto-apprentissage, et enfin, l'effort cognitif requis par les activités. Nah et al. [28] soutiennent d'ailleurs que la facilité d'utilisation, la clarté des objectifs et la fourniture d'un *feedback* immédiat participent des éléments cruciaux pour la réussite des SGs.

Étant donné que notre sujet aborde l'expérience d'apprentissage via des SGs sur appareils mobiles, il est indispensable d'évoquer les expériences liées à l'apprentissage mobile. Dans une revue de littérature, Orr [29] met en évidence quatre contraintes majeures liées à l'apprentissage mobile : la taille réduite de l'écran, les **problèmes de connexion**, les enjeux de compatibilité logicielle et les distractions inhérentes au mobile. Koole [30] élabore un modèle conceptuel FRAME (Rational Analysis of Mobile Education), et définit l'apprentissage mobile comme étant le fruit d'une synergie entre la technologie mobile, les capacités d'apprentissage humaines et les dynamiques de l'interaction sociale. De ce fait, cet auteur suggère d'évaluer l'apprentissage mobile en fonction de trois axes fondamentaux. Le premier est afférent à la dimension de l'appareil mobile qui englobe les caractéristiques physiques, techniques et fonctionnelles, comme la capacité de stockage, la puissance du processeur, la vitesse d'exécution, la **compatibilité**, la portabilité/**mobilité**, la durabilité, ainsi que les critères ergonomiques comme la facilité d'apprentissage, la transparence et l'intuitivité. Le deuxième concerne la dimension relative à l'apprenant qui prend en compte des facteurs tels que la mémoire, les capacités cognitives, les connaissances préalables, les émotions et les motivations individuelles. Enfin, le dernier axe touche à la dimension sociale qui se concentre sur le processus d'interaction sociale, en incluant les règles de coopération, l'échange d'informations, ainsi que l'acquisition de connaissances et de pratiques culturelles. Le modèle FRAME développé par Koole met en lumière la nécessité d'une approche holistique dans l'évaluation de l'apprentissage mobile [30]. Ce modèle encourage l'intégration de perspectives multidisciplinaires, pour une compréhension à la fois plus complète et efficace d'un domaine en perpétuelle évolution. Cette complexité s'accroît encore lorsque la dimension ludique est intégrée dans ce cadre de l'apprentis-

sage. Néanmoins, que ce soit dans le contexte de l'apprentissage en ligne, de l'apprentissage mobile ou encore des *Serious Games*, l'expérience d'apprentissage demeure une composante constante de ces environnements.

En ce qui concerne la satisfaction, elle est le degré auquel les réactions physiques, mentales et émotionnelles de l'utilisateur, découlant de l'emploi d'un système, produit ou service, satisfont aux exigences et anticipations de l'utilisateur [9]. La satisfaction de l'expérience d'apprentissage, dans ce contexte, ne se limite pas simplement à l'atteinte des objectifs pédagogiques ou à l'acquisition de compétences spécifiques. Elle englobe également le sentiment de bien-être, le niveau d'engagement, l'efficacité perçue de l'environnement d'apprentissage, et même des facteurs émotionnels tels que le plaisir, la **curiosité** et un sens de l'accomplissement.

In fine, cette section nous permet d'identifier 38 indicateurs (en gras) qui pourraient optimiser la satisfaction de l'expérience d'apprentissage, nous nous demandons quels sont, parmi eux, les indicateurs essentiels à prendre en compte ?

3 Méthode d'étude

Afin de répondre à cette question de recherche et de mieux comprendre les pratiques de l'évaluation de l'expérience d'apprentissage dans des *Serious Games* sur appareils mobiles existantes, nous avons mené une étude qualitative en interrogeant 20 professionnels issus de différents secteurs d'expertise et travaillant sur les jeux en France. Les quatre premiers nous ont permis de réaliser des réajustements dans notre guide d'entretien. Leurs réponses n'ont donc pas été prises en compte dans l'analyse finale des résultats. Les critères retenus pour le choix des interviewés ont été les suivants :

- 1) les interviewés doivent avoir travaillé dans le domaine des SGs, des technologies mobiles et/ou de l'UX/UI depuis au moins quatre ans dans le milieu de la recherche ou de l'industrie ;
- 2) les interviewés doivent avoir participé au moins une fois à la conception de SGs, d'UX/UI, de l'apprentissage sur mobile ou autres, quelles que soient leurs spécificités professionnelles ;
- 3) les interviewés doivent avoir participé au moins une fois à l'évaluation (y compris à des beta tests) de SGs, de design UX ou de l'apprentissage sur mobile ;
- 4) les experts-joueurs interviewés doivent avoir une expérience d'au moins dix ans dans le domaine des jeux vidéo, y compris les jeux sérieux, les jeux éducatifs, les jeux d'apprentissage, ou tout autre type de jeu. Parmi les 16 entretiens de sélection, un seul a été rejeté, parce qu'il ne correspondait pas totalement aux critères retenus. Les 15 professionnels retenus sont trois ingénieurs pédagogiques (IP), trois *game designer* (GD), trois concepteurs de l'expérience utilisateur (UX), trois enseignants-chercheurs (EC) et trois experts-joueurs (EJ). Le fait d'impliquer des experts de différents secteurs d'activités liés aux jeux nous a semblé propice à mieux appréhender les différents mécanismes du développement des SGs sur appareils mobiles et leurs complexités. Ce choix nous a également paru utile pour nous aider à réduire les biais cognitifs propres à chaque secteur professionnel concerné. Ainsi, il est intéressant de collecter les points de vue de ces experts-joueurs lorsqu'ils se mettent dans la peau des concepteurs de jeu. L'entretien a porté sur trois thèmes principaux : le *Serious Game* sur appareils mobiles ; la

place de l'expérience d'apprentissage dans le *Serious Game* en éducation ; enfin, l'évaluation de l'expérience d'apprentissage des SGs sur appareils mobiles

Concernant les méthodes et techniques d'analyse des données, l'analyse lexicométrique a été utilisée en tant que démarche exploratoire permettant, d'une part, d'identifier la signification d'un discours à partir de ses caractéristiques lexicales et, d'autre part, d'appréhender le sens des propos émis par des personnes à travers leurs discours [31]. Pour la mise en œuvre de cette analyse, nous avons opté pour l'utilisation du logiciel IRaMuTeQ (version 0.7 alpha 2), libre d'accès et dédié à l'analyse des données lexicales. Deux analyses ont été privilégiées pour cette recherche. En premier lieu, la Classification Descendante Hiérarchique (CDH) permet d'identifier des classes statistiquement indépendantes de mots (de formes) afin de présenter les différentes classes des mots corrélées sous la forme d'un dendrogramme. Puis l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), basée sur des calculs d'inertie du nuage de mots, permet d'identifier les traits communs et les disparités de deux premiers grands facteurs. Nous espérons retrouver les quatre éléments essentiels de l'expérience d'apprentissage (l'apprenant, l'interaction, l'environnement et les résultats) dans les discours et les indicateurs essentiels pour analyser cette expérience.

4 Résultats d'étude

Selon Reinert [32], à partir d'un corpus de textes, nous pouvons distinguer les énoncés particuliers de la langue d'un ensemble d'énoncés connotant une même perception globale d'un monde. Dans notre étude, l'analyse statistique du corpus a identifié 4 648 formes distinctes, c'est-à-dire 4 648 mots uniques dans l'ensemble du texte analysé. Par exemple, dans la phrase « Elle a un téléphone », il y a quatre mots, autrement dit, quatre formes différentes : « elle », « a », « un », « téléphone ». Dans l'exemple utilisé dans le dictionnaire des expressions d'Iramuteq : « vis-à-vis » contient une occurrence et une forme. Dans nos données, les formes constituent un total de 73 895 occurrences (ces mots apparaissent au total 73 895 fois), incluant 1 212 hapax, qui sont des mots qui n'apparaissent qu'une seule fois. Parmi toutes ces formes, le terme « jeu » est celui qui est le plus utilisé, avec un total de 1 132 occurrences. Il est suivi des formes « aller » (645 occurrences), « chose » (459 occurrences), « apprentissage » (266 occurrences), « apprendre » (221 occurrences), « voir » (215 occurrences), « mettre » (211 occurrences), « expérience » (208 occurrences) etc.

4.1 Analyse de la Classification Descendante Hiérarchique (CDH)

Nos données d'entretiens contiennent 2 078 segments de texte², autrement dit, les portions de texte qu'Iramuteq a identifié et utilisé pour l'analyse, soit 90,66% (1 884 segments) sont classés automatiquement. La CDH met en évidence trois classes de formes

² « Les segments de texte sont construits à partir d'un critère de taille et de ponctuation. Iramuteq cherche le meilleur ratio taille/ponctuation (par ordre de priorité, les ".", "?" "!" en premier, puis en second ";" et les ":" en troisième la virgule et en dernier l'espace). L'objectif est d'avoir des segments de tailles homogènes en respectant le plus possible la structure du langage. »

distinctes (*cf.* Fig. 1). Elle analyse une classe d'énoncés redondants d'un certain point de vue, ce qui nous permet de distinguer dans le vocabulaire spécifique de cette classe, des mots qui sont plutôt en rapport associatif ou en rapport syntagmatique. Les associations de mots dans un même registre lexical « n'ont pas de sens absolu », mais sont relatifs à un champ contextuel particulier (dépendant d'une classe d'énoncés particulière à l'intérieur d'un corpus précis) dont le vocabulaire est fixé préalablement à l'aide d'une analyse statistique » (p. 46) [32]. L'objectif n'est pas d'interpréter ce qui est dit par le locuteur, mais de savoir dans quel cadre cela est dit Reinert [32].

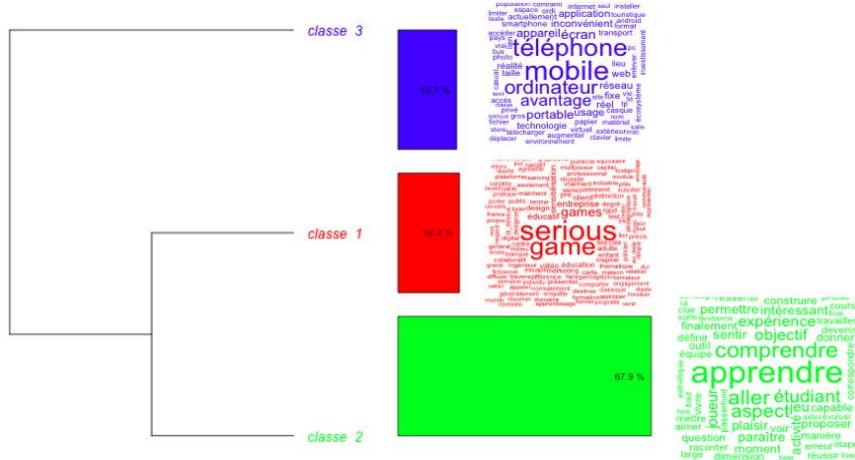


Fig. 1. Classification Descendante Hiérarchique (CDH) du corpus.

