HAL
open science

Actes des 8ièmes RJC EIAH 2020 : Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain

Amel Yessad, Sébastien Jolivet, Christine Michel

To cite this version:

Amel Yessad, Sébastien Jolivet, Christine Michel. Actes des 8ièmes RJC EIAH 2020 : Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. 8e Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH, 2020. hal-03208548

HAL Id: hal-03208548

https://hal.science/hal-03208548v1

Submitted on 26 Apr 2021

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

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

Actes des huitièmes rencontres jeunes chercheur-e-s en EIAH

Édités par Amel Yessad, Sébastien Jolivet et Christine Michel

Les 4 et 5 Juin 2020
Université de Poitiers
France

Les huitièmes rencontres jeunes chercheur-e-s en EIAH 2020 ont été organisées par l'Université de Poitiers sous l'égide de l'ATIEF (Association des Technologies de l'Information pour l'Education et la Formation)

Table des matières

Comités des journées RJC EIAH 2020 5

Introduction aux actes 7

Conférence invitée 9

Communications orales 10

Évolution du diagnostic cognitif de l'apprenant à l'aide d'une approche numérique et symbolique. *Olivier Allègre* 11

Evaluer la réutilisabilté d'une question : une utilisation des learning analytics dans un contexte d'évaluation formative. *Rialy Andriamiseza* 18

Compréhension et évaluation des pratiques enseignantes sur un LMS. *Ibtissem Bennacer* 26

Vers une méthode générique pour l'évaluation des mouvements dans les EVAH. *Djadja Jean Delest Djadja* 34

Vers un dispositif pédagogique permettant la co-conception de jeux sérieux par les étudiants en soins infirmiers. *Sebastian Gajewski* 40

Score et chronomètre sur l'interface : quels effets sur l'activité d'élèves d'école élémentaire ? *Marielle Leonard* 56

Vers des modèles d'analytique des apprentissages avec le numérique. *Camila Morais Canellas* 64

Construction dimensionnelle de solides en environnement virtuel : impact sur les concepts de prisme, de pyramide et de base pour des élèves de 6ème. *Xavier Nicolas* 71

Vers une conception participative de tableaux de bord étudiants adaptatifs avec PADDLE. *Katia Oliver-Quelennec* 77

Verrous d'une recherche orientée par la conception d'un scénario pédagogique intégrant un EIAH : retour d'expérience. *Maud Plumettaz-Sieber* 85

Vers un processus semi-automatique de personnalisation de l'apprentissage : définition d'un méta-modèle de stratégies pédagogiques fondé sur un référentiel de compétences. *Louis Sablayrolles* 93

FASER LX Test : Un outil de mesure de l'expérience d'apprentissage dans une formation en ligne. *Yassine Safsouf* 101

Améliorer l'autorégulation de jeunes élèves lors de l'apprentissage de la lecture. *Thomas Sergent* 108

Conception de tableaux de bord pour la visualisation de pratiques numériques juvéniles : cas des collèges du département de Loir-Et-Cher. *Nesrine Zibani* 116

Session posters 124

Conception d'un jeu vidéo destiné à l'apprentissage de langues : vers la création de scénarios Ludo-Educatifs pertinents. *Lizandro Beccerra Valderrama* 125

Enrichir les pratiques de classe par le numérique : retour des enseignants sur une expérimentation menée en Guadeloupe. *Lamprini Chartofylaka* 129

Codeclick : Rétroactions Personnalisées Basées sur les Learning Analytics pour Supporter l'Apprentissage Pratique de la Programmation. *Zahi Hodeib*..... 133

Co-Conception d'un Tableau de Bord utilisant des Learning Analytics. *Joël Person*..... 137

Vers une modélisation de l'expérience optimale d'apprentissage via les Learning Analytics. *Sergio Iván Ramírez Luelmo* 141

L'impact de l'usage du TBI en activités d'interaction orale sur l'engagement scolaire des élèves dans le cadre de l'enseignement de la langue arabe à l'école élémentaire en France. *Abdessamad Redouani* 145

Exploration du lien entre les scores aux quiz et le succès des étudiants de l'enseignement supérieur dans un dispositif d'enseignement hybride. *Margault Sacré*..... 149

Comités des journées RJC EIAH 2020

Présidents du comité de programme

Amel Yessad	LIP6, Sorbonne Université
Sébastien Jolivet	LDAR, Université de Paris

Comité de programme

Marie-Hélène	Abel	HEUDIASYC, Université de Technologie de Compiègne
Francine	Athias	ELLIADD-FR EDUC, Université de Franche-Comté
Vincent	Barré	LIUM, Le Mans Université
Marie-Laure	Betbeder	DISC, Université de Franche-Comté
Jacques	Beziat	CIRNEF, Université de Caen
Catherine	Bonnat	LIP-CERF, Université de Fribourg
François	Bouchet	LIP6, Sorbonne Université
Julien	Broisin	IRIT, Université Toulouse 3 Paul Sabatier
Armelle	Brun	LORIA, Université Nancy 2
Pierre-André	Caron	CIREL, Université de Lille1
Thibault	Carron	LIP6, Sorbonne Université
Ronan	Champagnat	L3i, Université de La Rochelle
Michel	Christine	TECHNE, Université de Poitiers
Raphaëlle	Crétin-Pirolli	CREN, Le Mans Université
Cyrille	Desmoulins	LIG, Université Grenoble Alpes
Philippe	Dessus	LaRAC, Université Grenoble Alpes
Fahima	Djelil	Lab-STICC, IMT Atlantique
Nour	El Mawas	CIREL, Université de Lille
Sébastien	George	LIUM, Le Mans Université
Jean-Marie	Gilliot	Lab-STICC, IMT Atlantique
Isabelle	Girault	LIG, Université de Grenoble Alpes
Monique	Grandbastien	LORIA, Universite de Lorraine
Françoise	Greffier	ELLIADD, Université de Franche-Comté
Brigitte	Grugeon-Allys	LDAR, Université Paris Est Créteil
Viviane	Gueraud	LIG, Université Grenoble Alpes
Nathalie	Guin	LIRIS, Université de Lyon 1
Sébastien	Iksal	LIUM, Le Mans Université
Stéphanie	Jean-Daubias	LIRIS, Université de Lyon
Sébastien	Jolivet	LDAR, Université de Paris
Jean-Marc	Labat	LIP6, Sorbonne Université
Elise	Lavoué	LIRIS, Université Jean Moulin Lyon 3
Dominique	Leclet Groux	MIS, Université de Picardie Jules Verne
Marie	Lefevre	LIRIS, Université de Lyon 1
Dominique	Lenne	HEUDIASYC, Université de Technologie de Compiègne
Domitile	Lourdeaux	HEUDIASYC, Université de Technologie de Compiègne
Nadine	Mandran	LIG, Université Grenoble Alpes
Iza	Marfisi-Schottman	LUNAM Université, Université du Maine
Bertrand	Marne	ICAR, Université Lumière Lyon 2
Jean-Charles	Marty	LIRIS - équipe SICAL
Christine	Michel	TECHNE, Université de Poitiers
Najoua	Mohib	LISEC, Université de Strasbourg
Mathieu	Muratet	LIP6, INS HEA
Sophie	Othman	ELLIADD, Université de Franche-Comté

Chrysta	Pelissier	LHUMAIN, Université Montpellier 3
Daniel	Peraya	TECFA, Université de Genève
Yvan	Peter	CRIStAL, Université de Lille
Claudine	Piau-Toffolon	LIUM, Le Mans Université
Issam	Rebaï	IMT Atlantique
Christophe	Reffay	ELLIADD & ESPE, Université de Franche-Comté
Marilyne	Rosselle	MIS, Université de Picardie
Pierre	Salam	3L.AM, Le Mans Université
Eric	Sanchez	LIP – CERF, Université de Fribourg
Nogry	Sandra	Paragraphe, Université Cergy-Pontoise
Karim	Sehaba	LIRIS, Université Lumière Lyon 2
Franck	Silvestre	IRIT, IUT de Rodez
Patrice	Torguet	IRIT
Jana	Trgalova	S2HEP, Université Lyon 1
Lucile	Vadcard	LaRAC, Université Grenoble Alpes
Rémi	Venant	LIUM, Le Mans Université
Amel	Yessad	LIP6, Sorbonne Université

Coordinateurs des ateliers

Mathieu Muratet	LIP6 & INSHEA
Sabine Zorn	Grhapes, INSHEA

Présidents du comité d'organisation

Christine Michel	TECHNE, Université de Poitiers
Jean-François Cerisier	TECHNE, Université de Poitiers

Membres du comité d'organisation

Aurélien Nguyen	TECHNE, Université de Poitiers
Laetitia Pierrot	TECHNE, Université de Poitiers
Valéry Roché	Service I-médias, Université de Poitiers
Hassina El Kechai	TECHNE, Université de Poitiers
Emilie Besneville	TECHNE, Université de Poitiers
Sylvie Merlet-Fortin	TECHNE, Université de Poitiers
Andrew Peterson	TECHNE, Université de Poitiers

Introduction aux actes

Les huitièmes rencontres jeunes chercheur-e-s en EIAH ont eu lieu en pleine crise sanitaire mondiale. Elles se sont donc déroulées donc dans un contexte et un format inédit. Le pari de les maintenir, en dépit de la situation et des difficultés inhérentes, a été porté par la volonté de ne pas “perdre” tout le travail qui avait été engagé par les doctorants et les relecteurs, et surtout l’espoir que l’on arriverait malgré tout à avoir des échanges scientifiques de qualité. A l’issue de cette édition, il semble que le pari a été relevé. Evidemment pour le plaisir de se retrouver entre membres de la communauté et les échanges informels durant les pauses café il faudra attendre la prochaine édition.

Si le format est inédit, au niveau de l’esprit nous nous sommes pleinement inscrits dans la continuité des éditions précédentes en souhaitant que ces rencontres soient un espace de communication scientifique. Concernant la communication scientifique, dans une optique exigeante mais bienveillante, grâce à la qualité du travail des membres du comité de programme, sur 23 soumissions (22 pour une communication et une pour un poster) nous en avons retenues 15 pour une communication et 7 pour un poster. Les contributions se sont inscrites dans quatre grandes thématiques scientifiques :

- Modélisation de l’apprenant, auto-régulation et adaptation
- Learning Analytics et tableaux de bord
- Environnements virtuels et jeux sérieux
- Retours d’expériences sur l’utilisations de plateformes d’apprentissage

Nous avons aussi souhaité que ces rencontres jeunes chercheurs aient une dimension formative. Le premier apport a été la conférence invitée de Philippe Dessus (Univ Grenoble Alpes, LaRAC), sur le thème “Sciences Humaines et Informatique : Apports interdisciplinaires pour l’étude des EIAH”. Sa qualité et le thème abordé rendent son contenu intéressant largement au-delà des “jeunes chercheurs”. La seconde dimension formative était évidemment portée par la soumission d’une communication, la réalisation d’un poster, la préparation d’une présentation orale, etc. Pour faciliter le travail de réécriture et simplifier l’intégration des riches retours des relecteurs, nous avons choisi d’offrir la possibilité aux doctorants de disposer de deux pages supplémentaire pour leur version finale par rapport au format de la soumission initiale. Le contexte nous a aussi amené, pour limiter au maximum les risques techniques le « jour J » et rendre la conférence à distance plus dynamique, à demander aux doctorant-e-s de préparer, en amont de la conférence, une présentation sonorisée d’une vingtaine de minute qui a été mise à disposition en ligne. Certes l’exercice a été assez coûteux en termes de préparation, mais gageons qu’il aura aussi permis aux uns et aux autres de développer des compétences nouvelles et utiles pour la suite.
Pour accentuer encore cette dimension formative, nous avons décidé de mettre en place une session de travail sur la méthodologie de la recherche en EIAH, dans la continuité de la “session doctorant-e-s” d’une demi-journée qui avait eu lieu lors de la conférence EIAH 2019. Cette question présente l’avantage de concerner tous les doctorants, et plus largement tous les chercheurs, de la communauté EIAH, quels que soient leurs champs disciplinaires de rattachement. Toujours dans l’esprit de diversité des approches elle a été animée par une équipe mixte SHS et informatique. Nous remercions vivement Nadine Mandran, Catherine Bonnat et Pierre Laforcade qui ont bien voulu assurer la préparation et le déroulement de cette demi-journée.

Nous remercions vivement toute l'équipe, pilotée par Christine Michel, constituée de membres du laboratoire TECHNE et du service I-Média de l'Université de Poitiers, pour la réactivité et l'efficacité tant en amont que durant la conférence. Un travail important a été réalisé pour le choix de la plateforme, la mise en ligne des ressources et la gestion du direct.
Tout ce travail a permis à près d'une centaine de participant-e-s de suivre la conférence d'ouverture et les diverses présentations dans de très bonnes conditions. La qualité des interactions durant les sessions a été largement soulignée, celles-ci étant notamment favorisées l'articulation entre le dispositif technique du chat, qui permettait de réagir instantanément durant les présentations, et l'animation des chairs. Nous remercions d'ailleurs les chairs des cinq sessions (Catherine Bonnat, François Bouchet, Sébastien George, Marie Lefevre et Chrysta Pelissier) pour le sérieux et l'efficacité avec lesquels ils ont rempli leur mission.
Parmi les éléments positifs à retenir du dispositif il y a la mise à disposition de la communauté de traces inédites pour une conférence RJC EIAH. En effet, en complément de ces actes, sont disponibles sur le site des RJC EIAH (https://rjceiah20.conference.univ-poitiers.fr/programme/) :

- La conférence invitée de Philippe Dessus
- Les présentations sonorisées (20 minutes pour les communications et 120 secondes pour les posters) des doctorants
- Les posters
- Les captures des différentes sessions qui incluent les présentations courtes des doctorants mais aussi les questions et réponses ainsi que les échanges via le chat

En dépit de la situation particulière il nous semble donc que les objectifs assignés à ces 8e rencontres jeunes chercheur-e-s en EIAH ont été remplis. Nous remercions l'ATIEF pour la confiance témoignée en nous donnant la co-présidence du comité de programme.
Nous souhaitons de belles et riches prochaines éditions, dans un contexte que nous espérons plus habituel, et enrichi du retour d'expérience de cette édition.

Amel Yessad (LIP6, Sorbonne Université), **co-présidente du comité de programme**
Sébastien Jolivet (LDAR, Université de Paris), **co-président du comité de programme**

Conférence invitée

Sciences humaines et informatique : Apports interdisciplinaires pour l'étude des EIAH

Philippe Dessus

Professeur des Universités, Laboratoire de Recherche sur les Apprentissages en Contexte, Université Grenoble Alpes
philippe.dessus@univ-grenoble-alpes.fr / http://pdessus.fr

L'objet de cette présentation est de montrer, si cela était nécessaire, le double intérêt de réaliser des recherches interdisciplinaires sur les EIAH, pour faire avancer à la fois la recherches en sciences humaines et en informatique. Les notions suivantes seront abordées et discutées à la lumière de la recherche dans ces deux domaines : théories en sciences humaines, croyances des enseignants envers l'informatique, ouverture (des ressources, de la pédagogie), compréhension de matériel lu, distance et interactions enseignant-étudiants, rétroactions, émotions, éthique et respect de la vie privée.

La conférence est accessible à ce lien : https://frama.link/conf_Dessus_RJC-EIAH2020

Communications orales

En compléments des textes présentés dans ces actes, des diaporamas sonorisés ainsi que l'enregistrement des sessions de présentation sont disponibles sur le site des RJC EIAH 2020 : https://rjceiah20.conference.univ-poitiers.fr/programme/

Évolution du diagnostic cognitif de l'apprenant à l'aide d'une approche numérique et symbolique

Olivier Allègre

LIP6, Sorbonne Université
olivier.allegre@lip6.fr
1ère année de thèse*

Abstract. L'objet de la recherche présentée ici est un dispositif de diagnostic cognitif hybride basé sur une association de la connaissance experte avec les données issues des traces des apprenants. Il est caractérisé par plusieurs couches de données numériques et symboliques. Ce diagnostic cognitif concentre les probabilités de maîtrise des composantes de connaissance du domaine construit par les experts, à l'aide des exercices réalisés par l'apprenant, et les relations existantes entre ces mêmes composantes de connaissance, dérivées des relations explicitées par les experts. L'objectif est d'adapter le modèle du domaine, correspondant à une vision consensuelle des experts sur les règles de structure régissant le domaine, à l'apprenant à l'aide des états de connaissance des apprenants partageant les mêmes caractéristiques d'apprentissage. L'apport relatif d'un tel système sera étudié à l'aide des résultats d'un ensemble d'apprenants sur la plateforme Kartable, puis comparé à d'autres systèmes d'apprentissage adaptatif.

Keywords: Apprentissage adaptatif · EIAH · diagnostic cognitif.

1 Introduction

L'utilisation de plateformes pédagogiques numériques apporte de nombreuses données issues des traces des apprenants, exploitées par des méthodes statistiques de fouille de données. Les experts ont, eux, une connaissance approfondie des domaines de connaissance et peuvent en produire des modèles basés sur les relations pouvant exister entre différentes composantes de connaissance. Ainsi, les systèmes de modélisation de l'apprenant se basent sur des méthodes d'extraction numériques ou sur des méthodes de représentation des connaissances symboliques. Si ces deux types sont très différents dans leur approches et leurs algorithmes, ils permettent l'élaboration d'un diagnostic cognitif de l'apprenant. Nous définissons le diagnostic cognitif par la prédiction de l'état des connaissances de l'apprenant (ce qu'il sait et ne sait pas) mais aussi de sa façon de raisonner. Le but de cette recherche est de prédire les connaissances de l'apprenant et les relations logiques existantes entre elles, tout en restant fidèle

* Thèse financée par Kartable, www.kartable.fr, site web de soutien scolaire.

au modèle défini par les experts, à partir de la réalisation de plusieurs activités pédagogiques. Nous veillerons à concilier les règles de structure dictées par les experts avec les traces des apprenants. L'enjeu est d'adapter la vision experte du domaine à l'apprenant : la structure du domaine dictée par les experts correspond au mieux à un "apprenant moyen" mais en aucun cas à l'intégralité des apprenants. On souhaite déterminer les règles régissant le domaine associé à l'apprenant, en adaptant éventuellement les règles initiales données par les experts.

Dans un premier temps sera étudiée une structure de données permettant de stocker à la fois la représentation symbolique du domaine explicitée en amont par un groupe d'experts et la représentation numérique de l'apprenant regroupant ses résultats et ses caractéristiques. Ensuite, une stratégie sera mise en place pour créer un modèle de l'apprenant à partir de l'utilisation coordonnée du modèle du domaine déterminé par les experts et des données de l'apprenant récoltées lors de ses différentes actions, et d'en établir son diagnostic cognitif.

2 État de l'art

L'apprentissage adaptatif a débuté dès les années 1970, alimenté par l'intérêt grandissant pour l'intelligence artificielle [1]. Plusieurs outils numériques et symboliques existent permettant un diagnostic cognitif de l'apprenant. On s'attardera sur les techniques qui influencent la recherche présentée ici. On remarquera également que ces systèmes s'attardent soit sur la fabrication d'un modèle de l'apprenant sans prise en compte d'un modèle expert complet, soit, dans le cas où un modèle expert est initialement introduit, ce dernier n'est pas remis en cause. Notre recherche se place dans ce contexte, et cherche à rétablir une communication entre les deux modèles expert et apprenant.

Les outils numériques de diagnostic cognitif les plus représentatifs sont les modèles de calculs de maîtrise comme l'*item response theory* (IRT) et ses dérivés Learning Factor Analysis (LFA) [2] et Performance Factor Analysis (PFA) [14]. Des outils issus de l'*educational data mining* permettent d'extraire de l'information à partir des données éducatives. Les techniques de clustering [9] et de filtrage collaboratif [3] sont utilisées pour déduire des informations sur le niveau de maîtrise des apprenants. Le diagnostic cognitif y reste partiel, portant généralement sur le niveau global de l'apprenant ou sur ses caractéristiques. Ils ne caractérisent pas le raisonnement de l'apprenant, et restent assez limités en terme d'interprétabilité des résultats qu'ils peuvent produire. Ils ont néanmoins l'avantage de ne pas nécessiter d'intervention humaine lourde.

D'autres systèmes construisent des structures hiérarchiques de connaissances. Il peut s'agir de règles de production [13] ou de contraintes [11] basées sur des ensembles de déclarations d'experts. La décomposition du domaine d'apprentissage en composantes de connaissance dans la *théorie des espaces de connaissance* (KST) [8] et ses alternatives telles que *Competence-based Knowledge Space Theory* (CbKST) [10] utilisent l'explicitation de relations logiques entre compétences

par un ensemble d'experts. Ces modèles de diagnostic cognitif misent sur la *compréhension* de l'apprenant et sont donc plus facilement interprétables. Cependant, elles peuvent être coûteuses car elles nécessitent la disponibilité des experts qui doivent construire un modèle consensuel et partagé du domaine.

Des techniques mixtes existent également, à l'instar des réseaux bayésiens [4] qui associent concepts, compétences, misconceptions et erreurs des apprenants à l'aide de relations probabilistes. Le Bayesian Knowledge Tracing (BKT) [5] et ses variantes [6][16] utilisent des variables symboliques latentes et des données numériques afin de calculer des probabilités de maîtrise. Le *Partial Order Knowledge Structures* (POKS) [7] est basé sur la théorie KST, mais utilise tout de même les données d'utilisation pour inférer l'existence des relations entre les compétences. L'architecture de ces systèmes implique une explicabilité plus importante du diagnostic. Néanmoins, ces techniques considèrent leurs résultats sans nécessairement les comparer aux raisonnements experts pouvant les remettre en cause.

3 Architecture multi-couches et organisation des données

La stratégie mise en place dans le cadre de cette recherche débute par une organisation des données permettant l'interaction entre les données symboliques et les données numériques, dès leur acquisition, à l'aide de trois couches.

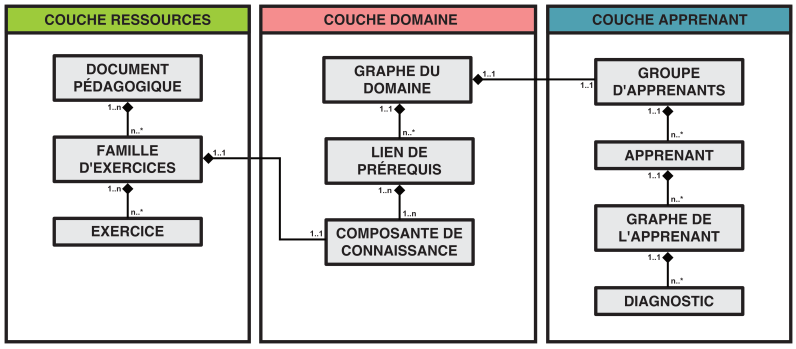


Fig. 1. Vue d'ensemble des trois couches. La couche ressources contient les documents pédagogiques et les exercices, regroupés en familles. La couche domaine contient les composantes de connaissances, associées à un graphe du domaine par des liens de prérequis. La couche apprenant contient les diagnostics des apprenants, regroupés en groupe de même caractéristiques d'apprentissage.

La **couche ressources** contient toutes les informations sur les ressources pédagogiques utilisables par l'apprenant. Elle contient également les liens hiérarchiques, donnés par le support guidant l'apprentissage (comme le découpage en chapitres et en thèmes) et les hyperliens existants entre les ressources. Pour chaque ressource

sont stockées ses différentes caractéristiques propres, et indépendantes de l'usage qui peut en être fait. On peut y ajouter des liens factuels, comme une étude sur la similitude des différents contenus. Les exercices de la couche ressources sont regroupés en familles d'exercices, associées à une composante de connaissance, définie ci-après, sur laquelle elle porte.

La **couche domaine** contient toute la connaissance experte sur la structure du domaine. Elle se compose principalement de composantes de connaissances, qui peuvent être déclaratives (portant alors sur de la connaissance pure) ou procédurales (auquel cas il s'agit de tâches techniques simples, telles les compétences définies dans la théorie CbKST). Nous faisons l'hypothèse de l'existence d'une bijection entre l'ensemble des familles d'exercices et l'ensemble des composantes de connaissance. La granularité de ces dernières définit donc le périmètre des exercices, afin qu'ils permettent le diagnostic de chacune des composantes de connaissance. La couche domaine contient également des **graphes du domaine**, inspirés des graphes de compétences de la théorie KST. Ils sont composés d'un ensemble de nœuds (les composantes de connaissances décrites précédemment) et de liens de prérequis augmentés numériquement à l'aide de tables de probabilités conditionnelles. L'existence et la pondération de ces relations sont définies par des experts.

Enfin, la **couche apprenant**, unique pour un apprenant donné, contient les traces de l'apprenant lors de ses interactions avec les différentes ressources pédagogiques qu'il a pu rencontrer au cours de ses sessions d'apprentissage, stockées dans un graphe directement dérivé du graphe du domaine. Expliqué plus précisément dans la partie 4, le **graphe de l'apprenant** permet le stockage de la maîtrise des composantes de connaissance du graphe du domaine correspondant à l'apprenant. Son association avec les relations de prérequis stockées dans le graphe du domaine donne lieu à un réseau bayésien, sur lequel sera mené un apprentissage des traces de l'apprenant, contraint par les règles et valeurs régissant le graphe du domaine associé à l'apprenant.

4 Évolution du modèle de diagnostic cognitif

On définit dans cette partie une méthode permettant une évolution du modèle de diagnostic cognitif. Ce dernier est décrit dans cette recherche par l'association des valeurs de maîtrise des composantes de connaissance stockées dans le graphe de l'apprenant avec les relations entre les composantes de connaissance stockées dans le graphe du domaine associé à l'apprenant. On procède en trois étapes.

À chaque fois qu'un apprenant produit des traces sur une famille d'exercices, on procède à un **diagnostic local** de la maîtrise de la composante de connaissance sur laquelle l'évaluation porte. Ce diagnostic dépend de la nature de la composante de connaissance. L'algorithme *Performance Factor Analysis Elo-Extended* [15], basé sur la théorie de réponse à l'item, est spécialement efficace pour tester les connaissances d'un apprenant [12]. Il est utilisé pour évaluer les

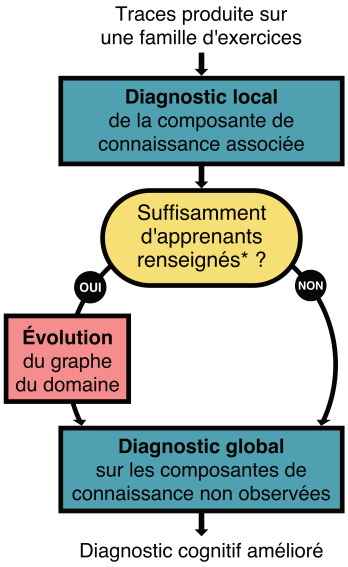


Fig. 2. Fonctionnement des trois phases de l'évolution du diagnostic cognitif. Les phases de diagnostics local et global ne sont pas soumises à condition. L'évolution a lieu dès que l'indicateur **(*)** est enclenché, c'est-à-dire quand un nombre suffisant de diagnostics locaux est effectué par un nombre suffisant d'apprenants.

composantes de connaissances déclaratives. Les exercices concernant des composantes de connaissance procédurales sont évaluées par Bayesian Knowledge Tracing. Il permet, à l'aide notamment de toutes ses possibilités de complexification, une analyse plus effective de l'apprentissage de tâches techniques [12]. L'évaluation de la précision de cette étape sera la comparaison de la prédiction du diagnostic avec les résultats de l'apprenant sur la plateforme Kartable.

À l'aide des tables de probabilités conditionnelles stockées dans le graphe du domaine associé à l'apprenant, il est possible d'induire de proche en proche les probabilités de maîtrise des parents et enfants de la composante de connaissance diagnostiquée. On appelle **diagnostic global** cette phase de propagation dans le réseau bayésien (formé par l'association des graphes du domaine et de l'apprenant). La probabilité prédite de maîtrise des compétences non-évaluées sera comparée avec les résultats effectifs de l'apprenant afin d'évaluer la fiabilité du diagnostic global.

Une fois qu'un nombre suffisant de graphes d'apprenants, associés à un même graphe du domaine, est renseigné (c'est à dire que les graphes ont assez de diagnostics locaux), on procède à l'**évolution** de la structure de ce même graphe du domaine. Cet indicateur, sur le nombre de diagnostics locaux effectués et le nombre d'apprenants renseignés, reste à être déterminé. Cette étape permet une adaptation de la vision du domaine donnée par les experts à un groupe

d'apprenants partageant des caractéristiques d'apprentissage similaires, et pouvant diverger du stéréotype imaginé par les experts. Cette évolution est effectuée par apprentissage sur les réseaux bayésiens représentants les associations du graphe du domaine avec les graphes des apprenants étudiés. L'apprentissage est contraint par les valeurs initiales du graphe du domaine, censé refléter les règles de structure du domaine données par les experts. L'interprétabilité du graphe de l'apprenant est l'enjeu principal de cette phase. Il doit rester conforme au graphe du domaine initialement introduit par les experts : si un lien de prérequis s'avère inexistant, il faudra être capable de juger si son absence est un non-sens du point de vue des experts ou si cela répond à une logique en lien avec les caractéristiques d'apprentissage des apprenants. L'amélioration des prédictions de maîtrise des composantes de connaissance par le diagnostic global sera utiliser pour évaluer la fiabilité de l'évolution.

5 Synthèse et perspectives

L'association du graphe de l'apprenant (valeurs de maîtrise des composantes de connaissance) et du graphe du domaine associé (contenant les tables de probabilités conditionnelles entre les composantes de connaissance) correspond au diagnostic cognitif défini dans l'introduction. L'état de connaissance de l'apprenant (au sens de Doignon et Falmagne [8]) a été évalué par diagnostics locaux effectués sur les traces de l'apprenant, puis par diagnostics globaux sur les composantes de connaissance non-observées. Les raisonnements de l'élève sont représentés dans notre modèle par les tables de probabilités conditionnelles du graphe du domaine associé à l'apprenant. Ce dernier est déterminé par apprentissage sur les états de connaissances des apprenants associé au même graphe du domaine, et contraint sur les règles de structure expertes initialement introduites. Cette association permet d'étudier les spécificités d'apprentissage de l'apprenant, avec une résistance aux comportements sporadiques non prédits par les experts.

Le système sera observé et testé sur la plateforme Kartable, permettant l'étude de la progression d'un nombre d'apprenants suffisant. Le domaine étudié est celui des mathématiques de niveau lycée. Ce système pourra également être comparé à d'autres modèles uniquement basés soit sur de la connaissance experte pure, soit sur des données d'utilisation d'apprenants seulement.

References

1. Jaime R Carbonell. Ai in cai: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE transactions on man-machine systems*, 11(4):190–202, 1970.
2. Hao Cen, Kenneth Koedinger, and Brian Junker. Learning factors analysis–a general method for cognitive model evaluation and improvement. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, pages 164–175. Springer, 2006.
3. Mohamed Amine Chatti, Anna Lea Dyckhoff, Ulrik Schroeder, and Hendrik Thüs. A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6):318–331, 2013.

4. Konstantina Chrysafiadi and Maria Virvou. Student modeling approaches: A literature review for the last decade. *Expert Systems with Applications*, 40(11):4715–4729, 2013.
5. Albert T Corbett and John R Anderson. Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User modeling and user-adapted interaction*, 4(4):253–278, 1994.
6. Ryan SJ d Baker, Albert T Corbett, and Vincent Aleven. More accurate student modeling through contextual estimation of slip and guess probabilities in bayesian knowledge tracing. In *International conference on intelligent tutoring systems*, pages 406–415. Springer, 2008.
7. Michel C Desmarais, Peyman Meshkinfam, and Michel Gagnon. Learned student models with item to item knowledge structures. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 16(5):403–434, 2006.
8. Jean-Paul Doignon. Knowledge spaces and skill assignments. In *Contributions to mathematical psychology, psychometrics, and methodology*, pages 111–121. Springer, 1994.
9. Philippe Fournier-Viger, Jerry Chun-Wei Lin, Rage Uday Kiran, Yun Sing Koh, and Rincy Thomas. A survey of sequential pattern mining. *Data Science and Pattern Recognition*, 1(1):54–77, 2017.
10. Jürgen Heller, Christina Steiner, Cord Hockemeyer, and Dietrich Albert. Competence-based knowledge structures for personalised learning. *International Journal on E-learning*, 5(1):75–88, 2006.
11. Antonija Mitrovic. Fifteen years of constraint-based tutors: what we have achieved and where we are going. *User modeling and user-adapted interaction*, 22(1-2):39–72, 2012.
12. Jan Papousek, Radek Pelánek, and Vít Stanislav. Adaptive practice of facts in domains with varied prior knowledge. In *Educational Data Mining 2014*, 2014.
13. Gigliola Paviotti, Pier Giuseppe Rossi, and Dénes Zarka. Intelligent tutoring systems: an overview. *Pensa Multimedia*, 2012.
14. Philip I Pavlik Jr, Hao Cen, and Kenneth R Koedinger. Performance factors analysis–a new alternative to knowledge tracing. *Online Submission*, 2009.
15. Radek Pelánek. Bayesian knowledge tracing, logistic models, and beyond: an overview of learner modeling techniques. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 27(3-5):313–350, 2017.
16. Michael V Yudelson, Kenneth R Koedinger, and Geoffrey J Gordon. Individualized bayesian knowledge tracing models. In *International conference on artificial intelligence in education*, pages 171–180. Springer, 2013.

Évaluer la réutilisabilté d'une question : une utilisation des *learning analytics* dans un contexte d'évaluation formative

Rialy Andriamiseza

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

Résumé De nombreux systèmes permettent d'assister l'enseignant dans la mise en oeuvre d'évaluations formatives. Ils permettent la collecte de données et proposent des feedbacks qui visent à faciliter la prise de décision. Ce papier propose d'élargir le périmètre de mobilisation des *learning analytics* dans les systèmes d'évaluation formative. Nous illustrons notre proposition sur une question précise : comment évaluer la réutilisabilité d'une question mobilisée dans le contexte d'une séquence d'évaluation formative ? Nous présentons le cadre théorique, les hypothèses formulées pour répondre à cette question, ainsi que le contexte expérimental qui permettra de les évaluer.

Mots-clefs: évaluation formative, *learning analytics*, Elaastic, instruction par les pairs, objet pédagogique réutilisable, processus en N phases

1 Introduction

Dans un contexte d'évaluation formative supportée par des technologies (*Technology-Enhanced Formative Assessment - TEFA*), les données collectées sont utilisées sur un périmètre qui pourrait être élargi. Les *learning analytics* sont déjà mobilisés afin d'aider l'enseignant dans sa prise de décision et permettent de satisfaire les exigences premières de l'évaluation formative. Par exemple, certains systèmes d'évaluation formative proposent l'aggrégation et l'affichage de la distribution des votes concernant une question à choix exclusif sous forme d'histogramme. Nous nous intéressons à un feedback qui contient des données concernant l'impact d'une question sur l'apprentissage et qui permettrait à un enseignant de décider si cette question est réutilisable ou pas. En effet, l'aide à la décision concernant la réutilisabilité d'une question est une possibilité de mobilisation des learning analytics peu traitée par les TEFA.

Comment évaluer la réutilisabilité d'une question mobilisée dans le contexte d'une séquence d'évaluation formative ? Nous nous positionnons sur une réutilisabilité évaluée à partir de critères s'intéressant à l'impact de la question sur l'apprentissage. Dans ce contexte, nous faisons la distinction entre 2 niveaux de réutilisabilité : la réutilisation d'une question avec un autre groupe ou une

autre classe d'un même niveau par l'enseignant qui a conçu la question, et la réutilisation d'une question par d'autres enseignants.

Ce papier est structuré comme suit : la première partie introduit l'évaluation formative et présente son articulation actuelle avec les *learning analytics*. La seconde partie décrit le socle théorique sur lequel s'appuient nos travaux, et la troisième partie se concentre sur le contexte expérimental. Enfin, le papier conclut sur les pistes de nos travaux futurs.

2 Travaux connexes

2.1 L'évaluation formative

Si l'évaluation sommative a pour objectif de certifier que l'apprenant maîtrise un sujet donné, une autre forme d'évaluation a pour but d'aider l'enseignant et l'apprenant à prendre des décisions pour améliorer l'apprentissage. Dès 1998, Black et William définissent l'évaluation formative comme "l'ensemble des activités entreprises par les enseignants, et/ou par leurs élèves, qui fournissent des informations qui seront utilisées comme feedback pour modifier les activités d'enseignement et d'apprentissage dans lesquelles ils sont engagés" [3]. Un feedback représente un élément clé dans l'évaluation formative, et est habituellement défini comme "une information concernant le succès d'une tâche entreprise" [14].

D'après Andersson, l'évaluation formative est souvent pratiquée de manière informelle et approximative [1]. En effet, dans le contexte de cours en face à face et sans assistance, la difficulté de sa mise en oeuvre augmente avec le nombre d'apprenants impliqués.

Les systèmes technologiques interactifs supportant les processus d'évaluation formative (référencés dans la suite du papier par l'expression Systèmes d'Évaluation Formative ou SEF) apportent un début de solution. Dans un premier temps, les Clickers [2] font leur apparition. Ils proposent une aggrégation simple et générique des réponses des apprenants (par exemple, sous forme d'histogramme ou de diagramme circulaire représentant la répartition des votes sur une question à choix exclusif). Par la suite, le développement d'applications web telles que Plickers [12] et Poll Everywhere [6] a permis d'augmenter les interactions avec des systèmes qui s'affranchissent des limites liées aux dispositifs matériels propriétaires. Parmi ces systèmes, Elaastic [13] et myDalite [13] (évolutions respectives de Tsaap-Notes et Dalite) s'inspirent de l'instruction par les pairs [8,15] pour proposer une version étendue de l'évaluation formative avec une confrontation de point de vue sur la base d'une argumentation écrite.

Les systèmes d'évaluation formative nécessitent la collecte des traces des apprenants pour la restitution de feedbacks plus riches. Ils mobilisent donc ce que la communauté scientifique désigne sous l'expression *learning analytics*.

2.2 Les *learning analytics*

Les *learning analytics* sont encore un champ de recherche relativement récent [17]. En 2011, date de la toute première conférence LAK (Learning Analytics

and Knowledge), une définition est proposée : “Les *learning analytics* sont la mesure, la collecte, l’analyse et la communication de données sur les apprenants et leurs contextes, dans le but de comprendre et d’optimiser l’apprentissage et les environnements dans lesquels il se produit” [18].

Les *learning analytics* sont déjà exploités par les SEF pour répondre aux exigences fondamentales de l’évaluation formative telles que la présentation des résultats des apprenants. L’objectif visé est la fourniture d’un feedback immédiat à l’aide d’une visualisation adaptée. L’amélioration continue de l’apprentissage visée par l’évaluation formative inscrit naturellement les *learning analytics* dans un cycle vertueux tel que celui proposé par Clow [7]. Sur la Figure 1, l’élément

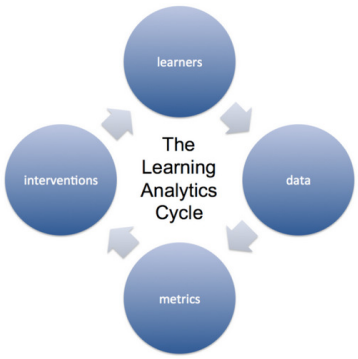


Figure 1. Le cycle des *learning analytics* [7]

”learners” représente les apprenants qui vont générer des informations. “data” correspond aux traces collectées par le système, “metrics” représente les indicateurs calculés à partir des traces, et “interventions” comprend toutes les actions qui ont effet sur l’apprenant. Ces interventions peuvent être la restitution du feedback aux apprenants (sous forme de tableaux de bord par exemple) ou une intervention directe de l’enseignant auprès de l’apprenant. À plus grande échelle encore, une intervention peut être la modification d’une technologie et dans notre cas d’un système d’évaluation formative.

La plateforme MyDalite propose déjà des feedbacks qui vont au-delà des exigences fondamentales précédemment citées. Ces feedbacks présentent par exemple le nombre d’apprenants qui sont passés d’une réponse correcte à une réponse incorrecte, et le nombre d’apprenants étant passés d’une réponse incorrecte à une réponse correcte. Ces indicateurs représentent un bon moyen pour l’enseignant de mesurer l’impact de la confrontation de points de vue [5].

À partir de ces premiers travaux, nous souhaitons étendre l’utilisation des *learning analytics* en nous intéressant à la qualité des questions posées aux apprenants. En effet, d’après Fisher [9], elles sont un élément clé de la réussite d’une séquence d’évaluation formative. Plus précisément, nous proposons d’étudier

comment les *learning analytics* peuvent aider l'enseignant à évaluer la qualité d'une question en vue de la réutiliser ou non pour une séquence d'évaluation formative future. Pour identifier des indicateurs qui serviront notre objectif, nous allons nous appuyer sur un cadre théorique après avoir introduit le processus d'évaluation formative dans lequel nous inscrivons nos travaux.

3 Cadre théorique

3.1 Le processus en N phases

En 2009, Black et William [4] énoncent 5 activités et 5 stratégies caractérisant la mise en oeuvre d'une séquence d'évaluation formative. Par exemple, une des activités évoquées est le questionnement de la classe, et une des stratégies est d'amener les apprenants à devenir des ressources d'instruction pour les autres apprenants. Dans le cadre de sa thèse [19], Silvestre s'est appuyé sur ces travaux pour proposer un processus d'évaluation formative qui, en comparaison à d'autres processus s'appuyant sur les technologies tels que les SEPT (Systèmes d'Echange et de Partage de Texte) ou encore les SVI (Systèmes de Vote Interactif), supporte l'ensemble de ces activités et stratégies. Il s'agit du processus en N phases qui, comme son nom l'indique, se décompose en plusieurs phases.

La première phase est celle où les apprenants répondent à la question en cochant la/les bonnes réponses et en rédigeant une justification de celle(s)-ci. Si la question est une question ouverte, seule une justification écrite est demandée. La seconde phase est celle où les apprenants se voient attribuer une ou plusieurs réponses (accompagnées de leur justification) fournies par d'autres apprenants. Ils/elles doivent évaluer ces réponses sur une échelle de 1 à 5. Cette confrontation de points de vue permet aux apprenants de porter un second regard sur leur propre réponse et d'éventuellement changer d'avis. Enfin, la troisième phase est la phase de restitution au sein de laquelle l'enseignant échange avec les apprenants sur les réponses et les évaluations réalisées entre pairs. Le processus a été implanté initialement dans la plateforme Tsaap-Notes [1] puis dans la plateforme Elaastic [2] activement maintenue à ce jour.