Les classes 1 et 2 constituent une même branche de classement. Il est possible que les corpus textuels et les ensembles de données appartenant à ces deux classes présentent des thématiques très similaires. En parlant de SG, il est naturel d'évoquer leur utilisation à des fins éducatives. Cependant, la classe 1 contient 16,4 % des formes alors que la classe 2 en contient 67,9 %. La classe 2 témoigne du plus grand effectif qui représente tous les aspects liés à l'apprenant-joueur, y compris son « objectif », ses actions (« apprendre », « comprendre », « aller », « sentir »), son « expérience » générale (« plaisir », « intéressant », « capable »), ainsi que le dispositif « jeu » pour l'apprentissage. La classe 1 est caractérisée principalement par les mots « serious », « game », « entreprise », « éducatif », « sensibilisation », « client », « design », « adulte », « marketing », « enfant », etc. Cette classe renvoie donc plutôt aux organismes ou aux entreprises qui ont pour objectif de concevoir des *Serious Games* ou des jeux pour un public varié. La classe 3 qui contient 15,7 % des formes et qui est susceptible de faire référence à l'outil est caractérisée par les mots « mobile », « téléphone », « ordinateur », « écran », « portable », « réseau », « application », « web » et « technologie ». Nous pouvons les analyser plus précisément en recourant à l'analyse factorielle des correspondances.

4.2 Analyse Factorielle de Correspondances (AFC)

À la lumière de l'analyse effectuée par l'AFC, nous observons une répartition distincte des trois classes dans trois espaces spécifiques (*cf.* Fig. 2). La classe 1 (en rouge) se positionne principalement en bas à gauche, tandis que la classe 2 (en vert) est regroupée en haut à gauche. La classe 3 (en bleu) s'étend en haut, majoritairement à gauche des deux premières classes. L'AFC met en exergue cette disposition, avec un premier facteur (54,65 %) différenciant principalement la classe 1 et, dans une moindre mesure, la classe 3. Ce facteur oppose les éléments intrinsèquement liés à l'apprenant – ses perceptions, sa progression, ses objectifs, ses aptitudes, ses stratégies d'apprentissage – aux éléments liés de manière plus périphérique, comme les systèmes, dispositifs ou environnements. Le deuxième facteur (45,35 %) distingue la classe 3 des deux autres. Les classes 1 et 2 semblent renvoyer aux notions de l'apprenant et du système pédagogique, tandis que la classe 3 englobe des termes associés au mouvement, à l'espace, aux outils et à leur utilisation dans le cadre de l'apprentissage et de la méthodologie pédagogique.

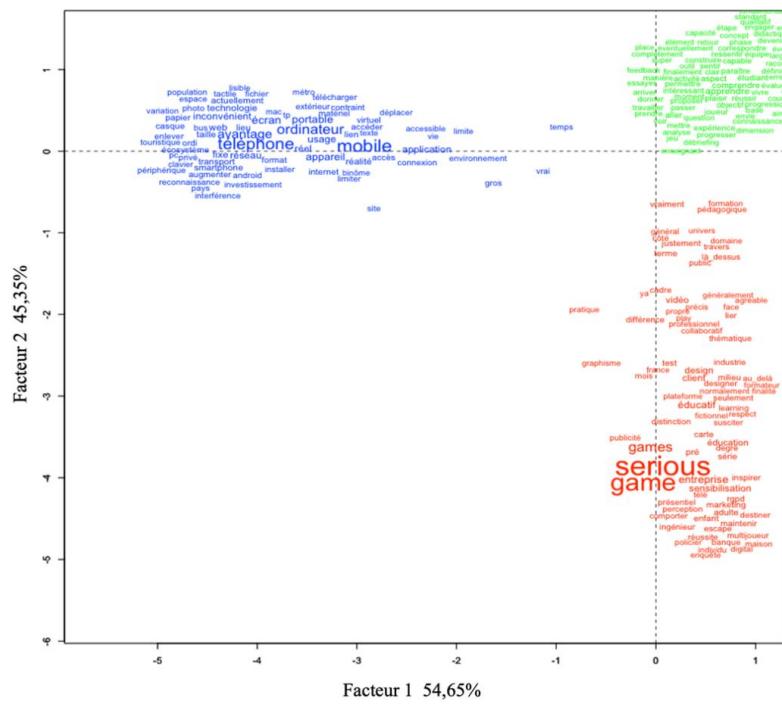


Fig. 2. Analyse Factorielle de Correspondances de la forme active.

Nous pouvons identifier trois catégories issues de cette analyse. Comme le montre la Fig. 2 : la classe 2 (vert) correspond aux apprenants, leur expérience d'apprentissage, ainsi que le résultat qui en découle, telle que ses états psychologiques (« ressentir », « sentir », « intéresser », « plaisir », « envie », « satisfaction », etc.) et ses états cognitifs

(« apprendre », « travailler » « analyser », « progression », etc.). La classe 3 (bleu) illustre toutes les interactions (« installer », « télécharger », « accéder », « déplacer », « interférence », etc.) avec les différents dispositifs (« ordinateur », « téléphone », « portable », etc.). Quant à la classe 2 (rouge), elle comprend des aspects socioéconomiques (« entreprise », « market », « publicité », « industrie », etc.), des environnements (« éducatif », « collaboratif », etc.), et des cadres (« *Serious Game* » « formation pédagogique », « éducation », « domaine », « univers »). Cette analyse nous permet de déduire que lors de la conception et l'évaluation de l'expérience d'apprentissage, il est indispensable de prendre en compte les caractéristiques de l'apprenant, de l'interaction, de l'environnement et des résultats. La section suivante nous permet d'identifier, selon les professionnels, les indicateurs essentiels pour évaluer l'expérience d'apprentissage via des SGs sur appareil mobile.

4.3 Identification des indicateurs d'évaluation de l'expérience d'apprentissage des Serious Games sur appareils mobiles

À la fin des entretiens, nous avons demandé aux professionnels de sélectionner, parmi les 38 indicateurs identifiés, les 15 qu'ils jugent essentiels pour évaluer l'expérience d'apprentissage dans des SGs sur appareil mobile. En fonction des choix exprimés par ces professionnels, nous avons retenu les indicateurs qui ont reçu au moins six réponses positives, ce qui correspond à l'indicateur de **satisfaction** (cf. Annexe 1). Ce sont finalement 18 indicateurs couvrant divers aspects de l'expérience d'apprentissage dans les SGs sur appareil mobile qui ont été sélectionnés et classés par ordre décroissant : la facilité d'utilisation, le *feedback*, le plaisir, la clarté de l'objectif d'apprentissage, l'immersion, l'engagement, la correspondance aux besoins des apprenants, le développement cognitif, la compréhensibilité, le défi, la jouabilité, la mobilité, l'aspect esthétique, l'aspect ludique, l'utilisabilité, l'émotion et la réflexivité.

Ces 18 indicateurs couvrent une variété de dimensions telles que l'ergonomie, l'aspect d'apprentissage et l'aspect hédonique. La **facilité d'utilisation** et l'**utilisabilité** soulignent l'importance de l'interface utilisateur et de sa capacité à être intuitive et conviviale pour les apprenants. Les aspects liés au *feedback*, à la **compréhensibilité**, et à la **clarté de l'objectif d'apprentissage** soulignent l'importance que les apprenants-joueurs comprennent rapidement ce qu'ils sont censés faire et reçoivent des retours appropriés sur leurs actions. L'**engagement**, l'**immersion**, le **plaisir**, l'**émotion**, le **défi**, la **jouabilité**, l'**aspect esthétique** et l'**aspect ludique** sont des indicateurs clés pour assurer une profonde connexion de l'apprenant avec le contenu et maintenir l'attention des apprenants tout en offrant une expérience agréable. Enfin, des éléments tels que la **correspondance aux besoins des apprenants**, la **mobilité**, le **développement cognitif** et la **réflexivité** rappellent que chaque jeu doit être conçu en tenant compte des spécificités des utilisateurs et de leur capacité à réfléchir sur leurs expériences. Par ailleurs, nous avons classé la correspondance aux besoins des apprenants en deux catégories : les besoins d'apprentissage et les besoins de divertissement. Les indicateurs pourraient formuler des questions suivantes selon les composantes de l'expérience d'apprentissage :

Axe et items apprenant :

1. Ce jeu stimule mes diverses émotions : la joie, le stress, la frustration, l'anxiété, etc. (Émotion)

2. Les contenus d'apprentissage du jeu répondent à mes besoins. (Correspondance avec les besoins d'apprentissage des apprenants)

3. Le divertissement du jeu répond à mes besoins. (Correspondance avec les besoins de divertissement des apprenants)

Axe Interaction-environnement :

4. Le jeu fonctionne bien, même lorsqu'on se déplace. (Mobilité)

5. Je me suis approprié(e) le jeu facilement. (Facilité d'utilisation)

6. Ce jeu me permet d'atteindre les buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction. (Utilisabilité)

7. Je suis capable de résoudre moi-même des problèmes qui sont posés dans ce jeu. (Défi)

8. Le feedback donné dans le jeu me permet de prendre du recul vis-à-vis de son action dans le jeu. (Feedback)

9. Le jeu emploie divers éléments divertissants, ce qui témoigne de son caractère ludique. (Ludique)

10. Le jeu est capable de me faire réfléchir. (Réflexivité)

11. Il est facile pour moi d'accomplir des tâches de base dès le premier contact. (Compréhensibilité)

12. L'objectif d'apprentissage du jeu est clair pour moi. (Clarté de l'objectif d'apprentissage)

13. Les structures, les règles du jeu, la narration sont bien articulées. (Jouabilité)

14. Les interfaces graphiques sont de très bonne qualité et agréables à regarder. (Aspect esthétique)

Résultats des interactions :

15. J'apprends de nouvelles choses dans le jeu. (Développement cognitif)

16. J'ai plaisir à jouer au jeu. (Plaisir)

17. Je suis plongé(e) dans le jeu. (Immersion)

18. Je suis engagé(e) à accomplir les missions du jeu. (Engagement)

19. Ce jeu me permet d'atteindre les buts définis avec satisfaction. (Satisfaction)

5 Conclusion

Dans cet article, nous avons entrepris une exploration de la littérature existante relative à l'évaluation de l'expérience d'apprentissage. Nous avons pu identifier 38 indicateurs qui sont liés à l'expérience d'apprentissage. Forts de cette démarche, nous avons ensuite mené une série d'entretiens avec des professionnels issus du domaine de jeu. Nous avons retrouvé les composants principaux de l'expérience d'apprentissage (apprenant, interaction, environnement, et les résultats qui en découlent) proposés par Liu [5]. Ces experts, grâce à leur expérience et à leur connaissance, ont contribué de manière significative à notre recherche en partageant leurs perspectives pratiques et en identifiant les critères qu'ils jugent essentiels pour évaluer la satisfaction de l'expérience d'apprentissage des SGs sur appareils mobiles. Les critères sélectionnés par ces professionnels

vont au-delà des mesures traditionnelles de succès d'un jeu, telles que l'engagement ou le plaisir, et intègrent des dimensions plus larges liées à l'apprentissage : la clarté des objectifs pédagogiques, l'alignement avec les besoins des apprenants, le développement cognitif, et la capacité de réflexion que le jeu stimule chez ses utilisateurs. Cette étude fournit des outils pratiques pour les concepteurs de jeux et les éducateurs qui cherchent à optimiser l'efficacité pédagogique de leurs créations.

References

1. Liu, Y.-D., Gossa, J. et Schmoll, L. : Permettre l'évaluation par les pairs de projets tuteurs en informatique : une grille critériée adaptée aux jeux sérieux [communication orale]. Atelier *Apprendre la Pensée Informatique de la Maternelle à l'Université*, dans le cadre de la conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH). 76-86. Fribourg, Suisse (2021)
2. Alvarez, J. : Du jeu vidéo au jeu sérieux. Approches culturelles, pragmatique et formelle [thèse de doctorat, Université de Toulouse-le-Mirail]. France (2007).
3. Crompton, H. et Burke, D.: The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 53–64 (2018)
4. Crompton, H.: A historical overview of m-learning: Toward learner-centered education. In Z. L. Berge, & L. Y. Muilenburg (Eds.), *Handbook of mobile learning*. Routledge (2013)
5. Kukulska-Hulme, A., Sharples, M., Milrad, M., Arnedillo-Sánchez, I., & Vavoula, G.: The genesis and development of mobile learning in Europe. In D. Parsons (Ed.), *Combining E-Learning and M-Learning: New Applications of Blended Educational Resources*, pp. 151-177. Information Science Reference (2011)
6. Liu, Y.-D. : Évaluer l'expérience d'apprentissage dans les *Serious Games* éducatifs sur appareil mobile : vers un design écologique [thèse de doctorat, Université de Strasbourg]. France (2024)
7. Liu, Y-D., Morard, S., Adinda, D., Sanchez, E. et Trestini, M.: A Systematic Review: criteria and dimensions of learning experience. *The 22nd European Conference on e-Learning (ECEL 2023)*. Pretoria, South Africa (2023)
8. Lin, K.-M.: e-Learning continuance intention: Moderating effects of user e-learning experience. *Computers & Education*, 56, 515–526 (2011)
9. ISO FDIS 9241-210 Ergonomics of human system interaction - Part 210: Human-centered design for interactive systems (formerly known as 13407). International Organization for Standardization (ISO). Switzerland (2009).
10. Nielsen, J. (2012). *Usability 101: Introduction to Usability*. NN/g Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>, last accessed 2023/02/01.
11. Tullis, T., Albert, B.: *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*, second ed. Morgan Kaufmann, Cambridge, United States (2013)
12. Mahlke, S.: User experience of interaction with technical system. [Doctoral Thesis, Technische Universität Berlin]. Germany (2008)
13. Hassenzahl., M.: User experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality. *Proceedings of the 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme- Machine*, 11-15 (2008)
14. Hassenzahl, M., Burmester, M., & Koller, F.: AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In J. Ziegler, & G. Szwilus

- (Eds.), Mensch & Computer. Interaktion in Bewegung, pp. 187–196. Stuttgart, Germany: B.G. Teubner (2003)
15. Schrepp, M., Hinderks, A., Thomaschewski, J.: Applying the User Experience Questionnaire (UEQ) in Different Evaluation Scenarios. In: Marcus, A. (Ed.): Design, User Experience, and Usability. *Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience*. Lecture Notes in Computer Science, 8517, 383-392, Springer International Publishing (2014)
 16. Lindgaard, G.: Aesthetics, visual appeal, usability, and user satisfaction: What do the user's eyes tell the user's brain. *Australian journal of emerging technologies and society*, 5, 1- 16 (2007)
 17. Adikari, S., McDonald, C. & Campbell, J.: User Experience in HMI: An Enhanced Assessment Model. 5th International Conference on Information and Automation for Sustainability (ICIAFs): Sustainable Development through Effective Man-machine Co-existence (2010)
 18. Alben, L.: Quality of experience: defining the criteria for effective interaction design. *Interactions*, 3(3), 11–15 (1996)
 19. Djaouti, D. : Serious Game Design : considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire [thèse de doctorat, Université Toulouse III Paul Sabatier]. France (2011)
 20. Duflo, C. et Monteil, P.- O. : Le jeu, invention d'une liberté dans et par une légalité. In: Autres Temps. *Cahiers d'éthique sociale et politique*, 58, pp. 98-105 (1998)
 21. Fabricatore, C.: Gameplay and Game Mechanics: A Key to Quality in Videogames. In OECD (Ed.), *Expert Meeting on Videogames and Education*, Santiago de Chile, Chile (2007)
 22. Cohard, P. : L'apprentissage dans les serious games : proposition d'une typologie. @GRH. De Boeck Supérieur. 3 (16), 11-40 (2015)
 23. Ávila-Pesáñez, D., Rivera, L. A. et Alban, M. S.: Approaches for Serious Game Design: A Systematic Literature Review. *Computers in education journal*, 8(3), 1-10 (2017)
 24. Sweetser, P., et Wyeth. P.: GameFlow: A Model for Evaluating Player Enjoyment in Games. *ACM Computers in Entertainment*. 3(3), 1-24 (2005)
 25. Kibili, K.: Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), 13-24 (2005)
 26. IJsselsteijn, W. A., de Kort, Y. A. W. et Poels, K.: *The Game Experience Questionnaire*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven (2013)
 27. Escudeiro, P. et Escudeiro, N.: Evaluation of serious games in mobile platforms with QEF: QEF (Quantitative Evaluation Framework). IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education. Boston, USA (2012)
 28. Nah, F. F. H., Eschenbrenner, B., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., & Sepehr, S.: Flow in gaming: literature synthesis and framework development. *International Journal of Information Systems and Management*, 1(1), 83-124 (2014)
 29. Orr, G.: A Review of Literature in Mobile Learning: Affordances and Constraints. *6th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education*, Kaohsiung, Taiwan, pp. 107-111 (2010)
 30. Koole, M. A Model for Framing Mobile Learning. In M. Ally (Ed.), *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training*, 25-44 (2009)
 31. Tchibozo, G. : Introduction pratique aux méthodes quantitatives en Sciences de l'éducation et de la formation. Finlande : Atramenta (2019).
 32. Reinert, M. : ALCESTE - Une méthodologie d'analyse des données textuelles et une application : Aurélia de Gérard de Nerval. *Bulletin de Méthodologie Sociologique*, 26, 24-54 (1990)

Annexe 1. Indicateurs d'évaluation de la satisfaction de l'expérience d'apprentissage des Serious Games sur appareils mobiles

Critères d'évaluation/Professionnels		Facilité d'utilisation	Feedback	Plaisir	Clarté de l'objectif	Immersion	Engagement	Correspondance aux besoins	Développement cognitif	Compréhensibilité	Défi	Jouabilité	Mobilité	Aspect esthétique	Aspect ludique	Utilisabilité
Enseignant-Chercheur (EC)	EC1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	
	EC2	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓		✓		
	EC3	✓		✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓		✓
Expert Joueur (EJ)	EJ1			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓				
	EJ2	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	
	EJ3	✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Game Designer (GD)	GD1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	GD2	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	GD3		✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ingénieur Pédagogique (IP)	IP1	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓			
	IP2		✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓		✓	✓
	IP3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Designer de l'Expérience Utilisateur (UX)	UX1	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓
	UX2	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓			✓
	UX3	✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Total		12	12	12	11	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8

Critères d'évaluation/Professionnels		Émotion	Réflexivité	Satisfaction	Charge cognitive	Interactivité	Efficacité	Liberté	Narration	Utilité	Sécurité	Compatibilité technique	Adaptabilité	Contexte collaboratif	Mutable/changeable
Enseignant-Chercheur (EC)	EC1		✓		✓		✓			✓		✓			
	EC2		✓	✓	✓								✓		
	EC3	✓				✓	✓	✓	✓				✓		
Expert Joueur (EJ)	EJ1	✓	✓												✓
	EJ2			✓			✓					✓	✓		✓
	EJ3	✓		✓			✓	✓	✓						
Game Designer (GD)	GD1	✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓
	GD2		✓				✓	✓		✓	✓	✓			
	GD3	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Ingénieur Pédagogique (IP)	IP1	✓	✓							✓	✓	✓	✓		
	IP2			✓	✓				✓	✓	✓		✓	✓	
	IP3		✓				✓								
Designer de l'Expérience Utilisateur (UX)	UX1	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
	UX2	✓	✓	✓	✓					✓	✓				
	UX3					✓									✓
Total		8	7	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	

Critères d'évaluation/Professionnels		Flexibilité	Changeable/mutable	Résultat	Connexion flable	Contrôlabilite	Essai-erreur	Nouveauté	Continuité	Volonté d'apprentissage
Enseignant-Chercheur (EC)	EC1									
	EC2	✓								
	EC3									
Expert Joueur (EJ)	EJ1		✓			✓				
	EJ2		✓							
	EJ3									
Game Designer (GD)	GD1	✓	✓		✓	✓				
	GD2			✓						
	GD3									
Ingénieur Pédagogique (IP)	IP1	✓								
	IP2		✓	✓						
	IP3		✓							
Designer de l'Expérience Utilisateur (UX)	UX1									
	UX2									
	UX3									
Total		3	3	2	2	2	0	0	0	0

Favoriser la mise en œuvre de Serious Games : analyse des pratiques et retours d'expériences d'enseignants et d'ingénieurs pédagogiques

Mamoudou Ndiaye

Le Mans Université, CREN, EA 2661 Le Mans, France
mamoudou.ndiaye@univ-lemans.fr

Résumé L'étude présentée explore l'utilisation et l'impact des Serious Games (SG) dans le domaine de l'éducation, avec un focus sur les expériences et perceptions de 9 enseignants et ingénieurs pédagogiques à travers des entretiens semi-directifs. Elle analyse comment ces outils numériques sont intégrés dans les pratiques pédagogiques et les défis et opportunités qu'ils présentent. L'étude révèle la diversité des sources d'information utilisées pour intégrer les SG en classe et les défis rencontrés, offrant des perspectives pour les éducateurs et les concepteurs de jeux sérieux.

Mots clés : *serious games, pratiques informationnelles, éducation*

1 Introduction

Dans le contexte actuel de l'éducation, l'intégration de nouveaux outils pédagogiques, parmi lesquels les Serious Games (SG), suscite un intérêt croissant pour leur application pédagogique. Ces objets qui combinent des éléments de jeux avec des objectifs éducatifs, peuvent s'inscrire dans des environnements d'apprentissage interactifs et captivants, capables de stimuler l'engagement et la motivation des apprenants [1, 2]. Nous poursuivons à travers cet article l'exploration entreprise dans nos précédentes études [3] en mettant l'accent sur l'analyse qualitative d'entretiens menés avec des enseignants et des ingénieurs pédagogiques.

Cet article analyse les pratiques d'accès, l'utilisation et l'impact des SG dans le domaine de l'éducation, en se concentrant particulièrement sur les expériences et les perceptions des acteurs éducatifs. Notre étude s'appuie sur des données recueillies lors d'un atelier dédié aux SG suivi d'entretiens semi-directifs menés auprès de professionnels de l'éducation. Notre objectif est de comprendre comment ces outils numériques sont intégrés dans les pratiques pédagogiques et quels sont les défis et opportunités qu'ils présentent pour les participants.

En analysant les propos de différents acteurs éducatifs, cette recherche vise à apporter une contribution significative à la compréhension des pratiques d'accès aux ressources et de leur réutilisation pédagogique à l'ère du numérique. Elle cherche à évaluer les conditions de déploiement et de mise en œuvre des SG dans des situations réelles

d'enseignement et l'apprentissage, ainsi qu'à discerner les compétences et connaissances nécessaires pour faciliter leur intégrer dans l'éducation.

Les SG peuvent couvrir un large éventail de sujets, allant des sciences naturelles aux langues, et offrent une approche innovante pour atteindre les objectifs pédagogiques. Toutefois, leur intégration effective dans le curriculum reste un défi, nécessitant non seulement des ressources technologiques adéquates, mais aussi un changement dans les méthodes d'enseignement traditionnelles. Dans cette étude, nous examinons comment les enseignants et les ingénieurs pédagogiques naviguent dans ce paysage en évolution, en s'appuyant sur des ressources numériques pour améliorer leurs méthodes d'enseignement et répondre aux besoins de formation.