Nous inscrivons nos travaux de recherche dans le contexte d'utilisation du processus en N phases car l'utilisation de ce dernier est une occasion de l'évaluer et de l'analyser. De plus, le support exhaustif des activités et stratégies caractérisant l'évaluation formative par le processus en N Phases induit une grande diversité d'interactions qui rend possible la collecte de données variées : les votes, les degrés de confiance, les changements d'avis, les arguments des apprenants, les évaluations par les pairs. Elles sont autant de dimensions exploitables pour répondre à notre question de recherche.

1. http ://notes.tsaap.eu/tsaap-notes/
2. https ://elaastic.irit.fr/elaastic-questions/

3.2 Réutilisabilité d'une question dans le contexte de l'évaluation formative

Pour assister l'enseignant dans l'évaluation de la réutilisabilité d'une question, le SEF utilisé pouvoir qualifier cette question. En ce qui concerne l'évaluation formative, nous assimilons une question posée dans un processus en N phases à un objet pédagogique réutilisable (ou RLO pour *Reusable Learning Object*).

En 2011, les travaux de Sanz Rodriguez [16] proposaient des indicateurs de réutilisabilité pour les *learning objects*. Les métriques proposées par ce modèle permettent de spécifier les conditions d'utilisation de la ressource mais elles ne donnent pas d'indication sur l'impact de la ressource en terme d'apprentissage. Sanz Rodriguez définit la réutilisabilité comme "le degré auquel un *learning object* peut fonctionner (...) pour différents utilisateurs pour différents environnements digitaux et dans différents contextes éducationnels". Notre objectif est d'évaluer la réutilisabilité d'une question sur la base de l'effet de la question sur l'apprentissage quand elle se déroule dans une séquence d'évaluation formative.

En 2017, les travaux de Koh et Linge sur les RLO [11] proposent un modèle évaluant la réutilisabilité d'un objet pédagogique en s'appuyant sur la mesure du niveau d'engagement des étudiants dans l'activité qui intègre l'objet. La mesure de cet engagement s'effectue sur 5 dimensions proposées par Howland et al. [10] pour caractériser l'activité d'apprentissage : active, constructive, authentique, intentionnelle et collaborative. Dans notre contexte d'activités d'évaluation formative, ce modèle s'intéresse à l'effet de la question sur l'apprentissage. Plus précisément, il mesure l'engagement cognitif induit par la ressource et se concentre sur la performance des apprenants (feedback, compétences/connaissances). Nous pouvons appuyer nos travaux sur ce modèle. Ainsi, nous émettons l'hypothèse qu'une question est réutilisable quand l'activité d'apprentissage qui l'intègre (la mise en œuvre du processus en N phases pour cette question dans notre cas) est évaluée positivement sur les 5 dimensions de Koh et Linge. Le Tableau 1 propose une interprétation des 5 dimensions dans ce contexte. Nous avons identifié, pour chacune des dimensions, des indicateurs susceptibles de participer à la qualification de l'exécution du processus en N phases pour une question donnée.

Maintenant que des indicateurs ont été identifiés, nous devons d'une part vérifier qu'ils permettent de mesurer la réutilisabilité d'une question et, si c'est le cas, identifier les valeurs significatives des indicateurs dans chaque dimension. Le paragraphe suivant présente le cadre expérimental permettant l'étude de nos indicateurs en contexte écologique.

4 Cadre expérimental

Le projet B4MATIVE ! né d'une collaboration entre l'Académie de Nancy-Metz et l'IRIT (Institut de Recherche et d'Informatique de Toulouse) vise à offrir l'opportunité aux enseignants de prendre des décisions de réingenierie pédagogique. Le projet bénéficie d'un terrain d'expérimentation, le "lycée 4.0" comprenant 50 établissements pilotes, dont l'objectif est d'équiper l'ensemble

Table 1. Les indicateurs de la réutilisabilité d'une question dans le contexte du processus en N phases

Dimension	Description	Indicateurs
Active	L'apprenant participe à une activité : sélectionne un item ou évalue ses pairs.	Le taux de participation est élevé à la phase 1 (part de participants inscrits au devoir qui a soumis une réponse) et à la phase 2 (part de participants ayant soumis une réponse à la phase 1 qui a soumis une réponse à la phase 2)
Constructive	L'apprenant utilise ses capacités cognitives	L'argumentation textuelle est de taille cohérente avec le temps passé entre la lecture et la réponse. Les apprenants expriment leur degré de confiance
Intentionnelle	L'apprenant a des opportunités de remédiation après feedback	La tendance de changement d'avis est significative. Le taux de réussite augmente après la phase 2
Authentique	L'apprenant utilise des compétences liées aux connaissances que le cours lui a apportées	Les apprenants ont un bon ressenti concernant l'impact de la séquence sur leur apprentissage
Collaborative	La séquence favorise les confrontations de point de vue et les discussions	La tendance de changement d'avis est positive. Les taux de participation sont élevés. L'écart-type moyen des évaluations de l'ensemble des réponses est significatif

des lycées du Grand Est avec des outils numériques capables de répondre aux besoins d'enseignement d'aujourd'hui. Pour accomplir cela, les enseignants ont exprimé le besoin d'un outil numérique favorisant une évaluation formative individualisée. La plateforme Elaastic, développée à l'IRIT depuis 2015, est déployée dans le cadre du projet B4MATIVE !. Elle permet de poser une question et de l'exécuter dans le contexte du processus en N phases. Elaastic convient à dans n'importe quel niveau d'enseignement et quelque soit la matière. Un travail de développement sera réalisé pour adapter la plateforme à ces expérimentations car dans sa version actuelle, Elaastic ne collecte pas tous les indicateurs mentionnés.

L'objectif des expérimentations sera d'analyser des données d'utilisation pour vérifier la corrélation entre les valeurs des indicateurs mentionnés dans la section 3 et la réutilisation réelle des questions par les enseignants d'une classe à une autre. Pour mesurer cette réutilisation réelle, la plateforme Elaastic doit pouvoir fournir deux indicateurs. En effet, comme mentionné précédemment (voir Section 1), nous considérons deux niveaux de réutilisabilité. Ainsi, pour une question, la réutilisabilité par le même enseignant avec un autre groupe sera mesurée par un indicateur dont la valeur sera le nombre d'utilisation tandis que la réutilisabilité de la question par un enseignant autre que le concepteur sera mesurée par un indicateur dont la valeur sera le nombre de partage. Chaque question doit pouvoir

être réutilisée et partagée. C'est-à-dire qu'un enseignant qui utilise une question doit avoir l'occasion de la réutiliser avec un autre groupe ou une autre classe de même niveau ou de la partager pour permettre à d'autres enseignants de l'utiliser.

Si cette corrélation est établie, nous nous concentrerons sur l'identification de valeurs "seuils" des indicateurs. Nous nous donnons 6 mois de collecte de données afin que ces dernières soient significatives, ainsi qu'un minimum de 30 enseignants.

5 Conclusion

Nous avons introduit les concepts d'évaluation formative et de *learning analytics* et nous avons montré que leur association concerne un périmètre que nous souhaitons élargir. A cette fin, la principale contribution de ce papier est la définition d'indicateurs pour la réutilisabilité d'une question dans le cadre du processus en N phases. Enfin, nous avons décrit le cadre expérimental permettant de valider ces indicateurs en situation réelle.

Nous avons proposé, dans ce papier, un seul nouvel axe de mobilisation des *learning analytics* dans le contexte de l'évaluation formative. Pourtant, le périmètre de mobilisation des *learning analytics* pourrait s'étendre à d'autres problématiques posées par l'utilisation des SEF. Par exemple, il serait intéressant qu'un apprenant puisse disposer d'un tableau de bord lui permettant de faciliter ses séances de révisions.

Références

1. Andersson, C., Palm, T. : The impact of formative assessment on student achievement : A study of the effects of changes to classroom practice after a comprehensive professional development programme. Learning and Instruction **49**, 92–102 (Jun 2017)
2. Beatty, I.D., Gerace, W.J. : Technology-enhanced formative assessment : A research-based pedagogy for teaching science with classroom response technology. Journal of Science Education and Technology **18**(2), 146–162 (2009)
3. Black, P., Wiliam, D. : Assessment and Classroom Learning. Assessment in Education : Principles, Policy & Practice **5**(1), 7–74 (Mar 1998)
4. Black, P., Wiliam, D. : Developing the theory of formative assessment. Educational Assessment, Evaluation and Accountability (formerly : Journal of Personnel Evaluation in Education) **21**(1), 5 (2009)
5. Charles, E.S., Lasry, N., Bhatnagar, S., Adams, R., Lenton, K., Brouillette, Y., Dugdale, M., Whittaker, C., Jackson, P. : Harnessing peer instruction in-and out-of class with mydalite. In : Education and Training in Optics and Photonics. p. 11143_89. Optical Society of America (2019)
6. Clark, S. : Enhancing active learning : Assessment of poll everywhere in the classroom (2017)
7. Clow, D. : The learning analytics cycle : closing the loop effectively (2012)

8. Crouch, C.H., Mazur, E. : Peer instruction : Ten years of experience and results. American journal of physics **69**(9), 970–977 (2001)
9. Fisher, D., Frey, N. : Checking for understanding : Formative assessment techniques for your classroom. ASCD (2014)
10. Howland, J.L., Jonassen, D.H., Marra, R.M. : Meaningful Learning with Technology : Pearson New International Edition. Pearson Higher Ed (2013)
11. Koh, J.H.L. : Designing and integrating reusable learning objects for meaningful learning : Cases from a graduate programme. Australasian Journal of Educational Technology **33**(5) (2017)
12. Krause, J.M., O'Neil, K. : Assessment Tool for K–12 and PETE Professionals p. 7 (2017)
13. Parmentier, J.F., Silvestre, F. : La (dé-)synchronisation des transitions dans un processus d'évaluation formative exécuté à distance : impact sur l'engagement des étudiants. In : 9ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH 2019). pp. 97–108 (2019)
14. Sadler, D.R. : Formative assessment and the design of instructional systems. Instructional Science **18**(2), 119–144 (Jun 1989)
15. Sadler, P.M., Good, E. : The impact of self-and peer-grading on student learning. Educational assessment **11**(1), 1–31 (2006)
16. Sanz-Rodriguez, J., Dodero, J.M., Sanchez-Alonso, S. : Metrics-based evaluation of learning object reusability. Software Quality Journal **19**(1), 121–140 (2011)
17. Siemens, G. : Learning analytics : The emergence of a discipline. American Behavioral Scientist **57**(10), 1380–1400 (2013)
18. Siemens, G., Long, P. : Penetrating the fog : Analytics in learning and education. EDUCAUSE review **46**(5), 30 (2011)
19. Silvestre, F. : Conception et mise en oeuvre d'un système d'évaluation formative pour les cours en face à face dans l'enseignement supérieur. Ph.D. thesis, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier (2015)

Détection et évaluation des pratiques enseignantes dans un LMS par les *Teaching Analytics*

Ibtissem BENNACER
Première année

Laboratoire d'Informatique de l'Université du Mans, Avenue Olivier Messiaen, 72000 Le Mans, France
Ibtissem.Bennacer@univ-lemans.fr
https ://lium.univ-lemans.fr/

Résumé En éducation, l'adoption de nouvelles pratiques enseignantes et l'utilisation des systèmes de gestion de l'apprentissage (*Learning Management System, LMS*) sont devenus aujourd'hui un enjeu crucial afin d'assurer l'amélioration continue des processus d'enseignement et d'apprentissage. Si les *Learning Analytics*, qui mettent l'étudiant au centre de l'analyse de l'apprentissage, ont fait l'objet de nombreux traveaux ces dernières années, les enseignants ont également un rôle et un impact important sur l'apprentissage, notamment dans le manière de concevoir et réaliser leurs activités. C'est dans ce cadre que cet article propose une approche technique et méthodologique qui vise à permettre l'amélioration de la compréhension des pratiques de conception pédagogique, et à créer un support numérique pour l'accompagnement des enseignants dans leur scénarisation pédagogique.

Mots-clés : Pratique enseignante - Scénarisation pédagogique - LMS.

1 Introduction

Dernièrement, de nouvelles pratiques d'enseignement ont été introduites dans le système éducatif afin d'augmenter le nombre d'apprenants tout en perfectionnant la qualité des enseignements et de faciliter les apprentissages. De plus, l'utilisation croissante des systèmes de gestion de l'apprentissage par les enseignants permet de faciliter la mise en œuvre des différentes pratiques, et grâce à la collecte des données des utilisateurs [9], elle ouvre la voie aux *Learning Analytics* et aux *Teaching Analytics*. La première de ces méthodes concerne la collecte et l'exploitation des traces laissées par les apprenants pour améliorer le processus d'apprentissage. La seconde se réfère aux méthodes et aux outils pour aider les enseignants à analyser et à améliorer leurs conceptions pédagogiques, et plus récemment, à l'analyse de la manière dont ceux-ci dispensent leurs enseignements et adoptent ces nouvelles pratiques. Nous nous focalisons dans cet article sur les *Teaching Analytics*, dans l'objectif d'analyser la pratique enseignante et d'assister les enseignants dans la scénarisation pédagogique à l'aide

d'un système informatique. Pour répondre à cette problématique, nous présentons l'amorce d'un projet de recherche, visant à proposer une solution pour la détection des pratiques enseignantes et l'étude de leur pertinence pour offrir, *in fine*, des recommandations aux enseignants concernant la scénarisation pédagogique de leurs pratiques enseignantes sur un LMS. Ce projet s'appuie sur un terrain expérimental universitaire dans lequel deux LMS sont en production. Le premier est massivement utilisé par la plupart des enseignants (env. 640 enseignants et enseignants-chercheurs) et des étudiants (env. 12000 étudiants par an) depuis 15 ans. Le second LMS est dédié à l'apprentissage à distance (une vingtaine de diplômes proposés en ligne). L'objectif de cet article est d'exposer la proposition de notre recherche d'un point de vue technique et méthodologique. Nous présentons dans la section suivante un état de l'art sur les pratiques enseignantes les plus répandues et sur l'utilisation des données issues des LMS. En section 3, nous décrivons notre solution fondée sur trois axes : (i) l'analyse de pertinence d'un scénario pédagogique, (ii) la détection automatique d'une pratique enseignante et (iii) l'assistance à la scénarisation pédagogique.

2 État de l'art

2.1 Les pratiques enseignantes

Dans le domaine de l'éducation, plusieurs travaux ont mis en lumière les différentes pratiques enseignantes à l'Université. En effet, avant de se lancer dans une pratique enseignante, il est important de préciser son intention pédagogique qui représente le but de l'enseignant et exprime les éléments à transmettre aux apprenants (ex. : savoirs, savoir-faire, etc.) [7]. Pour décrire et formaliser cette intention pédagogique, il est nécessaire d'utiliser une scénarisation pédagogique qui fait référence à "*une description plus ou moins formelle d'une séquence d'enseignement définissant les objectifs pédagogiques cibles et les moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs*" [16]. Dans le domaine des sciences de l'éducation, un scénario pédagogique est une formalisation écrite, structurée et partageable de ce qu'un enseignant prévoit de faire ou a fait [17]. En revanche, dans le domaine de l'informatique appliquée à l'éducation le concept de scénario est vu comme "*un ensemble ordonné d'activités, régies par des acteurs qui utilisent et produisent des ressources*" [11]. Enfin, la manière qu'a l'enseignant de réaliser son activité professionnelle et d'implémenter un scénario pédagogique représente une pratique enseignante [2]. Ainsi, Altet définit la pratique comme : "*l'ensemble des comportements, actes observables, actions, réactions, interactions, mais elle comporte aussi les procédés de mise en œuvre de l'activité dans une situation donnée par une personne*" [3].
Il existe de nombreuses pratiques enseignantes. Parmi les plus répandues, l'approche par projet cherche à familiariser les étudiants à la complexité du monde professionnel à travers la réalisation d'une production concrète [13]. La classe inversée est une autre pratique plébiscitée qui s'appuie sur l'enseignement inversé où les apprenants suivent la leçon par eux-même hors du temps scolaire (en exploitant des supports de cours mis à leur disposition) puis réalisent les exercices

d'application en classe [8]. L'alternance pédagogique est une troisième approche qui permet à l'étudiant d'intégrer une expérience de travail dans une entreprise avec des tâches professionnelles. Outre ces trois exemples connus, de nombreuses autres formes de pratiques sont proposées dans la littérature, comme le roman du stage, l'hybridation de classe, la classe transplantée, etc.
La formalisation des scénarios pédagogiques, en référence à une pratique enseignante particulière, au sein d'un LMS est rare. Toutefois, il existe des méta-modèles qui permettent de concevoir des scénarios intégrant les technologies numériques comme le modèle ISiS, basé sur une scénarisation dirigée par les intentions dans le contexte des EIAH [7]. Mais, nous n'avons pas trouvé de formalismes décrivant pour une pratique donnée, les caractéristiques attendues d'un scénario pédagogique implémenté au sein d'un LMS (ex. : type d'activité, séquencement, temporalité) au sens informatique du terme (i.e : modèle de données ou processus). En effet, avoir un tel formalisme permettrait de faciliter l'analyse automatique des scénarios pédagogiques, en vue de les comparer et d'étudier leur pertinence.

2.2 L'utilisation des données des LMS

Dans la littérature, beaucoup de travaux ont exploité les activités des étudiants sur les LMS pour étudier le décrochage scolaire, la motivation des étudiants, la procrastination, etc. [18]. Par exemple, dans le cadre des *Learning Analytics*, plusieurs travaux ont été menées, comme la mesure du sens de la communauté dans les cours en ligne à partir des fichiers de logs des activités des étudiants [5], ou encore l'analyse de la relation entre le comportement des élèves et leurs notes finales, puis la comparaison au plan de l'enseignant [4]. Par contre, les *Teaching Analytics*, employés pour l'analyse des actions des enseignants eux-même dont leur manière de concevoir leurs scénarios pédagogiques, sont encore peu investigués par rapport aux *Learning Analytics*. À ce titre, nous pouvons trouver quelques travaux dans la littérature, tel qu'une méthode pour extraire et classifier automatiquement les actions de l'enseignant pendant son cours [12]. Aussi, Sergis et Sampson proposent une approche pour concevoir un processus continu d'investigation, de réflexion et d'amélioration de la conception pédagogique [15]. Toutefois, il semble que très peu de travaux existent sur la collecte et l'exploitation des traces des enseignants issues d'un LMS qui peuvent avoir un impact important sur l'amélioration et l'évaluation des scénarios pédagogiques. À titre d'exemple, en s'appuyant sur l'engagement des enseignants dans les discussions de forum et le temps de réponse aux étudiants, Dawson et al. ont pu identifier les unités d'enseignement "les plus actives" en termes d'interactions en ligne [6].

3 Questions de recherche

Nous avons pu diviser la problématique d'analyse des pratiques enseignantes et de l'assistance des enseignants dans la scénarisation pédagogique, en trois

sous-problématiques. La première (1) vise mesurer la pertinence d'une scénarisation pédagogique pour une pratique enseignante donnée. Pour répondre à cette première sous-problématique, nous avons identifié les deux questions de recherche suivantes : (1.a) pour une pratique enseignante donnée, existe-t-il un scénario pédagogique plus pertinent qu'un autre ?, et (1.b) peut-on mesurer la pertinence d'un scénario pédagogique à partir des traces d'activité d'un LMS ? La seconde sous-problématique (2) questionne l'exploitation des données issues d'un LMS en vue d'identifier une pratique enseignante particulière. Pour répondre à cette deuxième sous-problématique, l'exploitation de l'apprentissage automatique nous semble être pertinente. En effet, l'apprentissage automatique est un ensemble de techniques permettant à une machine d'apprendre à réaliser une tâche sans avoir à la programmer explicitement. Son objectif principal est d'extraire et d'exploiter automatiquement l'information présente dans un jeu de données [1]. Ainsi, nous visons ici à répondre à la question de recherche suivante : quels modèles d'apprentissage automatique permettraient la détection d'une pratique enseignante particulière en s'appuyant sur les traces d'activités des enseignants et des étudiants issues d'un LMS ? Une dernière sous-problématique concerne l'assistance de l'enseignant dans sa scénarisation pédagogique sur un LMS, à travers les deux questions suivantes : (a) quels sont les éléments à recommander aux enseignants lors de la scénarisation pédagogique d'une pratique d'enseignement particulière sur un LMS ? et (b) sous quelle forme présenter les éléments, cités dans la question précédente aux enseignants ?

4 Solution proposée

Pour la réalisation de notre approche, nous envisageons la mise en œuvre d'une démarche inspirée à la fois de la méthodologie Thedre *(Traceable Human Experiment Design Research)* et du DBR *(Design-based Research)*. En effet, Thedre est un processus de conduite de recherche composé de cinq sous-processus qui sont la planification, l'expérimentation, le contrôle, la décision et la communication. Cette méthode concerne les domaines de recherche en informatique qui intègrent des utilisateurs pour accroitre la connaissance scientifique et construire des outils supports à cette recherche [10]. Par ailleurs, les méthodologies de type *DBR* consistent en la conduite d'un processus itératif qui invite à produire des recherches qui se rapportent à la pratique. L'analyse des résultats obtenus par cette méthodologie se fait de manière collaborative entre chercheurs et praticiens [14]. A cet effet, nous optons pour le processus et les outils proposés par la méthode Thedre, en interagissant avec les ingénieurs pédagogiques de l'Université (7 ingénieurs) et les enseignants au fur et à mesure.
La figure 1 représente l'architecture globale de notre solution qui comporte 3 modules, dont nous présentons ici les deux premiers. Le dernier module, qui n'est pas détaillé dans cet article, sera dédié à l'approche que nous allons employer pour assister l'enseignant, fondée sur des outils de visualisation et de recommandation.

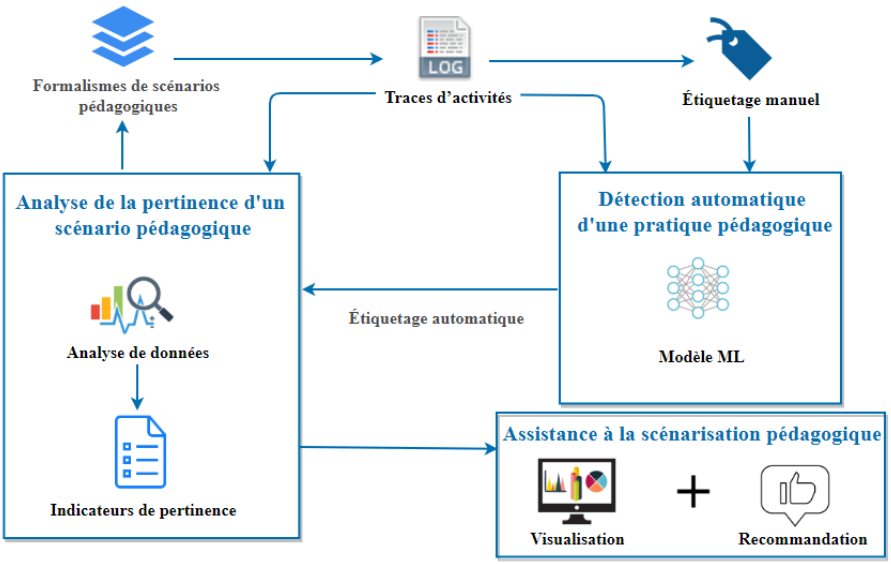


Figure 1. Architecture globale de la solution proposée.

4.1 Analyse de la pertinence d'un scénario pédagogique

L'objectif de ce premier module est de définir les critères de pertinence de la scénarisation pédagogique des pratiques enseignantes, en nous appuyant sur les travaux des sciences de l'éducation puis en faisant une analyse propre aux *Teaching Analytics*. Dans notre approche, nous considérons qu'un scénario pédagogique pertinent est un scénario adéquat à la pratique enseignante employée, qui respecte un formalisme prédéfini et affecte positivement les activités des apprenants. Ainsi, nous proposons d'étudier les travaux présents dans la littérature et les terrains préexistants liés à la scénarisation pédagogique et issus des sciences de l'éducation car il s'agit du domaine qui concerne l'étude de différents aspects de l'éducation, et qui fait appel à diverses disciplines. Nous visons dans un premier temps l'identification des critères existants pour la scénarisation des pratiques enseignantes sur un LMS. Dans un second temps, nous proposerons la création de formalismes informatiques de plusieurs pratiques enseignantes (un formalisme commun pour chaque pratique) à l'aide des ingénieurs pédagogiques de l'Université afin de pallier le problème de leur manque dans la littérature. Pour cela, nous nous appuyons sur les résultats de l'analyse des traces d'activités des enseignants. Nous proposons donc d'étudier l'impact des scénarios des enseignants sur les activités des étudiants (par exemple l'engagement des étudiants) et l'influence de leur structure sur ces activités. Nous considérons notamment dans la structure d'un scénario pédagogique, les activités d'apprentissage, leur articulation dans le dispositif pédagogique, les ressources utilisées et les temporalités entre activités, etc. À ce stade, nous sommes conscients du risque d'avoir une faible représentativité des indicateurs vis-à-vis de séquences d'activités dont

seule une faible portion serait réalisée sur le LMS. L'identification de ces séquences et une analyse comparative des résultats des outils d'analyse que nous proposerons entre les scénarios majoritairement déployés sur le LMS et ceux principalement hors-ligne permettraient d'évaluer la robustesse de notre proposition face à ces cas particuliers, et d'identifier les potentiels verrous à lever.
Pour permettre l'étude de la pertinence d'un scénario pédagogique lié à une pratique particulière, nous optons pour un étiquetage manuel d'un sous-ensemble de nos données qui consiste à rajouter le nom de la pratique à chaque scénario pédagogique, en s'appuyant sur une campagne de questionnaires et d'entretiens avec les enseignants pour identifier les pratiques mises en oeuvre dans certains cours. Pour le deuxième LMS de l'Université qui concerne l'enseignement à distance, les cours suivent une structure bien définie et contrôlée par les ingénieurs pédagogiques, ce qui facilite leur manipulation et garantit la qualité de l'étiquetage. Pour valider et améliorer les résultats obtenus, nous collaborerons avec les experts du domaine (ingénieurs pédagogiques et enseignants).

4.2 Détection automatique d'une pratique enseignante

Dans ce deuxième module, nous utilisons les données étiquetées issues du premier module afin de générer et d'entraîner des modèles d'apprentissage automatique, et ainsi permettre la détection d'une pratique d'enseignement particulière à partir d'un scénario pédagogique quelconque. La finalité de ce module est d'assurer l'étiquetage automatique des pratiques enseignantes pour permettre à chaque fois l'étude de leur pertinence selon la pratique employée par l'enseignant. Comme nos données seront composées de données étiquetées (dont nous connaissons la pratique enseignante utilisée) et un autre ensemble de données non étiquetées, nous avons décidé d'adopter une approche semi-supervisée. En effet, cette approche se situe entre l'apprentissage supervisé, qui n'utilise que des données annotées et l'apprentissage non supervisé qui n'utilise que des données non annotées. Ainsi, nous comparerons les différentes techniques de cette approche afin de sélectionner celle(s) offrant les meilleures performances pour cet objectif.

5 Conclusion

Dans le but d'améliorer la compréhension des pratiques des enseignants et de les assister dans la scénarisation pédagogique sur un LMS, nous avons présenté dans cet article une approche constituée de 3 modules, qui permet à la fois l'étude de la pertinence des scénarios pédagogiques en s'appuyant sur les activités des apprenants, et la détection automatique d'une pratique enseignante particulière. Nous détaillerons dans les prochains travaux, l'approche à employer pour assister les enseignants et leur offrir les meilleures recommandations. À titre d'exemple, nous pourrions recommander aux enseignants certaines activités pertinentes vis-à-vis de leur pratique comme les feedbacks ou la participation sur un forum, ou un ré-ordonnancement de certaines activités.

Prochainement, nous entamerons la mise en oeuvre de la solution proposée par une analyse structurelle des traces d'activités enseignantes issues de LMS de l'Université. Nous organiserons également, en nous appuyant sur les méta-modèles existants, des entretiens avec les ingénieurs pédagogiques et les enseignants, pour formaliser les pratiques enseignantes déployées sur nos LMS.

Références

1. Alpaydin, E. : Introduction to machine learning. MIT press (2020)
2. Altet, M. : Une démarche de recherche sur la pratique enseignante : l'analyse plurielle. Revue française de pédagogie pp. 85–93 (2002)
3. Altet, M. : Une démarche de recherche sur la pratique enseignante : l'analyse plurielle. Revue française de pédagogie pp. 85–93 (2002)
4. Álvarez, P., Fabra, J., Hernández, S., Ezpeleta, J. : Alignment of teacher's plan and students' use of lms resources. analysis of moodle logs. In : 2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET). pp. 1–8. IEEE (2016)
5. Black, E.W., Dawson, K., Priem, J. : Data for free : Using lms activity logs to measure community in online courses. The Internet and Higher Education **11**(2), 65–70 (2008)
6. Dawson, S.P., McWilliam, E., Tan, J.P.L. : Teaching smarter : How mining ict data can inform and improve learning and teaching practice (2008)
7. Emin, V., Pernin, J.P., Guéraud, V. : Scénarisation pédagogique dirigée par les intentions. Revue Sticef. org **16**, 17 (2011)
8. Faillet, V. : La pédagogie inversée : recherche sur la pratique de la classe inversée. Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation **21**(1), 651–665 (2014)
9. Heathcote, E., Dawson, S. : Data mining for evaluation, benchmarking and reflective practice in a lms. In : E-Learn : World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education. pp. 326–333. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE) (2005)
10. Mandran, N. : THEDRE : langage et méthode de conduite de la recherche : Traceable Human Experiment Design Research. Ph.D. thesis, Grenoble Alpes (2017)
11. Paquette, G. : Apprentissage sur l'internet : des plateformes aux portails à base d'objets de connaissance. Innovations et tendances en technologies de formation et d'apprentissage pp. 1–30 (2005)
12. Prieto, L.P., Sharma, K., Dillenbourg, P., Jesús, M. : Teaching analytics : towards automatic extraction of orchestration graphs using wearable sensors. In : Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge. pp. 148–157 (2016)
13. Reverdy, C. : Des projets pour mieux apprendre ? (2013)
14. Sandoval, W.A., Bell, P. : Design-based research methods for studying learning in context : Introduction. Educational psychologist **39**(4), 199–201 (2004)
15. Sergis, S., Sampson, D.G. : Teaching and learning analytics to support teacher inquiry : A systematic literature review. In : Learning analytics : Fundaments, applications, and trends, pp. 25–63. Springer (2017)

16. Tchounikine, P. : Précis de recherche en ingénierie des EIAH (2009)
17. Villiot-Leclercq, E. : Modèle de soutien à l'élaboration et à la réutilisation de scénarios pédagogiques (2007)
18. You, J.W. : Identifying significant indicators using lms data to predict course achievement in online learning. The Internet and Higher Education **29**, 23–30 (2016)

Vers une méthode générique pour l'évaluation des mouvements dans les EVAH

Djadja Jean Delest Djadja, 2ième année

LIUM - EA 4023, Le Mans Université, 72085 Le Mans, Cedex 9, France
djddja@univ-lemans.fr

Résumé : Cet article traite de l'évaluation de l'activité des utilisateurs basée sur leurs mouvements dans les Environnements Virtuels (EV) pour l'Apprentissage Humain (EVAH). Dans le contexte de l'apprentissage de gestes manuels, le processus considéré dans cet article repose sur l'observation et l'imitation de la tâche démontrée par un enseignant. La tâche de l'apprenant est comparée à celle de l'enseignant en termes : (a) de forme des mouvements et des artefacts manipulés et (b) de l'ordre séquentiel des points de contrôle 3D par lesquels l'objet manipulé ou le corps de l'apprenant doit passer. L'intégration du système d'évaluation dans tout EVAH existant pose des défis, notamment en ce qui concerne l'Interaction Homme-Machine (IHM) pour mettre en place le processus d'évaluation. Un test d'utilisabilité lié à la conception de ce processus d'évaluation est effectué à travers une simulation de billard, de lancer de fléchettes et d'écriture de lettre.

Mots clés : EVAH · Analyse du Mouvement · Réalité Virtuelle · DTW

1 Introduction

La Réalité Virtuelle (RV) a été utilisée pour créer des Environnements Virtuels (EV) pour l'Apprentissage Humain (EVAH) dans de nombreux domaines, notamment dans l'éducation [3]. Depuis les traces générées de l'activité gestuelle, jusqu'aux conseils donnés grâce à des éléments multimodaux pertinents (*e.g.* visuel), une chaîne de traitement complète peut être mise en place pour évaluer l'activité de l'utilisateur dans les EVAH. Il existe plusieurs types d'EVAH évaluant les mouvements des apprenants que nous proposons de regrouper en 4 catégories. La première catégorie est celle des EVAH **basés sur des procédures** qui évaluent l'apprenant en vérifiant si des séquences d'actions sont réalisées, chaque action étant composée d'un ou plusieurs gestes [7]. Cependant, leur analyse est principalement fondée sur les états discrets des objets manipulés et non sur les gestes effectués. Les EVAH **basés sur l'observation et l'imitation** du geste sert à évaluer si le geste réalisé est proche du geste observé. Cependant, la visualisation simultanée d'un geste de l'apprenant et de l'enseignant à des fins de comparaison est confrontée au défi de la synchronisation spatiale et temporelle de ces deux mouvements [6]. Les EVAH **basés sur la forme**, une extension des EVAH fondés sur l'observation et l'imitation, évaluent

les similitudes temporelles et surtout spatiales au travers de la forme de la trajectoire du mouvement grâce à des techniques fondée sur l'algorithme *"Dynamic Time Warping"* (DTW) [4]. Cette approche est souvent utilisée afin d'évaluer les performances et les progrès de l'apprenant dans le sport. Le DTW permet de comparer la forme des trajectoires des mouvements générés par l'enseignant à celle d'un apprenant, sans que les différences temporelles (*e.g.* la durée ou la fréquence du signal) entre leurs démonstrations n'aient d'impact sur la comparaison. Le DTW produit deux résultats, dont un score *i.e.* plus le score est faible, plus les signaux sont similaires. L'apprentissage efficace, mais perfectible ainsi que l'usage intuitif que procurent les systèmes s'appuyant sur les formes encouragent leur utilisation selon nous. Les EVAH **basés sur les caractéristiques clés** ont pour objectif de : (i) comparer les valeurs des descripteurs (*i.e.* la vitesse de l'épaule) communes avec celles de référence et (ii) donner des conseils en fonction de ces valeurs. Cependant, chaque besoin d'observation doit être traduit en un ou plusieurs descripteurs calculables [5].

La plupart des systèmes d'évaluation existants dépendent des tâches et domaines pour lesquels ils ont été conçus. Par ailleurs, ces systèmes ne permettent pas de prendre en compte les mouvements de tous les artefacts virtuels (parties du corps et/ou objets de la scène) pour l'évaluation. Nous déduisons de ces observations les questions de recherche suivante : dans le contexte des EVAH, comment construire un modèle d'évaluation générique basé sur le mouvement, applicable à un large éventail de tâches ? Comment construire une IHM adaptée permettant à l'enseignant de créer intuitivement son propre processus d'évaluation et les feedbacks associés ? Comment rendre opérationnel un tel modèle ainsi que l'IHM associée dans tout EVAH existant ?

Cet article propose un nouveau système d'évaluation fondé sur le mouvement et un test d'utilisabilité indépendant de l'EVAH associé. En effet, le système proposé a pour objectif de s'intégrer à un EVAH existant pour offrir à l'enseignant des outils intuitifs permettant de mettre en place un processus d'évaluation en : (i) choisissant des artefacts virtuels dont les mouvements seront analysés (ii), définissant les étapes de la tâche grâce à un ensemble de CheckPoints (CPs) ordonnés et (iii) enregistrant une démonstration de la tâche à apprendre par l'expert, qui sera imitée par l'apprenant. Une comparaison automatique fondée sur la forme et les caractéristiques clés est ensuite réalisée entre les mouvements de l'enseignant et de l'apprenant. La section suivante présente ce modèle d'évaluation du mouvement basé sur la notion d'objets d'intérêt, ainsi que l'IHM associée.

2 Méthode de définition des Objets d'Intérêts (OIs)

Dans nos travaux actuels, nous avons proposé une méthode pour évaluer l'activité de l'apprenant dans les EVs [1]. Cette méthode suit une approche qui s'appuie sur l'observation, l'imitation et l'analyse de la forme du geste, car ces aspects permettent à tout enseignant de construire un processus d'évaluation en faisant une démonstration de la tâche à apprendre. Considérons un problème

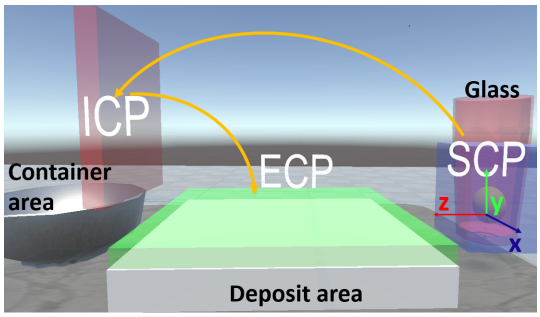


Figure 1. Manipulation d'un verre

simple de manipulation d'un verre contenant une balle. L'enseignant souhaite observer comment l'apprenant manipule ce verre, notamment, en observant les variations spatiales et temporelles des mouvements du verre (fig. 1). La tâche consiste à verser la balle se trouvant dans le verre à l'intérieur d'un récipient, puis déposer le verre sur une zone de dépôt. La méthode proposée permet d'extraire le mouvement d'un Objet d'Intérêt (OI), dans notre cas, le verre, à partir de *CheckPoints* (CPs). Les CPs sont des formes géométriques 3D simples (*i.e.* des rectangles 3D ou des sphères 3D) qui peuvent être placées, tournées et dimensionnées dans l'espace 3D. L'OI doit entrer en collision avec les CPs pour une double raison : (1) décomposer la tâche en plusieurs étapes si nécessaire (par exemple, étape 1 : prendre le verre avec la balle à l'intérieur, étape 2 : mettre la balle dans le conteneur à l'aide du verre, étape 3 : mettre le verre, retourné sur sur la zone de dépôt) et (2), extraire automatiquement le Mouvement de l'OI (MOI) comme un ensemble de positions et d'orientations dans le temps. On distingue alors trois types de CP : le CP de départ (SCP) servant à démarrer l'enregistrement des mouvements de l'OI, les CP intermédiaires (ICP) et le CP de fin (ECP). L'enseignant réalise une démonstration, celle-ci est sauvegardée, puis visualisée et reproduite par l'apprenant. Un ensemble de métriques sont fournies à l'apprenant, par exemple, la vitesse et la saccade (*jerk*) du mouvement, ainsi que le score du DTW (résultant de la comparaison de la démonstration de l'enseignant avec celle de l'apprenant), qui doit être en dessous d'un seuil. Si ce n'est pas le cas, alors l'apprenant recommence la démonstration. Ce seuil est calculé de façon automatique grâce aux démonstrations de l'enseignant. Une IHM adaptée a été conçue pour : (a) choisir l'OI (b), créer et configurer les CPs et (c), effectuer, jouer et enregistrer la démonstration. L'OI est choisi grâce à un processus habituel mélangeant un rayon virtuel pour la sélection et un bouton du contrôleur pour la validation, ce qui entraîne un changement de couleur de l'objet sélectionné. L'interface a été conçue dans le contexte des EVs "à l'échelle 1", où l'utilisateur est immergé dans un casque de RV avec deux manettes. La figure 2 (image 3, 4 et 5) présente l'interface virtuelle de l'enseignant sous la forme d'un menu en 2D regroupant les fonctionnalités liées au : (1) contrôle de l'application (c'est-à-dire les modes "choix de l'OI", "création des CPs" et "démonstration") et un ensemble de fonctionnalités utiles pour faire la démonstration (c'est-à-dire réinitialiser la scène virtuelle, jouer/mettre en pause/ralentir la démonstration en cours, etc.). Ce menu est attaché en position et en rotation à la main droite de l'utilisateur, tandis que la combinaison d'un rayon virtuel et d'un bouton de la main gauche est utilisée pour interagir avec les boutons du menu. On peut noter que la taille

du CP peut être réglée grâce à cette interface 2D (fig. 2 (image 4)) selon les trois axes du repère cartésien. En outre, en fonction de l'interface de capture de mouvement dont l'enseignant dispose, une liste de tous les membres (parties) du corps pouvant être des OIs est proposée au travers d'un menu.

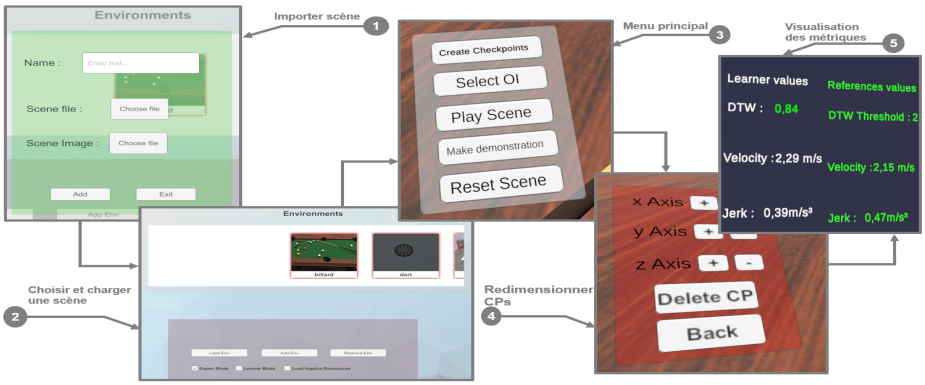


Figure 2. Menu de l'interface 2D pour l'enseignant

Ainsi l'enseignant peut définir un membre du corps de l'utilisateur comme OI s'il souhaite l'observer grâce à ce menu. La section suivante présente, du point de vue de l'enseignant, une étude de l'utilisabilité de la méthode mise en œuvre avec des tâches simples.

3 Étude de l'utilisabilité du module d'évaluation

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'outil permettant à un enseignant de réaliser une démonstration dans un EV puis de définir les trajectoires de certains objets.