2 Contexte et cadre théorique

Cet article s'inscrit dans une recherche doctorale plus large, visant à analyser les pratiques informationnelles des acteurs de l'éducation ou de la formation mobilisant des SG. Dans le cadre de ce travail, des entretiens ont été menés pour avoir des données qualitatives individuelles. En analysant les expériences et les perceptions des enseignants et des concepteurs des SG, nous cherchons à comprendre comment ces outils numériques sont adoptés et adaptés dans des contextes éducatifs variés. Les entretiens semi-directifs réalisés avec des acteurs du milieu éducatif fournissent des aperçus sur la manière dont les SG sont intégrés dans les stratégies d'enseignement, ainsi que les attentes qu'ils suscitent.

2.1 Pratiques informationnelles

Les pratiques informationnelles constituent un domaine d'étude en Science de l'Information et de la Communication (SIC). Elles englobent les comportements, les habitudes et les compétences développées par les individus pour rechercher, utiliser et gérer l'information. Cette recherche vise à comprendre comment l'environnement informationnel module ces pratiques dans un contexte particulier. Des stratégies de recherche aux outils de gestion de l'information, les pratiques informationnelles sont en constante évolution, nécessitant une adaptation continue de la part des individus.

Les pratiques informationnelles ne sont pas uniformes, elles sont façonnées par un ensemble de facteurs, allant de la connaissance préalable de l'individu à ses objectifs en passant par les ressources disponibles. La littérature offre plusieurs perspectives sur les pratiques informationnelles. Chaudiron et Ihadjadene [4] les définissent comme la mobilisation d'un ensemble de dispositifs, sources et compétences par les individus dans diverses situations de recherche d'information. Pamela J. McKenzie [5] quant à elle propose un modèle en six étapes qui décrit le processus de recherche d'information en mettant l'accent sur la complexité des interactions avec l'information. Enfin, Vincent Sarmejeanne [6] et Wilson [7] soulignent l'intentionnalité des actions entreprise en réponse à un besoin d'information, rappelant que chaque recherche est guidée par un but précis.

2.2 Pratiques informationnelles des enseignants

La question des pratiques informationnelles des enseignants a été l'objet d'un certain nombre d'études en SIC. Une revue de la littérature de 2020 montre que les pratiques informationnelles des enseignants ont évolué avec l'avènement des technologies de l'information et de la communication [8]. Cependant, « ces pratiques informationnelles enseignantes et leurs évolutions demeurent encore en partie méconnues ». Les enseignants utilisent désormais une variété d'outils et de ressources numériques pour faciliter l'enseignement et l'apprentissage.

Les besoins informationnels des enseignants ainsi que le choix des ressources sont prioritairement liés au programme scolaire [9]. Ils utilisent les informations pour enrichir leurs cours et ont tendance à s'appuyer sur les connaissances partagées par leurs collègues pour trouver des ressources pertinentes [10]. Ainsi donc, leurs pratiques informationnelles évoluent constamment en fonction des influences extérieures [11]. Pour qualifier et analyser ces pratiques de manière approfondie, nous nous référerons au concept d'*horizon informationnel*.

2.3 Horizon informationnel

Le concept *d'horizon d'information* suggère que dans un contexte et une situation donnée, il existe un « *horizon d'informationnel* » dans lequel nous pouvons agir. Des données importantes telles que les décisions prises, les processus de recherche d'information, l'accès aux ressources, les préférences individuelles et l'impact des situations sur les processus de recherche d'information façonnent cet horizon. Sonnenwald [12] théorise que les horizons d'information comprennent des sources humaines, imprimées, numériques et organisationnelles, et sont soumis à des variations individuelles et situationnelles. Elle a mené un projet exploratoire mobilisant des entretiens semi-directifs pour comprendre si les individus peuvent articuler verbalement et graphiquement leurs horizons d'information. La méthode impliquait que les participants décrivent et dessinent leur processus typique de recherche d'information.

Le travail de Sonnenwald a inspiré d'autres chercheurs, comme Raijo Savolainen [13] qui, dans ses études sur les pratiques d'information quotidiennes, a adopté une perspective socio-phénoménologique pour analyser l'*horizon informationnel*. Il a proposé un modèle structurant les connaissances de la vie quotidienne en zones de pertinence, soulignant comment les expériences subjectives et le contexte social façonnent notre interaction avec l'information. Isto Huvila [14] a modifié le concept pour présenter une carte analytique d'*horizon informationnel*, considérant ces horizons comme des constructions partagées au sein d'une communauté. Cette perspective a été appliquée à des études spécifiques, comme celle sur les pratiques des archéologues, montrant comment les horizons informationnels varient selon les rôles professionnels. Des études récentes, telles que celles de Tsai [15] et de Jeanne du Hommet [16], ont continué d'explorer l'application du concept d'*horizon informationnel* dans différents contextes, mettant en évidence la variété des sources et canaux d'information utilisés par les individus et les facteurs influençant leurs choix. Ces travaux soulignent l'importance de

comprendre les horizons informationnels pour améliorer l'accès aux ressources d'information pertinentes et soutenir efficacement les besoins informationnels des individus dans divers contextes professionnels et académiques.

2.4 Intégration et efficacité des Serious Games dans l'éducation

L'intégration des SG dans l'éducation nécessite une compréhension des défis et des opportunités associés. Economou et al. [17] ont identifié deux défis principaux : l'incorporation de la motivation et de l'engagement, et la nécessité de compétences techniques spécialisées pour le développement personnalisé des jeux. Une autre étude par les même auteurs souligne l'importance d'outils permettant aux éducateurs de créer des scénarios éducatifs interactifs et engageants [18].

La littérature suggère que les SG peuvent améliorer l'expérience d'apprentissage dans divers domaines. Moloney et al ont démontré l'efficacité des SG dans l'enseignement du design durable, en mettant l'accent sur une approche holistique [19]. Par ailleurs, Terras et al ont exploré l'utilisation des SG pour les personnes avec un handicap intellectuel, mettant en évidence la nécessité d'adapter les jeux aux profils psycho-sociaux des joueurs [20]. Dans leur article sur *l'efficacité pédagogique des jeux sérieux*, Rebah et Ben Slama [21] examinent les contributions pédagogiques des jeux sérieux et les différentes approches possibles de leur intégration dans une situation d'apprentissage. Selon une étude de Nascimento et al, les étudiants en soins infirmiers soumis au SG ont montré de meilleurs résultats d'apprentissage par rapport à d'autres stratégies d'enseignement [22]. Les SG ont un impact positif en tant qu'outil pédagogique sur le processus éducatif. Les jeux de type Action/Aventure sont privilégiés pour proposer des contenus éducatifs [23].

Diverses applications des SG dans l'éducation ont été explorées. Yasin et al. ont conçu un SG pour l'apprentissage de la sécurité informatique, démontrant son impact positif sur l'engagement des apprenants [24]. Moro et al ont utilisé des SG pour l'apprentissage de la physiologie et de l'anatomie, offrant une méthode d'enseignement innovante [25].

L'intégration réussie de ces outils requiert une attention particulière à la motivation des apprenants, aux compétences techniques nécessaires pour leur développement, l'accès et l'identification des SG comme sources pédagogiques ou comme source d'inspiration pour de nouvelles créations ou l'adaptation de scénarios existants aux besoins des enseignants. Ces divers domaines d'application démontrent leur flexibilité et leur pertinence dans des contextes éducatifs variés.

3 Méthode

Cette étude adopte une approche qualitative pour explorer en profondeur les perceptions et les expériences des enseignants et des ingénieurs pédagogiques concernant l'accès aux SG pour la formation. L'objectif est de comprendre les dynamiques pratiques et les défis rencontrés par les professionnels dans l'intégration de ces outils pédagogiques.

3.1 Participants

La recherche a impliqué des enseignants et des ingénieurs pédagogiques de diverses disciplines qui étaient présents à la journée EdTech organisée par le Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans (LIUM), fournissant une perspective riche et variée. À l'issue de ce travail de description de l'Horizon Informationnel, les participants ont été sollicités afin de préciser leurs pratiques lors d'entretiens individuels. Les répondants ont donc au minimum une curiosité avérée pour les questions relatives aux SG, alors que la majorité d'entre eux mentionnent une réelle expérience d'usage ou de conception de SG en contextes pédagogiques.

3.2 Collecte des données

Afin de questionner *l'horizon informationnel* de publics cibles, une collecte de données s'est appuyée sur un atelier en deux étapes dont l'objectif était de cerner les pratiques informationnelles et les ressources utilisées par 31 enseignants et ingénieurs pédagogiques. Il leur a été demandé dans un premier temps d'imaginer une situation dans laquelle ils cherchent un jeu sérieux en vue de l'utiliser en classe, de placer toutes les sources qu'ils consulteraient et de les positionner dans 3 cercles concentriques, tel qu'il-lustré sur la figure ci-dessous.

Table 1. Catégories de sources d'information de Savolainen.

Catégories de sources de Savolainen	Poids Moyen	Poids Total	Total Sources	Zone 1	Zone 2	Zone 3	%
Personnes	2,48	156	63	38	17	8	22%
Revues, Livres	1,98	91	46	12	21	13	16%
Sites web-Ressources en Ligne	2,19	221	101	38	44	19	35%
Organismes - Institutions	1,96	100	51	14	21	16	18%
Autres	2,11	57	27	9	12	6	9%
Total			288	111	115	62	100%

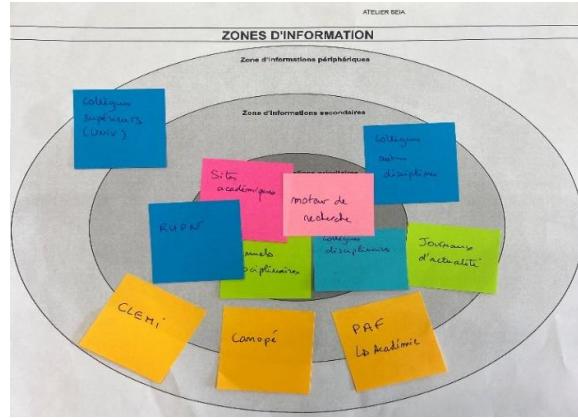


Fig. 1. Modèle de l'Horizon Informationnel d'un participant

A l'issus de cet atelier, plusieurs participants ont accepté de se soumettre à des entretiens : 9 des 31 participants ont fait l'objet d'entretiens semi-directifs. 8 menés en visioconférence, un seul en présentiel.

Les entretiens ont été guidés par une grille d'entretiens de type semi-directifs, facilitant une discussion ouverte tout en se concentrant sur des thématiques clés qui s'appuient sur le concept d'Horizon Informationnel [26].

Les questions portaient sur leurs parcours professionnels, leurs expériences personnelles avec les SG, leurs pratiques informationnelles et leurs stratégies d'intégration des SG dans leurs pratiques pédagogiques, et les perceptions des bénéfices et obstacles.

3.3 Analyse des données

Les transcriptions ont été analysées par une approche thématique dont la grille d'analyse résulte d'une démarche hybride croisant approche inductive et déductive. Celle-ci nous a permis d'identifier les pratiques récurrentes en nous basant à la fois sur la littérature et sur le contenu des verbatims.

Cette analyse a aidé à identifier les tendances communes, les perceptions, et les expériences des participants avec les SG. Les données ont été anonymisées pour assurer la protection de la vie privée des participants.

4 Résultats et Discussion

4.1 Parcours des participants

Les entretiens ont révélé une grande diversité dans les parcours professionnels des répondants. On y retrouve 3 catégories de participants : ingénieurs pédagogiques, chercheurs et des retours d'expérience d'enseignants. Avec des niveaux de connaissance

que l'on peut considérer comme des experts de l'usage des SG, des curieux et des passionnés.