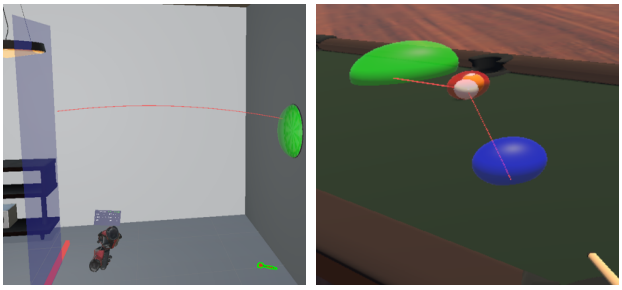


Figure 3. (gauche) simulation de fléchettes, (droite) simulation de billard

Dix-huit personnes, âgées de 20 à 30 ans, de différents domaines (*e.g.* doctorant en informatique ou biologie) ont participé à cette expérience. Chaque participant a reçu une explication orale de tous les concepts utilisés dans la section 2. Trois vidéos présentant un utilisateur travaillant comme enseignant sur trois tâches (une tâche de manipulation d'un verre, une tâche de navigation et un lancer de balle) ont été montrées aux participants [1]. Ensuite, ils ont été informés qu'ils joueront le rôle d'un enseignant sur 3 tâches différentes de celles observées pour l'entraînement : une

simulation de lancer de fléchettes, de billard et d'écriture d'une lettre. Après l'expérience, les participants ont rempli un questionnaire [1] anonymisé concernant leurs perceptions sur l'utilisabilité du système ainsi que le concept proposé pour la construction de l'évaluation. Dans la simulation du lancer de fléchette (fig. 3, gauche), 17 participants ont choisi la fléchette comme OI et un autre la main gauche. La façon dont les CPs ont été placés varie d'un participant à l'autre. La moitié des participants n'ont pas réussi à atteindre la cible pendant la phase de démonstration. Dans la simulation de billard (fig. 3, droite), 16 participants ont choisi une boule comme OI. Un participant a choisi la queue du billard et un autre a choisi la main droite comme OI. Tous les participants ont réussi à réaliser une démonstration. Dans la simulation d'écriture de lettre, aucun participant n'a réussi à mettre en place un processus d'évaluation due à la difficulté d'avoir de très petits CPs. Le questionnaire [1] est composé de 7 questions basées sur une échelle de Likert de 1 à 5 adaptée de la méthode décrite par [2]. Chaque réponse propose une appréciation de la méthode d'évaluation ou de l'IHM avec des adjectifs qualificatifs. 14 participants ont estimé qu'ils ont effectué leur démonstration lentement (question 1). La difficulté rencontrée pour le contrôle du système (question 2), l'utilisation générale du système (question 3) et l'appréciation de l'interface utilisateur (question 4 & 5 pour la présentation de l'information) étaient au moins satisfaisantes pour 14 utilisateurs. 14 participants étaient satisfaits de leur démonstration pour la simulation de billard (question 6) et 9 participants étaient satisfaits des démonstrations faites sur le lancer de fléchettes (question 7). L'expérience a montré plusieurs résultats intéressants justifiant la pertinence de la méthode d'évaluation proposée. En résumé, la diversité du choix de l'OI et de la configuration du CP, combinée à la satisfaction de la majorité des participants, tend à montrer la pertinence de la méthode proposée pour ses moyens d'adaptation à différents objectifs d'apprentissage. Cependant, nous avons constaté certaines lacunes à combler comme la non-adaptation de l'IHM pour configurer avec précision de petits CPs.

4 Conclusion et perspectives

Dans cet article, un module d'évaluation qui s'appuie sur le mouvement a été présenté pour l'évaluation de l'activité des utilisateurs dans les EVAH. Une expérience a été menée pour évaluer l'utilisabilité du module d'évaluation du point de vue de l'enseignant. L'expérience avait pour but, pour les participants de construire un processus d'évaluation, c'est-à-dire de choisir un OI dont les mouvements seront analysés puis de placer une séquence ordonnée de CPs, afin de représenter la tâche en sous-actions. Bien que l'expérience réalisée a montré des résultats encourageants, plusieurs limitations apparaissent. Les travaux futurs se concentreront sur trois points majeurs. Nous souhaitons dans un premier temps, proposer une nouvelle IHM adaptée permettant la création de différentes tailles de CP, en considérant toute sortes de tailles. Deuxièmement, un

1. `https://docs.google.com/forms/d/1KFfjDL8vTFRiKFy0aYlxY0yn0yKQaVU0f4MTEonZdJM/edit?usp=sharing`

système automatique de choix des OIs, de création et de placement des CPs sera conçu et développé. Le processus envisagé est le suivant. À partir des données enregistrées, lors de la première démonstration de l'enseignant, une série d'objets susceptibles d'être des OIs seront présentés à ce dernier. L'enseignant pourra choisir l'OI qu'il souhaite observer. À partir de ce choix et des éléments de décomposition de la tâche fournie par l'enseignant, nous souhaitons générer de façon automatique les CPs nécessaires à l'enregistrement du Mouvement de l'OI (MOI). Une fois les CPs générés et configurés, l'enseignant pourra les redimensionner et/ou les déplacer comme il le souhaite si nécessaire. En outre, une expérimentation sera conduite avec des professeurs de biologie en situation réelle d'enseignement afin de : (i) valider les résultats préliminaires obtenus dans la précédente expérimentation et (ii), de mesurer les apports de ce nouvel outil par rapport au fonctionnement du module actuel. Par ailleurs, nous avons pour objectif d'améliorer le module d'évaluation en permettant aux enseignants d'observer plusieurs OIs en parallèle. En effet, notre but est de permettre aux enseignants d'évaluer les apprenants en prenant en compte leurs besoins d'observation. Nous espérons ainsi améliorer les moyens d'observations des enseignants à travers ce système d'évaluation. Une expérimentation sera conduite avec des formateurs en peinture afin d'évaluer les apports du système proposé.

Références

[1] DJADJA, J.D., Hamon., L., George., S. : Design of a motion-based evaluation process in any unity 3d simulation for human learning. In : Proceedings of VISIGRAPP - Volume 1 : GRAPP. pp. 137–148. SciTePress (2020)

[2] Lewis, J.R. : Ibm computer usability satisfaction questionnaires : Psychometric evaluation and instructions for use. International Journal of Human–Computer Interaction pp. 57–78 (1995)

[3] Mikropoulos, T.A., Natsis, A. : Educational virtual environments : A ten-year review of empirical research (1999–2009). Computers & Education pp. 769–780 (2011)

[4] Morel, M., Kulpa, R., Sorel, A., Achard, C., Dubuisson, S. : Automatic and generic evaluation of spatial and temporal errors in sport motions. In : 11th International Conference on Computer Vision Theory and Applications. pp. 542–551 (2016)

[5] Senecal, S., Nijdam, N.A., Thalmann, N.M. : Motion analysis and classification of salsa dance using music-related motion features. In : Proceedings of the 11th Annual International Conference on Motion, Interaction, and Games. pp. 1–10 (2018)

[6] Sie, M.S., Cheng, Y.C., Chiang, C.C. : Key motion spotting in continuous motion sequences using motion sensing devices. 2014 IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing pp. 326–331 (2014)

[7] Toussaint, B.M., Luengo, V., Jambon, F., Tonetti, J. : From heterogeneous multisource traces to perceptual-gestural sequences : the petra treatment approach. In : Artificial Intelligence in Education. pp. 480–491 (2015)

Vers un dispositif pédagogique permettant l'apprentissage du raisonnement clinique *via* la co-conception de jeux sérieux par les étudiants en soins infirmiers

Sebastian Gajewski, doctorant en 1ère année

Université de Lille, Laboratoire CIREL, équipe Trigone (EA 4354)
Cité Scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq, France
sebastian.gajewski.etu@univ-lille.fr

Résumé. Cet article s'inscrit dans un travail de recherche plus global, un projet de thèse, qui a débuté dès notre inscription en décembre 2019. Ce projet vise à concevoir un dispositif pédagogique permettant l'apprentissage du raisonnement clinique *via* la co-conception de jeux sérieux par les étudiants en soins infirmiers et à étudier son efficacité en mesurant ses effets sur l'apprentissage et sur les déterminants psychologiques de la motivation. Cet article vise à présenter le projet de thèse et un aperçu du cadre théorique sur lequel il s'appuiera. La thèse s'intéressera, quant à elle, à savoir si une approche socio-constructiviste du jeu sérieux favorise le déclenchement et la persistance de l'action pédagogique, à savoir, la co-construction d'un jeu sérieux, et, si cette approche améliore les résultats académiques.

Mots clés : Apprentissage, Raisonnement clinique, Motivation, Co-conception, Jeu sérieux, Étudiant en soins infirmiers.

1 Introduction

La question de la sécurité des patients est au cœur des préoccupations des établissements de santé. 44 000 à 98 000 américains meurent chaque année d'erreurs médicales [1]. Les décès dus à ces erreurs médicales représentent la 8ème cause de décès [1]. On compte plus de morts d'erreurs médicales que d'accidents de la route, de cancers du sein ou encore du SIDA [1]. Ces événements indésirables évitables que subissent les patients sont un problème international majeur de santé publique [2]. Les erreurs médicales sont classées en 4 types : les erreurs de diagnostic, les erreurs de traitement, les erreurs de prévention et les autres erreurs, telles que les défauts de communication [1]. Notons, par ailleurs que le raisonnement clinique est un processus complexe qui comprend, entre autres, le recueil de données, l'identification des problèmes et des risques (diagnostic), la mise en place d'actions (traitement) et l'évaluation de leur efficacité [3]. Ces évènements indésirables sont donc clairement liés à un faible niveau de compétence en raisonnement clinique [2]. La sécurité des patients dépend donc de la qualité

des soins et des compétences en raisonnement clinique des infirmières, d'où l'importance de l'apprentissage du raisonnement clinique au cours de la formation initiale en soins infirmiers.

Parallèlement, la question de la motivation des apprenants est omniprésente dans tous les organismes de formation. Les enseignants associent souvent la motivation à la réussite académique avec l'idée selon laquelle plus l'apprenant est motivé et plus ses résultats sont élevés [4]. Les enseignants cherchent alors à développer des dispositifs pédagogiques plus engageants, suscitant la curiosité des apprenants.

Ainsi, cet article traite de l'apprentissage par le jeu. Néanmoins, il ne s'intéresse pas à l'apprentissage par l'utilisation du jeu (*gameplay-based learning*) mais s'intéresse plutôt à l'apprentissage par la conception du jeu (*game design-based learning*).

Cet article est organisé en deux parties. La partie 2 présente un éclairage théorique. La partie 3 détaille la problématique et la méthodologie.

2 Cadre théorique

Dans cette partie, il est question de clarifier les différentes notions sur lesquelles s'appuiera ce travail de recherche.

2.1 Jeux sérieux

Un jeu sérieux est un dispositif dont la finalité est autre que le simple divertissement. Il combine à la fois des aspects utilitaires et des aspects ludiques. Dans le domaine de l'enseignement, il facilite l'apprentissage [6].

Kafai différencie l'approche constructiviste du jeu sérieux de son approche instructionniste [10]. L'instructionnisme consiste à concevoir un jeu sérieux auquel les apprenants joueront pour apprendre. Alors que le constructivisme offre l'occasion aux étudiants de concevoir eux-mêmes leur propre jeu.

Que ce soit, en endossant le rôle de joueur [3] [7] [8] [16] ou celui de concepteur de jeux, les études sur l'utilisation des jeux sérieux ont clairement démontré leur efficacité en termes d'apprentissage et de motivation [15] [18]. La conception d'un jeu sérieux pourrait même être une activité plus engageante que le simple fait de jouer, et cela, parce que les apprenants construisent, eux-mêmes, leur propre jeu. Il ne s'agit aucunement d'une expérience passive [5].

2.2 Apprentissage et jeux sérieux

L'apprentissage est défini comme « toute modification stable des comportements ou des activités psychologiques attribuables à l'expérience du sujet » [21].

Chacune des théories de l'apprentissage (béhaviorisme, cognitivisme et constructivisme) peut être mobilisée dans l'apprentissage par le jeu sérieux. Un seul et même jeu peut d'ailleurs faire appel à plusieurs théories de l'apprentissage [21]. Notre dispositif pédagogique a la prétention de combiner l'ensemble des trois théories de l'apprentissage.

Dans le béhaviorisme, l'apprentissage repose sur un conditionnement (récompense ou sanction) qui permet de modifier le comportement de l'individu. L'individu procède par essais et erreurs. Ils répètent ses gestes jusqu'à ce qu'il obtienne le résultat escompté [21]. Même si cette approche est très réductrice (et par conséquent, très controversée), parce que cette approche permet d'apprendre sans nécessairement comprendre, notre dispositif pédagogique aura recours à certains aspects du béhaviorisme. En effet, il permettra un apprentissage par essais et erreurs *via* une conception itérative de prototypes jusqu'à l'obtention d'une version finalisée du produit. Aussi, le dispositif aura recours à un système de récompenses. En effet, le dispositif se veut collaboratif entre les membres d'un même groupe mais aussi compétitif entre les différents groupes. Le travail fourni par les apprenants sera récompensé (ou sanctionné) à travers un système de points et de classement affiché et mis à jour à chaque étape de la conception du jeu. Aussi, le groupe qui, à l'issue du dispositif, aura remporté le « jeu » verra son jeu utilisé comme outil pédagogique par d'autres étudiants. En outre, à l'issue de chaque étape de la conception du jeu, les membres de chaque groupe auront à présenter un bilan étape au formateur qui les accompagnera tout au long du processus et qui, à son tour, renverra aux membres du groupe, un *feedback* afin de les aider à progresser dans leur projet.

Le dispositif pédagogique aura recours au cognitivisme. Selon les cognitivistes, un cours peut être appris plus rapidement par compréhension [21]. Aussi, le cognitivisme est particulièrement adapté aux situations de résolution de problèmes [21]. Le raisonnement clinique est considéré comme une activité de résolution de problèmes [3].

Le dispositif pédagogique aura recours au constructivisme. Le constructivisme compte plusieurs types d'apprentissage : le constructivisme cognitif, le constructivisme socioculturel et le modèle expérientiel [21]. Le constructivisme cognitif est issu des travaux de Piaget [27]. Il s'agit d'un processus où la connaissance se construit par assimilation-accommodation, c'est-à-dire par « *ajout de connaissances nouvelles aux schèmes existants de connaissance et […] modification de ces schèmes pour faciliter l'intégration de ces nouvelles connaissances* » [21]. Dans notre dispositif pédagogique, les étudiants seront en 2ème année de leur cursus de formation et auront, en prérequis, un certain socle de connaissances qu'ils vont devoir développer. Dans les jeux s'appuyant sur le constructivisme socioculturel, l'activité nécessite l'interaction de plusieurs joueurs [21]. Chaque joueur, avec ses connaissances et ses compétences personnelles, contribue à enrichir l'activité collective [21]. Notre dispositif pédagogique prévoit des activités en groupes. Il aura donc recours au constructivisme socioculturel. Dans le modèle expérientiel, le constructivisme permet au joueur de vivre des expériences concrètes en l'immergeant dans un univers réaliste [21]. La formation en soins infirmiers est une formation essentiellement clinique. Par conséquent, un visuel graphique réaliste reproduisant fidèlement un avatar de soignant dans un univers hospitalier réaliste semble tout à fait approprié.

2.3 Motivation et jeux sérieux

La motivation est une « *hypothétique force intra-individuelle protéiforme, qui peut avoir des déterminants internes et/ou externes multiples, et qui permet d'expliquer la*

direction, le déclenchement, la persistance et l'intensité du comportement ou de l'action » [4].

Nous savons que le jeu est une activité propice aux expériences optimales (*flow*) [4]. Le *flow* est « *un état d'épanouissement lié à une profonde implication et au sentiment d'absorption que les personnes ressentent lorsqu'elles sont confrontées à des tâches dont les exigences sont élevées et qu'elles perçoivent que leurs compétences leur permettent de relever ces défis. Le flow est décrit comme une expérience optimale au cours de laquelle les personnes sont profondément motivées à persister dans leurs activités* » [22]. Mais qu'en est-il de l'activité de co-conception de séquence de jeu sérieux ? Génère-t-elle aussi une expérience autotélique ? Des travaux de recherche le confirment. Néanmoins, comment rendre le dispositif de conception de jeux encore plus engageant ? Ne faut-il pas rendre le dispositif ludique en y insérant des mécaniques de jeux ? En effet, concevoir un jeu n'est pas jouer.

Étant donné que l'activité de conception de jeu prévue dans le dispositif pédagogique est une activité collective, nous nous appuierons, dans ce travail de recherche, sur le modèle heuristique du collectif individuellement motivé développé par Heutte, qui regroupe 3 grandes théories de la motivation, à savoir, l'autodétermination (et plus particulièrement, le besoin de relation à autrui), l'auto-efficacité et l'autotélisme [12] [22]. L'auteur met l'accent sur l'importance de l'affiliation sur la persistance [12] [22]. En effet, un des moteurs de la motivation est le sentiment d'appartenance sociale via une communauté d'apprenance [12] [22]. Se sentir accepté et reconnu par les autres, en tant que sujet social sachant et compétent, est essentiel à la persistance de l'individu à vouloir s'impliquer dans les actions collectives au sein de la communauté d'apprenance [12] [22]. L'absence d'acceptation et de reconnaissance par ses pairs entraîne l'abandon de l'individu qui sera alors découragé et ne verra plus aucun intérêt à persister dans les actions collectives. Le modèle heuristique du collectif individuellement motivé met donc en évidence une boucle volitionnelle du sentiment d'efficacité collective qui ne se déclenchera et qui ne persistera que si et seulement si le collectif accorde une reconnaissance sociale [12] [22].

2.4 Co-conception de jeux sérieux

Communément, la conception d'un jeu sérieux est le fruit d'un travail collaboratif et pluridisciplinaire [23]. En effet, elle fait appel à une équipe constituée d'individus aux compétences spécifiques et complémentaires : les *game designers*, les experts (en connaissances à transmettre) et les pédagogues [23]. Dans sa thèse, El Mawas s'est intéressée à l'apprentissage par la conception de jeux sérieux, entre autres, dans le domaine de la santé. Cependant, les apprenants étaient en formation professionnelle et experts en connaissances dans leur domaine d'activité. Il s'agissait de médecins du SAMU [23].

Aussi, étant donné qu'un apprenant comprend toujours seul mais jamais sans les autres [12], tout simplement parce que l'individu a besoin de l'autre pour l'aider à mettre en évidence ses erreurs et l'aider ainsi à progresser [12], nous privilégions la conception en groupe. En outre, étant donné que la conception d'un jeu sérieux est une activité communément collaborative, les étudiants collaboreront, au sein de notre dispositif pédagogique, pour co-concevoir un jeu sérieux. Cependant, à la différence des

travaux de El Mawas, les concepteurs seront en formation initiale et seront, par conséquent, novices. La co-conception d'un jeu sérieux constitue alors un prétexte pour apprendre, pour obliger, implicitement, les étudiants à aller rechercher l'information (la connaissance) utile et nécessaire à introduire dans le jeu et à se l'approprier.

2.5 Discussion

L'efficacité de l'apprentissage par le jeu vidéo (*gameplay-based learning*) n'est plus à démontrer. Des études ont clairement mis en évidence son efficacité, et cela auprès de publics divers et dans des domaines variés : chez les élèves du primaire [7] mais aussi dans les formations universitaires, telles que dans le domaine de la santé, en pharmacie [8], mais également, en soins infirmiers (pour l'apprentissage du calcul de dose [16] et du raisonnement clinique [3]), ainsi qu'en formation continue [9].

Même si l'apprentissage par la conception de jeu (*game design-based learning*) a reçu globalement moins d'attention que l'apprentissage par le jeu (*gameplay-based learning*) [10], l'intérêt que les enseignants peuvent lui accorder est grandissant [17], d'une part, parce que des chercheurs précisent que l'apprentissage par la conception de jeu a des effets positifs sur la motivation [11] [13] [14] [15] [18] [19] [20], et d'autre part, parce que les outils de conception de jeux sont de plus en plus nombreux, de plus en plus faciles à utiliser, ne nécessitant pas ou peu de compétences techniques [17].

Le travail de recherche que nous proposons vient donc compléter les multiples travaux qui ont déjà été menés auparavant. Mais son originalité repose sur deux aspects. D'une part, il s'intéresse au domaine des soins infirmiers qui reste, à ce jour, non étudié, selon nous. D'autre part, il propose d'évaluer la pertinence et l'efficacité du dispositif pédagogique essentiellement à l'aide d'échelles de mesure de la motivation et de tests de connaissances de type QCM. La méthodologie se veut donc essentiellement quantitative.

3 Problématique et méthodologie

L'objectif est donc de concevoir et mettre en œuvre un dispositif pédagogique dans lequel les étudiants en soins infirmiers collaboreraient ensemble pour co-concevoir un jeu sérieux dans le but de favoriser l'apprentissage du raisonnement clinique, et d'évaluer ensuite la pertinence et l'efficacité de ce dispositif en mesurant ses effets sur l'apprentissage et la motivation des étudiants.

Ce dispositif sera mis en place à l'Institut de Formation en Soins Infirmiers (IFSI) de l'Université Catholique de Lille auprès des étudiants en soins infirmiers de 2ème année (n = 100).

Un cahier des charges sera élaboré afin de décrire le contexte et la problématique, les objectifs, le périmètre, les besoins (les critères et les fonctionnalités que doit présenter l'outil de conception de jeux), les contraintes (essentiellement budgétaires) et un échéancier.

Parallèlement, une revue des outils de conception de jeux sera menée afin de décrire les caractéristiques de chaque outil, de les comparer et d'identifier l'outil répondant aux

exigences requises. Dans le cas contraire, un nouvel outil de conception de jeux sérieux serait alors à envisager.

L'outil de conception de jeux devra être intuitif, facile et rapide à utiliser. Il n'est aucunement question de développer des compétences techniques en programmation. L'objectif est clairement d'utiliser le prétexte de la co-conception d'un jeu sérieux pour développer des compétences en raisonnement clinique.

La méthodologie de recueil des données envisagée sera multiple. Rappelons qu'il sera question d'évaluer la pertinence du dispositif pédagogique sur deux aspects : l'apprentissage et la motivation. Dans l'idéal, l'étude sera menée en constituant trois groupes. Le premier groupe bénéficiera d'un apprentissage à l'aide du dispositif pédagogique développé, soit un apprentissage par la co-conception d'un jeu (*game design-based learning*). Le deuxième groupe bénéficiera d'un apprentissage à l'aide d'une méthode plus traditionnelle, tel qu'un cours magistral. Le troisième groupe, quant à lui bénéficiera d'un apprentissage par le jeu. Néanmoins, pour ce dernier groupe, il sera question d'un apprentissage par l'utilisation d'un jeu (*gameplay-based learning*), et, qui plus est, par le jeu développé par le groupe qui aurait été classé premier et qui aurait donc remporté le plus de points. Ce groupe bénéficiera donc d'un apprentissage différé de celui des deux premiers groupes.

Ainsi, les niveaux de connaissances et de motivation seront mesurés auprès de l'ensemble des étudiants des différents groupes, quelle que soit la méthode d'apprentissage, avant et après le dispositif pédagogique, puis comparés entre eux pour évaluer la pertinence et l'efficacité du dispositif de co-coception de jeu par rapport aux deux autres méthodes d'apprentissage.

L'évaluation de l'apprentissage reposera, entre autres, sur des évaluations de connaissances théoriques via des QCM, mais aussi sur des évaluations de compréhension et d'analyse via des tests de concordance de script. L'évaluation reposera également sur l'analyse des différentes versions du jeu (prototypes et version finalisée) afin d'évaluer l'exactitude des connaissances introduites dans le jeu.

La motivation sera mesurée à l'aide d'outils d'évaluation de la motivation, tels que, entre autres, EduFlow2 [24], SEP TIC [25], SEC [26], avant l'activité, entre les différentes étapes de l'activité et à l'issue de l'activité, et ces niveaux de motivation seront comparés entre eux.

Cette méthodologie sera complétée par l'observation, entre autres, de la dynamique de groupe et des échanges *in situ* et par des *focus groups* à l'issue de chaque étape de la co-conception du jeu sérieux.

Références

1. Kohn, L. T., Corrigan, J., Donaldson, M. S.: To err is human : Building a safer health system. National Academy Press (2000).
2. Levett-Jones, T., Hoffman, K., Dempsey, J., Jeong, S. Y.-S., Noble, D., Norton, C. A., Roche, J., Hickey, N.: The 'five rights' of clinical reasoning : An educational model to enhance nursing students' ability to identify and manage clinically 'at risk' patients. Nurse Education Today, 30(6), 515-520 (2009). https://doi.org/10.1016/j.nedt.2009.10.020

3. Koivisto, J.-M., Multisilta, J., Niemi, H., Katajisto, J., Eriksson, E.: Learning by playing : A cross-sectional descriptive study of nursing students' experiences of learning clinical reasoning. Nurse Education Today, 45, 22-28 (2016). https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.06.009
4. Fenouillet, F.: Les théories de la motivation. Dunod, Paris (2016).
5. Robertson, J., Howells, C.: Computer game design: Opportunities for successful learning. Computers & Education 50, 559-578 (2007).
6. Alvarez, J., Djaouti, D., Rampnoux, O.: Apprendre avec les serious games ? Canopé éditions (2016).
7. Wastiau, P., Kearney, C., Van den Berghe, W.: Quels usages pour les jeux électroniques en classe ? European Schoolnet, Bruxelles, Belgique (2009).
8. Ameri, A., Khajouei, R., Ameri, A., Jahani, Y.: LabSafety, the pharmaceutical laboratory android application, for improving the knowledge of pharmacy students. Biochemistry and Molecular Biology Education Volume 48, Number 1, 44-53 (2019).
9. Martins, A.C.R., Freitas, F.G., Gonçalves, P.R., Prada, R., Desterro, J.M.P., Costa1, L., Crisostomo, M.I.: Developing a Prototype of an Oncobiology Serious Game for Medical Education. IEEE 2nd International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH) (2013).
10. Kafai, Y. B.: Playing and making games for learning: Instructionist and constructionist: Perspectives for games studies. Games and Culture Volume 1 Number 1, 36-40 (2006).
11. Ke, F., Im, T.: A case study on collective cognition and operation in team-based computer game design by middle-school children. International Journal of Technology and Design Education 24(2), 187-201 (2013).
12. Heutte, J.: Les fondements de l'éducation positive : Perspective psychosociale et systémique de l'apprentissage. Dunod, Paris (2019).
13. Ke, F.: An implementation of design-based learning through creating educational computer games: A case study on mathematics learning during design and computing. Computers & Education 73, 26-39 (2013).
14. Baytak, A., Land, S.M.: A case study of educational game design by kids and for kids. Procedia Social and Behavioral Sciences 2, 5242-5246 (2010).
15. El-Nasr, M.S., Smith, B.K.: Learning through game modding. Computers in Entertainment Vol. 4, No. 1, 1-20 (2005)
16. Valizadeh, S., Feizalahzadeh, H., Avari, M., Virani, F.: Effect of education of principles of drug prescription and calculation through lecture and designed multimedia software on nursing students' learning outcomes, Electronic physician Volume 8 Issue 7, 2691-2699 (2016)
17. Hayes, E.R., Games, I.A.: Making computer games and design thinking A review of current software and strategies, Games and culture Volume 3 Number 3-4, 309-332 (2008)
18. Tiong, K.-M., Yong, S.-T.: Learning through computer game design: possible success (or failure) factors, 947-951 (2008)
19. Dalal, N., Dalal, P., Kak, S., Antonenko, P., Stansberry, S.: Rapid digital game creation for broadening participation in computing and fostering crucial thinking skills, Social and humanistic computing Vol. 1 No. 2, 123-137 (2009)
20. Khalili, N., Sheridan, K., Williams, A., Clark, K., Stegman, M.: Students designing video games about immunology: Insights for science learning, Computers in the schools 28, 228-240 (2011)
21. Cohard, P.: L'apprentissage dans les serious games : Proposition d'une typologie. @GRH, n° 16(3), 11-40 (2015).

22. Heutte, J.: Motivations, volition et expérience du flow : quelques références théoriques pour l'étude des communautés d'apprenance. Dans O. Las Vergnas, (dit.), Le e-learning informel? Des apprentissages diffus, noyés dans la participation en ligne. (p.199-214). Paris, France : Éditions des archives contemporaines. ISBN 9782813002693. Doi : 10.17184/eac.787 (2017).
23. El Mawas, N.: Architecture pour la co-conception des jeux sérieux participatifs et intensifs en connaissances. http://www.theses.fr/179453866 (2013).
24. Heutte, J., Fenouillet, F., Martin-Krumm, C., Boniwell, I., & Csikszentmihalyi, M. (2016). Proposal for a conceptual evolution of the flow in education (EduFlow) model. 8th European Conference on Positive Psychology (ECPP 2016), Angers, France.
25. Déro, M. & Heutte, J. (2008). Impact des TIC sur les conditions de travail dans un établissement d'enseignement supérieur : auto-efficacité, flow et satisfaction au travail (pp. 193-205). Dans M. Sidir, E. Bruillard & G.-L. Baron (Dir.), Journées communication et apprentissage instrumenté en réseau -JOCAIR'2008. Hermès-Lavoisier. ISBN : 978-2-7462-2138-3.
26. Heutte, J. (2011). La part du collectif dans la motivation et son impact sur le bien-être comme médiateur de la réussite des étudiants : Complémentarités et contributions entre l'autodétermination, l'auto-efficacité et l'autotélisme. Thèse de doctorat non publiée. Paris Ouest-Nanterre-La Défense (Paris X), Nanterre.
27. Chalon-Blanc, A.: Piaget : Constructivisme, intelligence: l'avenir d'une théorie. Presses universitaires du Septentrion (2011).

Données scolaires élèves : étude de l'existant et des possibilités de recueil et d'analyses

Khansa Ghabara[1]

[1] Université de Paris, France
ghabara.khansa@etu.parisdescartes.fr

Abstract. L'article expose les résultats d'une première étude effectuée dans le cadre de travaux de recherche visant à explorer les possibilités de recueil et de traitements conjoints des données disponibles dans les différentes plateformes numériques en éducation scolaire au niveau collège et lycée. Contrairement aux universités qui sont responsables du recueil et du traitement des données produites au sein de leurs plateformes, les institutions scolaires doivent négocier avec une multiplicité d'acteurs, ce qui est à l'origine de nombreuses contraintes notamment pour la disponibilité des données pour les travaux de recherche. Elles sont également confrontées à des interrogations majeures liées au nouveau cadre règlementaire (RGPD) dont les outils et les mécanismes sont en cours de mise en œuvre et d'appropriation. Nous présentons les constructions actuelles autour de ce nouveau cadre règlementaire de protection des données à caractère personnel en éducation scolaire et essayons de répondre aux différentes questions : quelles données sont disponibles ? Qui les détient ? Quelles articulations sont possibles entre les données issues des différentes plateformes utilisées en éducation scolaire ? Quels traitements possibles de ces données ?

Keywords : Données scolaires, Espaces Numériques de Travail, vie scolaire, accès aux ressources

1 Introduction

Nos travaux de recherche visent à explorer les possibilités de recueil et de traitements conjoints des données disponibles dans les différentes plateformes numériques éducatives en éducation scolaire au niveau collège et lycée dans le contexte français. En effet, nous nous interrogeons sur les enrichissements possibles entre les plateformes de type *Espaces Numériques de Travail* (ENT), les outils de vie scolaire et les plateformes d'apprentissage. Comment ces données de type et de niveau de granularité différents peuvent-elles s'articuler et s'alimenter mutuellement, notamment pour améliorer l'apprentissage des élèves et leur suivi ?

Alors que les universités sont responsables du recueil et du traitement des données produites au sein de leurs plateformes, les institutions scolaires ne détiennent pas l'ensemble des données élèves. Elles sont confrontées à de multiples acteurs parallèlement à la mise en œuvre d'un nouveau cadre règlementaire (RGPD), à la fois pour la collecte et les traitements. Deux grandes tendances peuvent être dégagées pour la finalité de ces traitements : une description (1) au plus près du processus d'apprentissage grâce à une analyse fine des actions de l'apprenant, ou (2) orientée vers

les acteurs de l'enseignement, notamment l'institution, pour la mise en œuvre de leviers d'intervention ou de régulation. Le choix des traitements peut être fortement lié au détenteur des données et aux raisons motivant leur exploitation conduisant à différentes interrogations autour des données disponibles, de leurs détenteurs, des articulations possibles entre les données issues des différentes plateformes et des traitements possibles de ces données.

Afin d'y répondre, nous commençons par faire le point sur la typologie des plateformes utilisées en éducation scolaire et sur les constructions en cours autour du nouveau cadre règlementaire de protection des données à caractère personnel.

Nous ferons ensuite un point sur les données disponibles dans ces différentes plateformes en France. Puis, à travers une revue internationale, nous explorons les analyses possibles de ces données et nous évoquerons, enfin, les perspectives de nos travaux en cours.

2 Les plateformes éducatives en éducation scolaire

En France, les données élèves sont produites et stockées dans trois principales plateformes : les Espaces Numériques de Travail (ENT), les applications de gestion de vie scolaire et les plateformes d'apprentissage.

Les *ENT*, au sens du Schéma Directeur des Espaces numériques de Travail pour l'enseignement scolaire, imposé comme cadre de référence par le Ministère de l'Éducation Nationale (SDET 6.3, 2019)[1], sont des projets territoriaux portés soit par une Académie (Toutatice, i-Cart, …) soit par une collectivité territoriale, département ou région (c'est le cas de la majorité des projets), implémentés par des acteurs privés et mis à disposition des établissements. Selon les plateformes, des « bouquets de service » sont fournis, en mode « intégré » et d'autres sont proposés via des connecteurs permettant l'interfaçage avec des applications externes sans réauthentification de la part de l'utilisateur.

Les *applications de gestion de vie scolaire et de vie de l'établissement* permettent la gestion des évènements de vie scolaire (absences, retards, punitions et sanctions disciplinaires) ou de la vie de l'établissement (emploi du temps et enseignements). Elles peuvent être dérivées des applications SIECLE (Système d'Information pour les Élèves des Collèges, des Lycées et pour les Établissements du Ministère de l'Éducation Nationale) et mises à disposition des établissements. Les établissements peuvent aussi faire le choix d'une solution privée. Deux d'entre-elles, Index-Education[2] et Axess Education[3], se trouvent en situation de quasi-duopole à l'échelle nationale (Cour Des Comptes, 2019). Ces différentes applications peuvent être intégrées dans les ENT mais bien souvent elles sont externes à ces derniers.

Les *plateformes d'apprentissage* sont des espaces d'interaction enseignant-élève offrant souvent des services supplémentaires tels que la gestion des résultats des tests et des réussites des élèves, des suggestions de nouveaux exercices ou de nouvelles

[1] SDET 6.3 en vigueur : https://eduscol.education.fr/cid56994/sdet-version-en-vigueur.html
[2] https://www.index-education.com/fr/
[3] http://www.axess-education.fr/

ressources, des forums de discussion, des tableaux de bord pour les enseignants et/ou élèves, etc. (Baron & Bruillard, 2018).

Ces plateformes sont mises à disposition des établissements, gratuitement ou moyennant abonnement, par des acteurs variés pouvant être des institutions publiques, ou des éditeurs privés.

Le choix des plateformes utilisées se décide à l'échelle de l'établissement et/ou de l'enseignant. L'accès à ces plateformes peut se faire via les ENT. Mais bien souvent cet accès échappe au cadre institutionnel mis en place et se fait via une connexion directe sur la plateforme de l'éditeur en question.

3 Mise en place du RGPD[4] : le GAR et les délégués aux données

La construction et surtout l'appropriation d'un cadre organisationnel, juridique et technique autour de l'exploitation des données scolaires nécessitent un temps long. En attendant, des doutes, des hésitations, des incompréhensions persistent et rendent davantage complexe l'accès aux données.

D'abord, s'agissant de l'outillage technique, le GAR (Gestionnaire d'Accès aux Ressources) est mis en œuvre par la Direction du Numérique pour l'Education. Il fournit un service d'accès non visible par les utilisateurs en établissements leur permettant d'accéder, via leur ENT, aux ressources qui leur sont affectées en transmettant aux fournisseurs de ressources, les attributs strictement nécessaires à leur fonctionnement.

Depuis le « Médiacentre », module intégré à l'ENT permettant d'afficher une liste personnalisée de ressources, l'élève clique sur le lien d'accès à la ressource. L'ENT sollicite alors le GAR pour qu'il mette l'utilisateur en relation avec la ressource.

Le GAR a la spécificité de regrouper l'ensemble des acteurs fournisseurs d'identité, fournisseurs d'attributs et fournisseurs de services autour d'accords réglementaires, juridiques, organisationnels et techniques qui garantissent la sécurité de la gestion des identités, de la gestion des autorisations et du contrôle d'accès. On parle ainsi d'accords de fédération des données.

Depuis sa mise en œuvre, le GAR gère la transmission des données à caractère personnel des élèves et des enseignants dans un cadre respectant la législation en matière de RGPD. Le ministère contractualise avec les fournisseurs qui doivent justifier, dans le cadre d'un suivi de « la conformité applicative » de leurs ressources, de leurs besoins de données à caractère personnel, en particulier quand elles permettent d'identifier directement ou indirectement l'individu. Le GAR ne transmet que les données strictement nécessaires au bon fonctionnement de la ressource et ayant fait l'objet d'une demande justifiée et validée par le Ministère (voir MENJ, 2019, pour un bilan CNIL du déploiement du GAR).

Les institutions scolaires, à l'échelle nationale ou locale, tentent de construire un cadre organisationnel facilitant la prise en compte et l'appropriation du cadre règlementaire en vigueur. Outre le Délégué à la protection des données au ministère et les Délégués à la protection des données en académie, il a été nommé un administrateur ministériel des données et un Comité d'éthique pour les données d'éducation a également été constitué.

[4] Règlement général sur la protection des données

4 Données disponibles : localisation, accès et flux

En France, les données issues des différentes plateformes utilisées en enseignement scolaire sont l'objet de travaux visant à explorer les traces d'activités des élèves et des enseignants sur les plateformes éducatives, à développer des méthodologies d'analyse de ces données ou à concevoir des tableaux de bord à destination des différents acteurs (élève, enseignant, institution) (Luengo et al., s. d., 2018), et à mettre en place un protocole de collecte et de stockage sous forme d'entrepôt de données (Boyer, 2019).

Nous avons choisi de situer notre recherche dans la lignée des travaux portés par la Direction du Numérique pour l'Éducation (DNE[5]), et notamment le projet de recherche LOLA qui vise la mutualisation, au sein de la communauté de recherche française, des corpus de données collectées, des modèles et des outils de visualisation déjà développés en open source, des indicateurs spécifiques de chaque projet et des documents d'accompagnement. Cette mutualisation passerait par la mise à disposition de la communauté scientifique d'un entrepôt de données qui serait également ouvert aux institutions éducatives qui s'interrogent sur l'exploitation des données scolaires et aux équipes pédagogiques qui expérimentent dans un contexte réel (Boyer, 2019). Néanmoins, le projet LOLA, reposant sur les travaux conduits dans le cadre du projet METAL (Boyer, 2019), malgré des objectifs ambitieux, rencontre depuis son lancement des difficultés persistantes liées à l'accès aux données. Les travaux se sont ainsi limités à l'exploitation de données simulées et à la conception d'un prototype d'entrepôt de données.

Afin de faire le point sur les données disponibles en éducation scolaire, nous reprenons les trois types de plateformes précisées plus haut et, pour chacune d'entre elle, nous ferons un focus sur la typologie des données disponibles, sur les acteurs clés pour un éventuel processus de recueil et sur les flux entrants ou sortants depuis/vers les autres plateformes.

4.1 Espace Numérique de Travail

Données disponibles : voir figure 1 qui répertorie l'ensemble des données élèves disponible au sein d'un ENT

Accès : Ces données sont gérées par l'éditeur de la solution sur sa propre plateforme. Le traitement associé est sous la responsabilité du chef d'établissement.

Flux : Une grande partie des données disponibles au sein des ENT est issue du Système d'information du ministère de l'Éducation Nationale (SIECLE) qui centralise les données sur l'identité et les coordonnées des élèves et de leurs responsables, sur la scolarité actuelle de l'élève (établissement, formation, classe, disciplines en option, répartition en groupes, redoublement, hébergement, bourses, circuit de transport) et sur les scolarités antérieures de l'élève. On y trouve, également, les évaluations (par notes et par compétence), les attestations et les diplômes obtenus par l'élève.

Elles sont renseignées par les chefs d'établissements et enrichies par les acteurs locaux (collectivité) ou nationaux (Ministère). D'autres flux d'initialisation et/ou de mise à jour des données sont également possibles par le biais d'imports/Exports

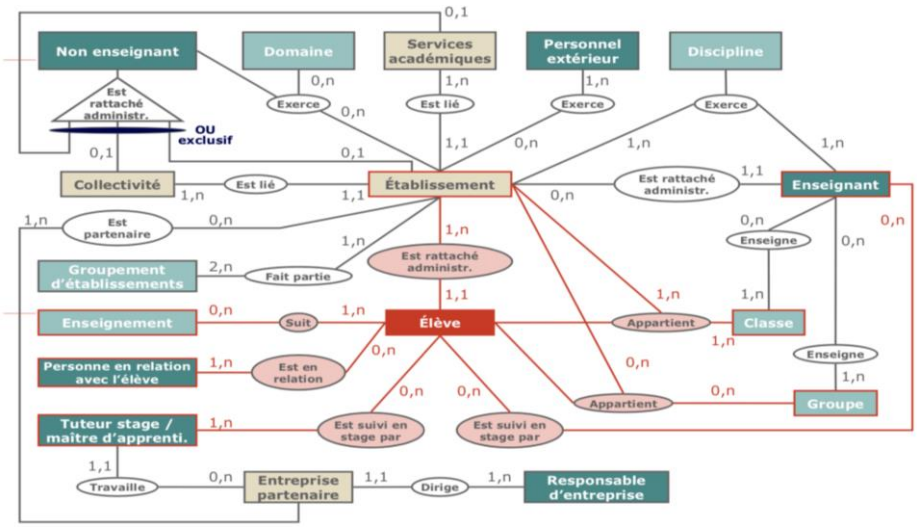
[5] https://www.education.gouv.fr/direction-du-numerique-pour-l-education-dne-9983

depuis/vers les applications de gestion de vie scolaire et de vie d'établissement, via les applications STS Web, SIECLE Bee ou encore « LSU ».[6]

Les bases élèves-établissement de SIECLE (SIECLE Bee) sont gérées au niveau local par le rectorat, pour qui la Délégation Académique au Numérique pour l'Éducation (DANE) coordonne les problématiques de droit d'accès et de protection des données personnelles.

Une partie limitée des données du Système d'Information du Ministère alimentent les ENT, en passant par les instances académiques des Annuaires Académiques Fédérateurs (AAF). Outre le vecteur d'identité [Profil (élève), Nom de l'élève, Prénom de l'élève, Numéro d'enregistrement de l'élève dans SIECLE, Code UAI de l'établissement de l'élève dans l'annuaire ENT][7], sont également transmises : des données sur l'organisation de la scolarité de l'élève (Modules d'enseignement, niveau de formation, établissements et classes associée, personnes en relations avec l'élèves, etc. Cependant, il ne s'agit pas d'une configuration unique sur l'ensemble du territoire car de nombreux ENT sont, aujourd'hui, alimentées par le logiciel d'emploi du temps. C'est bien souvent laissé à la décision du chef d'établissement.

Fig. 1. Caractérisation d'un élève dans l'ENT (Source : SDET 6.3, 2019)



4.2 Applications de gestion de vie scolaire et de vie de l'établissement

Données disponibles : Ces solutions permettent la mise en relation paramétrée dans le temps (date, horaires) et l'espace (lieu, numéro de salles, ...) des bases « élèves »,

[6] SIECLE Livret Scolaire Unique

[7] A partir de septembre 2020, ce vecteur sera remplacé par un vecteur transmis par EduConnect, le futur fournisseur unique d'identité de l'éducation nationale, qui sera enrichi avec le code BCN de l'Académie de l'élève, le degré, l'identifiant de l'élève dans l'Annuaire Fédérateur et la valeur chiffrée de l'identifiant interne EduConnect, commune à l'ensemble des projets ENT.

« enseignants », « matières » et « groupes ». Certaines solutions, comme *Pronote* (Index-Education), peuvent également gérer les données liées aux résultats scolaires ou encore à l'accès aux ressources.

Accès : En dehors des flux d'initialisation et de mise à jour, ces données sont gérées par l'éditeur de la solution sur sa propre plateforme. Le traitement associé est sous la responsabilité du chef d'établissement.

Flux : Les flux d'initialisation et/ou de mise à jour des données sont matérialisés par des imports/exports entre ces solutions et les bases SIECLE, via les applications STS Web et SIECLE Bee ou le module NetSynchor.

Un flux supplémentaire est également possible pour les solutions intégrant des services d'évaluation des élèves. C'est notamment le cas de la solution *Pronote* qui permet d'exporter les données d'évaluation présentes dans son applicatif « Bulletins » vers l'application « LSU » de SIECLE.

4.3 GAR et plateformes d'apprentissage

L'ENT transmet au GAR, l'ensemble des données des élèves, enseignants, groupes, enseignements, établissements et responsables d'affectation.

Un identifiant pérenne propre au GAR permet d'identifier de manière unique un élève par rapport à un projet ENT.

Dans le cas d'une demande d'accès à une ressource, le GAR vérifie les autorisations d'accès à la ressource pour l'élève concerné puis transmet au fournisseur de ressources un identifiant Opaque, résultant d'une jointure « élève-ressource » ainsi que les attributs nécessaires au fonctionnement de cette dernière et ayant fait l'objet d'une demande justifiée et validée par le Ministère dans le cadre d'une procédure appelée « conformité applicative des ressources » mise en œuvre dans le cadre du projet GAR. Voici les données susceptibles d'être transmis par le GAR pour un élève (RTFS GAR 3.2, 2019)[8] : Code établissement, Code projet ENT, ID Opaque, profil, Division (s), Groupe (s), Degré(s) d'enseignement, Cycle de scolarité, Dispositif(s) de formation, Niveau(x) de formation, Civilité, Nom d'usage, Prénom usuel, IDC et LRA (attributs complémentaires pour une famille de ressources)

L'ensemble de ces attributs est sous la responsabilité du Ministère de l'éducation national. Cette responsabilité a été récemment élargie à l'hébergement des données produites par les utilisateurs au sein des plateformes d'apprentissage connectées au GAR. Les éditeurs conservent les données d'interaction sur leurs propres plates-formes mais ce traitement est désormais sous la responsabilité du ministère. Pour une éventuelle analyse conjointe des données issues des ENT, des outils de vie scolaire et des plateformes d'apprentissage, le GAR pourrait constituer l'élément clé permettant d'établir le lien pour les identités des individus.

Ce que nous venons de voir montre la complexité de la gestion des données élèves et de leurs interactions dans les plates-formes de formation. Si on peut récupérer les données, quels types de traitement pourrait-on faire ? La littérature internationale donne des pistes intéressantes.

---

[8] Référentiel Technique et fonctionnel de Sécurité, https://gar.education.fr/documentation-/

5 Quelles analyses possibles ? revue internationale

Les questions liées à l'exploitation des données d'apprentissage sont, aujourd'hui des champs de recherches fertiles, explorées par plusieurs communautés de chercheurs en sciences humaines et sociales et en informatique.

Selon une étude publiée en 2016 par H. Labarthe et V. Luengo, EDM (*Educational Data Mining*) et SoLAR (*Society for Learning Analytics Research*) qui est à l'origine du LAK (*Learning Analytics & Knowledge*) sont les deux communautés les plus actives dans le domaine. EDM et LAK partagent les mêmes enjeux et adoptent des approches différentes mais complémentaires.

Il s'agit, pour ces deux communautés de déployer des solutions, méthodes et techniques aidant à révéler à différents niveaux d'analyse les informations pertinentes pour améliorer les environnements d'apprentissage au service de l'apprentissage ou de la gestion de ce dernier.

EDM puise ses sources dans le *Knowledge Discovery in Database* qui s'appuie sur des méthodes et techniques de fouille de données (Visualisation, classification, régression, modélisation des dépendances, ...). Les premières applications étaient notamment en marketing où, à titre d'exemple, les algorithmes, permettant le profilage des clients et la prédiction de leurs comportements, ont prouvé leur efficacité (Fayyad et al., 1996).

EDM cultive sa spécificité en priorisant la conception de nouveaux algorithmes touchant des micro-concepts tels que l'apprentissage du calcul. Il s'agit essentiellement d'algorithmes de prédiction ou d'exploration de stratégies d'apprentissage basés sur la recherche de modèles enfouis dans les données.

La communauté SoLAR adopte, quant à elle, une approche itérative et interactive visant à transmettre la modélisation et la visualisation des données aux acteurs de l'apprentissage (apprenants, enseignants, personnels de l'éducation).

« C'est là, la différence fondamentale entre EDM, dont le produit de la recherche alimente une machine, et SoLAR qui vise à amplifier le rôle décisionnel des acteurs de l'apprentissage » (Labarthe, Luengo 2016).

EDM et LAK mettent en œuvre plusieurs méthodes d'analyse des données :

L'analyse prédictive où sont utilisées des techniques classiques de classification et de régression, pensées soit pour la mise en œuvre d'alerte ou d'une typologie d'intervention soit pour l'estimation latente de connaissance.

La découverte de structures qui fait appel aux techniques de clustering et d'analyse factorielle, mais également à celles de l'analyse de réseaux, utilisée notamment pour étudier les travaux de groupes et en construire des indicateurs tels que le niveau d'engagement des apprenants.

La fouille de relation où la technique de découverte de patterns permet d'élaborer des systèmes de suggestion adaptés aux apprenants.

L'analyse automatisée des données textuelles (text mining, analyse du discours) ;

L'interprétation visuelle qui donne lieu à des conceptions de tableaux de bord spécifiques à chaque type d'acteurs.

LAK et EDM constituent un écosystème de méthodes et de techniques complémentaires qui visent, en premier lieu, la collecte et le traitement de données produites dans un contexte machine, et en deuxième lieu la détermination du sens de

ces données, leur interprétation et leur mise en forme pour répondre aux besoins des acteurs concernés et s'adapter à leurs usages.

6 Perspectives

Les premiers travaux présentés ici ont permis de faire le point sur la typologie de données disponibles dans les plateformes éducatives de type ENT et les *solutions* de vie scolaire et de mettre en évidence les flux échangés notamment ceux en direction des plateformes d'apprentissage. Nous n'avons par contre, pas encore, exploré les données produites dans ces ressources éducatives. Nous privilégierons, pour cela, les ressources liées à la discipline de mathématiques : les suites de calcul ou de transformations d'expression se prêtent bien à des analyses automatiques, facilitant l'élaboration de modèles. Par ailleurs, le GAR permet d'identifier les ressources utilisées et permet, également, via le processus de conformité applicative mis en œuvre, d'identifier les traitements effectués sur les données produites par les élèves et les enseignants dans chaque ressource et de cibler ainsi celles qui comportent des interactions. Nous avons identifié la ressource « Labomep[9] » comme première cible potentielle d'analyse.

Afin de pouvoir envisager la construction de mécanismes de fouille articulant entre elles des données issues de chaque type de plate-forme, il est aujourd'hui important, pour nous, de disposer d'un entrepôt de données garantissant les conditions de sécurité et de qualité nécessaire à ce type de traitement.

Références

1. Boyer, A, (2020). Quelques réflexions sur l'exploration des traces d'apprentissage, Distances et médiations des savoirs [En ligne], Consulté le 27 avril 2020. URL : http://journals.openedition.org/dms/4086
2. Bruillard É., Baron G. L. (2018), Researching the design and evaluation of information technology tools for education, in J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, K. W Lai. (eds), Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education, New York, Springer. En ligne : https://doi.org/10.1007/978-3-319-53803-7_79-1 .
3. Cours des Comptes (2019). *Le service public numérique pour l'éducation : un concept sans stratégie, un déploiement inachevé*. La Documentation Française, disponible sur https://www.ccomptes.fr/fr/publications/le-service-public-numerique-pour-leducation
4. MENJ (2019). *Bilan CNIL - GAR après deux ans de déploiement. Principes et orientations de la protection des données à caractère personnel*. En ligne, novembre 2019 https://gar.education.fr/medias/fichier/gar-a4-36pages-20191115_1574023611376-pdf
5. Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. AI Magazine, 17(3), 37, 37. https://doi.org/10.1609/aimag.v17i3.1230
6. Labarthe, H., & Luengo, V. (2016). L'analytique des apprentissages numériques [Research Report]. Consulté à l'adresse https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01714229
7. Luengo, V., Guin, L. N., Bouhineau, L. D., Daubias, I. P., Bruillard, S. E., Iksal, L. S., & Kuzniak, O. R. (s. d.). *Hubble, un observatoire des analyses des traces d'apprentissage* ANR 14 CE24 0015 (2015-2018).

[9] https://labomep.sesamath.net/

Score et chronomètre sur l'interface : quels effets sur les résultats et la perception d'un concours en ligne ?

Marielle Léonard

Étudiante à l'université de Poitiers en master 2 Ingénierie Médiation e-Éducation

Stagiaire à l'université de Lille, laboratoire CRIStAL (marielle.leonard@univ-lille.fr)

Association France-ioi

Résumé. Cet article présente une évaluation d'un EIAH qui prend la forme d'un concours en ligne de programmation informatique. Ce concours, Algorea, est organisé par l'association France-ioi. L'évaluation porte sur les effets de la présence ou de l'absence d'éléments de l'interface. L'approche empirique adoptée consiste à faire passer l'épreuve de programmation informatique du concours Algorea en cours sur des versions modifiées de l'interface.
Deux classes d'école élémentaire ont participé à l'étude exploratoire présentée dans cet article. Au cours de cette expérimentation, les résultats de l'épreuve ont été collectés sur la plateforme, et la perception de l'activité par les participants l'a été via un questionnaire à l'issue de l'épreuve. Ces deux types de données permettent d'étudier les effets induits par la présence d'éléments de l'interface sur les résultats et la perception de l'activité.
Dans cet article, nous nous focalisons sur la perception du type de situation et sa corrélation avec le ressenti et les performances lors du concours en ligne. Une première analyse montre que l'activité de concours en ligne est vécu comme un travail et comme un jeu par un nombre significatif d'élèves, ce qui pourrait amener à caractériser ce concours comme un serious game.

Mots-Clés: EIAH, serious game, fonctionnalités ludiques, interface, représentation mentale de l'activité, programmation, informatique, concours en ligne

1 Introduction

Cette étude intervient dans un contexte de réintroduction de l'informatique dans les programmes scolaires, engagée depuis 2016 en France dans l'enseignement primaire et secondaire. Dans ce contexte, le concours en ligne de programmation informatique, Algorea, organisé par l'association France-ioi, vise à accompagner l'apprentissage des notions algorithmiques. Le format de ce concours permet de proposer les mêmes épreuves à tous les niveaux de scolarité, du CM1 à la terminale, en respectant le rythme d'apprentissage des élèves par un système de catégories. En 2019, plus de 230 000 élèves du CM1 à la terminale ont participé au concours Algorea.

Dans ce contexte, il a semblé nécessaire à l'association d'évaluer dans quelle mesure ce format de concours sur le temps scolaire induit des effets sur la situation d'apprentissage des notions d'algorithmique. L'enjeu de ce travail est de faire évoluer le format du dispositif du concours Algorea en fonction des résultats qui émergeront de cette évaluation. De manière plus générale, il s'agit d'apporter des éléments d'analyse concernant les formats de concours en ligne sur temps scolaire.
Le présent travail constitue un travail préparatoire pour une étude plus large. Son objectif principal est de tester et calibrer les instruments de collecte et d'analyse.

L'analyse présentée dans cet article se situe dans le champ de l'évaluation des EIAH. Nous nous posons la question suivante : dans quelle mesure les caractéristiques de l'interface d'un concours en ligne ont des effets sur la situation d'apprentissage ? Ces effets sont étudiés à travers une analyse des résultats de l'activité et du ressenti des élèves lors de leur participation au concours Algorea.

Figure 1. Interface d'un défi de programmation du concours Algorea.

À cette fin, il est nécessaire d'analyser les particularités de l'interface qui réfèrent à la situation de concours. Pour cette étude exploratoire, nous avons retenu la présence de deux éléments : le score, qui permet la comparaison des résultats en vue de l'établissement d'un classement, et le chronomètre, qui rappelle que l'épreuve est en temps limité (éléments de l'interface entourés en rouge sur la figure 1). Après confrontation avec d'autres situations qui présentent des caractéristiques communes, nous posons l'hypothèse que ces deux éléments peuvent avoir des effets sur le résultat de l'activité et la perception de celle-ci.

Dans un premier temps, nous définissons le cadre théorique mobilisé pour cette étude. Nous détaillons ensuite le cadre expérimental, avant de décrire et d'analyser les résultats obtenus lors de cette phase exploratoire. Nous finissons par envisager les perspectives pour la poursuite de ce travail d'analyse et d'évaluation du dispositif de concours en ligne.

2 Cadre théorique mobilisé

2.1 Évaluation des EIAH

Algorea est considéré comme un EIAH au sens de Tchounikine (2009), ie un logiciel spécifiquement conçu dans le but d'amener un apprenant à développer une activité favorable à l'atteinte d'objectifs d'apprentissage. Nous mobilisons donc le cadre théorique de l'évaluation des EIAH.

Deux types de méthodologie pour l'évaluation des EIAH sont à distinguer : par inspection (Bastien et Scapin, 1993), et empirique (Nielsen, 1993). La présente évaluation étant centrée sur l'utilisateur de l'EIAH, elle s'inscrit dans une démarche empirique.

Parmi les méthodes disponibles (Senach, 1993), nous mobilisons une méthode comparative pour étudier l'utilité d'Algorea, ie l'effet des modifications de l'interface sur les résultats de l'activité de résolution de problèmes de programmation informatique. Cette méthode, qui consiste à comparer l'usage de versions modifiées d'un EIAH, a déjà été mobilisée lors de plusieurs études sur les EIAH. Par exemple, Nogry et al. (2006) l'utilisent pour comparer un logiciel d'apprentissage dans le domaine mathématique à des logiciels contrôle. Montferrat et al. (2015) comparent l'implémentation de plusieurs fonctionnalités ludiques.

Pour la présente étude, il s'agit de comparer les résultats et la perception de l'activité sur des versions modifiées de l'interface du concours Algorea : avec ou sans l'affichage permanent du score, avec ou sans l'affichage permanent d'un chronomètre.

2.2 Perception et représentation mentale

Dans une démarche empirique, il s'agit d'analyser des données collectées lors de l'usage de l'EIAH par les utilisateurs finaux. Le Technology Acceptance Model, ou TAM (Davis, 1993) et l'UTAUT (Venkatesh & al., 2003) sont largement utilisés pour évaluer l'utilité perçue et l'utilisabilité perçue dans une telle démarche. Dans le présent contexte, l'utilisation prescrite, le jeune âge des participants, le choix de se focaliser sur

le ressenti du type de situation, a amené à s'inspirer de ces modèles tout en s'en éloignant sensiblement.

La perception de l'interface par l'utilisateur, ses représentations par rapport à l'utilité et l'utilisabilité de cette interface sont essentiels pour comprendre son attitude face à cette interface (Dillon & Morris, 1996).
Les représentations mentales sont définies comme des « entités de nature cognitive reflétant, dans le système mental d'un individu, une fraction de l'univers extérieur à ce système . » (Grand dictionnaire de la psychologie, Paris, Larousse, 1992, p. 667 sq cité par Mannoni, (2016)). Elles sont le fruit d'une élaboration psychologique à partir de perceptions directes. Le comportement des utilisateurs ne sont pas déterminés par les caractéristiques objectives de la situation, mais par la représentation mentale de cette situation (Jodelet & Moscovici, 1989).
Dans notre contexte, les informations proviennent de l'interface, et aussi de l'environnement physique. Ce qui veut dire que la représentation de l'élève du type de situation dans laquelle il se trouve est déterminée par l'interface de l'EIAH, et aussi par le cadre scolaire.

La représentation que l'utilisateur se fait de la situation dans laquelle le place le dispositif, induit le cadre théorique à mobiliser pour l'analyse. Les éléments de l'interface, la nature de l'activité et l'environnement scolaire dans lequel se trouve l'élève nous ont amené à envisager quatre manières, non exclusives, de se représenter la situation dans notre contexte : comme un jeu, comme une compétition sportive, comme un exercice scolaire, comme une évaluation.

Le fait que cette activité se déroule dans le cadre scolaire, que la mise en activité soit réalisée par l'enseignant de la classe peut laisser supposer que cette activité sera perçue comme un exercice scolaire comparable à un exercice de mathématique. Pour le côté évaluatif, on retrouve des similarités avec des évaluations en ligne, de type PIX.

Le concours en ligne présente aussi les caractéristiques d'un jeu, selon Caillois (1958), repris par Brougère (2012) : elle est circonscrite dans des limites d'espace et de temps fixées à l'avance, le résultat est incertain, elle est improductive, elle est soumise à des règles propres, et elle se déroule dans une réalité seconde. Seul le fait que l'activité soit prescrite la différencie de la définition du jeu.

De même, à l'exception de l'activité motrice, le concours en ligne remplit les critères de la définition du sport par P. Parlebas (1998) : la présence de règles, l'aspect compétitif et l'institutionnalisation.

	Espace physique dédié	Espace conceptuel dédié Second degré	Futilité de la tâche	Durée limitée	Présence d'un score	Choix stratégique dans l'ordre des actions, la gestion du temps	Présence de règles	Caractère prescrit
Jeu (Caillois, 1958) (Brougère, 2012)	Pas obligatoire	Oui « Cercle magique »	oui	Ça dépend du type de jeu	Ça dépend de la forme du jeu, mesure : gagnant/perdant	Oui, souvent	oui	non
Travail (scolaire) (Lié à l'environnement physique)	Ça dépend : oui en classe : forme scolaires non hors-temps scolaire	Ça dépend de la forme pédagogique	non	Ça dépend du type de travail	Ça dépend : appréciation de l'enseignant avec la correction	Pas souvent, sauf plan de travail	oui	oui
Compétition (sportive) (Parlebas, 1998)	Oui	Ça dépend du sport exemple : serrer la main dans les sports duels	Ça dépend	Ça dépend du type de sport	oui	Oui	oui	Normalement non, mais possible pression de l'entourage
Évaluation	oui	non	non	Oui, dans la plupart des cas	oui	oui	oui	oui
Concours Algorea	Oui : interface	Oui, micromonde	Normalement oui, mais possible pression de l'environnement.	oui	oui	oui	oui	oui

Tableau 1. Caractéristiques des types de situation étudiés

Dans le tableau ci-dessus (tableau 1), chaque ligne reprend une des quatre situations identifiées comme représentation possible pour le concours Algorea. Chaque colonne est réservée à un critère que remplit une ou plusieurs de ces situations, critères qui ont été relevés dans la littérature. Sur la dernière ligne, l'analyse suivant chacun des critères est appliquée au concours Algorea, objet de cette étude.

3 Cadre expérimental

Le protocole expérimental mis en place pour cette première expérimentation a pour objectif de permettre d'observer les effets de la présence du score et du chronomètre à l'écran. L'observation porte sur la performance dans la réalisation de la tâche prescrite, et la représentation du type de situation par les élèves.

L'indicateur retenu pour rendre compte de la performance dans la réalisation de la tâche prescrite est le score global obtenu à Algorea, enregistré sur la plateforme, qu'il soit affiché sur l'écran ou non. Ce score individuel global permet d'étudier les variations de score en fonction du paramétrage de l'interface.

La représentation de la situation par l'utilisateur et son ressenti par rapport aux différents éléments de l'interface sont collectés via un questionnaire sous forme de QCM après la fin de l'épreuve. Comme cette première expérimentation vise à tester et calibrer les instruments de collecte, un champ "Autre" a été ajouté pour chaque question. Cette possibilité de mentionner une représentation autre que celles proposées n'a pas permis de faire émerger d'autres représentations de la situation que celles présentées dans le cadre théorique.

Une classe de CE2 de 21 élèves et une classe de CM2 de 24 élèves d'une école de la région lilloise ont participé à cette étude exploratoire.

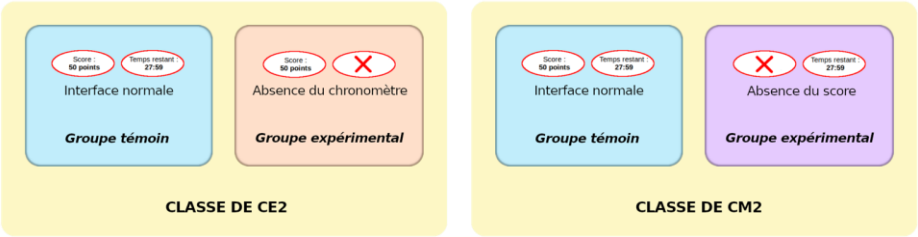
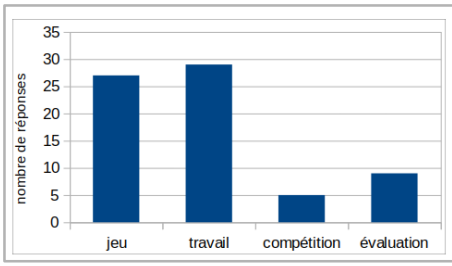


Figure 2. Répartition des groupes sur les différentes versions de l'interface.

Chaque classe a été séparée en deux groupes par l'enseignant, le premier groupe constituant le groupe témoin, et le second le groupe expérimental (figure 2). Les deux groupes ont participé successivement au concours Algorea de mai 2019. Le passage s'est déroulé en salle informatique, hors de la présence de l'autre groupe. Le groupe témoin de chaque classe a passé l'épreuve sur l'interface habituelle (figure 1). Le groupe expérimental a passé l'épreuve sur une interface modifiée. Pour la classe de CE2, le chronomètre n'apparaissait pas à l'écran. Pour la classe de CM2, c'est le score qui était absent.

4 Analyse des résultats

Dans le questionnaire rempli à la fin de l'activité, les quatre types de situation décrits plus haut étaient proposés aux élèves sous forme de QCM, qui pouvaient cocher une ou plusieurs réponses. Ce sont le jeu et le travail qui ont été globalement les plus choisis (figure 3).



	jeu	travail	compét.	éval.
jeu	10	15	3	2
travail	15	10	2	5
compétition	3	2	0	3
évaluation	2	5	3	1

Figure 3. Représentation de la situation par les élèves à l'issue de la participation à Algorea

Il est intéressant de relever est que 15 élèves sur les 45, soit un tiers, ressentent la situation à la fois comme un travail et comme un jeu. Si cela était confirmé de manière plus large, cela permettrait de caractériser ce dispositif de concours en ligne comme un serious game au sens de Julian Alvarez : « Application informatique, dont l'objectif est

de combiner à la fois des aspects sérieux (Serious) tels, de manière non exhaustive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (Game) » (Alvarez, 2007).

Nous analysons maintenant successivement l'effet de la présence du score à l'écran (classe de CM2) et l'effet de la présence du chronomètre à l'écran (classe de CE2) sur les résultats et la représentation du type de situation.

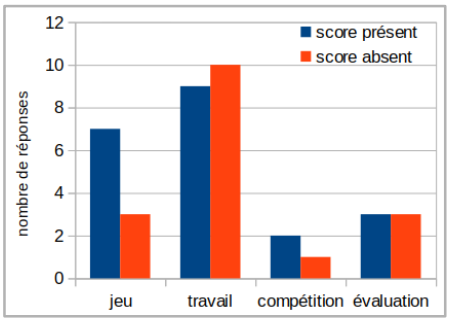


Figure 4. Effet de la présence du score à l'écran sur la représentation de la situation (CM2)

La présence du score a un effet significatif sur la représentation de la situation comme un jeu (figure 4). Cette présence du score semble avoir aussi un effet sur la performance : lorsque le score est visible, le score individuel moyen est de 91 sur 160, alors qu'il est de 78 sur 160 lorsque le score n'est pas visible. Enfin, la note de satisfaction sur 5 donnée à la fin de l'épreuve est en moyenne plus élevée pour le groupe qui disposait du score (3,75/5) que pour le groupe qui n'en disposait pas (2,5/5).

Le score semble donc constituer une fonctionnalité ludique qui a un effet à la fois sur le ressenti de la situation et sur la performance dans l'activité.

Pour la présence du chronomètre sur l'interface, les résultats ne sont pas significatifs pour cet échantillon en terme de représentation du type de situation : pour chaque possibilité de réponse, seulement une différence d'un ou deux sujets sépare les deux groupes (figure 5).

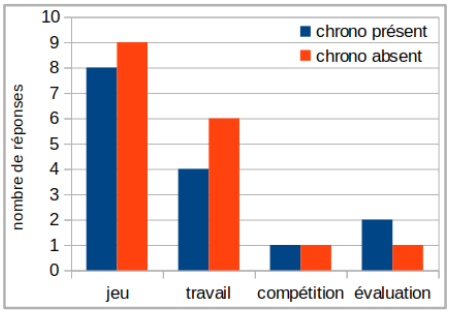


Figure 4.
Effet de la présence du chronomètre à l'écran sur la représentation de la situation (CE2)

Le score individuel moyen est plus élevé pour le groupe qui n'avait pas le chronomètre à l'écran, 77 sur 160 contre 65 sur 160. Pour ce premier groupe aucun score inférieur à 50 n'est répertorié, alors qu'il y en a trois pour le second groupe. Il faudra d'autres données pour savoir si cela est dû à un effet d'échantillonnage ou si la présence d'un chronomètre est préjudiciable aux élèves les plus faibles. Surtout que la satisfaction est meilleure dans le groupe qui disposait du chronomètre (4,18/5) que dans le groupe qui n'en disposait pas (3,4/5).

5 Conclusion et perspectives

Le présent travail a été réalisé dans le cadre d'un projet de mémoire de master 2. Il montre qu'une proportion significative des élèves ressentent le dispositif de concours en ligne Algorea à la fois comme un travail et comme un jeu. La combinaison de ces représentations ajoutée à l'intention des organisateurs de mobiliser le format de concours en ligne pour soutenir l'apprentissage conduisent à caractériser ce dispositif comme un serious game.
Selon ces premiers résultats, la présence du score, vu comme une fonctionnalité ludique, a un effet sur l'activité des utilisateurs, alors que la présence du chronomètre ne semble pas avoir d'effet significatif. Il convient toutefois de rester prudent sur les résultats obtenus : la taille de l'échantillon est petite, un effet de contexte est possible.

Une expérimentation plus large est en cours. Elle concerne 7 classes de CM2 et 7 classes de 4ème-3ème. L'objectif est de reproduire ces premiers résultats sur un échantillon plus large, et de les confirmer par des tests statistiques.
Un troisième paramètre de l'interface sera aussi étudié. Il s'agira de déterminer si la possibilité ou non de pouvoir choisir l'ordre et la difficulté des questions a un effet sur la performance et le ressenti de l'activité. Enfin, des données plus précises seront collectées et analysées : un enregistrement sera effectué lors de chaque soumission de programme avec la question, la date, la validité ou non du programme soumis. Ces données seront mises en regard avec les réponses au questionnaire sur le ressenti par rapport à la durée de l'épreuve et à la stratégie adoptée. Nous espérons ainsi pouvoir étudier plus précisément les effets des caractéristiques de l'interface de concours en ligne sur l'activité et le ressenti des utilisateurs.

Références

1. Alvarez, J.: Du jeu vidéo au serious game: approches culturelle, pragmatique et formelle. Doctoral dissertation, université de Toulouse. (2007).
2. Bastien, J. C., & Scapin, D. L.: Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces. Doctoral dissertation, Inria.(1993).
3. Brougère, G.: Le jeu peut-il être sérieux? Revisiter Jouer/Apprendre en temps de serious game. Australian Journal of French Studies, 49(2), pp. 117-129.(2012)
4. Caillois, R.: Les jeux et les hommes: le masque et le vertige. Gallimard. (1958)
5. Davis, F.D.: Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-339. (1989)
6. Dillon, A., & Morris, M. G.: User acceptance of new information technology: theories and models. Medford, NJ: Information Today.(1996)

7. Jodelet, D., & Moscovici, S.: Folies et représentations sociales. Paris: Presses universitaires de France. (1989)
8. Mannoni, P. : Les représentations sociales: «Que sais-je?» n° 3329. Presses universitaires de France. (2016)
9. Monterrat, B., Desmarais, M., Lavoué, E., George, S.: Modèle de joueur pour la ludification adaptative d'une plateforme d'apprentissage. EIAH 2015, Agadir, Maroc. pp. 348-359. (Jun 2015)
10. Nielsen J., Usability Engineering. Academic Press, Boston. (1993)
11. Nogry, S., Jean-Daubias, S., & Guin-Duclosson, N.: Comment combiner les objectifs et méthodes d'évaluation pour la conception itérative des EIAH? Leçons tirées de la conception de AMBRE-add. In: Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, 13(1), 1pp. 47-186. (2006).
12. Parlebas, P.: Jeux, sports et sociétés. Lexique de praxéologie motrice, INSEP, Paris, (1998)
13. Tchounikine, P.: Précis de recherche en Ingénierie des EIAH. (2009)
14. Senach, B.: L'évaluation ergonomique des interfaces homme machine : une revue de littérature. In SPERANDIO, J.C. (dir.). L'Ergonomie dans la conception des projets informatiques,Toulouse. OCTARES Editions. (1993)
15. Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D.: User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478. (2003).

Vers des modèles d'analytique des apprentissages avec le numérique

Camila Morais Canellas[1,2][0000−0002−7226−0931] - 2ème année

[1] Sorbonne Université, CNRS, LIP6, F-75005 Paris, France
[2] Kelis conseil et développement

Résumé Dans un contexte de production de documents pédagogiques via une démarche d'ingénierie dirigée par les modèles, nous étudions les opportunités et contraintes liées à la définition de modèles d'analytique des apprentissages avec le numérique. Un des avantages du contexte est la connaissance systématique de la structure et de la sémantique de tous documents créés et, par conséquent, la possibilité d'explorer cette connaissance afin d'enrichir les indicateurs proposés et/ou de faciliter leur mise en place. Un deuxième avantage est la possibilité, dans le modèle qui sera proposé, de permettre l'adaptation des indicateurs selon les contextes d'usage et rôles des parties prenantes.

Mots-clés : ingénierie dirigée par les modèles · chaînes éditoriales · analytique des apprentissages avec le numérique

1 Introduction

Dans un contexte de développement de systèmes complexes, l'ingénierie dirigée par les modèles (IDM) est une pratique qui permet de se concentrer sur un niveau plus abstrait que la programmation classique [**?**]. Cette pratique permet de décrire à la fois le problème posé et sa solution.

En informatique, la modélisation est très utilisée afin d'essayer de maîtriser cette complexité [**?**], tant pour produire un logiciel (conception) que pour le valider (test). L'IDM est une forme d'ingénierie générative [**?**] au sens où elle suit une démarche par laquelle tout ou partie d'une application informatique est générée à partir de modèles. Dans le but d'atteindre un objectif donné, certains aspects de la réalité (ou d'une solution à un problème) sont simplifiés. Cette modélisation peut également servir à séparer les différents besoins fonctionnels et les préoccupations extra-fonctionnelles (telles que fiabilité, performance, etc.)

Dans un contexte où la production de ressources documentaires à but pédagogique s'appuie déjà sur l'IDM, nous nous interrogeons sur la manière par laquelle une telle démarche peut permettre une analyse poussée des traces laissées par les apprenants, tout en suivant également une démarche s'appuyant sur l'IDM afin de définir un nouveau modèle pour le cycle d'analyse des traces.

Un premier enjeu est de déterminer les modèles de génération de traces et donc les modalités d'exploitation de ces traces utiles en fonction des modalités pédagogiques des différents documents produits avec des chaînes éditoriales.

Il s'agit ici de proposer un modèle générique et adaptable et donc de contribuer à l'approche orientée par les modèles, déjà pratiquée par les éditeurs d'outils de production documentaire auxquels nous contribuons. Les enseignants qui utilisent telles solutions sont déjà habitués à une telle approche de séparation fond/forme, qui certes peut être peu intuitive au début, mais qui est souvent appréciée sur le long terme.

Plus précisément, nous nous posons la question suivante : comment inclure la connaissance du document (structure, sémantique) dans le cycle d'analyses de traces (production, analyses et visualisations), issues de la consultation de ressources pédagogiques produites par des outils auteurs générés par une approche d'ingénierie dirigée par les modèles ?

2 Un exemple de chaîne de production documentaire

2.1 Terminologie

Dans notre contexte, des développeurs ont défini des "briques", dites primitives documentaires, qui servent de base pour la création des modèles documentaires. Ceci correspond à avoir un *méta-méta-modèle* dans une démarche d'IDM (un exemple est donné dans la suite).

Ensuite, un outil de modélisation (dit *méta-modèle*) permet la définition de chaînes éditoriales. Dans la pratique, celui qui utilise cet outil, le modélisateur, définit un *modèle de document* en utilisant les primitives documentaires disponibles. L'enjeu de ce méta-modèle est d'abstraire au maximum la technicité des modalités de l'outil conçu.

Plus tard, un auteur (un enseignant, par exemple) utilise ce modèle pour créer un module de son cours. L'outil de conception inclut des algorithmes de génération qui transforment la modélisation en document, permettant à l'enseignant de publier son cours sur plusieurs formats tels que PDF, Open Document, web, présentation synthétique, etc. L'intérêt ici est la séparation du fond et de la forme, ou l'étape de l'écriture de celle de la publication. Le passage (génération) d'un format à l'autre se fait automatiquement à travers des algorithmes de transformation internes à l'outil [**?**].

Nous nous intéressons notamment au *document* sous son format web et à la manière dont il va être utilisé ensuite par les apprenants, et ce format est le seul qui permette d'envisager un mécanisme de génération de traces hors outil dédié.

2.2 Dans la pratique

Afin d'appréhender les étapes et rôles des parties prenantes dans la démarche de conception de documents à des fins pédagogiques via l'ingénierie dirigée par les modèles, nous proposons ici un exemple pratique très simplifié. Cet exemple reprend le vocabulaire du modèle Opale [3] de Scenari, qui est adapté à la création de cours pour l'enseignement supérieur ou secondaire.

3. `https://doc.scenari.software/Opale/fr/`

Étape 1 - Le développeur Dans un premier temps, un développeur définit des primitives documentaires telles que "texte", "multimédia", "quiz", "organisation", etc. Chacune de ces "briques" sert à construire le modèle documentaire. C'est à partir de ces briques (qui peuvent ressembler à un bloc multimédia ou quiz sous Moodle, par exemple) que le modélisateur va travailler, en définissant un modèle de document qui répond aux besoins d'un groupe de métier. Le langage utilisé est donc adapté, il en va de même pour les fonctions disponibles.

Étape 2 - Le modélisateur Un modélisateur utilise ensuite les primitives disponibles pour définir des modèles documentaire. Par exemple, un modèle très simplifié est constitué d'"activités d'apprentissage". Celles-ci ont la possibilité (primitive d'organisation) d'avoir un ou plusieurs :

- "Introduction" (primitive texte)
- "Concept" (primitive texte ou image)
- "Grain de contenu" : constitué à son tour de parties (primitives texte et images) intitulés "information" et "exemple".
- "Conclusion" (primitive texte)
- "Pratique" : constitué à son tour de quiz (primitives quiz).

Un module peut avoir une ou plusieurs "activités d'apprentissage". Une "activité d'apprentissage" doit obligatoirement avoir exactement une "introduction", une "conclusion" et une partie "pratique" à la fin, et inclure entre "introduction" et "conclusion" un ou plusieurs "concept" et/ou "grains de contenu". Une partie "pratique" doit avoir un ou plusieurs quiz.

Le modélisateur définit aussi que, lors de la publication en format web, une page est créée pour chaque "activité d'apprentissage", que celle-ci contienne un ou plusieurs "concepts" et/ou "grains de contenu", un défilement de la page permet d'accéder aux contenus s'ils sont longs. Un menu est également créé et affiché à gauche, permettant aux apprenants de parcourir le module, soit par les pages, soit par des sauts vers les différentes parties internes à la page.

Le modélisateur définit de ce fait la structure (chaque partie et ses constituants possibles/obligatoires) ainsi que la sémantique de base (ce que chaque partie devra contenir) pour chaque document qui se fondera sur ce modèle documentaire. En d'autres termes, les différentes "parties" possibles du document sont pré-établies au moment de la modélisation et le type de contenu de chaque partie est défini par leurs noms même, donc la sémantique sera connue. Ainsi, l'auteur doit choisir le modèle correspondant aux besoins de son métier et cela aura des conséquences également dans la phase d'analyse des traces, notamment en ce qui concerne la sémantique. En d'autres mots, il ne pourra pas, par exemple, définir une autre sémantique pour son cours.

Étape 3 - L'auteur Un auteur, par exemple un enseignant, utilise ce modèle pour créer un cours. Son cours est constitué de quatre "activités d'apprentissage", chacune avec une "introduction", deux "concepts" et quatre "grains de contenu", une "conclusion", suivie d'une activité "pratique" afin de vérifier la

compréhension du contenu théorique. Une fois le cours créé, l'enseignant peut le publier en format web, en le plaçant sur la plate-forme dédiée de son choix.

Étape 4 - L'apprenant Les apprenants accèdent aux contenus publiés, ouvrent les pages dans l'ordre qui leur convient, les font défiler, répondent aux quiz, etc.

3 Un modèle d'analytique des apprentissages avec le numérique

Notre but est d'établir un modèle d'analytique des apprentissages avec le numérique qui s'appuie sur la démarche IDM, c'est-à-dire de définir pour chaque phase de modélisation un méta-méta-modèle, un méta-modèle, un modèle et, enfin, un document (visualisations) concernant les traces d'apprentissage numérique liées à l'usage du document original.

3.1 Des modèles pour le cycle d'analyse des traces

L'exemple de modèle documentaire ci-dessus nous permet de nous poser des questions relatives aux opportunités que ce contexte pourrait présenter au regard de l'analyse des traces numériques produits par les apprenants. Une première question est : *Peut-on proposer des modèles de collecte, analyse et visualisations prenant en compte l'ensemble de la chaîne de production de documents ?*

Deux particularités de notre contexte sont : 1/ Le besoin d'abstraction du modèle de traces pour tenir compte de tous les modèles documentaires existants ou à créer. 2/ L'absence initiale de données : contrairement à une grande partie des études dans le domaine, notre approche ne se fonde pas sur l'interrogation des données existantes avec pour but d'en tirer des informations pertinentes, mais est liée à une démarche de définition d'observations qui pourraient être utiles et utilisées [**?**] pour, ensuite, définir les traçages nécessaires pour y arriver.

La définition de notre modèle d'analytique des apprentissages avec le numérique passe alors par l'analyse des étapes de notre exemple (e.g. définition de ce que chaque primitive documentaire doit produire comme trace enrichie, définition des indicateurs à proposer, des algorithmes pour les traiter, des visualisations possibles), mais aussi par la répartition des rôles aux différents acteurs de notre exemple (e.g. qui définit les indicateurs, pour chaque modèle documentaire existant, qui choisit le(s) visualisation(s) possible(s) pour chaque acteur, etc.).

Prenons l'exemple d'un indicateur simple et très utilisé : le nombre de consultations. Si une page d'un cours en ligne a été visionnée par un apprenant, usuellement une trace est créée (ex : "l'apprenant X a consulté la page Y"). Le modèle d'analytique des apprentissages avec le numérique en mode IDM pourrait aller plus loin et définir que chaque page doit être tracée au niveau de ses sous-parties. Nous aurions alors non seulement "l'apprenant X a consulté la sous-partie W de la page Y", mais "l'apprenant X a consulté l'introduction de l'activité d'apprentissage Y".

Il est important de noter dans cet exemple que, non seulement la trace apporte l'information selon une granularité différente (définie), mais également le fait que : 1/ ce qui a été consulté est une "introduction" ; 2/ l'"introduction" en question fait partie d'une telle "activité d'apprentissage". Il devient assez facile de transposer des analyses à un cours créé à partir du même modèle : chaque activité d'apprentissage aurait également une "introduction". En d'autres mots, la sémantique et la structure du document sont de fait présentes dans la trace [4] ce qui pourrait donner lieu à des analyses plus pertinentes et adaptables, selon les besoins des contextes.

La seconde question est relative au choix de l'acteur prenant la décision de tracer la page vs. ses sous-parties (granularité), et l'acteur définissant comment l'information est présentée à ceux qui lui succèdent dans la conception. Par exemple, le modélisateur définirait que les pages et ses sous-parties sont tracées, mais laisserait à l'auteur deux choix sur la manière dont l'information serait présentée : dans un tableau de bord, en forme d'un diagramme à barres pour l'enseignant et d'un point vert/vide à coté de chaque partie dans le menu pour les apprenants, selon qu'ils l'ont visualisée ou pas.

Le modèle de traces doit alors prendre en compte la définition de qui décide quoi dans chaque phase, mais aussi expliciter les contraintes liées aux choix déjà faits et aux choix restants à faire dans les phases qui suivent. Si le modélisateur décide d'inclure un indicateur, un pré-requis est que les traces permettant de le calculer soient bien créées. Ou encore, si le choix de l'apprenant est d'avoir une visualisation particulière, il est nécessaire d'activer une trace de bas niveau à son tour nécessaire au calcul d'indicateur associé (approche *top-down*). Dans ce sens, un outil d'aide à la décision à l'égard du modélisateur pourrait être envisagé, contenant les relations entre traces brutes, indicateurs, visualisations des indicateurs.