4.2 Sources d'information et Pratiques Informationnelles

L'analyse des entretiens met en lumière diverses sources d'information utilisées par les enseignants et les ingénieurs pédagogiques pour intégrer les SG dans leur enseignement. Cette diversité reflète non seulement la variété des besoins et des contextes éducatifs, mais également l'évolution des ressources numériques disponibles.

Plusieurs répondants ont mentionné l'usage des moteurs de recherche pour trouver des SG adaptés à leurs besoins.

A1P6 : « J'utilise principalement deux sources d'information sur Internet. La première est Google Scholar, que j'emploie de deux façons : soit je cherche des informations spécifiques, soit je consulte les notifications hebdomadaires que je reçois, généralement comprenant quatre à cinq articles bien ciblés. Ces articles sont souvent pertinents et j'ai généralement envie de tous les lire, même si je n'ai pas toujours le temps ». Les réseaux sociaux occupent également une place importante dans leurs pratiques informationnelles. Ceci confirme les résultats des données recueillies lors d'un précédent atelier.

A1P6 : « Ma deuxième source est LinkedIn. Mon réseau comprend de nombreux professionnels de la réalité virtuelle et de la pédagogie, ce qui me permet d'accéder à un contenu varié et intéressant. Même s'il y a une dimension marketing, je trouve des informations utiles, comme des contacts potentiels dans des instituts ou des universités travaillant sur des sujets pertinents ».

Ils soulignent l'importance de mots-clés spécifiques pour filtrer les résultats et trouver des ressources pertinentes. Ceci démontre la nécessité pour les enseignants d'avoir des compétences dans la recherche en ligne et la veille informationnelle certains allant jusqu'à évoquer directement ce travail de veille : « Lors de ma recherche de jeux sérieux, je commence généralement par saisir des mots-clés pertinents, tels que 'jeu sérieux', 'histoire', 'géographie', et le niveau d'enseignement, par exemple 'collège'. Je sélectionne ensuite des sites, en privilégiant ceux qui sont académiques ou recommandés par des éditeurs connus pour leur fiabilité. Je consulte aussi des sites gérés par des collègues enseignants identifiés pour leur expertise dans le domaine. » (A2P30).

Un autre répondant précise : « Ma stratégie de veille informationnelle s'appuie sur plusieurs canaux. Je commence généralement par une recherche Internet, notamment sur Google. Je consulte également des archives ouvertes comme HAL, mais l'accès limité à certains articles de recherche est une contrainte. Enfin, je trouve des ressources bibliographiques utiles sur des sites comme Cairn ». (A1P11).

On constate une absence des outils et relais académique. Quelques répondants, (3 personnes), mentionnent les sites académiques et les réseaux professionnels comme sources d'information sur les SG, ce qui reflète le rôle des recommandations entre pairs et des retours d'expérience. Les répondants se fient souvent à des collègues car ils permettent d'avoir des réponses à des questions spécifiques : « Mon approche consiste

d'abord à identifier des interlocuteurs clés, des personnes ressources dans mon environnement, pour recueillir des informations pertinentes. Après avoir consulté ces personnes, j'évalue ce que je connais déjà du sujet et cherche ensuite sur Internet pour compléter mes informations ». (**A1P11**).

Un autre répondant justifie son choix de s'appuyer sur son réseau social personnel, notamment des collègues pour obtenir des informations relatives aux SG par le fait que leur expertise et expérience permet de donner des réponses sur-mesure inaccessibles à travers les supports écrits traditionnels :

« Pour moi, l'avantage de consulter des personnes ressources est qu'elles adaptent leur réponse à ma question spécifique, ce qui n'est pas le cas avec les livres » (**A1P6**).

Certains répondants s'appuient sur des communautés en ligne pour des conseils et suggestions sur les SG, ce qui met en évidence la collaboration et le partage de connaissances comme pratiques informationnelles essentielles. Cette collaboration se fait souvent sur la plateforme « *Viaeduc* » qui est un réseau professionnel des enseignants.

Les événements tels que les ateliers et les formations continues sont également des sources précieuses d'information : « En 2018, suite à un atelier conduit par une collègue de l'université du Mans, j'ai commencé à explorer les ateliers de ludification. J'ai collaboré avec plusieurs enseignantes de langues, notamment d'anglais et de FLE, pour créer un jeu sérieux basé sur des cartes physiques, pas numériques, dans le but de faciliter l'apprentissage du vocabulaire ». (**A1P13**).

Comme indiqué dans plusieurs entretiens, ces événements offrent des opportunités d'apprentissage, de réseautage et de partage d'expériences, essentiels pour rester informé sur les dernières tendances et les meilleures pratiques dans le domaine des SG. En dehors des recherches sur le web « traditionnelles » il n'y pas un élément dominant mais une diversité de pratiques, qui pallient un manque en termes d'accompagnement.

4.3 Défis dans la conception, l'accès et l'évaluation des ressources

Bien que les sources d'information soient diverses, les enseignants soulignent le besoin de flexibilité et d'adaptabilité. Ils mentionnent le travail conséquent requis pour développer ces jeux et suggèrent que les ingénieurs pédagogiques jouent un rôle dans leur conception :

A1P6 : « Pour moi, un Serious Game idéal aurait une dimension adaptable. Actuellement, le problème avec les Serious Games est que toute modification, même mineure, peut s'avérer complexe, car tout est interconnecté, semblable à un jeu vidéo ».

Pour certains, l'intégration des SG demande un investissement considérable de la part des enseignants et déplorent le manque de valorisation des projets innovants dans l'éducation :

A1P9 : « Les défis de la ludification en enseignement demeurent, principalement parce que les pratiques pédagogiques sont encore traditionnelles. L'implication nécessaire pour adopter des méthodes ludiques, comme j'ai expérimenté lors d'un projet d'hybridation en 2022, peut être perçue comme complexe et chronophage par les enseignants. Ce besoin d'accompagnement et l'investissement supplémentaire requis peuvent expliquer la réticence à adopter ces méthodes plus innovantes, malgré leur potentiel pédagogique ».

Trouver des SG adaptés à l'enseignement supérieur serait également un défi pour certains participants qui évoquent la nécessité de les adapter pour qu'ils ne soient ni trop enfantins ni trop simplistes. Bien que les SG offrent des avantages pédagogiques significatifs, leur efficacité dépend aussi de leur adéquation avec le public cible et le contexte éducatif. La conception de SG pour l'enseignement supérieur demande une approche différente de celle pour le niveau collège, en raison des différences dans les prérequis académiques et les objectifs d'apprentissage.

A1P13 : « Dans le plan de formation du rectorat, il y a parfois des références aux jeux sérieux, mais ces derniers s'adressent souvent au niveau collège et non à l'enseignement supérieur. Bien qu'il y ait des initiatives, la difficulté réside dans l'adaptation de ces jeux à notre contexte. Par ailleurs, nous recevons des informations via la lettre d'information diocésaine, mentionnant les activités de différentes écoles. Toutefois, le défi majeur reste de trouver des informations pertinentes et adaptables à nos besoins spécifiques. » Cette situation appelle à une collaboration entre les développeurs de jeux sérieux et les enseignants pour créer des ressources personnalisées qui répondent aux besoins spécifiques de chaque niveau d'enseignement.

L'intégration des SG dans les pratiques pédagogiques des enseignants nécessite aussi un temps d'appropriation important. Ils rencontrent souvent des difficultés liées à la préparation matérielle des jeux.

Ces défis suggèrent le besoin de développer des SG plus flexibles, de valoriser et de soutenir les initiatives pédagogiques innovantes.

A1P20 : « Certains jeux complexes présentent des défis, notamment en termes de temps d'appropriation. Même avec un guide d'accompagnement pédagogique, il est nécessaire de vivre l'expérience au moins une fois pour pouvoir la transmettre efficacement à des élèves ou à d'autres enseignants. De plus, il y a la question du matériel. Bien que nous ayons la chance de pouvoir emprunter des kits complets, certains jeux nécessitent l'impression et la construction de ressources, ce qui peut être chronophage. »

Le répondant **A2P30** souligne les contraintes pratiques et logistiques inhérentes à l'intégration des SG dans le curriculum, mettant l'accent sur la nécessité d'une intégration fluide et peu chronophage : « Les défis principaux liés à l'utilisation des jeux sérieux sont le temps et la préparation. Ils doivent s'intégrer dans une heure de cours sans nécessiter trop de préparation en amont, car entre deux heures de cours, il y a peu de temps pour cela. » (**A2P30**)

4.4 De l'identification à l'usage des SG dans l'enseignement

Les pratiques liées à l'intégration des Serious Games (SG) dans l'enseignement varient parmi les répondants, révélant des approches diverses sans toutefois refléter une adoption généralisée. Certains enseignants ont adopté une approche interactive, intégrant des éléments de jeu au sein de leurs cours. Par exemple, l'un des répondants a conçu un exercice basé sur la simulation d'attaques informatiques en utilisant des informations provenant des réseaux sociaux. Cette approche ludique s'est avérée non seulement captivante pour les étudiants, mais elle a également renforcé leur compréhension des vulnérabilités en cybersécurité. Cependant, malgré des expériences positives avec divers SG, tels que des Escape Games et des activités liées à l'éducation aux médias, leur

utilisation au quotidien demeure limitée pour de nombreux enseignants comme abordé par le participant A2P30 : « Concernant l'utilisation des jeux sérieux, je reconnaiss qu'ils n'occupent pas une grande place dans mes pratiques. En éducation aux médias et à l'information, j'ai utilisé des activités qui ressemblent à des jeux sérieux, où les élèves mènent des enquêtes et restituent des informations sur divers sujets. Cependant, mes expériences avec les jeux sérieux restent limitées. »

Ces jeux sont souvent déployés comme des outils d'introduction aux sujets de cours, offrant aux élèves une opportunité interactive de découvrir les concepts clés avant d'entamer des leçons plus conventionnelles.

Cette section met en évidence les défis, les opportunités et les expériences des enseignants et des ingénieurs pédagogiques. Les résultats indiquent une adoption progressive et soulignent leur potentiel ainsi que les obstacles à leur intégration.

4.5 Tableau de synthèse

Catégories	Details	Observations	Suggestions
Participants	Ingénieurs pédagogiques, chercheurs, enseignants	Grande diversité de parcours professionnels avec différents niveaux d'expertise vis-à-vis des SG : Experts, curieux, passionné.	Nécessité de prendre en compte les besoins spécifiques et les niveaux de connaissance de chaque acteur dans la conception des SG.
Sources d'information et pratiques informationnelles	Moteurs de recherche, réseaux sociaux (principalement Google Scholar et LinkedIn), collaborations et échanges entre collègues.	Utilisation de mots-clés spécifiques pour filtrer les résultats et trouver des SG adaptés. Importance des échanges avec des collègues pour obtenir des informations sur-mesure. Ce qui confirme l'étude de Aillerie[8]	Encourager le développement de compétences en recherche en ligne et en veille informationnelle. Valoriser les réseaux professionnels comme sources d'échanges et de conseils.
Défis liés à l'implémentation des SG	Adaptation des SG à des contextes éducatifs spécifiques, nécessité de flexibilité et d'adaptabilité	Difficulté à adapter les SG existants pour l'enseignement supérieur, temps d'appropriation important.	Collaboration entre les développeurs et les enseignants pour créer des SG personnalisés.

Intégration des SG dans l'enseignement	Les SG sont vus comme un moyen de dynamiser l'enseignement et de capter l'attention des étudiants.	Nécessité d'une intégration fluide et peu chronophage des SG dans le curriculum.	Développer des SG flexibles et facilement intégrables et des formations pour les enseignants sur l'utilisation efficace des SG.
---	--	--	---

5 Limites de l'étude et perspectives

Afin de favoriser de façon large l'usage des SG nous avons mise en évidence des éléments clés conditionnant l'accès aux ressources qui peuvent ensuite orienter le développement d'outils et de pratiques, tels que des catalogues et des systèmes d'indexation.