3.2 Des indicateurs enrichis

Notre deuxième défi est l'identification de possibilités d'enrichissement des indicateurs couramment utilisés dans les démarches d'analytique des apprentissages avec le numérique grâce aux avantages apportés par les outils étudiés dans notre contexte. *Comment enrichir les indicateurs couramment utilisés dans les démarches d'analytique des apprentissages avec le numérique avec la connaissance fine de la structure et de la sémantique du document ?*

Ainsi, nous souhaitons spécialement comprendre les apports potentiels de ce contexte pour les différentes analyses de données, qu'elles soient analyses descriptives, diagnostiques, prédictives ou prescriptives [**?**].

En reprenant notre exemple simplifié de document, le fait de savoir que chaque "activité d'apprentissage" se termine par une partie "pratique" composée de quiz visant à vérifier la compréhension de l'activité pourrait nous pousser

4. Dans les faits, cette information pourrait se trouver directement encodée au niveau de la trace ou dans un fichier contenant la structure du document. Dans tous les cas, l'information serait accessible et permettrait les mêmes analyses. L'équilibre technique entre ces deux options reste à définir.

à enrichir un indicateur. Par exemple, l'indicateur reprenant le résultat de la partie "pratique" pourrait être croisé avec celui du nombre total de visualisations des sous-parties de l'activité d'apprentissage en question. Ou, peut-être, avec seulement le nombre de visualisations de la sous-partie "conclusion", etc.

Admettons que le modélisateur ait défini le premier indicateur cité auparavant comme facultatif, au choix de l'auteur de l'activer. Admettons ensuite que les résultats de cette analyse (lors d'autres cours utilisant le même modèle) montrent que l'échec à la partie "pratique" est systématiquement corrélé à une absence de lecture de l'ensemble des sous-parties. Via une remontée de cette information au modélisateur, de manière automatique ou manuelle, cela permettrait de proposer un changement du méta-modèle rendant l'indicateur intégré automatiquement aux cours créés utilisant tel modèle.

4 Perspectives

Après une première étude qualitative avec enseignants et apprenants, et dans une démarche d'IDM, nous concluons en ce moment la proposition d'un modèle d'analytique des apprentissages avec le numérique (composé d'un méta-méta-modèle, un méta-modèle, un modèle, et un document) suffisamment abstrait afin d'être utilisable par les modèles documentaires existants et à créer. Nous choisissons également quelques indicateurs qui nous permettrons à la fois de tester notre modèle et de montrer les avantages de l'enrichissement de ceux-ci.

Un autre moyen de tirer partie des traces enrichies serait d'encourager la mise en pratique de techniques d'apprentissage humain considérées comme les plus utiles. Ainsi, il est établi qu'expliquer avec ses propres mots la raison pour laquelle un fait ou un concept explicitement déclaré est vrai est une technique d'apprentissage particulièrement utile [**?**]. Nous savons grâce aux traces qu'il vient de consulter une partie "concept", ce qui pourrait permettre d'implémenter des règles du type [quand une structure du type "concept" est détectée, ouvrir avec une interface proposant à l'apprenant de s'arrêter pour produire une explication avant de continuer vers les parties suivantes]. Ce type d'approche serait plus facilement mis en place grâce à la connaissance préalable du document réfléchie dans les traces.

Une fois le modèle d'analytique des apprentissages avec le numérique établi, le plus grand avantage sera l'automatisation des processus de collecte, analyse et visualisation des ces traces pour tout document produit, tout en gardant des options de personnalisation et d'enrichissement. Bien que certains de ces résultats soient atteignables sans une démarche d'IDM, le coût de la mise en place serait plus important pour les auteurs si l'on considère la même granularité et le même enrichissement des traces.

Les résultats de la mise en place de ce modèle seront alors testés auprès des parties prenantes (entretiens, questionnaires), selon les possibilités pragmatiques du terrain. Nous nous servirons d'une série d'indicateurs choisis selon des critères (phase d'analyse, complexité, type, enrichissement, etc.) nous permettant de tester à la fois le modèle proposé en lui-même et l'utilité de celui-ci. Dans la suite,

l'éditeur des solutions Scenari pourra suivre sa démarche actuelle de recueil de besoins (*top-down* et *bottom-up*), afin de choisir quels indicateurs implémenter et proposer pour chaque modèle documentaire et contexte d'usage. Une étude qui vise à identifier les indicateurs utilisés dans des démarches d'analytique des apprentissages avec le numérique est en cours à cet effet.

Construction dimensionnelle de solides en environnement virtuel : analyse et impact sur les concepts de prisme et de pyramide chez des élèves de 6ème

Xavier NICOLAS, Doctorant en 4ème année

Université Claude Bernard Lyon 1, EA 4148, S2HEP ; 69 622 Villeurbanne France
xavier.nicolas@uca.fr

Abstract. Dans l'enseignement de la géométrie dans l'espace, un consensus se dégage autour des limites des approches traditionnelles pour développer une activité géométrique déductive. Une des pistes pour développer de nouvelles approches est l'utilisation d'environnements virtuels immersifs car ils s'affranchissent des problèmes de représentation de la profondeur et offrent de nouvelles opportunités en mobilisant une dimension corporelle dans les apprentissages. Dans ce papier nous explorons ces opportunités au travers de l'usage par des enseignants de mathématiques d'un environnement virtuel dans le contexte de l'enseignement de la géométrie dans l'espace au secondaire. Nous nous attarderons sur l'analyse didactique et sémiotique d'une séance de mathématiques visant les concepts de prismes et de pyramide en 6e (élèves de 10/11 ans) qui mobilise une technique de construction dimensionnelle mise en œuvre dans un environnement virtuel immersif.

Keywords: EVAH, géométrie dans l'espace, corps, sémiotique.

1 Introduction

Dans le domaine scientifique des interactions homme-machine et des apprentissages, les environnements de réalité virtuelle se distinguent des traditionnels EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) par la réintroduction du corps (interface comportementale) et les possibilités quasi infinies de (re)modélisation du réel qui transcendent les limitations perceptives des êtres humains (Bukhardt, Lourdeaux & Mellet-d'Huart, 2006). En bénéficiant de capacités inédites de substitution sensorielle et d'interactions avec des gestes pseudo-naturels, ces environnements sont propices à l'émergence d'un sentiment de présence, le sentiment authentique d'exister dans le monde artificiel (Bouvier, 2009). Selon Winn (2003), la présence peut être exploitée comme un levier dans un contexte d'apprentissage. En effet d'une part elle génère sur l'utilisateur un niveau élevé d'engagement et d'attention et d'autre part elle peut être un vecteur de changement cognitif en créant une porosité, un couplage au niveau cognitif entre les actions dans l'environnement artificiel et dans le monde réel. Ce principe peut être exploité sur les principes pédagogiques de la simulation pour développer des comportements, des gestes techniques ou procéduraux, en

situation pseudo réelle où la fidélité perceptive est proche de la situation réelle de référence. Une autre approche consiste à réifier, c'est-à-dire présenter sous une forme concrète et intelligible, des phénomènes complexes ou abstraits (Burkhardt et al., 2006). Dans des environnements où l'interface technologique vise à disparaître, cette approche doit également mettre à profit l'activité naturelle et incarnée de l'utilisateur (Mellet d'huart, 2004). Cela implique un lien fort entre corps, pensée et action au profit des apprentissages. Dans nos travaux nous adoptons cette approche pour explorer le potentiel des environnements virtuels pour l'apprentissage humain (EVAH) en mobilisant un cadre théorique qui articule didactique et psychologie cognitive du courant des embodied cognitive sciences.

2 Cadre théorique

Notre approche de l'utilisation des EVAH vise l'appropriation de concepts abstraits particulièrement présents dans les enseignements académiques. Les mathématiques sont un domaine particulièrement sensible aux questions de représentations et de rapport avec le monde physique : en effet les objets mathématiques sont par essence théoriques, ils ne sont perçus et manipulables que par leurs représentations dans le monde réel (les objets, les symboles, les mots, les dessins,). En didactiques des mathématiques, les liens entre représentations et apprentissages sont étudiés notamment sous l'angle de la sémiotique qui selon Peirce (1978) étudie les relations entre trois pôles distincts : le référent ou objet, les signes ou représentations sémiotiques et l'interprétation de ces signes. Pour Duval (1993) c'est la multiplicité des représentations sémiotiques d'un objet et en particulier les passages entre ces représentations qui permet d'appréhender, de conceptualiser l'objet théorique. Dans une conception plus globale de la notion de représentations sémiotiques incluant notamment la dimension corporelle, Arzarello et al (2006), définissent le concept de faisceau sémiotique pour décrire le système composé des différents signes générés par les interactions des sujets en situation d'apprentissage.

Dans le cas plus spécifique de la mobilisation d'un artefact technologique, la théorie de la médiation sémiotique (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008), affirme que l'accès à la conceptualisation nécessite la mise en relation des significations personnelles des signes générés par l'action concrète sur l'artefact avec les significations mathématiques de cette activité. Cette théorie qui articule la dimension didactique et sémiotique en gardant une place importante pour la médiation humaine nous semble la plus adaptée pour décrire et modéliser l'évolution des signes dans le processus d'enseignement et d'apprentissage mobilisant un EVAH.

Ce cadre nous permet d'explorer l'utilisation d'un EVAH pour réifier des savoirs mathématiques selon deux dimensions : d'une part son potentiel sémiotique : sa capacité à établir des liens avec les significations personnelles des utilisateurs et avec les savoirs mathématiques, et d'autre part son impact sur les processus cognitifs des élèves par l'analyse de l'évolution du faisceau sémiotique : les différents signes (gestes, discours, graphiques, matériels) activés pendant l'apprentissage.

3 Contexte didactique et questions de recherche de l'étude

Dans l'enseignement de la géométrie dans l'espace au secondaire français, l'interprétation et l'utilisation des dessins en perspective cavalière par les élèves est particulièrement problématique. Elle met en lumière une appréhension par les élèves de ces signes graphiques basée sur la perception. Le dessin est assimilé soit à un objet physique soit à un symbole, ce que Duval (2005) nomme la vision iconique. Or l'activité géométrique déductive, visée par les programmes scolaires à ce niveau de classe, nécessite de pouvoir considérer non pas des objets immuables mais un ensemble de composants géométriques de dimensions inférieures reliés par des propriétés et que l'on peut manipuler, déformer, déconstruire. Cette façon de voir, la vision non-iconique, n'est pas naturelle, mais elle peut s'apprendre au travers d'activités géométriques qui développent des techniques de résolution impliquant ce changement de regard des élèves (Perrin-Glorian et al., 2013). Suite au constat du faible potentiel des représentations planes et des maquettes dans ce domaine, Mithalal (2014) a pu restaurer certaines fonctions du dessin pour une géométrie dans l'espace déductive grâce à l'utilisation d'un environnement de géométrie dynamique 3D.

Dans la lignée de ces travaux sur l'utilisation d'environnements de géométrie dynamique, nous avons cherché si de tels environnements existaient en réalité virtuelle immersive pour proposer des activités géométriques sans les contraintes perceptives et proposant des approches différentes des tâches classiques comme la construction géométrique des solides.

L'application *Handwaver*, développée par l'équipe IMRE de l'Université du Maine (Dimmel & Bock, 2017) est un environnement de réalité virtuelle immersif (optimisé pour l'utilisation avec un casque de réalité virtuelle) utilisant une interface comportementale pour créer et manipuler des représentations d'objets géométriques dans un méso espace, un espace de la taille d'une pièce.

L'application permet différentes procédures pour générer des objets géométriques : en utilisant une grille 3D de points, en utilisant des modèles préconfigurés, en important les objets depuis une bibliothèque. Une fonctionnalité a retenu notre attention. En extrapolant le principe de l'extrusion de matière, l'application permet de construire différents objets de dimension n à partir d'objet de dimension n-1 (Fig 1). Nous appellerons ce procédé une construction dimensionnelle.

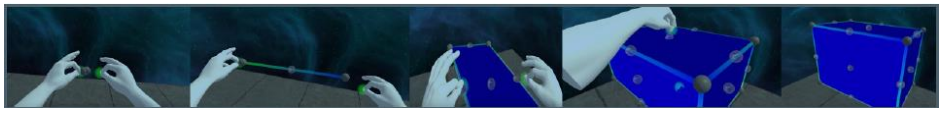


Fig 1. Construction dimensionnelle : un point est étiré pour former un segment, un segment est étiré pour former une figure plane et la figure plane est étiré pour former un prisme.

A la différence des prismes, les pyramides sont obtenues en pinçant un polygone avec un outil spécifique. Nous disposons de deux techniques distinctes pour construire dimensionnellement des prismes et des pyramides dans cet environnement.

Nous avons donc choisi de cibler le niveau de 6e collège qui abordent les solides prismes et pyramides pour explorer cet environnement et nous formulons les ques-

tions suivantes : quel est le potentiel sémiotique de la construction dimensionnelle de l'application *Handwaver* pour développer les notions de prismes, de pyramide et de base ? La construction dimensionnelle change-t-elle le regard des élèves sur les représentations en perspective cavalière du prisme et de la pyramide ?

3.1 Méthodologie

Notre expérimentation concerne deux classes de 6e d'un collège dont les enseignants ont participé à la conception du scénario pédagogique. La séance mise en œuvre était la première de l'année qui évoquait l'étude de ces solides. Sur la base d'une analyse praxéologique (Chevallard, 1992) des manuels de ce niveau de classe, nous avons élaboré un prétest et un post test, comprenant trois types de tâches pour mesurer l'évolution des techniques présentes chez élèves.

- Identifier les prismes parmi des solides représentés en perspective cavalière
- Identifier les pyramides parmi des solides représentés en perspective cavalière
- Identifier les bases de solides (si possible) représentés en perspective cavalière

Nous avons choisi des configurations spatiales qui mettaient en échec les techniques de résolution mobilisant une vision iconique des représentations.

L'organisation matérielle (Fig 2) mobilise un dispositif de réalité virtuelle HTC Vive à 6 degrés de liberté, c'est-à-dire permettant les interactions et les déplacements sur une surface de 3mx3m. Le matériel comprend un casque et deux contrôleurs relié à un ordinateur portable. Un vidéoprojecteur permet d'afficher sur grand écran ce qui est vu par l'utilisateur portant le casque. L'ensemble du dispositif matériel permet aux élèves de la classe de suivre à la fois l'activité de l'utilisateur dans le monde réel et dans le monde virtuel.

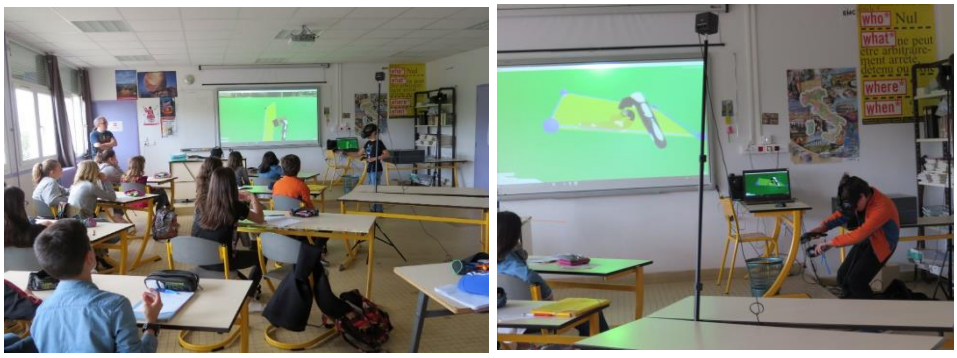


Fig 2. Organisation matérielle et dispositif technique

La séance de 50 minutes de mathématiques mise en œuvre avec la classe de chaque enseignant comprenait un temps de prise en main, une manipulation des élèves (construction des prismes et pyramides), un temps individuel sur papier d'identification des

techniques utilisées pour construire des solides présentés sur écran, une discussion collective pour valider les résultats de la phase individuelle, une phase d'institutionnalisation des concepts de prismes et de pyramides au regard des techniques mobilisées pour les générer et enfin une phase de réinvestissement mental des techniques sur le disque. À noter que certains élèves n'ont pas souhaité manipuler l'environnement.

3.2 Analyse a priori du faisceau sémiotique

Nous présentons dans le tableau 1, une synthèse des principaux signes artefact liés à la réalisation de la tâche de construction dimensionnelle des prismes et des pyramides proposée dans Handwaver et les signes mathématiques correspondant.

Tableau 1 Le double lien sémiotique de l'artefact avec la tâche et les connaissances mathématiques

Types de signes	Faisceaux sémiotiques	
	signes-artefact	signes -mathématiques
Graphiques	L'étirement duplique l'objet initial. Le duplicata conserve l'orientation dans l'espace	Un prisme possède deux faces polygonales, ses bases. Elles sont isomorphes et parallèles
	Le pincement d'un objet délimité par côtés crée un point formant des triangles avec chaque côté de l'objet de départ	Une pyramide possède une base polygonale et un sommet qui ne lui appartient pas. Les faces latérales sont des triangles.
Gestuels	Etirer un objet en le saisissant avec ses mains (maintien de la gâchette du contrôleur) et en écartant les bras	Construction dimensionnelle du prisme. Le polygone de départ est une des bases, les faces latérales sont des parallélogrammes.
	Pincer un objet en le touchant avec sa main muni d'un outil (un objet spécifique) et en écartant la main	Construction dimensionnelle de la pyramide Le polygone de départ est la base de la pyramide

3.3 Résultats prétest-post test

Le prétest montre une plus grande difficulté pour identifier les prismes que les pyramides. Il confirme la mobilisation d'une vision iconique : cubes et pavés droits non assimilés à des prismes, bases des solides systématiquement identifiées comme la face du bas, quelle que soit la configuration spatiale du solide. Il met également en évidence la difficulté que représente le prisme à base triangulaire. En effet les élèves

semblent associer tout polyèdre ayant des faces triangulaires à des pyramides. Ces résultats sont homogènes dans les deux classes.

Le post test montre une nette diminution des erreurs dans l'identification des prismes et des pyramides dans les deux classes par rapport au pré test. En revanche l'identification des bases de ces solides bien qu'en progression, montre une disparité de performance importante entre les deux classes.

Comme le scénario, les supports étaient les mêmes et que les résultats du prétest étaient homogènes, nous faisons l'hypothèse que la différence de performance est lié à la façon dont les enseignants ont conduit la séance. Nous notons une différence notable dans la mise en œuvre de la phase de discussion collective de validation. Dans une des classes, l'enseignant a laissé les élèves argumenter et valider, dans l'autre classe, c'est l'enseignant qui a validé de manière arbitraire. Il semble intéressant d'étudier plus précisément quels éléments de cette phase ont un impact aussi significatif sur les performances des élèves.

3.4 Étude d'un épisode lors de la phase de discussion

Nous présentons les échanges lors de la phase de discussion du groupe performant autour d'un désaccord entre les élèves pour classer un prisme à base triangulaire dans la catégorie « étiré » ou « pincé ». L'épisode étudié a été retranscrit à partir de nos données vidéos.

Pour le cas du prisme à base triangulaire « couché » sur une face latérale, 15 élèves pensent qu'il est généré par étirement, 5 par pincement. L'enseignante invite les élèves à venir argumenter leur choix au tableau. Le prisme en question est affiché sur l'écran du vidéoprojecteur.

Un élève vient au tableau pour justifier son choix de l'étirement. Il utilise un discours vague « on a étiré cette partie » et désigne une face de l'objet sur la représentation. L'enseignant lui demande de montrer le geste « montre-nous avec tes mains ». L'élève reproduit fidèlement le geste d'étirement à partir du polygone de départ. L'enseignant reformule en mêlant discours basé sur l'artefact et gestes « J… pense que l'on a pris la boule ici et qu'on a fait comme ça »

La deuxième intervention est celle d'un élève justifiant le choix du pincement.

« Là, la base, en fait elle est étirée ». On note l'apparition du mot mathématique « base ». Le terme n'a pas été évoqué durant la séance avant ce moment. Face à l'emploi du mauvais terme « étiré » alors qu'il défend la technique pincer, l'enseignant reformule « on a pincé comme ça ? », elle forme une pince avec sa main et fait le geste d'étirement. La confusion entre « étirer » et « pincer » est peut-être due au fait que les deux techniques ont une composante commune (le fait d'écarter sa main de l'objet initial), le geste de la main fermée ou pincée peut lever cette ambiguïté, mais l'élève a simplement évoqué le mouvement doigt tendu. L'enseignant fait appel au collectif pour valider une des deux propositions. Un élève fait la remarque suivante « moi je pense que si on aurait pincé, la base se serait encore un carré ». La même confusion est présente entre pincer et étirer cependant l'argument évoqué donne une propriété d'une des techniques, la conservation de la forme du polygone initial. L'enseignant en profite pour demander ce qui serait différent « si on avait pin-

cé » le polygone initial. Un élève répond « Si on avait pincé, il n'y aurait pas deux sommets en haut, il n'y en aurait eu qu'un seul ». L'enseignant reformule pour attirer l'attention sur le fait qu'il ne doit avoir qu'un seul sommet éloigné du polygone de départ, mais il reprend les signes gestuels liés à l'utilisation de l'artefact et utilise des mots mathématiques. « Si on avait pris ce polygone de départ et qu'on l'avait pincé, on aurait eu qu'un point en haut comme sommet, et là regardez, on en a deux. Donc c'est bien ce polygone de départ que l'on a étiré ». Suite à ces remarques, la validation des techniques par les élèves s'appuie sur l'identification de la base, la conservation de la forme ou la présence d'un seul sommet.

On a assisté dans cet épisode à un jeu sémiotique (Arzarello, 2006), l'enseignant utilise à la fois des signes artefact et des signes mathématiques dans son discours. Elle s'appuie sur l'interprétation personnelle des signes artefact des élèves pour les amener à comprendre la configuration spatiale et à passer progressivement aux signes mathématiques. Au départ de l'épisode l'argumentation des élèves et du discours de l'enseignant utilise les signes-artefact gestuels, « on a fait comme ça », puis est remplacée par des signes mathématiques oraux : « si on avait pincé, la base serait encore un carré ». On peut voir l'évolution des signes-artefact « partie », « boule » vers les signes mathématiques « polygone de départ » puis « base » et « sommet ». Les signes « étirer » et « pincer », servent de lien entre l'artefact et les mathématiques (présent dans les deux domaines), ce sont des signes pivots, car ils peuvent être interprétés dans les deux domaines artefact et mathématiques. Les signes pivots permettent à l'enseignant d'exploiter le potentiel sémiotique de l'artefact pour permettre aux élèves de tisser un lien entre l'objet initial sur lequel on fait la construction (signes artefact) et la notion mathématique de base d'un solide.

3.5 Conclusion

La construction dimensionnelle permise par l'environnement informatique semble avoir un potentiel sémiotique intéressant pour aborder les notions de prismes, de pyramides et de bases. Ces nouvelles techniques de construction nous semblent participer au développement de la vision non-iconique des élèves en portant l'attention des élèves sur les constituants de dimensions inférieurs et sur l'identification de propriétés au travers d'une déconstruction instrumentale/dimensionnelle.

L'appui sur la dimension corporelle de l'activité en réalité virtuelle immersive, a joué un rôle important pour d'une part ancrer la technique dans l'expérience sensible et permettre dans la phase de discussion la mobilisation des signes nécessaires pour soutenir l'argumentation, la réflexion et le passage vers le domaine mathématique.

Les différences de performances entre les deux classes semblent pouvoir s'expliciter par une posture différente des enseignants lors de la phase de discussion et de validation des techniques mobilisées. Dans la classe ayant obtenu les meilleurs résultats à l'identification des bases, l'analyse de l'évolution du faisceau sémiotique a montré que l'enseignant a accompagné et permis l'évolution des signes du domaine artefact vers le domaine mathématique. Les signes pivots « étirer » et « pincer » montrent le potentiel sémiotique de la construction dimensionnelle et le rôle crucial de

l'enseignant pour accompagner la transition des signes artefact vers les signes mathématiques chez les élèves.

Lors de la mise en œuvre, nous avons été surpris par la facilité des élèves à mobiliser mentalement la technique de construction dimensionnelle. En faisant le parallèle avec les travaux en neurosciences sur l'imagerie mentale, nous faisons l'hypothèse que l'expérience motrice vécue ou observée est essentielle à sa remobilisation mentale, mais cela reste à explorer. Pour la suite de nos travaux, nous envisageons de tester la technique de construction dimensionnelle avec et sans gestes naturels (par l'intermédiaire d'un autre environnement). Nous souhaiterions également voir le devenir de ces techniques dans d'autres tâches de la géométrie dans l'espace. L'identification des signes lors d'activités géométriques futures (gestes, mots) pourra nous renseigner sur sa persistance et éventuellement son utilité dans des types de tâches mobilisant la notion de base, tel le calcul du volume des prismes et des pyramides en 5e collège.

Références

Arzarello, F., Paola, D., Robutti, O., & Sabena, C. (2009). Gestures as semiotic resources in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 70(2), 97-109. https://doi.org/10.1007/s10649-008-9163-z

Bouvier, P. (2009). La présence en réalité virtuelle, une approche centrée utilisateur [PhD Thesis]. Université Paris-Est.

Burkhardt, J.-M., Lourdeaux, D., & Mellet-d'Huart, D. (2006). La réalité virtuelle pour l'apprentissage humain. In *Le traité de réalité virtuelle (Vol. 4)*. Presses des MINES.

Bussi, M. B., & Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom : Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. *Handbook of international research in mathematics education, New York*, 746–783.

Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : Perspectives apportées par une approche anthropologique. *RDM*, 12/1.

Dimmel, J., & Bock, C. (2017). Handwaver : A gesture-based virtual mathematical making environment. In *Proceedings of the 13th International Conference on Technology in Mathematics Teaching*.

Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 5, 37–65.

Duval, R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : Développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *IREM de Strasbourg*, 10, 5-53.

Mellet-d'Huart, D. (2004). De l'intention à l'attention : Contributions à une démarche de conception d'environnements virtuels pour apprendre à partir d'un modèle de l'(én)action [Le Mans]. http://www.theses.fr/2004LEMA1023

Mithalal, J. (2014). Voir dans l'espace : Est-ce si simple? *Petit x*, 96, p. 51-73.

Peirce, C. S. (1978). *Écrits sur le signe* (Vol. 31). Seuil.

Perrin-Glorian, M.-J., Mathé, A. C., & Leclercq, R. (2013). Comment peut-on penser la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans. Le jeu sur les supports et les instruments. *Repères-IREM*, 90, 5–41.

Winn, W. (2003). Learning in artificial environments : Embodiment, embeddedness and dynamic adaptation. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, *1*(1), 87–114.

Vers une conception participative de tableaux de bord étudiants adaptatifs avec PADDLE

Katia Oliver-Quelennec[1 2 3][0000−0002−7318−7449] - 1ère année

[1] Sorbonne Université, CNRS, LIP6, F-75005 Paris, France
[2] Univ. Lille, CHU Lille, ULR 2694 - METRICS : Évaluation des technologies de santé et des pratiques médicales, F-59000 Lille, France
[3] Université de Lille, GIVRE, DIP, France katia.quelennec@univ-lille.fr

Résumé Notre travail de recherche s'intéresse aux tableaux de bord d'apprentissage (TBA) adaptatifs selon le temps et/ou l'espace numérique. L'objectif est de concevoir des TBA adaptatifs à destination des étudiants et d'évaluer leur impact sur l'apprentissage. La première phase, présentée ici, est de recueillir les besoins des étudiants. Nous avons décliné une méthode de conception participative de TBA, que nous avons appelée PADDLE (PArticipative Design of Dashboard for Learning in Education), qui questionne et guide les participants en différentes étapes. Nos premiers tests dans différents contextes ont permis aux étudiants de préciser leurs objectifs et de définir des TBA ciblés. PADDLE est un outil méthodologique qui permet de structurer les entretiens de conception participative mais qui peut encore évoluer. Ces premières expériences ont permis d'identifier des besoins d'adaptation dans l'espace et une poursuite du travail est prévue pour explorer la piste d'adaptation temporelle.

Mots-clés : Tableau de bord · Apprentissage · Adaptation · Conception participative.

1 Introduction

Face à la massification de l'enseignement supérieur français, l'enseignement traditionnel n'est pas toujours adapté à la formation d'un public étudiant plus nombreux et dont l'hétérogénéité est croissante. Une des solutions pour répondre à cette évolution est l'usage du numérique pour la formation et la personnalisation de la formation en s'appuyant sur la collecte des données d'apprentissage et sur leur analyse. Le tableau de bord, outil classique d'aide à la prise de décision, peut soutenir l'apprentissage et se développe dans le domaine des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH), principalement à destination des enseignants et des étudiants.

1.1 Travaux précédents

Bien que le champ de recherche autour des tableaux de bord d'apprentissage (TBA) soit assez jeune [14], il existe plusieurs revues de la littérature sur

les TBA déjà développés [1,18]. Les TBA permettent à l'apprenant de prendre conscience de ses avancées, de créer du sens et de prendre des décisions qui impacteront son apprentissage. Mais Jivet et al. [6] expliquent que les TBA ne sont pas toujours développés en cohérence avec des objectifs pédagogiques clairs et que faire prendre conscience de son parcours n'est pas suffisant pour améliorer l'apprentissage. De plus, les TBA peuvent aussi provoquer des effets négatifs [16,17] dans le cas de comparaisons avec les pairs pour certains profils d'étudiants. Il est donc nécessaire de produire des TBA adaptés selon les contextes d'apprentissage et selon les étudiants. Les travaux de Roberts [11] et Teasley [17] montrent des attentes de personnalisation de la part des étudiants et l'importance d'avoir un TBA adaptable. Il existe des premiers travaux sur la conception de TBA adaptatifs, comme ceux de Dabbebi et al. [2] sur la conception et la génération dynamique de TBA contextuels à destination des enseignants. Tous ces travaux soulignent l'intérêt des TBA adaptatifs mais n'ont pas été développés pour la cible apprenante.

Pour construire des TBA, la conception participative [13] est une méthode adaptée et souvent déjà développée dans la conception d'EIAH. Dans les travaux précédents [8,5,13,12], cette approche est souvent implémentée sous forme de cartes. Le kit de conception participative développé par Gilliot et al. [3] dans le cadre du projet HUBBLE[4] propose une méthode complète pour concevoir des TBA dont les premiers usages ont été réalisés avec des enseignants. D'après [10], les étudiants sont souvent absents dans la conception participative d'EIAH, ce constat pourrait expliquer le fait que certains TBA ne soient pas toujours adaptés à la cible apprenante.

1.2 Objectif

Les travaux précédents ont montré l'importance de la personnalisation des TBA pour avoir un impact positif sur l'apprentissage. Les possibilités d'adaptations sont multiples :

- adapté à l'utilisateur cible, pendant la phase de conception du TBA
- adaptable par l'utilisateur, pendant son utilisation
- adaptatif par le système

Pour avancer sur cette problématique, nous envisageons plus particulièrement d'explorer l'adaptation dans le temps et/ou dans le contenu de formation. Par exemple, l'objectif d'un TBA est-il le même en début de semestre ou la veille des examens ? L'emplacement des informations utiles à l'utilisateur est-il limité au TBA ? L'espace numérique ou le module de formation entier pourraient être exploités pour disséminer des indicateurs complémentaires ou issus du tableau de bord global.

4. http://hubblelearn.imag.fr

2 Matériel et méthode

2.1 Matériel

Pour recueillir les besoins des étudiants, nous nous sommes appuyés sur le kit de conception participative de Gilliot et al. [3] qui est composé de cartes, d'un plateau, et d'une fiche pour l'animateur. Il prévoit de co-concevoir des TBA en petits groupes de trois à cinq personnes, en 150 minutes réparties en quatre phases de 15 à 60 minutes. L'animateur a pour tâche de faciliter les débats et d'aider les participants à formaliser leurs idées tout en leur laissant une certaine autonomie. Les participants doivent définir un objectif, puis compléter le plateau pour décrire leur contexte avant de recenser les données concernées et leurs représentations graphiques. Enfin, ils assemblent ces éléments pour concevoir leur TBA.

Nous avons travaillé de façon itérative pour tester et proposer des adaptations du kit de conception pour notre cible étudiante. Dans un premier temps, nous nous sommes approprié l'outil existant en travaillant avec un public enseignant sur deux sessions. Ces temps d'appropriation nous ont permis de confirmer l'intérêt de la méthode dans un autre contexte universitaire avec un recueil facile des besoins et des retours positifs des participants. Nous avons ainsi pu définir une première déclinaison que nous avons intitulée PADDLE (PArticipative Design of Dashboard for Learning in Education), illustrée dans la figure 1. Le vocabulaire lié à l'enseignement secondaire tel que "élève, classe, école, département, académie" a été modifié en "étudiant, promotion, établissement, régional, national". La cible étudiante ayant peu de temps disponible, nous avons réduit la durée à 90 minutes avec une approche par question pour mieux les guider. Par exemple, la carte intitulée "Suivi" initialement décrite par une définition, a été remplacée par "Comment suivez-vous votre travail ? De quoi avez-vous besoin pour suivre votre travail ?". Les participants répondent chacun leur tour aux questions et identifient ainsi d'éventuels besoins. Pour faciliter le transport, la mutualisation et l'animation, le plateau a été transformé en cartes réutilisables et collables sur un tableau blanc.

2.2 Méthode

Pour mener nos recherches, nous nous sommes appuyés sur THEDRE [9], une méthode traçable de conduite de la recherche en informatique centrée humain, en considérant la déclinaison PADDLE comme un outil activable à tester. Après avoir déclaré cette étude auprès du délégué à la protection des données de l'Université de Lille, nous avons mené avec des étudiants volontaires trois séances PADDLE enregistrées suivies d'une analyse qualitative : deux avec deux binômes d'étudiants en 1ère année de licence de langue inscrits à une formation en ligne dédiée à la maîtrise de l'environnement universitaire, et une avec trois étudiants en 5ème année d'études de docteur en pharmacie qui suivaient PROFFIteROLE [4], enseignement utilisant un jeu sérieux de mises en situation professionnelle. Pour chaque session, nous avons enregistré les échanges, nous

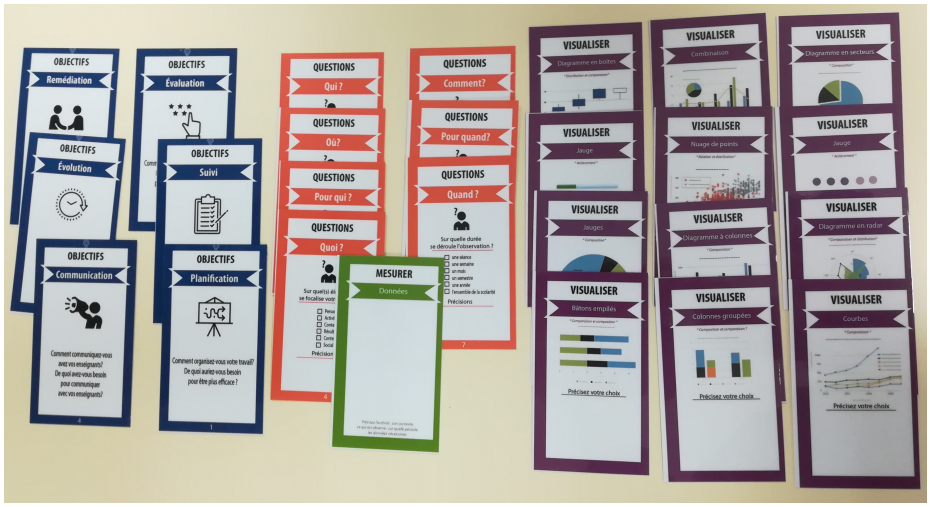


Figure 1. Cartes PADDLE

avons listé les cartes retenues, les données choisies, le TBA défini et nous avons demandé aux participants de remplir une grille d'évaluation de la méthode.

3 Résultats

Toutes les sessions PADDLE avec les étudiants ont permis de créer un TBA selon un objectif principal dans le temps imparti. Tous les étudiants qui ont participé étaient très sensibles à l'aspect éthique du partage de leurs données avec la promotion et avec l'enseignant. Chaque session s'est déroulée avec des étudiants de profils différents permettant de discuter de leurs attentes respectives et de co-construire un outil qui semble répondre à l'objectif fixé.

3.1 Étudiants en 1ère année de licence de langue

Les deux sessions PADDLE ont été plus courtes que le temps prévu. Les étudiants semblaient avoir besoin d'être guidés par l'animateur de la séance. Les objectifs choisis pour les TBA sont la planification et le suivi de leur travail. Les étudiants ont défini les mêmes données à recueillir lors des deux sessions PADDLE mais avec des représentations graphiques différentes comme le présente la table 1. Les participants ne souhaitaient pas avoir de TBA personnalisé. En effet, dès que les propositions allaient vers des adaptations, les étudiants revenaient sur l'importance qu'ils aient tous les mêmes possibilités d'apprentissage.

3.2 Étudiants en 5ème année d'études de docteur en pharmacie

Cette session PADDLE a été productive en idées avec de nombreux échanges entre les participants. Leur niveau d'études les amenait à se projeter plus fa-

Table 1. Données et représentations choisies 1ère année

Données	**Choix session 1**	**Choix session 2**
Pourcentage de réussite de l'ensemble des modules	Diagramme en secteurs	Jauge linéaire
Note de chaque module et note moyenne de la promotion	Diagramme en radar	Jauge – demi-cercle
Achèvement de chaque module	Jauge de points	
Temps passé, temps restant et temps moyen de la promotion	Jauge linéaire	Diagramme circulaire

cilement dans leur future vie professionnelle (par exemple étudiant A : "On ne passe plus de concours, enfin, on n'a plus d'intérêt à être meilleur mais ce qu'il faut analyser, c'est surtout nos compétences et pas les connaissances"). Les données et représentations choisies sont présentées en table 2. Le résultat obtenu est composé d'un TBA pour répondre à un besoin de planification, avec des représentations graphiques au choix de l'utilisateur pour certaines données (figure 2A), mais aussi de données intégrées dans d'autres pages du module de formation (figure 2B). Ce besoin montre une première attente de données d'apprentissage également en dehors du tableau de bord.

Table 2. Données et représentations choisies 5ème année

Données	**Visualisation**	**Espace**
Nombre de cas réalisés dans le temps Nombre de cas réalisés moyen à la même date par la promotion précédente	Graphique linéaire	TBA
Nombre de cas réalisés par niveau	Jauge (barre)	
Résultats des exercices classés par compétence	Diagramme en radar	
Nombre d'exercices fait/à faire par compétence	Diagramme en secteurs	
Résultats par cas	Jauge de points	Page dédiée

4 Discussion

Du point de vue de la méthode, son adaptation de la cible enseignante vers la cible étudiante a recueilli des évaluations positives, tous les étudiants s'étant appropriés l'outil de façon à construire un TBA dans le temps imparti de la session. Néanmoins, nous pouvons émettre une première réserve sur la méthode PADDLE en l'état par rapport à la difficulté d'impliquer le public cible dans des sessions de conception, par manque de motivation ou de disponibilité. Ensuite, certaines visualisations ne sont pas adaptées pour certaines données [5] et cette méthode ne permet pas d'assurer une cohérence entre les visualisations choisies

5. Visualisations adaptées selon les types de données : www.data-to-viz.com

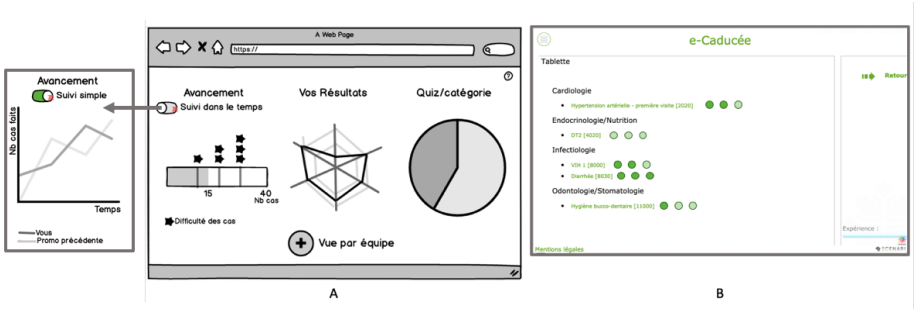


Figure 2. Exemples de TBA étudiant définis avec PADDLE

et le type de données à afficher. D'un autre côté, cette liberté dans le choix des visualisations peut faciliter une appropriation par les utilisateurs selon leurs pratiques.

Par rapport à l'analyse de besoins, les TBA obtenus avec la cible étudiante semblent correspondent à leurs besoins. Le souhait de contrôler le partage de données personnelles est concordant avec les résultats de Sun et al. [15] et rappelle l'importance de l'explicabilité des données utilisées. Les attentes semblent être différentes selon les niveaux d'études et les cursus, et rejoignent les pistes d'adaptation relevées dans les travaux précédents. Nous pouvons remarquer que les étudiants en début de cursus attachent de l'importance à l'achèvement et la validation des activités proposées, qui correspondent aux modalités d'évaluation du cours. Pour le même objectif, les étudiants en fin de cursus préféreraient un retour par grand domaine de compétences de leur profession, information qui n'est pas nécessaire pour valider le module concerné. L'ensemble des participants relèvent l'importance de garantir à tous les mêmes possibilités d'apprentissage [11]. Enfin, nous pouvons observer une première demande d'adaptation sur l'espace de diffusion, comme l'ajout d'indicateurs complémentaires dans d'autres pages du module de formation, qui rejoint les expériences d'intégration d'indicateurs dans l'interface de l'activité menées par Lachand et al. [7].

5 Conclusion et perspectives

À ce stade, nous avons confirmé la possibilité de créer des TBA à destination des étudiants avec une méthode de conception participative comme PADDLE. Cette première phase d'exploration a permis de définir des TBA pour des étudiants en début et en fin de cursus universitaire, avec des premières demandes d'adaptation dans l'espace.

Une des limites principales de cette approche concerne la difficulté d'impliquer des participants et a pour conséquence une faible représentativité des premiers résultats. Ensuite, les besoins exprimés ont permis d'aborder l'adaptation dans l'espace de diffusion mais pas dans le temps. Nous explorons donc encore peu les pistes adaptatives dans ce premier travail.

D'autres évolutions de PADDLE sont à envisager comme l'intégration d'informations supplémentaires aux cartes de visualisations pour assurer la cohérence avec les données à afficher. Il faudrait indiquer, pour chaque type de visualisation, les types et le nombre de données compatibles mais aussi les erreurs à éviter. Par exemple, nous pourrions expliquer les risques de mauvaise interprétation pour chaque visualisation et guider l'utilisateur dans ses choix. Nous pouvons aussi imaginer un outil numérique d'accompagnement pour la conception participative comme l'envisagent Ruiz et al. [13]. Cet outil permettrait la collecte automatique et plus complète de traces pendant l'utilisation de PADDLE (choix de l'objectif, du contexte, des données et visualisations retenues), par rapport à la méthode actuelle, et la vérification de contraintes de cohérence entre type de visualisation choisie et type de données. En réponse au problème de mobilisation des utilisateurs cibles, une première piste serait d'inclure les équipes pédagogiques dans la démarche de conception et de pouvoir bénéficier de créneaux dans l'emploi du temps des étudiants. D'autres sessions de travail avec les mêmes contextes, mais à d'autres moments dans le calendrier pédagogique (après les examens par exemple), permettront de déterminer si une adaptation temporelle est à envisager. La poursuite logique de ce travail sera de valider les TBA conçus par les étudiants volontaires sur un premier groupe cible via un prototype. Enfin, nous testerons les TBA validés auprès de l'ensemble des utilisateurs cibles pour évaluer leur usage réel et mesurer leur impact éventuel sur l'apprentissage.

Remerciements Ce travail s'appuie sur le projet P3, développé par l'Université de Lille et co-financé par l'iSite Université Lille Nord-Europe.

Références

1. Bodily, R., Verbert, K. : Review of Research on Student-Facing Learning Analytics Dashboards and Educational Recommender Systems. IEEE Transactions on Learning Technologies **10**(4), 405–418 (Oct 2017)
2. Dabbebi, I., Gilliot, J.M., Iksal, S. : User Centered Approach for Learning analytics Dashboard Generation. In : CSEDU 2019. vol. 2, pp. 260–267. Greece (May 2019)
3. Gilliot, J.M., Iksal, S., Medou, D.M., Dabbebi, I. : Conception participative de tableaux de bord d'apprentissage. In : IHM'18 : 30e Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine. pp. pp. 119–127. Brest, France (Oct 2018)
4. GIVRE, g. : Pratiques officinales et jeu de rôles à la Faculté de Pharmacie de Lille. In : Actes du colloque IXème QPES. Grenoble (Jun 2017)
5. Hallifax, S., Serna, A., Marty, J.C., Lavoué, E. : A Design Space For Meaningful Structural Gamification. In : Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. pp. 1–6. Montreal QC, Canada (2018)
6. Jivet, I., Scheffel, M., Drachsler, H., Specht, M. : Awareness Is Not Enough : Pitfalls of Learning Analytics Dashboards in the Educational Practice. In : Data Driven Approaches in Digital Education. pp. 82–96. Springer International Publishing, Cham (2017)

7. Lachand, V., Serna, A., Tabard, A., Marty, J.C. : De l'efficacite de visualisations indicielles ou symboliques pour la regulation d'activites collaboratives. In : Actes de la 28ième conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine. pp. 144–154. Fribourg, Switzerland (Oct 2016)
8. Lucero, A., Dalsgaard, P., Halskov, K., Buur, J. : Designing with Cards. In : Markopoulos, P., Martens, J.B., Malins, J., Coninx, K., Liapis, A. (eds.) Collaboration in Creative Design : Methods and Tools, pp. 75–95. Springer (2016)
9. Mandran, N. : THEDRE : Traceable Human Experiment Design Research. Theses, Université Grenoble Alpes (Mar 2017)
10. Prieto-Alvarez,C. G., Martinez-Maldonado, R., Buckingham Shum, S. : LA-DECK : A Card-Based Learning Analytics Co-Design Tool. In : Proceedings of the 10thInternational Conference on Learning Analytics and Knowledge. Frankfurt (Mar 2020)
11. Roberts, L.D., Howell, J.A., Seaman, K. : Give Me a Customizable Dashboard : Personalized Learning Analytics Dashboards in Higher Education. Technology, Knowledge and Learning **22**(3), 317–333 (Oct 2017)
12. Roy, R., Warren, J.P. : Card-based design tools : a review and analysis of 155 card decks for designers and designing. Design Studies **63**, 125–154 (Jul 2019)
13. Ruiz, A., Giraldo, W., Arciniegas, J. : Participatory design method : Co-Creating user interfaces for an educational interactive system. In : Proceedings of the XIX International Conference on human computer interaction. pp. 1,8. ACM (Sep 2018)
14. Schwendimann, B.A., Rodriguez-Triana, M.J., Vozniuk, A., Prieto, L.P., Boroujeni, M.S., Holzer, A., Gillet, D., Dillenbourg, P. : Perceiving Learning at a Glance : A Systematic Literature Review of Learning Dashboard Research. IEEE Transactions on Learning Technologies **10**(1), 30–41 (Jan 2017)
15. Sun, K., Mhaidli, A.H., Watel, S., Brooks, C.A., Schaub, F. : It's My Data ! Tensions Among Stakeholders of a Learning Analytics Dashboard. In : Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '19. pp. 1–14. ACM Press, Glasgow, Scotland Uk (2019)
16. Tan, J.P.L., Koh, E., Jonathan, C.R., Yang, S. : Learner Dashboards a Double-Edged Sword ? Students' Sense-Making of a Collaborative Critical Reading and Learning Analytics Environment for Fostering 21st Century Literacies. Journal of Learning Analytics **4**(1), 117–140 (Mar 2017)
17. Teasley, S.D. : Student Facing Dashboards : One Size Fits All ? Technology, Knowledge and Learning **22**(3), 377–384 (Oct 2017)
18. Verbert, K., Govaerts, S., Duval, E., Santos, J.L., Van Assche, F., Parra, G., Klerkx, J. : Learning dashboards : an overview and future research opportunities. Personal and Ubiquitous Computing **18**(6), 1499–1514 (Aug 2014)

Difficultés rencontrées dans le cadre d'une recherche orientée par la conception : un cas concernant l'usage d'un jeu dédié à l'apprentissage de la programmation

Maud Plumettaz-Sieber (3ème année de thèse sur 5 ans)

Université de Fribourg, Rue P.-A. de Faucigny 2, 1700 Fribourg, Suisse
maud.sieber@unifr.ch

Résumé. Dans le canton de Fribourg (Suisse), l'informatique est devenue obligatoire en septembre 2019. Dans ce contexte, nous co-concevons un dispositif comprenant un jeu et un scénario pédagogique pour l'enseignement de la programmation et un modèle de débriefing. Nous adoptons une méthodologie de type Recherche Orientée par la Conception (ROC) pour concevoir, expérimenter en conditions écologiques et analyser le dispositif et le modèle, en vue d'une nouvelle itération, en collaboration avec une équipe interdisciplinaire. Dans cet article, nous analysons notre expérience de ROC, afin d'identifier les difficultés rencontrées lors des processus de collaboration, de conception, d'itération et d'expérimentation en conditions écologiques. Nous avons identifié onze points de difficulté en lien avec la mise en œuvre de notre ROC.

Mots clés : Recherche orientée par la conception (ROC), Jeu numérique, Modèle de débriefing, Didactique de l'informatique.

1 Introduction

Dans le canton de Fribourg (Suisse), l'informatique est devenue obligatoire en septembre 2019 au secondaire II (15-16 ans). Dans ce contexte, nous avons proposé aux enseignants de co-concevoir *Programming Game* [1], un jeu numérique d'apprentissage des bases de la programmation et un scénario pédagogique pour son intégration en classe. Notre thèse porte sur la modélisation de la phase de débriefing après une séance de jeu. Lors de l'apprentissage par le jeu, le débriefing constitue une étape cruciale pour favoriser la métacognition et le transfert des savoirs [4]. Toutefois, cette phase reste difficile à concevoir et à implémenter pour les enseignants [5]. Nous avons adopté une méthodologie de type Recherche Orientée par la Conception (ROC) pour co-concevoir un modèle de débriefing comprenant cinq dimensions : le ressenti, la prise de conscience, la désyncrétisation, la validation et la généralisation [6, 7].

Dans cet article, nous analysons notre expérience de ROC pour identifier les difficultés rencontrées. Ce faisant, nous souhaitons porter un regard réflexif sur la mise en œuvre de notre méthodologie, afin d'en tirer des leçons en termes de conduite de la recherche en collaboration avec le terrain et proposer des pistes d'amélioration du processus. Dans une première partie, nous présentons la ROC, puis nous présentons

notre cas d'étude à partir des propriétés de ce type de méthodologie. Après la présentation de la méthodologie d'analyse, nous présentons et discutons nos résultats.

2 Recherche collaborative et ROC

Les recherches collaboratives amènent les chercheurs à faire de la recherche avec les praticiens, plutôt que sur les praticiens [5, 8]. Ces recherches ont pour finalités, du côté des praticiens, de trouver des réponses à leurs questionnements pratiques, et du côté des chercheurs, à comprendre les pratiques des enseignants ou à éprouver des modèles théoriques en les confrontant aux réalités du terrain. La ROC, ou *Design-Based Research* (DBR) [9], fait partie des recherches collaboratives. Elle allie théorie et pratique de sorte que, lorsque la collaboration réussit, elle permet une double fécondité, à savoir une co-construction du savoir entre praticiens et chercheurs [8, 10].

Dans une ROC, l'objectif est double. Il s'agit, d'un point de vue pratique, de « concevoir un dispositif techno-pédagogique, [et] de produire des résultats pouvant éclairer la pratique » [9, p. 79]. Pour la recherche, les expérimentations « visent à éprouver les modèles théoriques élaborés par la recherche, à les raffiner et, éventuellement, à en construire de nouveaux » [9, p. 79]. La ROC consiste dans un processus itératif qui articule la conception de dispositifs techno-pédagogiques (processus contributif), leur mise en œuvre en conditions écologiques et leur analyse. L'ensemble du processus s'appuie sur la collaboration entre chercheurs et praticiens [9]. La collaboration, la contribution, l'itération et l'expérimentation en conditions écologiques sont les propriétés de la ROC qui seront testées dans notre analyse.

La collaboration amène les participants de la ROC à participer à l'ensemble du processus de co-conception, d'expérimentation, d'analyse et de discussion des résultats. Cette collaboration s'effectue avec différents acteurs : des enseignants, des informaticiens, un *game designer*, etc. Lors de cette collaboration, les participants de la ROC sont amenés à partager leurs savoirs. Ce partage permet une co-construction du savoir entre praticiens et chercheurs permettant une "double fécondité" [10].

La contribution s'effectue lors de la conception, de l'expérimentation et de l'analyse du dispositif techno-pédagogique (pratique) et du modèle théorique (recherche). Dans le processus de co-conception, « la théorie produit de nouvelles possibilités pour la pratique et où la théorie est soumise à l'épreuve de sa mise en pratique » [9, p. 87].

Le processus s'effectue sur un minimum de deux itérations. Chaque itération permet de faire évoluer le dispositif, ainsi que les hypothèses et les outils de récolte de données, à partir des résultats des expérimentations et de l'analyse de données. Dans ce processus itératif, le chercheur doit trouver un équilibre entre recherche et conception [9].

Finalement, les expérimentations sont effectuées en conditions écologiques (dans les classes) afin de tester le dispositif en contexte dit "écologique". Les événements inattendus et les problèmes ne sont pas considérés comme un problème à résoudre, mais comme constituant la réalité du terrain, facilitant l'acceptation des résultats scientifiques par les membres de la ROC, les praticiens et la communauté scientifique.

Dans cet article, nous analysons notre expérience pour identifier les difficultés rencontrées dans les processus de collaboration, de conception, d'itération et d'expérimentation en contextes écologiques, ainsi que les pistes d'amélioration.

3 Méthodologie

Dans cette partie, nous présentons notre cas d'étude de ROC à partir des propriétés de la ROC qui seront testées, ainsi que les données produites et analysées.

3.1 Description du cas d'étude

Lors de la 1ère année du projet *Playing And Computational Thinking* (PACT), nous avons bénéficié d'un financement de la Fondation Hasler et nous avons monté un groupe de participants : cinq enseignants d'informatique, trois informaticiens, deux chercheurs, un graphiste et un *game designer*. La 2ème année, sans financement, la collaboration s'est poursuivie avec un groupe restreint composé de deux enseignants d'informatique, d'un informaticien et de la doctorante. La doctorante a été chargée de mener le projet de conception du dispositif (jeu et scénario pédagogique) et de recherche. Tout au long du processus de co-conception, d'expérimentation et d'analyse, les participants de la ROC ont participé aux échanges. En parallèle à ce processus, nous avons réalisé des séances de recherche et nous avons rédigé des communications présentées lors de conférences [6, 7, 11, 12, 13].

La 1ère année, le travail de co-conception consistait, du côté de la pratique : à modifier le jeu *Programming Game* (version *Beta*) en prenant en compte le nouveau plan d'études en informatique [14], ainsi qu'à proposer un scénario pédagogique intégrant une phase de débriefing ; et du côté de la recherche : à élaborer un modèle de débriefing. Nous avons ainsi rédigé des communications dont les résultats ouvrent des perspectives d'amélioration du dispositif, de la méthodologie de recherche et des outils d'analyse en vue de la seconde itération.

Lors de la 1ère itération, le jeu a été testé dans le canton de Fribourg, dans les cinq classes de nos six enseignants d'informatique participant à la ROC. Nous avons ensuite analysé les résultats et les avons discutés avec ces enseignants, ainsi qu'avec les informaticiens participants à la ROC. Le jeu, le scénario pédagogique, le modèle de débriefing, ainsi que la méthodologie et les outils de récolte et d'analyse des données sont en cours d'amélioration en vue de la 2ème itération qui se déroulera dans les classes des enseignants qui ont poursuivi le travail de collaboration.

3.2 Récolte et analyse des données

Tout au long de notre projet, nous avons rédigé un journal de bord où se trouvent les procès-verbaux des différentes réunions, ainsi que des retours d'expériences des événements marquants de notre projet. Nous avons aussi noté, dans un tableur, la chronologie de tous les événements (des phases de lancement du projet, de co-conception, d'expérimentation, d'analyse et de communication lors de conférences, séminaires ou colloques) du projet, en indiquant le temps consacré à ces séances de

travail et les acteurs présents. Nous avons aussi effectué 5 enregistrements audio de séances de travail. Ces traces ont été analysées à partir d'indicateurs (table 1) définis en amont et issus du cadre théorique (table 1). Nous avons catégorisé les données à partir de ces indicateurs et, pour certains d'entre eux, nous avons fait le choix de récolter des *verbatims* pour compléter nos résultats.

Table 1. Indicateurs pour chaque dimension de la ROC

Dimensions	Indicateurs
Acteurs de la collaboration	Nombre et durée des sessions ; Nombre de personnes présentes aux sessions de lancement de projet, de co-conception, d'expérimentation, d'analyse, de rédaction des articles ; Partage de compétences individuelles (*verbatims*).
Apports de la collaboration	Apports d'idées (*verbatims*) pour le développement du dispositif et du modèle théorique ; Apports critiques (*verbatims*) lors de l'analyse des résultats ; Nombre et type de communications dans la communauté de praticiens et de scientifiques.
Révisions du dispositif élaboré	Nombre d'itérations en cours/prévues ; Identification (nombre et caractérisation) des évolutions du dispositif et du modèle entre les itérations.
Expérimentations et collecte de données	Nombre de tests dans les classes des praticiens de la ROC ; Prise en compte des résultats par les praticiens et les chercheurs (*verbatims*).

4 Analyse et discussion des résultats

Dans notre expérience de ROC, nous avons été confrontés à onze difficultés lors des phases de gestion de projet et de recherche avec les participants. La gestion du projet est un élément central de la ROC pour lequel nous avons rencontré des difficultés dans les processus de collaboration, de conception, et d'itération en conditions écologiques.

Pour atteindre nos objectifs de conception et de recherche, il était primordial de donner autant de place à la partie "recherche" qu'à la partie "conception". Dès lors, en tant que seule chercheuse du groupe, la doctorante a pris la responsabilité du projet de conception et de recherche. L'analyse de nos données montre que la charge de travail liée à cette responsabilité est très importante : 3 séances de lancement de projet ; 11 séances de co-conception ; 9 séances d'expérimentation ; 2 séances d'analyse ; 1 séance d'amélioration du dispositif ; et 13 événements de communication. Au total, il s'agit de 39 événements, dont 52,5 heures de séances collaboratives (hors rédaction et présentation des communications). Nous constatons que la participation de la doctorante est plus importante que celle des praticiens. Le taux de présence aux événements est de 94,8% pour la doctorante, de 53,8% et 38,5% pour les deux informaticiens, elle varie entre 10,3% (E2) et 25,6% (E4) pour les enseignants. Comme nous le constaterons plus loin, la part organisationnelle de la recherche a pris le pas sur le volet qui concerne le travail de recherche, ce qui constitue une difficulté du processus de collaboration. La présence d'un deuxième chercheur dans le projet aurait permis une meilleure répartition des responsabilités dans la gestion du projet.

Les contraintes professionnelles et les disponibilités des participants de la ROC constituent une autre difficulté rencontrée dans notre processus de collaboration, car

elles ont impacté l'organisation des séances, ainsi que les dynamiques dans le groupe. La recherche ne faisant pas partie du cahier des charges professionnelles des enseignants (aucune décharge horaire), il était difficile de réunir l'ensemble des participants lors des séances. Deux groupes se sont donc formés et la doctorante a joué le rôle d'intermédiaire entre les groupes.

En raison de cette séparation entre les groupes, nous avons été contraints d'organiser les séances par thématique, ce qui représente une difficulté du processus de la conception. Certaines séances portaient sur des aspects pédagogiques et didactiques de la conception du jeu et du scénario pédagogique, alors que les autres séances portaient sur les aspects techniques liés au développement du jeu. Nous avons privilégié les séances en commun pour travailler sur le modèle de débriefing, afin de permettre les échanges entre la pratique et la recherche (double fécondité).

Lors de la rédaction des communications scientifiques, nous avons été confrontés à une autre difficulté du processus de conception. La doctorante a bénéficié de l'expertise des praticiens (enseignants, informaticiens, *game designer*) qui ont collaboré à la réalisation de certaines recherches connexes à la recherche doctorale. Toutefois, en raison de la complexité inhérente aux divers objets de notre ROC (jeu, scénario pédagogique et modèle de débriefing, méthodologie de recherche), nous constatons un éclatement des questions à traiter, questions qui ne sont pas toujours en lien direct avec la recherche doctorale (en didactique de l'informatique). La doctorante a souvent été amenée à sortir de son domaine d'expertise pour s'intéresser aux recherches réalisées dans des domaines connexes à sa recherche. Sa légitimité a parfois été remise en question par des chercheurs et enseignants d'informatique, ce qui représente une difficulté du processus de conception. Dans ce contexte, la doctorante doit encore trouver des solutions pour asseoir sa légitimité en tant que chercheuse et clarifier ses objectifs de recherche.

Les différentes temporalités dans la conception constituent une autre difficulté du processus de conception. Ces temporalités ont un effet sur l'articulation entre recherche et conception. Dans notre contexte, nous avons rapidement été mis en contact avec l'ensemble des praticiens pour développer le dispositif et le modèle (conception). Un regard rétrospectif sur l'historique du projet montre une désynchronisation entre les moments dédiés à la conception du jeu et les moments consacrés aux analyses didactiques du jeu. Par exemple, avant la séance de travail avec les enseignants d'informatique sur les obstacles à intégrer dans le jeu, nous aurions dû effectuer une recherche sur les conceptions/obstacles en didactique de l'informatique. En synchronisant ces temps de recherche et de conception, les résultats de la recherche viendraient, de manière plus efficace, soutenir la conception du dispositif.

Le processus itératif permet de faire évoluer le dispositif techno-pédagogique et le modèle. Néanmoins, une difficulté de ce processus semble être l'ampleur du projet. Dans notre contexte, les praticiens et la doctorante ont élaboré une liste des améliorations à apporter au jeu, au tableau de bord et au scénario pédagogique. Toutefois, l'intégration de ces modifications dépendait du nombre et de l'ampleur des modifications, et du temps à disposition pour les intégrer au dispositif. Par exemple, le

nouveau *game design* du jeu n'a pas pu être intégré, car les informaticiens devaient effectuer une refonte totale du jeu, alors que les enseignants effectuaient les premières expérimentations deux mois plus tard. L'élaboration d'une liste des modifications en prenant en compte leur importance, le temps d'implémentation et le temps à disposition, permet de gérer cette difficulté inhérente au processus d'itération.

Finalement, nous avons identifié deux difficultés liées au processus d'expérimentation en conditions écologiques. La première concerne les précautions à prendre pour accéder au terrain, à savoir récolter les consentements des établissements scolaires, et des élèves et/ou de parents d'élèves pour expérimenter le dispositif en classe et filmer les expérimentations. La seconde concerne l'organisation en termes de préparation et mise en place du matériel, et de sauvegarde des enregistrements sur un espace informatique sécurisé. Ces deux difficultés nécessitent une bonne coordination avec les praticiens, ainsi que la mise en place d'un protocole d'expérimentation.

Dans la gestion de projet, nous avons également rencontré des difficultés dans la démarche de recherche avec les enseignants. Cette phase a soulevé des difficultés pour le processus de conception et de son itération.

Nous constatons que les acteurs de la ROC ont contribué à améliorer le dispositif techno-pédagogique. Ce processus de conception n'a toutefois pas abouti lors de la planification de la phase de débriefing, avant la 1ère itération. Malgré un long échange des points de vue pratiques (enseignant E6) et d'arguments scientifiques (doctorante) sur le débriefing après une session de jeu, l'enseignant E6 n'a pas souhaité entrer dans la modélisation de cette phase : "Il faut pas croire, on n'a pas le temps de faire du débriefing [en classe]" (E6). Nous ne sommes pas parvenus à un consensus pour modéliser le débriefing et nous avons laissé E6 libre de réaliser ou non un débriefing dans sa classe. La représentation de cet enseignant sur le débriefing a toutefois constitué une difficulté pour le groupe au moment d'entrer dans le processus de conception. Après la phase d'expérimentation, les représentations de certains enseignants ont évolué. Lors des expérimentations, E6 a réalisé deux phases de débriefing. De même, après la phase d'analyse, un autre enseignant (E4) montre une prise de conscience sur le débriefing : « Je ne sais pas s'il y a une perception dans l'institutionnalisation, une sorte de « sur place » en fait, que y a pas de progressions lors de l'institutionnalisation. Mais en fait, au moment où je le dis, je me rends compte que c'est le contraire, c'est là où on peut construire des choses sur lesquels construire la suite. Mais, d'un côté [..] si on le compare au jeu, le jeu a un côté ludique, motivant, l'institutionnalisation peut vite avoir un côté barbant. […] C'est le contraste entre les deux qui peut être très criant […] » (E4). Ce même enseignant explique « Depuis la dernière réunion, j'ai fait plusieurs débriefings dans ma classe » (E4). Les expérimentations et analyses semblent avoir fait évoluer les représentations de certains enseignants, autre difficulté du processus de conception.

Entre la 1ère et la 2ème itération, deux enseignants ont quitté le projet PACT, car ils n'ont pas réussi à s'approprier l'objet de recherche "débriefing" et se sont focalisés sur l'objet "jeu" de la ROC. E3 explique "Ton jeu est bien, mais j'en utilise un autre qui

me convient mieux" et E6 dit "J'ai d'autres ressources que j'emploie déjà, je vais juste utiliser le jeu en soutien". Nous leur avons proposé de poursuivre le travail sur le débriefing, mais ces deux enseignants n'étaient pas intéressés. Les trois enseignants qui poursuivent le projet se sont appropriés l'objet de recherche "débriefing". À ce titre, E4 dit : « Depuis la dernière réunion [d'analyse des résultats], j'ai fait plusieurs débriefings dans ma classe ». L'appropriation de l'objet de recherche semble être la difficulté à gérer pour permettre le processus itératif en conditions écologiques.

5 Conclusion et perspectives

Notre contribution porte sur l'identification des difficultés liées aux processus de collaboration, de conception, d'itération et d'expérimentation en conditions écologiques de notre projet de ROC et des pistes d'améliorations. Nous avons identifié onze difficultés (table 2).

Table 2. Récapitulatif des difficultés liées aux propriétés de la ROC

Verrous	Gestion de projet	Recherche avec les participants
Acteurs de la collaboration	Temps de gestion de projet ; Disponibilité de participants.	Représentation de l'objet de recherche partagée.
Apports de la collaboration	Organisation des séances ; Objets de la ROC ; Légitimité ; Temporalités Recherche-Conception.	
Révisions du dispositif élaboré	Ampleur des modifications.	Appropriation de l'objet de recherche.
Expérimentations et collecte de données	Autorisations et protocole de récolte de données.	

Notre contribution montre la nécessité d'un travail de préparation à la démarche de recherche. Les représentations et l'appropriation de l'objet de recherche par les participants de la ROC peuvent impacter le processus contributif et itératif. Dans notre ROC, certains enseignants ne se sont pas appropriés l'objet de recherche ce qui a perturbé le processus de collaboration et de conception.

Au niveau organisationnel, la conception du dispositif nécessite une synchronisation entre les temps de recherche et de conception. De cette manière, les résultats de la recherche viennent soutenir la conception du dispositif. La conception du dispositif nécessite également une complémentarité des compétences des participants de la ROC pour rendre possible le travail de conception, d'expérimentation et d'analyse, en raison de la complexité inhérente aux divers objets de la ROC.

Finalement, la ROC dépend de facteurs externes sur lesquels le groupe de travail n'a parfois aucune prise. Pour favoriser la collaboration et la contribution, la recherche devrait faire partie du cahier des charges des participants. Toutefois, il semble actuellement difficile d'obtenir des décharges horaires pour les enseignants.

Bien qu'il s'agisse d'une étude de cas, il nous semble que la plupart des difficultés identifiées dans notre analyse sont généralisables à d'autres ROC. Nous allons

poursuivre notre projet de ROC pour identifier d'éventuelles difficultés supplémentaires, ainsi que d'autres pistes pour améliorer le rapport à la recherche.

Références

1. AlbaSim, « Programming Game », Serious Game, 2018. [En ligne]. Disponible sur : https://www.albasim.ch/fr/nos-serious-games/.
2. Brousseau, G. Théorie des situations didactiques, La pensée sauvage. Grenoble (1998).
3. Brousseau, G. « Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques » (2010).
4. Sanchez, E. « Game-Based Learning », in Encyclopedia of Education and Information Technologies, A. Tatnall, Éd. Cham: Springer International Publishing, p. 1-9 (2019).
5. Liebermann, A. « Collaborative research: Working with, not working on... », Educational Leadership, vol. 43, no 5, p. 29-32 (1986).
6. Plumettaz-Sieber, M., Bonnat, C. et Sanchez, E. « Vers un modèle de débriefing : une étude de cas avec le jeu *Programming Game* », Conférence Didapro8 - DidaSTIC. Lille : France (2020).
7. Plumettaz-Sieber, M., Bonnat, C., & Sanchez, E. « Debriefing and Knowledge Processing. An Empirical Study about Game-Based learning for Computer Education », in Liapis, A., Yannakakis, G., Gentile, M. & Ninaus, N. (Eds.), « GALA 2019 », vol. 11899, p. 32-41, Athens: Springer International Publishing (2019).
8. Desgagné, S. et Bednarz, N. « Médiation entre recherche et pratique en éducation : faire de la recherche "avec" plutôt que "sur" les praticiens », Revue des sciences de l'éducation, vol. 31, no 2, p. 245-258 (2005).
9. Sanchez, E. et Monod-Ansaldi, R. « Recherche collaborative orientée par la conception. Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage », Éducation et didactique, vol. 9, no 2, p. 73-94 (2015).
10. Desgagné, S. et Larouche, H. « Quand la collaboration de recherche sert la légitimation d'un savoir d'expérience », Recherches en Éducation, vol. Hors Série, no 1, p. 7-18 (2010).
11. Sanchez, E., & Plumettaz-Sieber, M. « Teaching and Learning with Escape Games From Debriefing to Institutionalization of knowledge », in Gentile, M., Allegra, M. & Söbke, H. (Eds.), « GALA 2018 », vol. 11385, p. 242-253, Palermo: Springer International Publishing (2020).
12. Plumettaz-Sieber, M., Jaccard, D., Hulaas, J. et Sanchez, E. « Évaluation de l'acceptabilité, de l'utilité et de l'utilisabilité du tableau de bord du jeu "Programming Game" ». Papier présenté dans le cadre de l'atelier "Apprentissage de la pensée informatique de la maternelle à l'Université : retours d'expériences et passage à l'échelle". EIAH 2019, Paris (2019).
13. Plumettaz-Sieber, M., Sanchez, E., Jaccard, D., Hulaas, J., Junod, C., Bardy, L., Simillion, F., Canvel, B., Maurer, A. et Fidanza, L. « Co-conception d'un jeu d'apprentissage de la programmation », in Sanchez, E., Baumberger, B. & Jaccard, D. Actes du colloque scientifique LudoviaCH, p. 47-51, Yverdon (2019).
14. Service de l'enseignement secondaire du deuxième degré S2, « Plan des études gymnasiales, domaine des branches cantonales informatiques ». Etat de Fribourg (2019), [En ligne]. Disponible sur: https://www.fr.ch/sites/default/files/2019-07/Informatique%20%282019%29.pdf.

Principes d'un processus de personnalisation semi-automatique fondé sur un méta-modèle de stratégies pédagogiques utilisant un référentiel de compétences

Louis Sablayrolles (1er année) [1,2] [0000-0002-9355-3450]

[1] Université de Lyon, CNRS, LIRIS, UMR 5205, F-69622 Villeurbanne, France
[2] IRIT UMR 5505, 118 route de Narbonne, Toulouse, France
louis.sablayrolles@{liris.cnrs.fr, irit.fr}

Résumé. Dans le cadre de cette thèse, nous souhaitons définir un processus de personnalisation des activités de l'apprenant, indépendamment de la discipline et du niveau concernés. Ce processus prend place au sein d'une approche par compétences dans laquelle chaque matière enseignée est décrite à partir d'un référentiel de compétences. Nous visons la conception d'un processus semi-automatique paramétrable par un enseignant, et explicable. Pour cela, nous définissons un méta-modèle permettant à l'équipe pédagogique de concevoir des stratégies de personnalisation exprimées sous la forme de règles. Nous associons à ce méta-modèle, un algorithme de personnalisation capable d'exploiter ces stratégies pour proposer à chaque apprenant des activités adaptées à son profil de compétences.

Mots-clés : EIAH, processus de personnalisation, méta-modèle de stratégies pédagogiques, personnalisation de contenu, approche par compétences.

1 Introduction

La personnalisation de l'apprentissage est un domaine de recherche important au sein des EIAH [1]. Ainsi proposer des activités adaptées à l'apprenant, lui permet d'améliorer son acquisition des savoirs [2, 3]. Parmi les différentes classes d'adaptation [1, 3], nous nous intéressons ici au type le plus répandu : la sélection et l'adaptation de matériel pédagogique pour l'apprenant.

L'objectif de nos travaux est de concevoir une approche de personnalisation indépendante de la discipline et du niveau scolaire, capable de proposer du matériel pédagogique adéquat dans le cadre d'une séance de travail pour chaque apprenant au sein d'EIAH disposant d'une modélisation des compétences à acquérir au sein d'un référentiel. Cette approche de personnalisation devra offrir la possibilité aux enseignants de définir ou de choisir la stratégie pédagogique utilisée par le système.

Pour répondre à cet objectif, nous avons défini un processus de personnalisation qui s'appuie sur un méta-modèle de stratégies pédagogiques. Afin que l'apprenant acquière les compétences définies en termes d'objectifs d'apprentissage, le processus utilise le profil de compétences de celui-ci, le contexte de son apprentissage, ainsi que les stratégies pédagogiques définies par les enseignants.

Dans cet article, nous présentons les approches existantes de personnalisation de contenus puis le contexte du projet dans lequel s'inscrit notre démarche, avant de définir nos verrous scientifiques et présenter nos contributions.

2 Personnalisation de contenu dans les EIAH

Les travaux existants distinguent deux formes de recommandation de contenus. La première, nommée « *collaborative filtering* », consiste à utiliser les caractéristiques des utilisateurs afin de leur recommander des ressources. Elle se fonde sur les interactions entre utilisateurs (au sein d'exercices en groupes ou d'échanges sur les exercices par exemple) [4], sur des matrices de recommandation [5] ou sur les ressources déjà recommandées à des utilisateurs similaires (en tenant compte des préférences de l'utilisateur) [6]. Lorsqu'au sein du système les utilisateurs n'interagissent pas entre eux, il est possible d'utiliser leurs caractéristiques individuelles telles que leur personnalité cognitive et comportementale [7] ou encore leurs compétences [8]. La seconde forme de recommandation de contenus, nommée « *content based filtering* », s'appuie sur les caractéristiques des ressources afin de proposer à l'apprenant des ressources similaires à celles qu'il a déjà consultées [9]. Lorsqu'elle est renforcée par la prise en compte du contexte d'apprentissage, cette forme de recommandation permet de fournir des ressources plus adaptées. Certains travaux ont également proposé des solutions hybrides. Un système de recommandation peut ainsi utiliser les caractéristiques des ressources et la similarité des apprenants entre eux pour recommander du contenu à l'apprenant [10].

Au sein des deux formes de recommandation de contenus, nous pouvons distinguer trois approches : la sélection manuelle des ressources d'apprentissage (l'enseignant sélectionne les ressources finales pour l'apprenant), la sélection automatique des ressources d'apprentissage (le système réalise la sélection des ressources finales pour l'apprenant), ou la sélection semi-automatique des ressources d'apprentissage (l'algorithme fait la sélection des ressources finales pour l'apprenant en fonction d'instructions définies par l'enseignant). L'approche manuelle offre des solutions aux enseignants afin de les aider dans la conception, la sélection et l'organisation de leurs contenus pédagogiques [11]. L'approche automatique fonctionne sans intervention humaine et se retrouve dans de nombreux travaux [4, 5, 12]. Dans ces recherches, les recommandations sont fournies grâce à des systèmes à base de probabilités, de *ranking* ou encore de matrices. La dernière approche, qui est la plus intéressante dans le contexte du processus de personnalisation que nous souhaitons concevoir (voir section 3), est l'approche de la sélection semi-automatique des ressources d'apprentissage. A partir de données (telles que des stratégies pédagogiques [8] ou des graphes [13]) fournies par des experts, le système est capable de générer une séquence personnalisée pour chaque apprenant. Lorsque des graphes sont proposés, il est possible de recommander des ressources à l'apprenant, mais également de proposer un chemin d'apprentissage [13, 14]. L'approche semi-automatique est particulièrement intéressante car elle permet, contrairement à une sélection manuelle, de pouvoir gérer un grand nombre d'apprenants. De plus, comparée à un système de sélection automatique, l'approche semi-automatique exploite l'expertise des enseignants pour proposer une pédagogie qui se rapproche de celle enseignée.

Il existe enfin des travaux [15] dans lesquels la modélisation du domaine sous forme de compétences, combinée à l'expression de l'expertise pédagogique sur les ressources et aux intentions didactiques, permet de fournir une recommandation personnalisée à l'apprenant. Ils montrent qu'il est possible d'intégrer ces différents aspects au sein d'un même système, cependant la liberté accordée aux enseignants et la modélisation des compétences sont trop limitées pour répondre à nos objectifs. Ils nous serviront toutefois de référence, avec [8], pour la conception de notre processus.

Avant de détailler notre processus de personnalisation fondé sur une approche semi-automatique, la section suivante introduit le contexte de nos recherches.

3 Contexte : le projet ComPer

Nos travaux s'inscrivent dans le cadre du projet **Compétences et Personnalisation** (http://comper.fr/), dont le but est de concevoir des modèles et des outils au sein d'une approche par compétences, qui selon [16] facilite la validation des acquis.

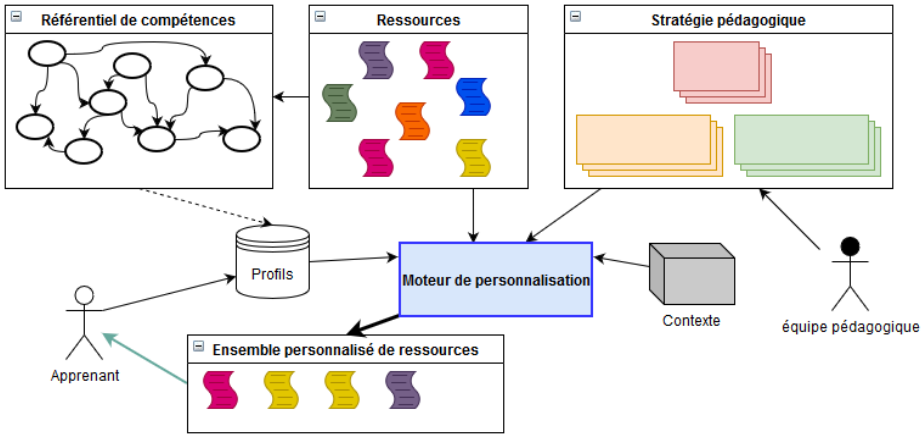


Fig. 1. Composants du processus de personnalisation au sein du projet ComPer

L'environnement de ce projet est illustré par la Figure 1. Un **référentiel de compétences** est un ensemble hiérarchisé de connaissances, savoir-faire et compétences (Knowledge, Skills and Competences abrégé KSC) liés entre eux par des relations(telles que des relations de prérequis, de composition, etc.). La Figure 2 propose une représentation d'un extrait de référentiel sur le calcul mathématiques.

Les compétences représentent un concept complexe qui a été défini dans le cadre de nombreuses recherches. Il n'y a cependant pas de définition consensuelle et universelle de ce concept, mais la littérature montre que les compétences font souvent référence à un ensemble de connaissances, savoir-faire, capacités et autres attitudes et expériences personnelles [17,18]. A l'aide de la définition adoptée par le parlement européen et de la définition retenu dans le socle commun de connaissance et de compétence retenue à l'échelle nationale, nous définissons, dans le cadre du projet ComPer, une compétence comme *la capacité à mettre en oeuvre un ensemble de connaissances et de savoir-faire dans des situations variées pour atteindre les objectifs désirés*.

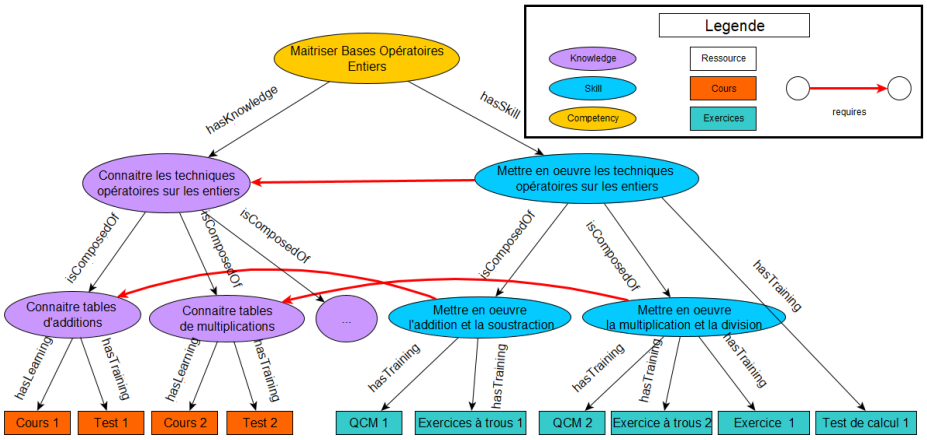


Fig. 2. Représentation d'un extrait de référentiel de compétences

Les **ressources** (des cours ou exercices accessibles en ligne aux formats variés) sont rattachées à un ou plusieurs nœuds pour contribuer à l'apprentissage des KSC.

Un **profil de compétences de l'apprenant** peut alors être calculé à partir des traces des activités réalisées sur les ressources (e.g. réussite ou échec aux exercices). Ce profil est exprimé en termes de maîtrise des nœuds du référentiel de compétences, et comprend deux autres indicateurs (confiance et couverture) qui indiquent respectivement à quel point le taux de maîtrise est fiable, et le taux de sous-noeuds pris en compte pour le calcul du taux de maîtrise.

Le moteur de personnalisation que nous souhaitons concevoir prendra alors en compte l'ensemble de ces éléments, ainsi que le **contexte d'apprentissage**. Celui-ci correspond à des données telles que le temps alloué par l'étudiant pour réaliser la séance de travail ou l'équipement qu'il utilise, permettant de qualifier sa situation d'apprentissage, mais également les intentions éducatives (e.g. révision, découverte de nouvelles compétences) de l'enseignant ou de l'apprenant.

Le système exploitera enfin l'expertise des **équipes pédagogiques** (*i.e.* un ensemble d'enseignants travaillant sur une matière donnée) au travers de **stratégies pédagogiques** (ensemble de règles de personnalisation, voir détails dans la section 5) qu'elles auront définies pour diriger la personnalisation des ressources pour l'apprenant. Le méta-modèle que nous proposons pour ces stratégies pédagogiques est lié au méta-modèle de référentiel défini dans le projet [21].

Ce processus de personnalisation sera appliqué au sein des terrains du projet ComPer regroupant diverses matières (physique-chimie, informatique, français, etc.) et différents niveaux (collège, lycée et université). Puisque nous souhaitons que les enseignants puissent agir sur ce processus, l'analyse de leurs besoins s'appuie sur des travaux précédents et sur des questionnaires dont les résultats sont en cours d'interprétation. Ce processus devra de plus expliquer aux enseignants et aux apprenants les recommandations fournies afin qu'ils puissent se l'approprier.

4 Verrous et démarche scientifique

Notre objectif est de concevoir un processus de personnalisation qui puisse être exploité de manière automatique par un EIAH, et paramétré par l'équipe pédagogique selon ses intentions pédagogiques et ses connaissances des apprenants.

Pour atteindre cet objectif, nous avons identifié les principaux verrous suivants : (i) concevoir des stratégies pédagogiques sur un modèle de compétences exécutables par le système, et paramétrables par les enseignants ; (ii) rendre la décision prise par le système compréhensible par les enseignants afin de faciliter leur appropriation du système et son paramétrage.

Pour répondre à ces verrous, nous envisageons de (i) décomposer une stratégie pédagogique en différentes règles afin de favoriser l'explicabilité du processus de personnalisation, et donc son interprétation par l'enseignant ; (ii) proposer des stratégies indépendantes du domaine et du niveau, *i.e.* s'appliquant à toutes ressources d'apprentissage et tout référentiel de compétences modélisé suivant le méta-modèle de référentiel du projet ComPer ; (iii) exploiter un langage d'expression des stratégies pédagogiques suffisamment expressif pour permettre aux enseignants d'agir sur ces stratégies et suffisamment rigoureux pour être exploité par le processus.