La présente étude, focalisée sur un échantillon restreint et une démarche déclarative d'enseignants et d'ingénieurs pédagogiques, présente des limites quant à la généralisation de ses résultats à l'ensemble de la communauté éducative. En perspective, nous envisageons d'élargir notre recherche à travers un questionnaire destiné aux enseignants du secondaire en Bretagne et Pays de la Loire. S'inscrivant dans le cadre d'un GTnum¹ 2023, celui-ci questionnera les pratiques d'information et de partage pour mieux comprendre l'utilisation des Ressources Éducatives Libres, dont les SG.

Parallèlement, une étude exploratoire à la Bibliothèque Nationale de France, qui dispose d'un fonds de SG est en cours. Cette approche permettra d'explorer l'utilisation et la gestion des SG dans un contexte institutionnel.

Ces travaux contribueront à la conception d'interfaces et de systèmes spécialisés pour ces outils pédagogiques, ainsi que la compréhension et l'application des Serious Games dans l'éducation.

6 Conclusion

Notre étude a exploré l'utilisation des Serious Games dans l'éducation, révélant à la fois leur potentiel et les défis liés à leur intégration. Les témoignages d'enseignants et d'ingénieurs pédagogiques ont révélé une variété de pratiques. Malgré certaines limitations, telles que la taille restreinte de l'échantillon, cette recherche ouvre la voie à de futures études plus poussées et au développement d'outils spécialisés. Ce travail enrichit la compréhension des Serious Games en éducation, soulignant l'importance de ressources et de formations adaptées pour les enseignants.

¹ Groupe Thématique Numérique Forges : recherche-action d'une durée de 3 ans (2023-2026) financée par la Direction du Numérique Éducatif du Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse

Références

1. Zhonggen, Y.: A Meta-Analysis of Use of Serious Games in Education over a Decade. *International Journal of Computer Games Technology* (2019). <https://doi.org/10.1155/2019/4797032>.
2. Ypsilanti, A., Vivas, A.B., Räisänen, T., Viitala, M., Ijäs, T., Ropes, D.: Are serious video games something more than a game? A review on the effectiveness of serious games to facilitate intergenerational learning. *Education and Information Technologies*. 19, 515–529 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10639-014-9325-9>.
3. Ndiaye, M., Pirolli, F., Crétin-Pirolli, R.: The Digital Serious Games, a Specific Educational Resource: Analysing Teachers and Educational Engineer's Information Seeking Behaviour Using the Concept of Information Horizons. In: Dondio, P., Rocha, M., Brennan, A., Schönbohm, A., de Rosa, F., Koskinen, A., and Bellotti, F. (eds.) *Games and Learning Alliance*. pp. 444–450. Springer Nature Switzerland, Cham (2024). https://doi.org/10.1007/978-3-031-49065-1_47.
4. Chaudiron, S., Ihadjadene, M.: De la recherche de l'information aux pratiques informationnelles. *Études de communication. langages, information, médiations*. 13–30 (2010).
5. McKenzie, P.J.: A model of information practices in accounts of everyday-life information seeking. *Journal of Documentation*. 59, 19–40 (2003). <https://doi.org/10.1080/00222787.2003.10873252>.
6. Sarméjeanne, V.: La recherche d'information pour l'enseignement : vers des services numériques adaptés aux enseignants de lycée. Lyon 3 (2000).
7. Wilson, T.D.: Models in information behaviour research. *Journal of Documentation*. 55, 249–270 (1999). <https://doi.org/10.1108/00222789910200189>.
8. Allierie, C., Rakotomalala Harisoa, N.A.: Pratiques informationnelles des enseignants : le cas des ressources institutionnelles en ligne. *Études de communication. langages, information, médiations*. 137–156 (2020). <https://doi.org/10.4000/edc.10252>.
9. Diekema, A.R., Olsen, M.W.: Personal information management practices of teachers. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*. 48, 1–10 (2011). <https://doi.org/10.1002/meet.2011.14504801189>.
10. Diekema, A.R., Olsen, M.W.: The notion of relevance in teacher information behavior. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*. 49, 1–9 (2012). <https://doi.org/10.1002/meet.14504901202>.
11. Porter, A., McMaken, J., Hwang, J., Yang, R.: Common Core Standards: The New U.S. Intended Curriculum. *Educational Researcher*. 40, 103–116 (2011). <https://doi.org/10.3102/0013189X11405038>.
12. Sonnenwald, D.H., Wildemuth, B.M., Harmon, G.L.: A Research Method to Investigate Information Seeking using the Concept of Information Horizons: An Example from a Study of Lower Socio-economic Students' Information Seeking Behavior. 22 (2001).
13. Savolainen, R.: Information source horizons and source preferences of environmental activists: A social phenomenological approach. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 58, 1709–1719 (2007). <https://doi.org/10.1002/asi.20644>.
14. Huivila, I.: Analytical information horizon maps. *Library & Information Science Research*. 31, 18–28 (2009). <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2008.06.005>.
15. Tsai, T.-I., Kim, K.-S.: Information horizons of college students: Source preferences and source referrals in academic contexts: *Information Horizons of College Students: Source Preferences and Source Referrals in Academic Contexts*. Proc. Am. Soc. Info. Sci. Tech. 50, 1–5 (2013). <https://doi.org/10.1002/meet.14505001120>.

16. Joanne du Hommet, J., Ihadjadene, M., Grivel, L.: Information practices in coopetition context: the case of a large video game company, <https://informationr.net/ir/27-SpiIssue/isic22/isic2232.html>, last accessed 2023/03/16. <https://doi.org/10.47989/irisic2232>.
17. Economou, D., Doumanis, I., Pedersen, F., Kathrani, P., Mentzelopoulos, M., Bouki, V., Georgalas, N.: Westminster Serious Games Platform (wmin-SGP) a tool for real-time authoring of roleplay simulations for learning. EAI Endorsed Trans. Future Intell. Educ. Environ. 2, (2016). <https://doi.org/10.4108/eai.27-6-2016.151524>.
18. Economou, D., Doumanis, I., Pedersen, F., Kathrani, P., Mentzelopoulos, M., Bouki, V.: Evaluation of a dynamic role-playing platform for simulations based on Octalysis gamification framework. 388–395 (2015). <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-530-2-388>.
19. Moloney, J., Globa, A., Wang, R., Roetzel, A.: Serious Games for Integral Sustainable Design: Level 1 ☆. Procedia Engineering. 180, 1744–1753 (2017). <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.04.337>.
20. Terras, M.M., Boyle, E.A., Ramsay, J., Jarrett, D.: The opportunities and challenges of serious games for people with an intellectual disability. Br. J. Educ. Technol. 49, 690–700 (2018). <https://doi.org/10.1111/bjet.12638>.
21. Rebah, H.B., Slama, R.B.: The educational effectiveness of serious games. Médiations et médiatisations. 131–155 (2019). <https://doi.org/10.52358/mm.vi2.97>.
22. Nascimento, K.G. do, Ferreira, M.B.G., Felix, M.M. dos S., Nascimento, J. da S.G., Chavaglia, S.R.R., Barbosa, M.H.: Effectiveness of the *serious game* for learning in nursing: systematic review. Rev. Gaúcha Enferm. 42, e20200274 (2021). <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2021.20200274>.
23. Mostafa, M., Faragallah, O.: Development of Serious Games for Teaching Information Security Courses. IEEE Access. 7, 169293–169305 (2019). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2955639>.
24. Yasin, A., Liu, L., Li, T., Fatima, R., Wang, J.: Improving software security awareness using a serious game. IET Softw. 13, 159–169 (2019). <https://doi.org/10.1049/IET-SEN.2018.5095>.
25. Moro, C., Phelps, C., Stromberga, Z.: Utilizing serious games for physiology and anatomy learning and revision. Advances in physiology education. 44 3, 505–507 (2020). <https://doi.org/10.1152/advan.00074.2020>.
26. Savolainen, R.: Source preferences in the context of seeking problem-specific information. Information Processing & Management. 44, 274–293 (2008). <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2007.02.008>.



Articles courts (présentés sous forme de posters)

Designing a digitally-supported intervention process for school refusers

Angélique Ferrandon-Vépierre, 2nd year of thesis

Troyes University of Technology, Troyes, France
angélique.ferrandon@utt.fr

Abstract School refusal (SR) can affect one pupil per class and last for several months or years. These students, who tend to be more or less absent from school, pose a significant challenge for teachers. Indeed, teachers may find it difficult to understand these disorders and to implement solutions to keep students in school. It is therefore important to provide support and guidance to both teachers and pupils. Early identification of school refusal is one of the important factors so that appropriate action can be taken to avoid disruption to the student's career. The SCREEN test helps to identify at-risk students at an early stage, but simply identifying is not enough. To maintain a schooling environment that enables pupils to bypass anxiety factors associated with school, we propose a digital intervention process, offering face-to-face and distance learning sessions to meet the needs of SR students. An advisor ensures good communication between all parties involved and the SR pupils. Digital technology is being proposed as an intermediary between teachers and anxious pupils who refuse to attend school, its role being to deliver the same educational content that is provided in class. In summary, the proposal described in this paper aims to create a new ecological system for intervention and monitoring of pupils with school refusal due to anxiety.

Keywords: school refusal, eLearning, blended learning, education

1 Introduction

Pupils suffering from school refusal (SR) are "children who, for irrational reasons, refuse to go to school and resist with very strong anxiety or panic reactions when they are forced to do so" [1]. The figure of 1 to 5% of school-age children suffering from SR has been put forward in various scientific publications. The causes are manifold and may be rooted in the child's personal history or in school bullying [2].

The literature on SR is more developed in the field of psychology where therapeutic treatments are very well documented [3]. However, there is very little scientific literature in the field of education on schooling for SR pupils and there are no systemic provisions that allow for cooperation with educational institutions. In particular, there is a lack of research on specific types of schooling arrangements. Yet SR leads to high levels of absenteeism from school, and pupils are at high risk of dropping out if nothing is done. On a more positive note, the Covid pandemic showed that the use of digital technology could help dropouts return to school [4].

For the latter reason, this study proposes the design of a digital system to keep SR pupils in school according to their needs and the possibilities available in the school.

2 Methodology

In order to conceptualise a school intervention process based on a digital approach, it is necessary to be able to draw up an inventory of teaching practices among the various stakeholders: national education staff on the one hand, and pupils and their families on the other.

Semi-directive interviews were conducted with ten National Education staff. A questionnaire based on three main themes was used to address: (1) the staff's knowledge of the SR, (2) their use of digital technology and, finally, and (3) the different social ties that remained for pupils during the SR phase. Similarly, five pupils, contacted via APADHE¹ and the APS51 association², all of whom had gone through the SR, and four mothers answered a questionnaire on issues related to their school careers during the SR. They were able to talk about: (a) their difficulties, (b) their needs and facilitating factors at school, and (c) their use of digital technology.

The experiences of the SR pupils and their needs were confronted with the pedagogical difficulties of the school's stakeholders. The results enabled us to identify a number of important areas for possible remedial action. The outcome was the design of a digital-based teaching tool as part of a process for welcoming students into the school.