Afin d'évaluer nos propositions liées au premier verrou, nous envisageons de délivrer des questionnaires aux enseignants concernant l'interface d'édition des règles et des stratégies afin de vérifier qu'ils arrivent à exprimer les règles souhaitées. Pour vérifier que les explications fournies par le processus de personnalisation favorisent l'appropriation de notre système par les utilisateurs, nous envisageons de concevoir une expérience sur les différents terrains d'expérimentation du projet ComPer à l'aide de groupes contrôles et de groupes tests.

5 Contributions

Cette section présente nos contributions : un méta-modèle de stratégies pédagogiques, et un processus capable de tirer parti de ce méta-modèle. Ce méta-modèle permettra aux enseignants de concevoir et d'utiliser des stratégies pédagogiques de personnalisation différentes tout en garantissant l'exécution de ces stratégies par le processus de personnalisation. Pour rappel (voir section 3), nous définissons un **noeud** du profil comme étant un *Knowledge*, un *Skill*, une *Compétence* ou une *ressource* issu du référentiel de compétences. **Les descendants d'un noeud** correspondent aux cibles des relations partant de ce noeud.

Une **stratégie pédagogique** est un ensemble de règles conformes au méta-modèle de stratégie pédagogique qui sera implémenté à l'aide de l'étude des besoins. Ces stratégies pédagogiques ainsi que les instances des types de règles présentés ci-dessous peuvent être écrites soit par les membres du projet (**règles ComPer**) ou par les membres des équipes pédagogiques les utilisant (**règles expertes**).

Nous avons défini deux classes de règles : les **règles de sélection** et les **règles d'ordonnancement**. Chaque classe de règle est elle-même décomposée en deux types distincts. Les **règles de sélection de KSC** sélectionnent les KSC du référentiel à travailler en fonction du contexte, du profil de l'apprenant, de leur type (compétence, savoir-faire ou connaissance) et de leurs relations avec les autres nœuds (pré-requis,

composition, etc.). De plus, chaque nœud sélectionné pourra être qualifié par un but pédagogique (*e.g.* approfondissement, travail des pré-requis, etc.) qui complètera l'intention pédagogique de la séance de travail exprimée par l'enseignant (*e.g.* découverte de nouvelles compétences, révision de compétences précédemment travaillées, etc.). Les **règles de sélection de ressources** permettent, pour un nœud du référentiel, de sélectionner les ressources qui lui sont rattachées en fonction de métadonnées telles que leur type (QCM, texte à trou, etc.), leur durée, etc.

Les règles d'ordonnancement représentent la seconde classe de règles. Les **règles d'ordonnancement de KSC** permettent de définir l'ordre dans lequel les nœuds sélectionnés doivent être travaillés, et les **règles d'ordonnancement de ressources** utilisent quant à elles les métadonnées des ressources et le contexte pour ordonner, dans un noeud donné, les ressources issues des règles de sélection ressources

Le processus de personnalisation exploite ces différents types de règles. A partir de la Figure 2, nous avons représenté un profil d'apprenant et illustré les résultats du déroulement du processus, qui suit les étapes suivantes, sur la Figure 3.

Etape 1. Récupération de l'ensemble des noeuds du profil de l'apprenant liés au(x) KSC(s) objectif(s) définis par l'enseignant ou l'apprenant ; sur la figure l'objectif est entouré en rouge. **Etape 2.** A partir des KSC objectifs, application des règles de sélection de KSC pour déterminer les KSC que l'apprenant devra travailler (nœuds verts). Si un nœud n'est pas sélectionné (*e.g.* parce qu'il est maîtrisé comme le noeud *Connaître tables d'additions* de la figure), ses descendants ne le seront pas non plus. **Etape 3.** Spécification d'un ordre de travail des KSC sélectionnés par l'exploitation des règles d'ordonnancement de KSC (ronds jaunes numérotés). Ici le processus sélectionne d'abord les Skills non maîtrisés dont les Knowledges sont maîtrisés, puis les Knowledges non maîtrisés, enfin les Skills non maîtrisées liés à ces Knowledges. **Etape 4.** Pour chacun des KSC sélectionnés, application des règles de sélection de ressources pour déterminer les ressources à travailler (ressources vertes). Sur l'exemple de la figure, la ressource *Exercice 1* n'est pas sélectionnée car sa durée est supérieure au temps alloué à la séance de travail de l'apprenant. **Etape 5.** Ordonnancement des ressources sélectionnées pour chaque KSC, à partir des règles d'ordonnancement de ressources (carrés jaunes numérotés) afin de proposer à l'apprenant un ensemble ordonné de ressources (cadre bleu).

Ainsi, la décomposition à l'aide de règles rend la séquence de ressources fournies à l'apprenant plus facilement explicable. En effet, il sera possible, à l'aide des traces d'exécution de notre processus, de justifier l'application des règles sélectionnées.

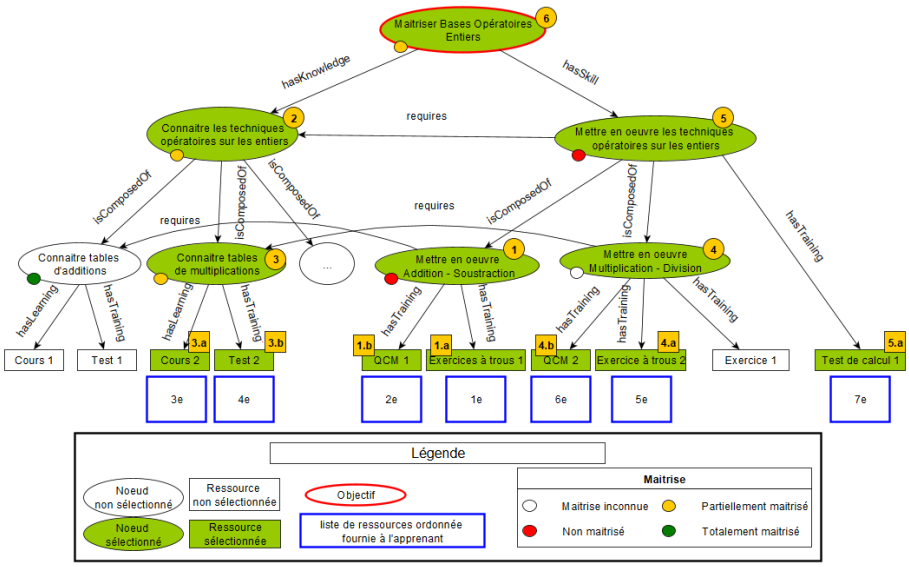


Fig. 3. Illustration du processus de personnalisation sur un profil d'apprenant[1]

6 Conclusion et perspectives

Nous avons présenté dans cet article les principes d'un processus de personnalisation semi-automatique fondé sur un référentiel de compétences. Il s'appuie sur un méta-modèle de stratégies pédagogiques à base de règles, ainsi que sur un algorithme exploitant ce méta-modèle pour proposer des ressources personnalisées à l'apprenant.

A court terme, nous allons appliquer ce processus aux quatre terrains du projet ComPer comprenant différentes matières (français, physique-chimie, et informatique) et des niveaux hétérogènes (enseignements secondaire et supérieur). Les expérimentations qui seront menées permettront d'évaluer la pertinence du processus de personnalisation. À plus long terme, nous souhaitons rendre le processus de personnalisation auto-adaptatif (*i.e.* capable d'analyser son propre fonctionnement) pour augmenter la qualité des recommandations proposées aux apprenants.

Références

1. Kravcik, M., Santos, O., Boticario, J., Bielikova, M., Horvath, T. : Preface. In M., K., Santos, O., Boticario, J., Bielikova, M., Horvath, T., eds. : Proceedings of the 5th International Workshop on PALE, held in conjunction with UMAP 2015. Volume 1388., CEUR Workshop Proceedings (06 2015) 1–7
2. Renninger, K., Su, S. : Interest and its development. In Ryan, R., ed. : The Oxford Handbook of Human Motivation. Oxford University Press (09 2012) 167–187

[1] Une meilleure résolution de l'image est disponible ici

3. Paramythis, A., Loidl-Reisinger, S., Kepler, J. : Adaptive learning environments and e-learning standards. In Williams, R., ed. : Second european conference on e-learning. Volume 1., Academic Conferences and Publishing International Ltd (10 2003) 369–379
4. Zhou, L., El Helou, S., Moccozet, L.e.a. : A federated recommender system for online learning environments. In Popescu, E., Li, Q., Klamma, R., Leung, H., Specht, M., eds. : Advances in Web-Based Learning - ICWL 2012. Volume 7558., Springer (09 2012) 89–98
5. Desarkar, M., Saxena, R., Sarkar, S. : Preference relation based matrix factorization for recommender systems. In Masthoff, J., Mobasher, B., Desmarais, M., Nkambou, R., eds. : UMAP. Volume 7379., Springer (09 2012) 63–75
6. Baidada, M., Mansouri, K., Poirier, F. : Hybrid recommendation approach in online learning environments. In Rocha, A., Serrhini, M., eds. : International Conference Europe Middle East and North Africa Information Systems and Technologies to Support Learning., Springer (06 2018) 39–43
7. Okpo, J., Masthoff, J., Dennis, M., Beacham, N. : Conceptualizing a framework for adaptive exercise selection with personality as a major learner characteristic. In Tkalcic, M., Thakker, D., eds. : Adjunct Publication of the 25th Conference on UMAP, ACM (07 2017) 293–298
8. Mandin, S., Guin, N., Lefevre, M. : Modèle de personnalisation de l'apprentissage pour un eiah fondé sur un référentiel de compétences. In Proceedings of The 7eme Conférence sur les EIAH, ATIEF (06 2015)
9. Ghauth, K., Abdullah, N. : Learning materials recommendation using good lear-ners' ratings and content-based filtering. Educational Technology Research and Development 58(6) (12 2010) 711–727
10. Baidada, M., Mansouri, K., Poirier, F. : Personalized e-learning recommender system to adjust learners' level. In Bastiaens, T., Braak, J., Brown, M.e.a., eds. : Proceedings EdMedia+ Innovate Learning, Association for the Advancement of Computing in Education (06 2019) 1353–1357
11. Corbatto, M. : Modeling and developing a learning design system based on graphic organizers. In Tkalcic, M., Thakker, D., eds. : Adjunct Publication of the 25th Conference on UMAP, ACM (07 2017) 117–118
12. Frenoy, R., Soullard, Y., Thouvenin, I., Gapenne, O. : Adaptive training envi-ronment without prior knowledge : Modeling feedback selection as a multi-armed bandit problem. In Vassileva, J., Blustein, J., Aroyo, L., D'Mello, S., eds. : Proceedings of UMAP 2016, ACM (07 2016) 131–139
13. Nabizadeh, A., Mário Jorge, A., Paulo Leal, J. : Rutico : Recommending successful learning paths under time constraints. In Tkalcic, M., Thakker, D., eds. : Adjunct Publication of the 25th Conference on UMAP, ACM (07 2017) 153–158
14. Piñeres, C., Josyula, D., Jiménez-Builes, J. : Multi-level pedagogical model for the personalization of pedagogical strategies in intelligent tutoring systems. Dyna (Medellin, Colombia) (194) (12 2015) 185–193
15. Bendahmane, M., Falaki, B., Benattou, M. : Toward a personalized learning path through a services-oriented approach. International Journal of Emerging Technologies in Learning (14) (2019) 52–66
16. Spady, W. : Competency based education : A bandwagon in search of a definition. Educational researcher (1) (01 1977) 9–14
17. Campion, M., Fink, A., Ruggeberg, B., Carr, L., Phillips, G., Odman, R. : Doing competencies well : Best practices in competency modeling. Personnel psychology (1) (03 2011) 225–262
18. Association, I.P.M. : Individual competence baseline : For project, programme and portfolio management. Technical report, International Project Management Association (IPMA) (2015)

FASER LX Test : Un outil de mesure de l'expérience d'apprentissage dans une formation en ligne

Yassine SAFSOUF [1,2] – 3e année

[1] Lab-STICC, Université Bretagne Sud, Vannes, France
[2] Laboratoire LIMIE, Groupe ISGA, Marrakech, Maroc
yassine.safsouf@univ-ubs.fr

Résumé. L'objet de cette étude, est de savoir comment suivre et évaluer l'expérience utilisateur des apprenants, lors de leurs utilisations d'une plateforme pédagogique. Pour cela, nous avons identifié plusieurs facteurs qui permettent de mesurer cette expérience. Un outil de mesure (nommé FASER LX Test) a été conçu dans ce sens. Présenté sous forme de questionnaire auto-administré en ligne, le « FASER LX Test » va permettre de tester cinq qualités : les qualités pragmatiques, les qualités « hédonique-stimulation », les qualités « hédonique-satisfaction », la qualité de l'effort et les qualités des échanges sociaux. Ensuite, nous avons testé le « FASER LX Test » sur deux sessions d'un cours en ligne. Les résultats de l'analyse statistique sont très encourageants, ils montrent que la plateforme pédagogique utilisée est jugée simple par les apprenants, flexible, sécurisé et favorisant l'autonomie. Les résultats de l'analyse montrent aussi que la plateforme présente un déficit d'interactions sociales (interactions entre les apprenants et leurs enseignant, ainsi qu'entre les pairs), auquel il faudrait remédier pour améliorer l'expérience des apprenants.

Mots-clés : Expérience utilisateur, Plateforme pédagogique, Échelles UX, Expérience d'apprentissage, FASER LX Test.

1 Introduction

Le terme expérience utilisateur ou UX (en anglais : User eXperience) désigne l'expérience des utilisateurs vécue ou anticipée dans toutes leurs dimensions. Cette notion a beaucoup été confondue avec l'utilisabilité, qui est qualifié par l'organisme international de standardisation (ISO), comme la notion qui traite de l'efficacité, l'efficience et la satisfaction avec laquelle les utilisateurs spécifiés atteignent des objectifs spécifiques dans des environnements particuliers [1], tandis que, l'UX s'occupe de l'ensemble des aspects de l'expérience utilisateur avant, pendant et après l'interaction avec un produit, un service, un environnement ou une entreprise [2]. Ces deux aspects sont indissociables l'un de l'autre afin d'avoir une UX positive.

Dans le domaine de l'apprentissage en ligne, l'utilisation d'une plateforme d'apprentissage numérique est indispensable. Ces plateformes d'apprentissage souvent appelées « plateformes LMS » (acronyme de l'anglais : Learning Management System), permettent aux responsables de structurer, élaborer des scenarios pédagogiques [3], déployer

et partager des ressources d'apprentissage en ligne, afin de les rendre accessibles à distance à n'importe quels moments et de n'importe où. Mais, même si l'utilisation des LMS a sans doute une valeur ajoutée pour l'apprenant, le manque d'engagement et de motivation, peut le laisser insatisfait et le conduire à arrêter sa formation en ligne.

Nous définissons le terme expérience d'apprentissage (LX, acronyme de l'anglais : Learning eXperience), comme l'expérience globale qu'un apprenant vit dans un cadre où il apprend, soit dans un environnement académique traditionnel (comme une salle de classe) ou dans un environnement non traditionnel (hors de l'école ou bien dans une formation en ligne). En plus de l'élaboration de scénarios pédagogiques et du partage de ressources d'apprentissage, les systèmes d'apprentissage numériques ou plateformes LMS, permettent aussi de favoriser les interactions entre apprenants et enseignants, créant ainsi non seulement une expérience d'apprentissage, mais aussi une expérience sociale. Néanmoins, une plateforme LMS qui a une mauvaise LX risque de diminuer le sentiment de qualité de l'ensemble des programmes, laissant l'apprenant frustré et peu engagé dans sa formation. À cet égard, cet article a pour vocation de clarifier les questions suivantes :

- Quels sont les facteurs qui permettent de mesurer l'expérience d'apprentissage ?
- Comment peut-on évaluer cette expérience d'apprentissage ?

Cet article est divisé en 5 sections : après cette introduction, dans la section suivante, nous explorons la littérature afin de choisir les facteurs qui seront utilisés pour mesurer l'UX. La section 3, présente notre outil de mesure, conçu pour les plateformes LMS, pour évaluer et suivre, l'amélioration de l'expérience d'apprentissage dans un cours en ligne. La section 4, décrit la méthodologie adoptée pour collecter et analyser les données de l'étude, suivie d'une discussion des résultats obtenus. Enfin, une conclusion avec quelques limites de cette étude sont traitées dans la section 5.

2 Facteurs de mesure de l'expérience utilisateur

C'est le psychologue cognitiviste américain Donald Norman qui a inventé le terme UX dans les années 90. Ses livres ont rendu ce terme très populaire dans la communauté scientifique spécialisée dans l'interaction homme machine (IHM). Dans son ouvrage « The Design of Everyday Things », Donald Norman indique que le terme UX englobe tous les aspects de l'interaction avec un produit ou un service, y compris, les facteurs liés aux aspects émotionnels et hédoniques [4]. Selon Jakob Nielsen, l'UX rassemble tous les aspects de l'interaction de l'utilisateur final avec l'entreprise, ses services et ses produits [5]. Il ajoute que la notion d'utilisabilité d'un système repose sur 5 critères, à savoir : l'efficience (la facilité avec laquelle l'utilisateur atteint son objectif), la satisfaction, la facilité d'apprentissage, la facilité d'appropriation ou de mémorisation et la fiabilité (faible taux d'erreurs). Leena Arhippainen et Marika Tähti de l'université d'Oulu en Finlande, présentent l'UX comme, l'expérience qu'une personne pourra obtenir lorsqu'elle interagit avec un produit dans des conditions particulières [6]. Elles expliquent aussi que l'UX est le résultat de l'interaction de cinq catégories de facteurs

: facteurs liés à l'utilisateur, facteurs sociaux, facteurs culturels, facteurs liés au contexte de l'utilisateur et d'autres liés au produit. Marc Hassenzahl & Noam Tractinsky, soutiennent quant à eux, que le terme UX est associé à une grande variété de significations, pouvant aller de l'utilisabilité traditionnelle (aspects pragmatiques) à la beauté (aspects hédoniques), en passant par les aspects affectifs ou expérientiels de l'utilisation de la technologie [7]. En se basant sur ces qualités, Hassenzahl a créé un outil d'évaluation de l'UX nommé AttrakDiff [8]. Ce dernier, comprend 28 questions réparties en 4 sous-échelles (pragmatique, hédonique-stimulation, hédonique-identité et attractivité globale).

Au cours de ces dernières années, plusieurs recherches ont été menées afin de comprendre et améliorer l'expérience des apprenants dans des formations en ligne. Une expérience de l'approche classe inversée faite par Awidi et Paynter [9] sur 117 élèves en troisième année de biologie dans une université australienne, montre que la satisfaction, la motivation et l'engagement sont des variables dépendantes pour l'expérience d'apprentissage des étudiants. Dans une autre étude empirique dans laquelle Kasper Hornbæk et Morten Hertzum, étudient la relation entre le modèle TAM (Technology Acceptance Model) [10] et UX [11], les facteurs sélectionnés ont été classés en trois catégories : aspects expérientiels et utilitaires (anxiété, conception esthétique, coût, utilité perçue, utilisation réelle, intention comportementale), aspects individuels et sociaux (attitude à l'égard de l'utilisation, curiosité, critique perçue, confiance, qualité du système, norme subjective) et aspects de perception et objectifs (excitation, intention d'utiliser, satisfaction, âge, sexe, conditions facilitant l'utilisation, achats non planifiés).

Dans nos recherches antérieures [12, 13], nous avons identifié et classé 30 facteurs, qui nous ont permis d'expliquer la satisfaction, l'autorégulation, la continuité d'utilisation et le succès des utilisateurs d'un LMS. Ces facteurs sont issus de plusieurs modèles : le modèle TAM3 [14], le modèle ECM (Expectation Confirmation Model) [15], le modèle D&M ISS (DeLone and McLean Information Systems Success Model [16]) et de la théorie de l'autorégulation SRL (Self-Regulated Learning Theory [17, 18]).

Table 1. – 30 Facteurs de mesure de l'expérience d'apprentissage.

Qualités / Dimension	Pragmatique	Hédonique		Effort	Sociale
		Stimulation	Satisfaction		
Apprenant	Autonomie informatique, Autorégulation	Utilité perçue	Plaisir personnel, Sécurité personnel	Effort personnel, Anxiété perçue	
Enseignant		Réceptivité		Efficacité de l'information	Aptitude à communiquer, Équité
Système	Qualité d'accès à la connexion, Efficacité, Fiabilité, Facilité d'utilisation perçue, Disponibilité, Personnalisation	Interactivité		Indépendance du support et du contexte	
Cours	Diversité des évaluations	Diversité des contenus, Mise à jour du contenu	Qualité du système et de la conception	Qualité des cours, Flexibilité des cours	
Sociale			Image de soi		Norme subjective, Interaction apprenant-apprenant, apprenant-instructeur, instructeur-instructeur

Cinq dimensions ont été proposées pour effectuer un premier classement de ces facteurs, à savoir les facteurs liés à l'apprenant, au système, à l'enseignant, au cours et à la dimension sociale. Un second classement a été fait pour mettre en avant les aspects pragmatiques et hédoniques de ces facteurs. Cinq qualités ont été proposées : les qualités pragmatiques (maniabilité du système et façon dont il permet aux utilisateurs d'atteindre leurs objectifs), les qualités « hédonique-stimulation » (stimulation de l'apprenant initié par le système), les qualités « hédonique-satisfaction » (sentiment de satisfaction fourni par le système), la qualité de l'effort (effort déployé lors de l'utilisation du système), enfin, des échanges sociaux (interactions sociales d'un utilisateur avec les acteurs du système). Le tableau 1 présente les facteurs de mesure de l'UX vis-à-vis de l'utilisation des plateformes LMS, et résume le classement que nous avons proposé.

3 Outil de mesure FASER LX Test

Les échelles UX sont parmi les instruments les plus utilisés pour évaluer l'UX. Ces outils de mesure souvent sous forme de questionnaire auto-administré, sur papier ou en ligne, permettent de savoir rapidement si votre système est perçu comme innovant, efficace, fiable ou encore stimulant. Le questionnaire AttrakDiff [8] est l'un des outils les plus utilisés. Initialement développé en allemand, traduit et validé en français, il présente les questions sous forme de différenciateurs sémantiques en 7 points (échelle de Likert), allant de -3 à +3.

Dans cet article, nous proposons un outil de mesure pour les plateformes LMS, permettant d'évaluer et de suivre, l'amélioration de l'expérience d'apprentissage dans un cours en ligne. Nous avons choisi, de le nommé « FASER LX Test » pour "Formation, Apprenant, Système, Enseignant, Relation". Tout comme AttrakDiff, FASER LX se compose de 30 questions, sous forme de paires de mots antonymes, représentants chacune un facteur présent dans le tableau 1. Le FASER LX est auto-administré, et disponible en ligne sous deux langues : en français (www.safsouf.net/fr/faserlx/) et en anglais (www.safsouf.net/en/faserlx/).

4 Collecte et analyse des données

Dans cet article, nous avons choisi d'évaluer l'expérience d'apprentissage fournie par la plateforme Moodle, dans un cours en ligne intitulé « Programmation orientée objet », sur une période de six semaines. Les participants sont tous des élèves de la 1re année du cycle d'ingénierie informatique, d'un établissement enseignement supérieur privé (ISGA Campus Marrakech). La classe cible est composée de 25 élèves (8 de sexe féminin et 17 de sexe masculin), âgés de 18 à 35 ans (19 élèves entre 18 et 25 ans et 6 entre 26 et 35 ans). En termes de temps d'utilisation de l'ordinateur par jour, 2 élèves ont déclaré que leurs temps d'utilisation étaient d'une à deux heures par jour, 4 entre deux et cinq heures, 17 entre cinq et dix heures et 2 autres plus de dix heures par jour. Concernant leurs niveaux de compétences informatiques, 2 élèves ont exprimé être novice, 13 intermédiaires, 8 avancé et 2 experts.

Nous avons testé le FASER LX Test en deux périodes. La première a été pendant la 2e semaine du cours. La deuxième a été pendant la dernière semaine. Les données récoltées ont été analysées via le logiciel SPSS v. 23. De nouvelles variables représentant les dimensions et les qualités (voir tableau 1) ont été créés et calculées comme la moyenne (μ) des différents facteurs associés (échelle de Likert de 0 à 7). Nous avons aussi calculé l'écart-type (σ) de ces variables, afin de voir l'homogénéité des réponses de nos participants. Le tableau 2 détaille les résultats obtenus avec le pourcentage d'amélioration remarqué.

Table 2. Résultats obtenus par dimensions et qualités pour les deux périodes de l'étude.

		2e semaine		6e semaine		% Progrès
		μ	σ	μ	σ	
Dimensions	Apprenant	3.868	0.542	4.468	0.653	+8.57 %
	Enseignant	4.660	0.831	4.678	0.798	+0.25 %
	Système	4.365	0.675	4.605	0.674	+3.42 %
	Cours	4.520	0.567	4.733	0.783	+3.04 %
	Sociale	4.656	0.596	4.528	0.752	-1.82 %
Qualités	Pragmatiques	4.205	0.543	4.845	0.625	+9.14 %
	Hédonique-satisfaction	4.120	0.612	4.780	0.617	+9.42 %
	Hédonique-stimulation	3.744	0.932	4.104	0.910	+5.14 %
	Effort	4.840	0.902	5.106	0.844	+3.80 %
	Sociale	4.566	0.666	4.606	0.898	+0.57 %

Le FASER LX Test, propose une visualisation des résultats sous forme de deux diagrammes en radar (figures 1 et 2). Le premier permet de représenter la moyenne des facteurs en pourcentage regroupés par dimension. Tandis que le deuxième diagramme représente la moyenne des facteurs en pourcentage regroupés par qualité. Il propose aussi une visualisation individuelle des résultats, les graphiques obtenus sont les mêmes que pour la classe entière. Cette méthode de représentation a pour intérêt, de distinguer rapidement les aspects qui sont perçus comme critique, et qui appellent ou non à des actions d'amélioration à court ou à long terme.

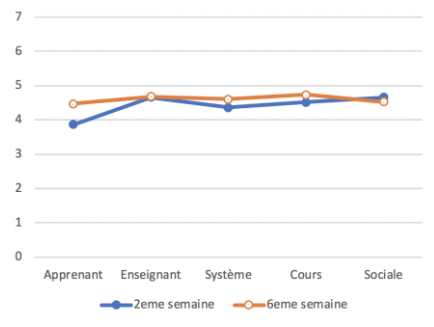


Fig. 1. Résultats obtenus par dimensions.

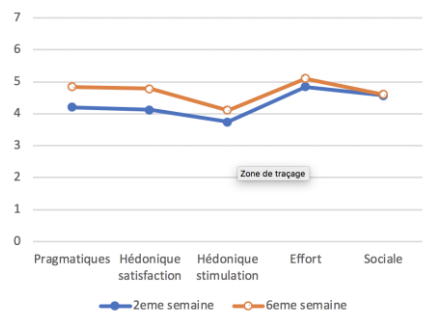


Fig. 2. Résultats obtenus par qualités.

Nous remarquons, d'après les résultats de l'analyse présentée dans le tableau 2, ainsi que le classement des facteurs de mesure (tableau 1), une amélioration pour les facteurs composants la dimension « Apprenant » avec une augmentation des qualités pragmatiques, hédonique-satisfaction et hédonique-stimulation. Cela signifie que, les apprenants ont compris, vers la fin du cours, l'utilité de la formation en ligne, et qu'ils affirment se sentir de plus en plus sécurisés et autonomes. L'amélioration touchant la qualité de l'effort, indique que les apprenants fournissent désormais mois d'effort, et qu'ils sont moins stressés. Les facteurs de l'enseignant n'ont presque pas connu d'amélioration, cela veut dire que, les apprenants n'ont pas remarqué de changement du niveau de l'enseignant. Les résultats indiquent aussi, une légère amélioration pour les deux dimensions « Système » et « Cours ». Cela signifie que, la plateforme utilisée est jugée efficace, simple, disponible, flexible et avec une diversité du contenu et des évaluations. Enfin, une légère diminution a été constatée pour la dimension « Sociale », expliquée par le fait que dans ce cours en ligne, aucune interaction, ni avec l'enseignait, ni avec les pairs n'a été enregistrée. Cela confirme que l'apprentissage collaboratif est essentiel et qu'il faut l'encourager lors d'un cours en ligne.

5 Conclusion et limites

La présente étude que nous avons menée, a pour objectif de trouver les facteurs permettant de mesurer, l'expérience d'apprentissage d'apprenants en ligne afin de pouvoir l'améliorer. Nous avons identifié 30 facteurs, que nous avons classés selon 5 dimensions (apprenant, enseignant, système, cours et social). Sur la base de ces facteurs, un outil de mesure en ligne, a été créé pour évaluer cette expérience. Nommé FASER LX Test, ce dernier se compose de 5 sous-échelles (qualités pragmatiques, qualités hédonique-satisfaction, qualités hédonique-stimulation, qualités d'effort et des échanges sociaux). Les résultats d'une étude menée pendant deux périodes d'un cours en ligne, montrent que les apprenants ont jugé la plateforme d'apprentissage, facile à utiliser, fonctionnelle, fiable, flexible, et favorisant l'autorégulation.

Bien que cette étude détermine quelques facteurs permettant de mesurer l'expérience d'apprentissage en ligne, plusieurs limitations doivent être notées. La première est que l'échantillon est limité à une seule classe. La réalisation de l'étude dans plusieurs classes demanderait des moyens plus importants. En raison du nombre réduit de participants, des analyses statistiques plus poussées n'ont pas été réalisées. Enfin, cette étude se limite à l'apprentissage en ligne dans le secteur de l'enseignement privé au Maroc, et n'a pas inclus le secteur de l'enseignement public. Ces limitations peuvent constituer un obstacle à la généralisation des résultats obtenus. De futures études devront être conduites également dans le secteur public.

Références

1. ISO9241-11 (1998) Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). In: Part 11 Guid. usability. https://www.iso.org/fr/standard/16883.html
2. ISO9241-210 (2010) Ergonomics of human-system interaction. In: Part 210 Human-

centred Des. Interact. Syst. https://www.iso.org/standard/52075.html
3. Olivier Legrand Les différents types de scénarios pédagogiques. http://www.formateurduweb.fr/wp-content/ressources/pdf/modeles_scenario_pedagogique.pdf
4. Norman DA (2004) DESIGNERS AND USERS: TWO PERSPECTIVES ON EMOTION AND DESIGN
5. Nielsen J (1999) Designing Web Usability: The Practice of Simplicity. New Riders PublishingPost Office Box 4846 Thousand Oaks, CAUnited States
6. Arhippainen L, Tähti M (2003) Empirical evaluation of user experience in two adaptive mobile application prototypes. Proc 2nd Int Conf … 27–34
7. Hassenzahl M, Tractinsky N (2011) Behaviour & Information Technology User experience-a research agenda User experience-a research agenda. doi: 10.1080/01449290500330331
8. Hassenzahl M, Burmester M, Koller F (2003) AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. JZiegler G Szwillus (Eds), Mensch Comput 187–196
9. Awidi IT, Paynter M (2019) The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. Comput Educ 128:269–283 . doi: 10.1016/j.compedu.2018.09.013
10. Venkatesh V, Bala H (2008) Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. Decis Sci 39:273–315
11. Hornbæk K, Hertzum M (2017) Technology acceptance and user experience: A review of the experiential component in HCI. ACM Trans Comput Interact 24: . doi: 10.1145/3127358
12. Safsouf Y, Mansouri K, Poirier F (2018) A New Model of Learner Experience in Online Learning Environments. Inf Syst Technol to Support Learn 111:29–38 . doi: 10.1007/978-3-030-03577-8
13. Safsouf Y, Mansouri K, Poirier F (2017) Towards a Multidimensional Model to Study a Critical Success Factors Affecting Continuity and Success in E-Learning Systems. Proc - Int Conf Dev eSystems Eng DeSE 129–134 . doi: 10.1109/DeSE.2017.26
14. Venkatesh V, Bala H (2008) Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. Decis Sci 39:273–315
15. Bhattacherjee A (2001) Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model. MIS Q 25:351 . doi: 10.2307/3250921
16. Delone W., Mclean E r. (2003) the Delone and Mclean model of information sys- tems success: A ten-year update. J. Manag. Inf. Syst. 9–30.
17. Zimmerman BJ (2013) From Cognitive Modeling to Self-Regulation: A Social Cognitive Career Path. Educ Psychol 48:135–147
18. Panadero E (2017) A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. Front Psychol 8:422 . doi: 10.3389/fpsyg.2017.00422

Améliorer l'autorégulation de jeunes élèves lors de l'apprentissage de la lecture

Thomas Sergent[1,2], 1ère année de thèse

[1] Sorbonne Université, CNRS, LIP6, F-75005 Paris, France
[2] Lalilo, Paris, France thomas.sergent@lip6.fr

Résumé. D'après [6,16,17], il apparaît que la capacité à autoréguler son apprentissage a un impact significatif sur la performance académique. Nous présentons ici un travail de recherche visant à entraîner certaines capacités d'autorégulation pour de jeunes enfants, dans le cadre d'une application web d'aide à l'apprentissage de la lecture. Les réponses données par les élèves pourront ensuite être utilisées pour déclencher une remédiation pour les élèves ayant des déficits d'autorégulation, mais aussi pour améliorer l'algorithme d'*adaptive learning* sélectionnant les exercices de lecture.

Mots-clefs: Apprentissage adaptatif · Autorégulation · Métacognition · Feedback.

1 Introduction

D'après Zimmerman [17] traduit par Carré [4], l'autorégulation de l'apprentissage (cf. Figure 1) est un cycle en 3 phases qui se répète à chaque nouvelle tâche à laquelle un apprenant est confronté : d'abord les *processus d'anticipation*, puis une *phase d'action* pendant laquelle l'étudiant réalise la tâche et enfin une *phase d'autoréflexion* sur la performance pour préparer la tâche suivante. C'est une capacité clef pour la performance académique quel que soit l'environnement d'apprentissage [17]. En particulier, dans le cadre de l'apprentissage par ordinateur, l'autorégulation peut être soutenue par différents types d'étayages (*scaffolds*) [2] comme par des *prompts* [12].

L'idée d'adapter l'enseignement à chaque individu n'est pas nouvelle [11] mais se heurte dans la pratique à des barrières de moyens : dans ce contexte, les tuteurs intelligents peuvent pallier ce problème *via* l'*adaptive learning*. Un environnement d'apprentissage est dit *adaptive* dans la mesure où (a) sa conception est basée sur des données concernant les défis des apprenants dans la matière cible, (b) ses décisions pédagogiques changent en fonction des mesures individuelles des apprenants, et (c) il répond de manière interactive à l'action des apprenants [1]. L'adaptation peut se faire au niveau du choix des exercices voire au niveau du contenu de ceux-ci, des retours (*feedback*) ou de l'étayage (*scaffolding*) donnés à l'apprenant.

Comme le soulignent Panadero et al. [14], le but aujourd'hui est à la fois de mesurer et de remédier au sein du même outil - non seulement au niveau de

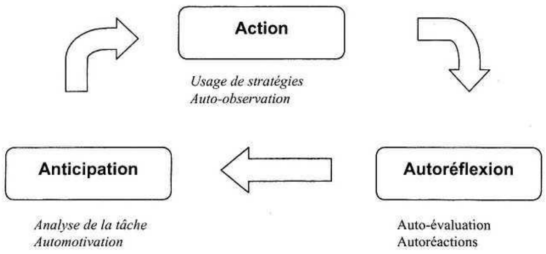


Fig. 1. Schéma de l'autorégulation. Traduit de Zimmerman [17] par Carré [4]

l'autorégulation mais également au niveau de l'adaptation des exercices donnés. Nous nous intéressons plus particulièrement à un public peu étudié, celui des enfants de 5 à 7 ans, dans le contexte original de l'apprentissage de la lecture *via* une application web existante proposant des exercices s'adaptant à leur niveau.

On pourrait s'interroger sur la possibilité pratique d'entraîner l'autorégulation chez de jeunes enfants. Cependant, Dignath et al. [6] ont effectué une méta-analyse de 30 études sur les programmes de formation à l'autorégulation de l'apprentissage à l'école primaire montrant un effet positif significatif. De plus, Zheng [16] a montré dans sa méta-analyse que les étayages d'autorégulation dans des environnements informatiques ont en général un effet positif significatif non négligeable. L'autorégulation est également liée au concept d'auto-efficacité - la croyance qu'a un individu en sa capacité de réaliser une tâche - de Bandura [3] au niveau de la phase d'anticipation et l'amélioration du sentiment d'auto-efficacité est corrélée avec une augmentation des gains d'apprentissage [9].

Par conséquent, nous souhaiterions savoir s'il est possible de mesurer et d'entraîner certaines capacités d'autorégulation en parallèle de l'apprentissage de la lecture chez de jeunes enfants dans un environnement informatique, et dans un second temps, si le profil d'autorégulation de l'élève ainsi déterminé peut être utilisé pour l'adaptation des exercices. Plus précisément, nous nous intéressons à la phase d'autoréflexion et souhaitons répondre à trois questions de recherche : (a) Peut-on mesurer avec précision les capacités à s'auto-évaluer et d'auto-efficacité de jeunes enfants dans un environnement informatique ? (b) Peut-on améliorer les capacités d'auto-évaluation et d'auto-efficacité de jeunes enfants lors de l'apprentissage de la lecture ? (c) Peut-on intégrer des éléments liés au statut d'autorégulation d'un élève dans un algorithme d'adaptive learning ? La 3ème question qui est un des objectifs de cette thèse requiert évidemment une réponse positive préalable aux questions (a) et (b).

2 Travaux connexes

Kramarski et al. [10], cités dans la méta-étude de Zheng [16], ont étudié l'efficience d'un étayage via des questions métacognitives pour des élèves de 9th *grade* (l'équivalent de la 3ème). L'intégralité des articles mentionnés dans cette méta-

étude concerne la phase d'action - c'est-à-dire pendant la résolution d'un exercice - et de plus, aucun ne mentionne des outils pour des élèves de 5 à 7 ans.

La phase d'autoréflexion a été étudiée par exemple *via* le logiciel gStudy [15] - mentionné par Zimmerman [17] - qui permet aux étudiants de s'auto-évaluer à la fin de leurs sessions de travail. Étant donné l'âge des élèves de notre contexte, ce logiciel n'est pas utilisable. D'après Motlagh et al. [13], l'auto-efficacité est également fortement corrélée avec la performance académique pour des lycéens.

3 Présentation de Lalilo

Lalilo[3] est un outil pédagogique numérique d'accompagnement de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Il est destiné prioritairement aux enseignants - les parents d'un élève ne peuvent y accéder qu'avec l'accord de son enseignant - et est actuellement disponible en français et en anglais. Développé depuis 2016, il est utilisé par 15 000 enseignants et 200 000 élèves par mois dans le monde début 2020.

Le logiciel possède deux interfaces : un tableau de bord enseignant et une interface élève sous la forme d'un exerciseur. Cet outil étant destiné à des élèves de 5 à 7 ans, il présente une interface simplifiée. La Figure 2 présente 2 exemples d'exercices portant sur l'identification d'un mot (gauche) et la reconnaissance d'une lettre prononcée (la lettre *a* ici). Généralement, les consignes sont uniquement lues avec la possibilité pour l'élève de les réécouter. Le déroulement typique d'une session (20 minutes en moyenne) est illustré par la Figure 3. Pour un élève donné, Lalilo différencie les types d'exercices donnés en fonction de ses réponses. Le système d'*adaptive learning* prend en compte la probabilité estimée de réussite d'un élève aux exercices disponibles (via un algorithme de *Machine Learning*) ainsi que des facteurs pédagogiques et de diversification des types d'exercices. Nous reviendrons sur ce point dans la section 4.3.

La méthodologie proposée n'est pas spécifique à Lalilo : elle peut s'adapter à tout type de *web exerciser* pour les deux premières questions de recherche.

4 Méthodologie

4.1 QR1 : Mesure de la confiance

Dans le contexte d'élèves de 5 à 7 ans, le fait que les élèves ne sachent pas encore bien lire limite grandement le nombre de supports écrits utilisables. Il y a alors un enjeu quant à la compréhension par les élèves de ce qui leur est proposé en termes d'autorégulation.