3 Results

3.1 Difficulties for teachers in dealing with school refusers

The different actors in the National Education system emphasised the clear difficulty of maintaining contact with the pupil when absences become too frequent: "We put the pupil down as absent because we're used to the fact that he's absent on the application form, he's absent! And then that's it! We forgot about him!" Teachers deplored the feeling of powerlessness in the face of the impossibility of providing continuity in teaching and, above all, of not knowing how to maintain contact with absent SR pupils: "In the middle school, for example, we don't have much. Apart from the PAI³, we really have nothing. No, we have nothing!", "To take care of such a child (...) takes a lot of energy because we spend a lot of time talking to each other, to the teachers, to..." In their view, the lack of training and awareness of the problem among the various professionals in the education system makes it difficult to provide specific care in schools.

Even when digital tools are available in school, it is not easy for teachers to use them: "It's more of a tool that they (the teachers) appreciate, that makes their lives easier. It will still take them a long time to load all the courses and write all their lessons on it."

¹ Educational support at home, in hospital or at school

² School refusal association 51 (Association Phobie Scolaire 51)

³ Individualised welcome project (Projet d'Accueil Individualisé)

3.2 School refusers and their needs

School refusers and their families have reported a prolonged period of inactivity between the onset of symptoms and diagnosis. Diagnosis may take several months or even more than a year, during which time absences from school may become more frequent and longer. In some cases, the lack of treatment and educational solutions can lead to complete withdrawal from school.

Pupils and their families also explained the difficulties involved in recovering lessons from teachers who may or may not pass them on: “*On the other hand, there are teachers who say that if he wants the lessons, all he has to do is ask his mates to give them to him. My son doesn't want to be the weakling who always must ask his friends for things*”. Recovering lessons could easily be done using the digital tools they have mastered through basic, everyday skills: “*I'm always either on my phone, my computer or my console. (...) If the lessons were sent out and there was a difficulty in understanding something, (...) because it's complicated to explain certain things in writing, it would have been much easier to do it on video.*”

Although the origin of the anxiety disorders developed by pupils and leading to an SR may or may not be related to the school environment, the stress generated by school is real.

During their SR, which can last several years, pupils' families also complain about the lack of continuity in their relationship with the school and the uncertainties expressed by the school system.

4 Discussion and proposal

The reflective analysis of the interviews allowed us to identify the issues related to the retention of SR students in school. In the rest of this paper, we propose several major areas of remediation for the education of SR students. These elements are part of a new ecological system based on a program of digital interventions [5] designed to meet the needs of these students and address the challenges they face in school. This system provides both intervention and follow-up support over time. However, this approach may require secondary school teachers to change their pedagogical paradigm. The traditional reference framework for face-to-face teaching needs indeed to be transformed into a hybrid model that combines distance learning for some subjects and face-to-face teaching for others.

As a result of the qualitative analysis, we propose the following interventions.

4.1 Change of procedure in student tracking

Students with SR in secondary education are usually identified through the GPDS⁴ due to absenteeism. They are often treated similarly to other students and may be at risk of dropping out of school if their psychological difficulties are not addressed. However,

⁴ Drop-out prevention group (Groupe de Prévention du Décrochage Scolaire)

the SCREEN⁵ tool can be used to identify and assess SR in schools [6]. This assessment can be used as a first step in identifying the cause of absenteeism and preventing prolonged absence, differentiating SR from other students. If a student displays moderate symptoms of SR and is frequently absent, they may benefit from the school's reception system we are proposing. On the other hand, cases involving complete withdrawal from school should be given priority for medical treatment. Students should not be enrolled in another support scheme to avoid having to deal with too many different individuals. In addition, literature shows that in order to use digital technologies the pupils must not be facing significant difficulties at school, as digital technology may increase the pupil's difficulties [7].

4.2 A mixed approach to school organisation

In primary and secondary education, all teaching is carried out strictly on a face-to-face basis. For SR pupils, the school intervention process provides for a timetable to be drawn up at school, with time spent in class with the other pupils and time in a quiet room. This arrangement should cover a part of the subjects, as computer work is very tiring for the student. The timetable arrangement is reviewed every two months and may not last longer than six months continuously to prevent fatigue caused by the use of digital technology. At the end of the 6 months, it is possible to replace the subjects taken by others [8].

4.3 An advisor to facilitate links between students, their families and teachers

In order to ensure a successful return to full-time education, it is crucial to maintain a consistent and continuous link between the school and the pupil, even in the event of further absences. A designated member of staff is responsible for collecting and organising information about the student, ensuring that the online subject material matches the student's progress in the home classroom and is distributed regularly. Their role is also to facilitate communication between the various parties, reassure the student and guide them through their school career [9]. Communicating with students can take place in face-to-face or digital tutorials to suit their needs, while for other staff this can be digital.

4.4 Digital technology as an educational tool

School teachers are mobilised to provide online lessons that follow the same progression as students' home lessons. The teachers involved in distance learning are not necessarily the teachers in the student's original teaching team. In turn, pupils upload their work to a digital space for correction and guidance from the teacher, who can communicate with them digitally. Standardised assessments should be avoided as they can cause anxiety [10]. An objective assessment that takes into account the work completed,

⁵ SChool REfusal EvaluatioN

the skills developed, the long-term investment in the digital system and the effort expended can replace traditional assessments.

5 Conclusion

In this paper we argue that it is possible to provide schooling for anxious pupils who refuse to attend school by setting up a specific digital intervention process. This intervention may or may not be hosted in a school. The intervention program should take into account the needs of the pupils, in particular their difficulties in attending class due to anxiety about the school environment. In order for this intervention to be successful, teachers should change their teaching practices to combine face-to-face and distance learning. Finally, an advisor ensures that the whole intervention program runs smoothly over time. The proposed intervention process is currently undergoing testing in several secondary schools as part of a longitudinal exploratory study.

Disclosure of Interests. There are no known conflicts of interest associated with this publication.

References

1. Ajuriaguerra Julian de (1974) Manuel de psychiatrie de l'enfant, 2e éd. entièrement refondue. Masson et cie, Paris
2. Gallé-Tessonneau M., Dahéron L. (2020) Comprendre et soigner le refus scolaire anxieux. Dunod
3. Denis H, Fendeleur S, Girod C, et al (2018) Refus scolaire anxieux : efficacité d'un programme de TCC en hospitalisation de jour. Journal de Thérapie Comportementale et Cognitive 28:123–130. <https://doi.org/10.1016/j.jtcc.2018.06.005>
4. Mercier C (2022) La classe virtuelle : un outil au service du raccrochage scolaire ? In: Colloque international "Décrochage scolaire" : quels enjeux aujourd'hui ? Quelles pratiques éducatives ? Quels partenariats ? Quels effets sur les apprentissages ? Angers, Université catholique de l'Ouest (UCO), France
5. Leriche J, Desbiens J-F, Amade-Escot C, Tinning R (2016) Compatibility and Complementarity of Classroom Ecology and Didactique Research Perspectives in Physical Education. Quest 68:497–520. <https://doi.org/10.1080/00336297.2016.1144516>
6. Gallé-Tessonneau M (2015) Création et validation d'un questionnaire de repérage du refus scolaire anxieux au collège : la SCchool REfusal EvaluatioN (SCREEN). Thesis, Bordeaux
7. André Tricot, Franck Amadieu (2020) Apprendre avec le numérique - Mythes et réalités, Retz
8. Leroux G, Monteil J-M, Huguet P (2017) Apprentissages scolaires et technologies numériques : une revue critique des méta-analyses. L'Année psychologique 117:433–465. <https://doi.org/10.3917/anpsy.174.0433>
9. Guerra J, Bright D (2021) Anxiety-Based School Refusal: Implications for School Counselors. Journal of School Counseling 19
10. Havik T, Bru E, Ertesvåg SK (2015) School factors associated with school refusal- and truancy-related reasons for school non-attendance. Soc Psychol Educ 18:221–240. <https://doi.org/10.1007/s11218-015-9293-y>

Questionner l'éthique des usages du numérique dans l'enseignement supérieur et la recherche au prisme de leur impact environnemental : analyse du positionnement éthique des acteurs de l'ESR

Marion Fontanié [0009-0006-4402-6001], 1^{re} année de thèse

Université de Poitiers, Laboratoire TECHNÉ (UR 20297), Poitiers, France
marion.fontanie@univ-poitiers.fr

Résumé Ancré dans le champ des sciences de l'information et de la communication, la recherche dont rend compte cet article se propose d'interroger, sous un angle éthique, les enjeux environnementaux liés à l'usage du numérique à des fins pédagogiques dans le milieu universitaire. Encore au stade de cadrage de l'objet de la recherche, elle propose des pistes envisagées pour le futur travail de terrain. Ce dernier se focalisera sur deux profils professionnels : les ingénieurs pédagogiques et les enseignants-rechercheurs. L'objectif est d'analyser le positionnement de ces acteurs face à la mise en tension de l'usage du numérique entre pertinence pédagogique et soutenabilité environnementale. Plus précisément, il s'agira d'étudier comment s'articulent les valeurs éthiques environnementales, les impératifs ou valeurs pédagogiques, ainsi que les valeurs personnelles et professionnelles des individus. Cette recherche vise à étudier la façon dont ces questions éthiques peuvent contribuer à la construction d'un ethos professionnel.

Mots clés : numérique, environnement, éthique, usages, université, enseignement supérieur et recherche

1 Introduction

Les questionnements environnementaux du numérique émergent dans un contexte doublément marqué par, tout d'abord, le développement toujours plus important de techniques numériques dans diverses sphères d'activités humaines. Nous avons choisi pour notre recherche de nous focaliser sur la sphère éducative, précisément dans le milieu de l'enseignement supérieur et de la recherche (ESR). En parallèle, se déroule une crise climatique et environnementale majeure qui nous impose un retour réflexif sur nos usages du numérique, puisque celui-ci a une empreinte environnementale forte tout au long de son cycle de vie. Cet impact a été souligné par de nombreux travaux scientifiques, on pourra citer, de façon non exhaustive, ceux du Green IT, du Shift Project, ou encore de Courboulay, qui dévoilent la « face cachée du numérique » (Flipo, Dobré, Michot, 2013). Il existerait donc une tension entre « l'hypersystème numérique » et

« l'hyperbien écologique » (Hoang et al., 2022), c'est-à-dire une tension entre la prégnance du numérique dans la société, et l'émergence d'un imaginaire et des valeurs écologiques plus fortes, comme bien à protéger. Ainsi le numérique pose-t-il des questions éthiques liées aux conséquences environnementales de ses usages, au regard de la finalité de cette utilisation.

2 Problématique et questions de recherche

L'objectif de notre recherche est de voir comment cette tension éthique s'exprime pour les acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche directement confrontés à la question de l'usage du numérique technopédagogique. En effet, un problème apparaît lorsque la pertinence d'un outil utilisé pour la pratique professionnelle entre en conflit avec d'autres enjeux. On pourrait considérer que l'enjeu premier de l'usage des techniques numériques est celui de la soutenabilité pédagogique, et non de son coût environnemental. Notre recherche porte sur la question suivante : comment s'articulent éthique professionnelle et éthique individuelle dans les usages de techniques numériques au regard de leur coût environnemental ? Les questions de recherche qui en découlent sont les suivantes : les valeurs environnementales influencent-elles les usages numériques des ingénieurs pédagogiques (IP) et des enseignants-chercheurs (EC) ? Quelles perceptions et représentations les IP et les EC ont-ils de cette tension entre éthique personnelle et éthique professionnelle ? De quelle manière l'exercice de la responsabilité individuelle et de la liberté de ces acteurs s'exerce-t-il dans le cadre collectif professionnel ? Notre recherche compréhensive sur les processus décisionnels individuels est envisagée sous l'angle de la démarche éthique. Il ne s'agit pas d'une recherche sur la mesure du coût environnemental du numérique dans l'ESR ni sur la formation au développement durable ou la sobriété numérique.

3 Cadre conceptuel

3.1 Une approche des usages par l'éthique située

L'éthique peut s'aborder de deux manières : par l'éthique « *by design* », c'est-à-dire plutôt sous l'angle de l'écoconception comme manière de lever la double contrainte et résoudre les problèmes environnementaux du numérique. Dans cette perspective, la responsabilité éthique repose sur les concepteurs des objets numériques eux-mêmes comme devant posséder intrinsèquement une dimension éthique, ou bien sur l'éthique *by design* des politiques nationales ou celles des établissement d'ESR. L'éthique *by design* dégage la responsabilité individuelle (sauf dans le cas de la désobéissance civile). À propos de l'éthique *by design* nous pouvons citer les travaux de Berthoud, Roussilhe ou encore Crozat, ainsi que les approches en design telles que le *value-sensitive design* de Friedman. Une autre manière de considérer l'éthique est de se concentrer sur la responsabilité des individus. C'est cet angle que nous avons choisi. Il s'agit de questionner la notion d'éthique comme horizon des actions dans l'objectif d'une

« vie bonne », actions assimilées ici aux usages du numérique dans la pratique professionnelle. Notre travail ne vise pas à étudier les impacts environnementaux associés à l'utilisation des techniques numériques mobilisées dans l'ESR, mais bien la façon dont les acteurs se positionnent par rapport à l'usage de ces techniques. Nous nous plaçons dans une démarche d'éthique située, issue des travaux de Dewey, qui vise à ne pas séparer les valeurs des faits, c'est-à-dire de questionner des situations avec des problématiques concrètes. Il s'agit de partir des situations d'usages du numérique dans le milieu de l'ESR, et de questionner l'éthique de ces mêmes usages.

3.2 Cadres de l'expérience

Nous avons choisi d'étudier les usages des individus et leurs perceptions des enjeux éthiques environnementaux du numérique à partir de la définition ricœurienne de l'éthique et ses trois axes (soi, l'Autre et le monde¹). Ces trois aspects constituent trois cadres de l'expérience des individus. Nous empruntons la notion de cadre d'expérience à Goffman (1991). Selon lui, les individus se situent dans des cadres qui orientent leurs actions, perceptions et comportements. La notion de cadre est utile pour notre recherche car elle permet d'éclairer la question de l'articulation entre éthique personnelle et éthique professionnelle au regard de l'usage du numérique. C'est donc le jeu de croisement des divers cadres dans lesquels se situe un individu, ainsi que les variations individuelles par rapport à un cadre collectif qui nous intéressera particulièrement. Cela permet également d'étudier les conflits de valeurs qui peuvent en découler.

4 Méthode

La méthode envisagée pour le travail empirique interrogera les représentations, les positionnements éthiques, et les façons d'agir induites des IP et EC. Nous faisons le choix d'une méthode qualitative compréhensive et de recourir à des entretiens semi-directifs comme principal moyen de collecte de données auprès de deux acteurs du milieu universitaire : des enseignants-chercheurs et des ingénieurs pédagogiques. Nous souhaitons rencontrer des participants aux profils et pratiques numériques diversifiées. Nous nous intéressons à la conscience écologique des participants, ainsi qu'à la porosité entre leurs pratiques numériques personnelles et professionnelles. Une autre dimension d'analyse consistera à étudier la socialisation des participants et la manière dont elle peut influencer l'exercice de la responsabilité et sa dimension citoyenne. Cela pourrait conduire à étudier l'engagement des participants, jusqu'aux potentielles formes d'activisme écologique. Les entretiens porteront aussi sur les enjeux de la formation professionnelle des participants. La conception du guide d'entretien s'appuiera sur l'adaptation d'instruments validés qui permettent la mesure de la conscience ou des comportements écologiques, tels le modèle 2-MEV (*2-Major Environmental Values*) ou l'échelle NEP (*New Ecological Paradigm*). De plus, si notre approche n'est pas celle du design,

¹ Ricoeur définit l'éthique comme « visée de la vie bonne, avec et pour les autres, dans des institutions justes » (*Soi-même comme un autre*, 1990).

nous pourrons intégrer dans les outils de construction du guide d'entretien l'apport du *Value-Sensitive Design* (VSD). Par « usages du numérique », nous restons pour le moment suffisamment large. Nous envisageons de réaliser un travail préliminaire de recueil de données pour orienter ensuite notre choix des participants et assurer une diversité des usages et des points de vue lors des entretiens. Cela pourra passer par la soumission d'un questionnaire lors d'une première étape du travail de terrain.

5 Conclusion

Par le biais d'une méthode principalement qualitative basée sur des entretiens auprès d'acteurs de l'ESR, cette recherche vise à étudier la manière dont s'articulent l'éthique individuelle et professionnelle des participants sur les questions d'usage ou de non-usage du numérique, au regard des considérations sur le coût environnemental du numérique.

Références

1. Courboulay, V. (2021). *Vers un numérique responsable : Repensons notre dépendance aux technologies digitales*. Actes Sud Nature
2. Crozat, S. (2023). *Former les ingénieurs de demain : soutenabilité, eudémonisme, convivialité*. Webinaire Terra Forma. <https://stph.scenari-community.org/pres/20231124-terra-forma/>
3. Dewey, J. (2011). *La formation des valeurs*. La Découverte
4. Flipo, F., Dobré, M., Michot, M. (2013). *La face cachée du numérique. L'impact environnemental des nouvelles technologies*. L'Échappée
5. Friedman, B., Hendry, D. G., & Bornig, A. (2017). A Survey of Value Sensitive Design Methods. *Foundations And Trends In Human-computer Interaction* (Print), 11(2), 63-125. <https://doi.org/10.1561/1100000015>
6. Goffman, E. (1991). *Les Cadres de l'expérience*. Les éditions de Minuit
7. Hoang, A. N., Mellot, S., & Prodhomme, M. (2022). Le numérique questionné par l'éthique située des écologies politiques. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, 25, Article 25. <https://doi.org/10.4000/rfsic.13239>
8. Manoli, C., Johnson, B., Buxner, S., & Bogner, F. (2019). Measuring Environmental Perceptions Grounded on Different Theoretical Models: The 2-Major Environmental Values (2-MEV) Model in Comparison with the New Ecological Paradigm (NEP) Scale. *Sustainability*, 11(5), 1286. <https://doi.org/10.3390/su11051286>
9. Ricoeur, P. (1990). *Soi-même comme un autre*. Seuil
10. Rousselhe, G. & Berthoud, F. (2021). Le numérique face à la crise environnementale. *Alternatives Non-Violentes*, 199, 11-13. <https://doi.org/10.3917/anv.199.0011>
11. Schleyer-Lindenmann, A., Dauvier, B., Ittner, H., & Piolat, M. (2016). Mesure des attitudes environnementales : Analyse structurale d'une version française de la NEPS (Dunlap et al., 2000). *Psychologie Française*, 61(2), 83-102. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2014.07.002>
12. The Shift Project. (2019). *Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne*. Disponible en ligne : https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/R%C3%A9sum%C3%A9-A9-aux-d%C3%A9cideurs_FR_Linsoutenable-usage-de-la-vid%C3%A9o-en-ligne.pdf



Ateliers

Atelier 1 : Construire son état de l'art dans une littérature exubérante

Nour El Mawas¹, Mariem Jaouadi², Nadine Mandran³

¹CREM, Université de Lorraine

²TECFA, Université de Genève

³LIG, CNRS

Pour conduire toute recherche, un des travaux est la constitution d'un corpus d'articles scientifiques pour connaître les travaux existants et ainsi identifier des manques auxquels le doctorant apportera une réponse via une contribution scientifiquement construite et évaluée. Or le doctorant est aujourd'hui confronté à une littérature scientifique exubérante.

En effet, le nombre d'articles dans la littérature scientifique a considérablement augmenté ces dernières années (en 2018 4,18 millions, en 2022 5,14 millions d'articles). Ce phénomène s'explique par les politiques des institutions de recherche incitant les personnels à fortement publier, la pression des classements comme celui de Shangai, etc.

Ce foisonnement est rendu possible grâce à la technologie numérique qui permet d'une part de conduire plus rapidement des recherches et d'autre part d'avoir accès à un plus grand nombre d'articles sans jouer les « rats de bibliothèques ». Si cette accessibilité est une réelle avancée elle peut mettre en difficulté les doctorants qui se demandent souvent comment tout lire ? Est-ce que j'aurais vraiment tout lu ?

Ce sont toujours les premières questions que les doctorants posent lors de formations en école doctorale et ce quel que soit la discipline. Les directeurs de thèse sont eux aussi parfois démunis pour répondre à ces questions. Les doctorants sont parfois aussi confrontés à une terminologie diverse et polysémique (e.g. cadres théoriques, état de l'art, fondements théoriques, etc.) qui les met en difficulté quand ils doivent eux même utiliser ces vocables pour la structuration de leur pensée et pour la rédaction.

Étant donné que la qualité de ce travail de sélection de la littérature, de l'analyse des articles et du positionnement théorique font partie intégrante du travail de recherche, il est important de proposer une méthode et des outils aux doctorants pour réaliser ce travail. Cette méthode doit aussi assurer la traçabilité de ce travail pour le rendre opposable aux demandes des relecteurs ou des rapporteurs pour une thèse.

Atelier 2 : Modélisations de l'activité de programmation (savoirs et savoir-faire, compétences, capacités...)

Sebastien Jolivet¹, Yvan Peter²

¹TECFA & IUFE, Université de Genève

²CRISTAL - Université de Lille

Comprendre ce qu'est l'activité de programmation est un questionnement ancien. Diverses approches ont guidé ce questionnement : quelle est l'activité cognitive ? Quelles sont les compétences de programmation ? Quels sont les savoirs et savoir-faire liés à l'apprentissage de la programmation ?

Diverses propositions pour modéliser et représenter ces éléments existent déjà : référentiels de compétences, référentiels de praxéologies, modèle COMPER, etc. Les motivations menant à la production de tels modélisations sont aussi très diverses : objectifs orientés métier / formation ; exploitations dans un EIAH (adaptive learning...) ; outils pour l'enseignement ; outils d'analyse – description de ressources ; etc. Ces objectifs différents amènent des différences : niveau de modélisation, grain des compétences...

Cet atelier a pour objectif de mettre en regard ses différents travaux, d'origines et de motivations diverses, pour essayer d'identifier les convergences possibles (formalisation des référentiels ; processus de construction ; articulations entre des référentiels de niveaux de granularité différents ; etc.). La matinée aura été l'occasion de présenter un certain nombre de travaux liés à la modélisation, sous différentes formes, de l'activité de programmation.

L'objectif de l'après-midi est d'aller au-delà de l'identification du champs de l'existant et de proposer un cadre pour mieux identifier les convergences, les articulations possibles, les mutualisations et dessiner le champs des possibles. Remarque : pour participer l'après midi il est nécessaire (en tous cas fortement souhaitable) de participer à l'atelier du matin.

Partenaires



(a) Association des Technologies de l'Information pour l'Education et la Formation



(b) Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans



(c) Centre de Recherche en Éducation de Nantes



(d) Maison des Sciences de l'Homme de l'Université Grenoble Alpes



(e) Laboratoire d'informatique de Sorbonne Université



(f) Le Mans Université



(g) IUT de Laval - Le Mans Université



(h) Département de la Mayenne



Actes des dixièmes rencontres jeunes chercheuses et chercheurs en EIAH

Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain

Édités par Sonia Mandin et Mathieu Muratet

Du 4 au 7 juin 2024

Le Mans Université, Laval

France