Dans un premier temps, nous implémenterons des questions liées à la phase d'autoréflexion de l'autorégulation. L'objectif est de vérifier que les performances effectives des élèves sont cohérentes avec : (a) leur perception de la difficulté des exercices (e.g. "Comment as-tu trouvé cet exercice ?" Réponses possibles :

[3] `https://lalilo.com/`

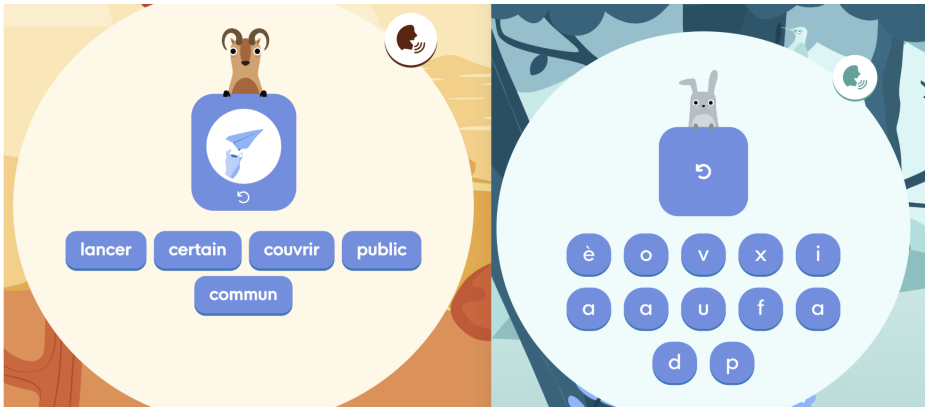


Fig. 2. Vue de l'interface élève de Lalilo, *lalilo.com*

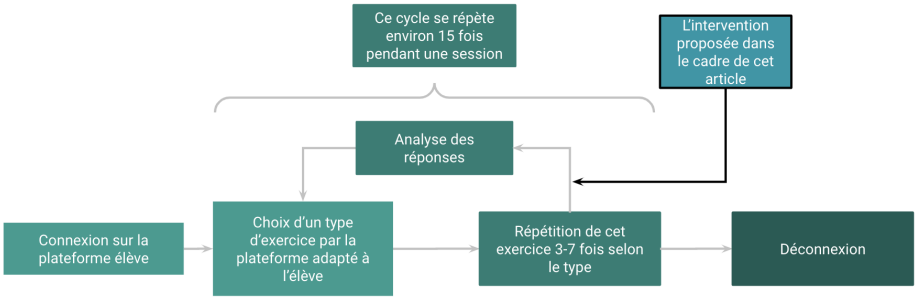


Fig. 3. Déroulement d'une session type d'un élève sur Lalilo

"Bien", "Trop dur", "Trop facile") et (b) leur souhait quant à l'évolution de cette difficulté (e.g. "Tu aimerais avoir des exercices... :" Réponses possibles : "plus difficiles", "plus faciles", "de même difficulté"). Par rapport aux outils classiques d'autorégulation pour les adolescents ou les adultes, la formulation des deux questions sera probablement encore plus un enjeu pour s'assurer que les élèves de 5 à 7 ans les comprendront. Vu que ce sont des élèves qui apprennent à lire, les questions et réponses seront *a minima* énoncées oralement et potentiellement écrites. Diverses formulations seront testées directement d'abord dans des classes puis à travers l'application web, en jouant sur les modalités suivantes :

- le choix des mots dits et écrits
- l'utilisation ou non d'images/icônes pour illustrer les réponses potentielles
- l'agencement des réponses sur l'interface pour éviter un phénomène de clic automatique sur une réponse

Le choix des meilleures formulations sera d'abord filtré par les retours que l'on aura lors de tests en classe. Par la suite, nous étudierons plusieurs combinaisons possibles de formulations et les distributions des réponses pour choisir les formulations les plus adaptées. Nous nous appuierons pour cela entre autres sur l'alpha de Cronbach[5]. Des tests ont d'ores et déjà été menés en présentiel sur une classe pilote pour une prévalidation parmi différentes possibilités (emoji, flèches, adjectifs...). Lorsqu'on leur pose oralement la question de la difficulté perçue, les élèves semblent comprendre le concept de difficulté. En revanche, ces tests ont permis d'écarter les emojis dont le rapport avec la difficulté d'un exercice n'était pas bien compris. Nous essaierons également de détecter des phénomènes de lassitude ou de réponse automatique aux questions par les élèves. Pour cela, nous envisageons différents critères qui, combinés, pourraient témoigner de ces phénomènes : (a) la vitesse pour répondre, (b) l'impact d'un changement dans l'ordre des réponses proposées (c) la variation (ou non variation) temporelle dans les réponses ou encore (d) la cohérence entre les réponses au feedback d'autorégulation et la performance réelle.

4.2 QR2 : Amélioration de l'auto-évaluation et de l'auto-efficacité

Une fois que l'élève a répondu aux deux questions, on peut tout d'abord voir s'il n'a pas compris les questions ou s'il a cliqué par erreur : par exemple s'il est incohérent entre sa perception de la difficulté et son désir de variation de celle-ci pour l'exercice suivant. Dans ce cas, nous verrons si cette incohérence est ponctuelle - ce qui témoignerait plutôt d'une inattention - ou bien répétée - ce qui témoignerait plutôt d'un déficit d'auto-évaluation.

Si l'élève est relativement cohérent entre ses deux réponses, nous pensons être en mesure d'estimer ses capacités d'auto-évaluation en comparant (a) sa réponse à la question sur la difficulté perçue de l'exercice avec (b) sa performance réelle sur l'exercice. Si nécessaire (e.g. un élève qui rate l'exercice mais qui dit l'avoir trouvé facile), nous étudierons comment y remédier.

Enfin, nous regarderons la cohérence entre sa performance et l'évolution souhaitée de la difficulté de l'exercice. Ceci permettra de déterminer son degré

d'auto-efficacité, c'est-à-dire à quel point l'élève souhaite des exercices plus difficiles lorsque sa performance réelle est très bonne. Un faible degré d'auto-efficacité serait caractérisé par une très bonne performance mais un souhait de maintenir ou diminuer le niveau des exercices donnés. Nous identifierons les remédiations les plus efficaces pour lui donner plus confiance en ses capacités, en combinant différentes formes de feedback (e.g. "Tu t'en sors très bien [analyse de performance passée], tu es capable de faire des exercices plus difficiles [estimation de l'algorithme], je crois en toi ! [encouragement]"). Nous nous appuierons pour les feedbacks à donner sur Hattie et al [8] pour sélectionner la nature des feedbacks les plus propices à une amélioration de la performance.

Parallèlement, nous envisageons également d'inclure les enseignants volontaires à notre démarche en (a) leur faisant remonter les feedbacks des élèves sur leur tableau de bord, (b) en leur demandant leur avis sur les souhaits des élèves. Par exemple, si un élève moyen souhaite avoir des exercices plus difficiles et que l'algorithme est indécis, l'enseignant pourrait recommander de suivre ou non ce souhait. Cela pourrait également permettre aux enseignants de se rendre compte des élèves manquant de confiance en eux et de les soutenir. Pour aller plus loin, même si le travail collaboratif n'est pas prévu dans le contexte de Lalilo à court terme, on pourrait s'intéresser au *socially shared regulation of learning* (SSRL) [7] en suggérant à l'enseignant des groupes d'élèves homogènes ou hétérogènes en auto-efficacité via son tableau de bord.

4.3 QR3 : Prise en compte dans l'algorithme d'adaptive learning

À terme, on aimerait pouvoir différencier les exercices de lecture non seulement en fonction des performances effectives mais également en fonction du profil d'autorégulation de l'élève (Figure 4). On pourra étudier en fonction du degré d'auto-évaluation et d'auto-efficacité détectés l'influence de changements dans l'algorithme d'*adaptive learning*. Par exemple, il est possible qu'un élève avec un sentiment d'auto-efficacité faible ait plus souvent besoin d'exercices que l'algorithme estime qu'il sait déjà faire pour se rassurer et mieux progresser.

Afin d'adapter les exercices de lecture, nous possédons actuellement un système de briques essayant d'imiter le raisonnement d'un enseignant donnant un exercice à un élève. Une brique correspond à un critère parmi (a) le niveau de l'élève, (b) la diversification des exercices et (c) certaines contraintes pédagogiques internes au système (par exemple une nouvelle leçon de lettre commence systématiquement par un exercice où l'on doit la reconnaître parmi d'autres). Chaque brique classe les exercices selon son critère. Par exemple la brique "niveau de l'élève" pourrait dire que l'exercice A est plus adapté que l'exercice B en terme de niveau. Les classements des briques sont ensuite agrégés - chacune ayant un poids différent - pour obtenir l'exercice le plus pertinent. Les règles d'agrégation sont aujourd'hui statiques (identiques pour tout le monde, à tout moment) mais nous envisageons de les rendre dynamiques (i.e. s'adaptant à chaque élève en fonction de son profil).

Le profil d'autorégulation détecté *via* les feedbacks pourrait être utilisé de la même manière dans une brique. Celle-ci classerait les exercices selon leur perti-

nence vis-à-vis de l'autorégulation de l'élève et serait agrégée avec les autres pour aboutir au choix de l'exercice le plus pertinent. Étant donné que l'objectif principal du logiciel est l'apprentissage de la lecture, nous pourrons envisager de ne prendre en compte la brique d'autorégulation que si l'élève a un niveau suffisant. Inversement, si quelqu'un avance à un bon rythme, corriger son autorégulation éventuellement incorrecte pourrait être plus prioritaire. Enfin, une autre possibilité serait de donner le contrôle à l'enseignant en l'autorisant à classer ces priorités depuis le tableau de bord (pour sa classe ou par élève).

Fig. 4. Modifications à l'exerciseur pour répondre aux questions de recherche

5 Conclusion et travaux futurs

L'objectif de ce projet est d'améliorer les capacités d'autorégulation de jeunes enfants sur un logiciel type *web exerciser* en parallèle avec leur apprentissage de la lecture. Nous nous concentrons sur les capacités d'auto-évaluation et d'auto-efficacité que nous essaierons dans un premier temps de mesurer. Dans un second temps, nous mettrons en place des remédiations pour pallier les déficits d'autorégulation puis, *in fine*, nous essaierons de prendre en compte le profil d'autorégulation dans l'algorithme donnant les exercices de lecture aux élèves. Être bien autorégulé implique non seulement de s'auto-évaluer mais aussi de bien gérer son temps et ses objectifs d'apprentissage, ses émotions et se mettre dans de bonnes conditions de travail. Ici, nous nous concentrons principalement à la phase d'autoréflexion de l'autorégulation. Dans le futur, nous pourrons également nous intéresser à la phase d'anticipation et l'impact d'une intervention juste avant de donner un nouvel exercice.

References

1. Aleven, V., McLaughlin, E.A., Glenn, R.A., Koedinger, K.R.: Instruction based on adaptive learning technologies. In: Handbook of research on learning and instruction, pp. 522–560 (2016)

2. Azevedo, R., Harley, J., Trevors, G., Duffy, M., Feyzi-Behnagh, R., Bouchet, F., Landis, R.: Using Trace Data to Examine the Complex Roles of Cognitive, Metacognitive, and Emotional Self-Regulatory Processes During Learning with Multi-agent Systems. In: Azevedo, R., Aleven, V. (eds.) International Handbook of Metacognition and Learning Technologies, vol. 28, pp. 427–449. Springer New York, New York, NY (2013)
3. Bandura, A.: Self-Efficacy. In: The Corsini Encyclopedia of Psychology, pp. 1–3. American Cancer Society (2010)
4. Carré, P.: La double dimension de l'apprentissage autodirigé Contribution à une théorie du sujet social apprenant. Canadian Journal for the Study of Adult Education **17**(1), 66–91 (May 2003)
5. Cronbach, L.J.: Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika **16**(3), 297–334 (Sep 1951)
6. Dignath, C., Buettner, G., Langfeldt, H.P.: How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively? Educational Research Review **3**(2), 101–129 (Jan 2008)
7. Hadwin, A.F., Järvelä, S., Miller, M.: Self-regulated, co-regulated, and socially shared regulation of learning. In: Handbook of self-regulation of learning and performance, pp. 65–84. Educational psychology handbook series, Routledge/Taylor & Francis Group, New York, NY, US (2011)
8. Hattie, J., Timperley, H.: The Power of Feedback. Review of Educational Research **77**(1), 81–112 (Mar 2007)
9. Jackson, J.W.: Enhancing Self-Efficacy and Learning Performance. The Journal of Experimental Education **70**(3), 243–254 (Jan 2002), publisher: Routledge _eprint: https://doi.org/10.1080/00220970209599508
10. Kramarski, B., Gutman, M.: How can self-regulated learning be supported in mathematical E-learning environments? Journal of Computer Assisted Learning **22**(1), 24–33 (Jan 2006)
11. Kulik, C.L.C., Kulik, J.A., Bangert-Drowns, R.L.: Effectiveness of Mastery Learning Programs: A Meta-Analysis. Review of Educational Research **60**(2), 265–299 (Jun 1990)
12. Lehmann, T., Hähnlein, I., Ifenthaler, D.: Cognitive, metacognitive and motivational perspectives on preflection in self-regulated online learning. Computers in Human Behavior **32**, 313–323 (Mar 2014)
13. Motlagh, S.E., Amrai, K., Yazdani, M.J., Abderahim, H.a., Souri, H.: The relationship between self-efficacy and academic achievement in high school students. Procedia - Social and Behavioral Sciences **15**, 765–768 (2011)
14. Panadero, E., Klug, J., Järvelä, S.: Third wave of measurement in the self-regulated learning field: when measurement and intervention come hand in hand. Scandinavian Journal of Educational Research **60**(6), 723–735 (Nov 2016)
15. Winne, P.H., Nesbit, J.C., Kumar, V., Hadwin, A.F., Lajoie, S.P., Azevedo, R., Perry, N.E.: Supporting Self-Regulated Learning with gStudy Software: The Learning Kit Project* p. 10
16. Zheng, L.: The effectiveness of self-regulated learning scaffolds on academic performance in computer-based learning environments: a meta-analysis. Asia Pacific Education Review **17**(2), 187–202 (Jun 2016)
17. Zimmerman, B.J.: Investigating Self-Regulation and Motivation: Historical Background, Methodological Developments, and Future Prospects. American Educational Research Journal **45**(1), 166–183 (Mar 2008)

Conception de tableaux de bord pour la visualisation de pratiques numériques juvéniles : cas des collèges du département de Loir-Et-Cher

Nesrine Zibani[123](fin de la première année de thèse)

[1] Techne, Université de Poitiers, [2] LIAS, ENSMA, [3] LIUM, Université du Mans

nesrine.zibani@ensma.fr

Résumé. L'utilisation du numérique s'impose aujourd'hui dans quasiment tous les domaines. En utilisant les différents dispositifs, une masse importante de données est générée sur les activités des élèves. Ces données appelées communément "traces numériques" peuvent être volontaires ou involontaires. L'exploitation de ces traces prend de plus en plus d'ampleur grâce aux bénéfices qu'elles donnent aux analystes, aux concepteurs et aux utilisateurs. Nous menons un travail dans le cadre d'un projet de recherche qui vise principalement à exploiter des traces numériques issues de l'activité de collégiens générées à partir de leur utilisation d'outils et de services numériques mis à leur disposition dans des collèges. L'objectif est de produire des connaissances sur les usages scolaires et de proposer une architecture de tableaux de bord permettant de restituer des pratiques numériques des élèves à destination d'enseignants. Pour concevoir ces tableaux de bord, nous avons organisé des ateliers de conception participative avec des enseignants de collèges afin de collecter leurs besoins. Cet article va porter plus précisément sur l'analyse menée dans le cadre de ces ateliers. Les résultats de cette analyse nous permettent de penser les contours d'un premier dispositif de tableaux de bord destinés à des usages scolaires au niveau des collèges.

Mots-Clés: Tableau de bord, pratiques numériques, traces numériques, collège, conception participative.

1 Introduction

1.1 Contexte

Dans une société de l'information et de la communication, l'environnement technologique évolue constamment. L'école est l'acteur principal qui forme des futurs citoyens maîtrisant le numérique. Dans cette optique, le Ministère de l'Éducation Nationale en France a déployé un Plan Numérique pour l'Education depuis 2015 jusqu'à la fin de l'année scolaire 2016-2017. 1668 collèges ont bénéficié d'équipements numériques [1]. Suite à ce plan, la Direction du Numérique pour l'Éducation dans sa mission d'incubation Numéri'Lab, finance divers projets incubateurs notamment sur la thématique des Learning Analytics. Cette discipline porte sur "la collecte, l'évaluation, l'analyse et la communication de données relatives aux apprenants et leurs contextes

d'apprentissage, dans la perspective d'une compréhension et d'une optimisation de l'apprentissage et de l'environnement" [2].
Notre travail s'inscrit dans le cadre d'un projet incubateur de l'académie d'Orléans-Tours intitulé AT41 ''De l'**A**ppropriation des outils numériques à la **T**ransformation des pratiques pédagogiques dans le département **41**''. Ce projet vise principalement à analyser les pratiques numériques des élèves de collèges publics de Loir-et-Cher, équipés en classe avec des tablettes Sqool à partir de leurs traces numériques et à produire des connaissances sur les usages scolaires des technologies numériques au collège. Les pratiques numériques désignent "un ensemble d'actions instrumentées thématiques, fréquentes et habituelles, construites dans l'interaction avec un objet ou même un milieu visant une certaine efficacité" [3]. La tablette Sqool est une solution française dotée d'un système e-éducatif dédié à l'éducation française, adaptée à chaque cycle, offrant 3 espaces pour : l'élève, l'enseignant et le chef d'établissement [4].
Le suivi des élèves lors des apprentissages avec le numérique est rendu plus difficile car le numérique introduit une opacité dans la perception des activités réalisées par les élèves. Selon une enquête exploratoire menée dans le cadre d'un travail de prospective du Ministère de l'Education Nationale [5], des enseignants de collège interrogés sur les apports des Learning Analytics expriment l'intérêt d'utiliser les traces pour mettre en place une pédagogie différenciée, une remédiation plus adaptée, un suivi des apprentissages hors classe mais également des apports pour évaluer les pratiques numériques de leurs élèves. C'est cet apport qui est au coeur de notre travail qui consiste à concevoir et développer des tableaux de bord qui restituent des pratiques numériques des élèves à destination des enseignants de collèges.
Afin de concevoir et de développer des tableaux de bord adaptés dans les contextes scolaires des collèges, nous avons organisé des ateliers de conception participative avec des enseignants de collèges pour collecter leurs besoins en termes de restitution de pratiques numériques de leurs élèves, celles qui leur semblent pertinentes à prendre en compte dans leurs pratiques pédagogiques. Nous nous focalisons dans cet article sur la description des ateliers menés, l'analyse conduite et les résultats obtenus.

Dans cet article, nous présentons dans la section 1.2 la problématique que nous traitons. Nous présentons ensuite dans la section 2 un état de l'art sur les Learning Analytics et les tableaux de bord ainsi que notre positionnement par rapport aux travaux cités. Dans la section 3, nous décrivons les ateliers de conception participative que nous avons menés avec les enseignants. La section 4 quant à elle sera consacrée la démarche d'analyse menée et des premiers résultats obtenus à partir des ateliers pour dessiner les premiers contours des tableaux de bord souhaités par les enseignants. Cette dernière section fera aussi office de conclusion.

1.2 Problématique

Notre problématique de thèse consiste à identifier une architecture de tableaux de bord dédiée à la restitution de pratiques numériques juvéniles dans des contextes scolaires. Le caractère situé des contextes des collèges suppose la possibilité d'adapter les tableaux de bord aux besoins spécifiques des enseignants et des élèves. Pour répondre à cette problématique, nous tentons de répondre aux questions de recherche suivantes :

- Quels sont les besoins des enseignants en matière de restitution d'analyses de pratiques numériques ? La réponse à cette question nous permettra de concevoir et de développer des tableaux de bord pouvant contribuer au pilotage pédagogique des activités d'apprentissage avec le numérique en classe et hors classe.
- Comment exploiter, traiter et analyser les traces afin de reconstituer ces pratiques numériques ? Cette question nous amènera à nous interroger sur la modélisation et la caractérisation des pratiques numériques identifiées.

Seule la première question de recherche de la thèse fera l'objet de cet article.

2 Etat de l'art et positionnement scientifique

De nombreux travaux sur les tableaux de bord sont menés dans la communauté EIAH en France. Certains travaux [6] sont principalement centrés sur l'identification de structures de tableaux de bord d'apprentissage et différents modèles sont produits dans ce sens (structure de tableau de bord, description des usagers et du contexte...). Ces structures se veulent à la fois génériques pour assurer leur réutilisation, mais aussi en s'adaptant aux besoins spécifiques des utilisateurs. Plusieurs travaux ont été menés dans le cadre du projet ANR Hubble qui vise à créer un observatoire national pour la construction et le partage de processus d'analyse de données massives, issues des traces laissées dans des environnement de type e-learning à destination de l'enseignant, le concepteur, l'administrateur ou le politique [7]. Nous citons aussi le travail [8] sur la conception d'un tableau de bord pédagogique adapté et interopérable répondant à des besoins d'enseignants du primaire et du collège en terme d'indicateurs pédagogiques. Dans l'objectif d'améliorer l'engagement et la réflexion des apprenants dans leur apprentissage, des travaux [9] exploitent les traces numériques d'apprentissage et montrent l'existence d'une corrélation entre engagement, comportement et performance qui a permis d'identifier des facteurs comportementaux liés à la performance académique.

Plusieurs travaux internationaux s'intéressent également aux Learning Analytics et aux tableaux de bord. A titre d'exemple, des chercheurs dans [10] ont présenté une revue systématique de la littérature sur les tableaux de bord d'apprentissage dans les domaines des Learning Analytics et de l'Educational Data Mining. Ils affirment que les tableaux de bord d'apprentissage gagnent en popularité en raison de l'utilisation accrue des technologies éducatives, telles que les systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS) et les cours en ligne ouverts et massifs (MOOC) [10].

Notre travail s'inscrit quant à lui dans la lignée de travaux menés au laboratoire Techné portant sur l'étude de la circulation des pratiques numériques juvéniles [11] [12]. Ces travaux ont permis de mener une analyse par les traces de la circulation des pratiques numériques juvéniles en s'appuyant sur le modèle du système d'activité proposé par Engeström. Le travail réalisé rend compte du comportement juvénile en termes de pratiques numériques et donne des indicateurs sur l'appropriation des technologies par des adolescents.
Alors qu'une grande partie des travaux menés sont centrés sur l'utilisation des traces pour analyser les situations d'apprentissage, pour notre part, nous nous intéressons à

l'activité numérique qui soutient l'activité d'apprentissage quand celle-ci est réalisée avec le numérique. L'analyse des pratiques numériques est un bon indicateur du déroulement de l'activité numérique. Nous ne nous positionnons pas donc dans l'analyse des activités d'apprentissage mais dans l'analyse des pratiques numériques qui sont indispensables pour réaliser les activités d'apprentissage avec le numérique. Nous parlons alors d'analytique de pratiques numériques (Digital Practices Analytics).

3 Mise en oeuvre d'une conception participative des tableaux de bord dans le projet AT41

Des ateliers de conception participative sont organisés en collaboration avec les enseignants des collèges dans le cadre du projet AT41. Les objectifs de ces ateliers consistent à permettre aux enseignants : d'exprimer leurs besoins et d'identifier les informations qu'ils souhaitent consulter/visualiser sur les tableaux de bord.

Pour mener ce travail, nous avons organisé 2 ateliers pour chaque collège. Dans le premier atelier, les enseignants sont répartis dans des groupes de manière à garantir un équilibre au sein de chaque groupe (répartition hommes femmes équilibrée, plusieurs matières représentées dans chaque groupe, expérience d'enseignement répartie entre les groupes… etc). Dans le second atelier, les groupes sont constitués à partir des intérêts des enseignants portés aux mêmes besoins et aux mêmes catégories thématiques des pratiques numériques qu'ils ont exprimés dans l'atelier 1.
Le premier atelier se déroule en 2 phases :
Première phase de l'atelier 1 (Inspiration) : Un travail individuel est enclenché pour que chaque enseignant produise ses propres besoins puis un travail collectif est réalisé avec les autres membres de son groupe afin de dégager des besoins communs puis les prioriser selon leur importance.
Seconde phase de l'atelier 1 (Structuration) : Les enseignants en groupe utilisent un kit de cartes de conception [13] pour catégoriser leurs besoins.

Le second atelier se déroule en deux phases également :
Première phase de l'atelier 2 (Rappels des besoins exprimés) : Les besoins exprimés lors du premier atelier sont structurés selon des catégories thématiques de pratiques numériques d'élèves et de pratiques pédagogiques d'enseignants. Ils sont présentés à nouveau aux enseignants sous une nouvelle forme structurée.
Seconde phase de l'atelier 2 (Explicitation de cas d'usage) : Cette phase consiste pour chaque enseignant individuellement à choisir dans la liste des besoins exprimés et catégorisés les besoins les plus pertinents[1] afin de décrire des cas d'utilisation qui font sens dans sa pratique pédagogique. Les enseignants partageant un intérêt pour les mêmes besoins se regroupent ensuite pour esquisser leurs premières projections en termes de contenu (indicateurs et objectifs) et de visualisations des tableaux de bord.

[1] La volonté est de rendre accessible des besoins exprimés par des enseignants à d'autres enseignants afin de voir s'ils font sens pour eux dans leur pratiques pédagogiques. Cela permet d'identifier des besoins transversaux et consensuels sans pour autant exclure les autres besoins exprimés. Les besoins transversaux sont juste priorisés.

4 Analyse et structuration des résultats des ateliers de conception participative pour dessiner les premiers contours des tableaux de bord

Nous présentons ici la méthodologie que nous avons mise en oeuvre pour extraire les informations pertinentes à partir de tout ce qui a été produit par les enseignants dans les ateliers dans l'objectif d'élaborer des tableaux de bord et pour les structurer.
Cette méthodologie est composée des phases suivantes :
Phase 1 : La première a consisté à mieux connaître notre public cible et à le représenter sous la forme de personas [14]. Pour cela, nous avons collecté un ensemble d'informations sur les enseignants et leurs pratiques pédagogiques et numériques. Toutes les informations collectées ont ensuite été structurées afin de connaître les futurs utilisateurs. Afin d'identifier le persona pour qui nous allons concevoir les tableaux de bord, nous avons recherché les éléments significatifs dans les informations collectées qui différencient les utilisateurs selon des modèles similaires, en fonction de la façon dont ils interagissent avec la situation qui amène à exprimer un besoin. Nous avons identifié 5 thèmes à exploiter. Nous avons donc réorganisé les informations collectées selon les cinq thèmes identifiés, ce qui nous a permis de produire les personas.
Phase 2 : A partir des personas créés, nous avons structuré les cas d'usages habituels en classe déclarés par les enseignants qui donnent lieu à des situations-problèmes et qui ont permis d'aboutir aux besoins exprimés en terme de restitution dans les tableaux de bord. Nous les avons représentés sous la forme de scénarios relevant de catégories thématiques de pratiques numériques. Un scénario d'usage dans ce cas présente la démarche de l'utilisateur qui recherche une application/un outil qui réponde à ses attentes mais l'utilisateur ne trouve pas l'outil idéal. Il permet de comprendre les manques, les attentes, d'identifier les difficultés de cette cible d'utilisateurs représentée par ce persona et donc de mieux comprendre leurs besoins.
La phase 2 grâce aux scénarios d'usage permet de mieux comprendre les problèmes avant une quelconque utilisation et même avant l'existence de l'outil.

Phase 3 : Le caractère faiblement structuré et opportuniste propre à toute démarche de conception amène les enseignants à produire des notes, des représentations graphiques, des schémas etc… ces productions appelées communément des objets intermédiaires (OI) [15] en sociologie de l'innovation comportent des données importantes pour la modélisation des tableaux de bord que ce soit en ce qui concerne les termes employés, les actions réalisées, les lieux spécifiques d'utilisation du tableau de bord, les informations à restituer qui vont permettre l'élaboration des indicateurs pour restituer les pratiques numériques ciblées des élèves. Nous avons donc procédé à la collecte de tous les objets intermédiaires produits que nous avons ensuite analysés. Nous avons également analysé les discussions des enseignants opérées dans la construction de ces objets. A partir de l'analyse de ces OIs, nous avons pu modéliser des scénarios d'utilisation et déduire les indicateurs des tableaux de bord souhaités par les enseignants. Ainsi, la phase 3 grâce aux scénarios d'utilisation permet aux enseignants de se projeter et de décrire les événements anticipés entre l'acteur et le futur outil.
Ce qui distingue les phases 2 et 3 est que la phase 2 permet de bien cerner et comprendre les besoins par rapport à des usages déjà installés sans aucune projection dans le futur

outil, la phase 3 vise à construire, à partir de l'ensemble des scénarios d'utilisation collectés, des scénarios opérationnels afin de caractériser le comportement de l'outil visé.

5 Premiers résultats obtenus et conclusion

Nous nous focalisons dans cette section uniquement sur les premiers résultats obtenus dans le cadre des premiers ateliers réalisés. Les deux premiers ateliers se sont déroulés au sein du collège Pierre de Ronsard de la ville de Mer en Novembre 2019 et en Janvier 2020. Nous avons eu une participation volontaire de 8 enseignants de six disciplines différentes. Les participants ont de 10 à 20 ans d'ancienneté d'enseignement pratiquant des activités numériques diverses. Plusieurs matières étaient représentées : Mathématiques, Technologie, Documentation, Histoire-Géographie, EPS…etc. Les besoins exprimés lors des ateliers sont de deux natures parfois décorrélées : *1. Des besoins relevant de l'observation des pratiques numériques des élèves :* Cette première catégorie exprime les besoins des enseignants d'observer via les tableaux de bord "comment l'élève agit". Elle révèle le besoin d'analyser des pratiques numériques selon quatre catégories thématiques exprimées :

- Des pratiques numériques relevant de la recherche d'information.
- Des pratiques numériques de consultation (consultation de différents types : consignes, documents divers, vidéos …etc).
- Des pratiques numériques de production (par exemple produire une vidéo de sa posture en pratiquant l'acroGym en EPS dans un objectif d'auto-évaluation).
- Autres pratiques spécifiques (dédiées à des logiciels spécifiques par matière comme un logiciel de pilotage de robots dans un cours de technologie).

2. Des besoins relevant des pratiques pédagogiques des enseignants : exprimant les besoins des enseignants d'agir via les tableaux de bord. Elle révèle le besoin d'opérer grâce aux tableaux de bord des actions selon quatre catégories thématiques :

- Des pratiques de suivi de l'activité des élèves (opérer un tutorat réactif et proactif, difficultés rencontrées sur une application spécifique...etc)
- Des pratiques de remédiation (aider l'élève en difficulté…etc)
- Des pratiques de contrôle de l'activité des élèves (encadrer l'activité numérique pour éviter les "dérives"[2] du numérique en classe, piloter la tablette de l'élève, imposer un visuel à l'écran, interrompre un travail en cours…etc)

Parmi toutes ces catégories de pratiques, certaines sont plus dominantes que d'autres. Celles relevant de la recherche d'information et de la consultation sont exprimées de façon consensuelle, transversales voire indispensables à restituer.

Les premiers indicateurs qui ont émergé des ateliers sont classés en quatre catégories. Nous en donnons ici une liste non exhaustive car le travail est toujours en cours :

[2] Terme utilisé par un enseignant qui considère que cela devrait être la vocation première d'un tableau de bord.

Indicateurs de consultation : pour consulter des statistiques sur les sites et les fichiers consultés, le temps passé sur un site et le pourcentage de sites visités, l'état de l'élève devant la tablette (actif, non actif)...etc.

Indicateurs de recherche d'information : analyse et restitution de toutes les recherches : par exemple nombre de tentatives pour réussir sa recherche, état de la recherche ou le nuage des mots clés de la recherche, durée de la recherche...

Indicateurs de suivi : suivi de l'évolution des recherches et consultation au fil du temps avec l'enregistrement de l'historique ...etc.

Indicateurs de compréhension : portent sur l'autonomie, les profils de chercheurs d'informations et le comportement numérique, la pertinence des mots clé saisis lors d'une recherche, la méthodologie et la stratégie utilisées pour la recherche d'information…etc.

Les premières projections laissent entrevoir des besoins de visualisations simples considérées comme efficaces par les enseignants. D'un côté : tableaux, arbres de suivi, des diagrammes de cheminements, des nuages de mots...etc. D'un autre côté des besoins de visualiser le temps qui passe (un sablier du temps), un système d'alerte laissé à l'appréciation de l'élève en cas de difficulté pour une remédiation plus ciblée sont aussi exprimés. Les enseignants insistent sur la nécessité d'avoir deux interfaces, l'une dédiée aux enseignants et l'autre à l'élève avec quelques parties communes partagées entre eux qui serviront d'outils d'awareness [16] pour amener l'élève à opérer une démarche réflexive sur ses propres pratiques numériques en interaction avec l'enseignant.

Références

[1] : Ministère de l'éducation, www.education.gouv.fr
[2] : Long, P. D. et Siemens G. Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. Educause Review. 31-40, (2011).
[3] : Aillerie, K., Pratiques informationnelles informelles des adolescents (14 - 18 ans) sur le Web. Université Paris-Nord - Paris XIII, (2011).
[4] : Ecosystème SQOOL, www.sqool.fr
[5] : Ministère de l'éducation nationale(DNE-GTNum2), Analytique des apprentissage avec le numérique, Etat de l'art du Groupe thématique 2, (2020).
[6] : Dabbebi, I. Conception et génération dynamique de tableaux de bord d'apprentissage contextuels. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. Université du Maine, (2019).
[7] : Projet Hubble, www.hubblelearn.imag.fr
[8] : Martin, B., Hubert, C., Yessad, A., Lécuyer-Cabioch, G., Luengo, V., Conception d'un tableau de bord pédagogique adapté et interopérable, (2017).
[9] : Pierrot, L., Circulation sociale des pratiques numériques juvéniles et genèse instrumentale, Université de Poitiers, (2018).
[10] : Schwendimann, B. A., Rodriguez-Triana, M. J., Vozniuk, A., Prieto, L. P., Shirvani Boroujeni, M., Holzer, A., Gillet, D., et Dillenbourg, P., Perceiving learning at a glance: A systematic literature review of learning dashboard research, (2019)

[11] : Pierrot, L., El-Kechaï H. Cerisier, J.-F., et Iksal, S., Étude de la circulation des pratiques numériques juvéniles : approche par la prescription de l'observation. Conférence EIAH 2017, Strasbourg, France, (2017).
[12] : Pierrot, L., Cerisier, J.-F., El-Kechaï, H., Ramirez, S. Using a mixed analysis process to identify the students' digital practices. Communication dans la conférence The 12th European Conference on Technology Enhanced Learning (ECTEL 2017 Data Driven Approaches in Digital Education), Tallinn (Estonie), (2017).
[13] : Gilliot, J-M., Iksal, S., Medou, D., Dabbebi, I., Conception participative de tableaux de bord d'apprentissage, (2018).
[14] : Cooper, A., Reimann, R., Cronin, D., Noessel, C., About Face: The Essentials of Interaction Design, (2014).
[15] : Vinck, D., De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière: Vers la prise en compte du travail d'équipement. Revue d'anthropologie des connaissances, vol. 3, 1(1), 51-72. doi:10.3917/rac.006.0051. (2009).
[16] : Dourish, P., Bellotti, V., Awareness and Coordination in Shared Workspaces. CSCW 1992: 107-114.

Session posters

En compléments des textes présentés dans ces actes, les images des posters ainsi que des diaporamas sonorisés courts de présentation sont disponibles sur le site des RJC EIAH 2020 :
https://rjceiah20.conference.univ-poitiers.fr/programme/

Conception d'un Jeu Vidéo destiné à l'Apprentissage de Langues : vers la Création de Scénarios Ludo-Educatifs Pertinents

Lizandro Becerra Valderrama[1[0000-0003-4742-0478]] 4ème année

Laboratoire LIDILEM, Université Grenoble Alpes
lizandro.becerra-valderrama@univ-grenoble-alpes.fr

Abstract. La recherche sur la conception de jeux vidéo destinés à l'apprentissage des langues a été jusqu'au présent peu abordée. Nous considérons que l'association intime des problématiques de la didactique des langues, de l'informatique, de la linguistique et du TAL permet de proposer des solutions et des systèmes opérationnels, d'intérêt pour les apprenants et capables de leur offrir une plus-value didactique par rapport aux méthodes et systèmes classiques. De ce fait, la conception d'un système didactique pertinent pour l'apprenant, intégrant un jeu vidéo conçu et destiné à l'apprentissage des langues, est ainsi ce qui dessine problématique. Pour notre première conception du dispositif didactique, nous avons suivi un modèle qui s'approche de notre propos ; le scénario ludo-éducatif conçu pour l'apprentissage des langues en milieu scolaire et qui permet d'inclure l'enseignant de façon organique dans le dispositif. Ainsi, nous pensons que concevoir un dispositif à travers le modèle du scénario ludo-éducatif pourrait s'avérer pertinent pour l'apprenant. Par conséquent, nous souhaitons développer, expérimenter et mettre en place un système didactique adapté aux besoins des apprenants.

Keywords: Jeu vidéo d'apprentissage, Scénario ludo-éducatif, Apprentissage des langues, Système didactique.

1 Introduction

Notre regard porte sur la conception des jeux vidéo destinés à l'apprentissage des langues, autrement nommés jeux vidéo d'apprentissage de langues [Schmoll, 2016]. De tels jeux gardent une relation intime avec les jeux d'apprentissage ou *learning games* [Alvarez et al, 2012] qui font partie de l'univers de *serious games,* domaine de développement du jeu vidéo à but sérieux [Brougère, 2012]. Ces jeux d'apprentissage de langues maintiennent également un lien avec d'autres champs tels que : Les Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education (TICE), *Digital Game-Based Learning* (DGBL), l'Apprentissage/Acquisition des Langues Assistés par Ordinateur (ALAO), et le Traitement Automatique des Langues (TAL). De ce fait, nous nous positionnons dans un domaine à la frontière, notamment, des sciences humaines, des sciences de l'information et de la communication, des sciences de l'éducation, des sciences du langage, de l'informatique et de la didactique de langues.

2 Le cadre

L'association intime des problématiques de la didactique des langues, de l'Informatique, de la linguistique et de TAL permet de proposer des solutions et des systèmes opérationnels, dignes d'intérêt pour les apprenants et capables de leur offrir une plus-value didactique par rapport aux méthodes et systèmes classiques [Antoniadis, 2008]. De ce fait, la conception d'un système didactique pertinent pour l'apprenant, intégrant un jeu vidéo conçu et destiné à l'apprentissage de langues, dessine ainsi notre problématique. Ainsi, nous souhaitons nous questionner sur la pertinence d'un tel dispositif d'apprentissage des langues. Pour cela nous partons d'une première hypothèse H1: «Tout individu peut acquérir une seconde langue vivante seulement s'il le désire, mais surtout s'il en a la nécessité [Krashen et al, 1995]. » Ainsi notre intérêt porte sur la pertinence de ce système d'apprentissage pour l'apprenant des langues, et non sur le déclenchement de l'envie pour apprendre une langue. Notre projet se centre ainsi sur la conception pédagogique et technique d'un dispositif d'apprentissage ; recherche-développement [Guichon, 2012].

3 Le modèle

Afin de concevoir le dispositif, nous avons suivi un modèle qui s'approche de notre propos, soit le scénario ludo-éducatif proposé par [Schmoll, 2016], conçu pour l'apprentissage des langues. Ce modèle du scénario est basé sur les jeux en réalité alternée, s'agissant d'un temps de préparation dans un cadre spatio-temporel qui permettrait l'intégration de l'enseignant au dispositif. Ce temps de préparation commencerait avec une série de séances (scénario encadrant ; hors dispositif technique) permettant de préparer les notions langagières, culturelles et scénaristiques nécessaires à une compréhension linguistique et ludique lors de la seconde étape se déroulant en immersion (scénario encadrée ; dispositif technique). De ce fait, le dispositif technique (le jeu vidéo) est conçu comme une étape de performance langagière. Notre choix d'adopter ce modèle est justifié, d'une part, parce que nous voyons le temps d'utilisation du dispositif technique comme une étape de performance langagière et de restitution des connaissances, et d'autre part, car nous cherchons à inclure l'enseignant de façon organique dans le dispositif afin d'accompagner et guider les séances avant, pendant et après l'utilisation du dispositif technique.

Afin de concevoir un *serious game* nous avons analysé les étapes du modèle de conception DICE (Définir, Imaginer, Créer, Evaluer) [Djaouti, 2011] qui a été conçu pour un but pédagogique. Cependant, ce modèle de conception est inadapté à la construction d'un scénario ludo-éducatif pour l'apprentissage des langues, car le dialogue des étapes ne prend place qu'une fois la phase D accomplie, c'est-à-dire que le processus ne met en dialogue que les étapes 'Imaginer', 'Créer' et 'Évaluer'. Nous considérons que pour notre projet la conception du scénario ludo-éducatif doit suivre les étapes du modèle PLOT (Public, Ludique, Objectifs d'apprentissage et Tâche) [Schmoll, 2016] étant

donné que toutes les étapes y sont en dialogue les étapes sont en dialogue et de ce fait, les tâches hors dispositif peuvent être conçues à l'étape finale.

4 Notre proposition

Nous avons proposé un premier scénario ludo-éducatif adapté aux besoins langagiers (compréhension orale et expression écrite) de l'espagnol LV2. Le projet cible les élèves de niveau 3ème d'un collège public français dans l'Académie de Créteil. Les apprenants se situent entre le niveau A1 et A2 du CECRL, en accord avec le programme de l'Education Nationale et le Socle Commun Européen. Nous avons développé le scénario encadrant et le scénario encadré de notre dispositif en suivant les étapes du modèle de conception PLOT pour construire le scénario ludo-éducatif. Concernant le scénario encadrant, cinq séances de préparation et une de restitution ont été créés, alors que pour le scénario encadré nous avons défini une seule séance de jeu. Pour la thématique à traiter, nous avons choisi la notion « Rencontres avec d'autres cultures » du programme, pour ainsi définir l'histoire, les dialogues du jeu, et les actions du joueur (gameplay). Concernant l'environnement, nous avons proposé la recréation du parc naturel Chiribiquete de la Colombie en 3D, en sachant que dans ce contexte l'élève pourra découvrir des notions sur la diversité naturelle, culturelle, géographique et historique du monde hispanophone.

Concernant le choix technique, il s'agit d'un jeu en 3D d'exploration programmé par *Unity*, compatible avec le langage C# et C++. Le joueur apparait en première personne (*First Personne Shooter*) FPS, accompagné d'un joueur adjuvant (Personnage Non Joueur) PNJ. Le PNJ sert de guide et de locuteur de la LV2. Le joueur exécute la bonne action (compréhension orale) et écrit le bon texte (expression écrite) afin d'avancer dans le jeu. Nous avons opté pour une structure de scénario imbriquée [Koster, 2005] qui permet au sujet de choisir la tâche qu'il va accomplir en premier. Le joueur peut ainsi en grande partie décider de l'ordre dans lequel il va accomplir les épreuves, ce que montre la Figure 1.

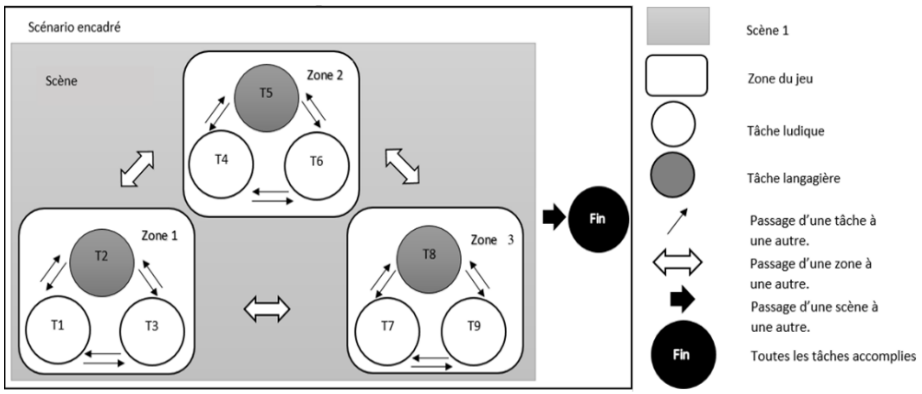


Figure 1: Structure du scénario encadré imbriqué

Ainsi dans la Zone 1, le sujet est libre de faire les tâches langagières et ludiques dans l'ordre qu'il le souhaite et d'effectuer un va-et-vient entre les différentes zones de la Scène. La mission générale du jeu consiste à faire un inventaire d'espèces (plantes et animales) dans un journal de bord virtuel. Pour cela, le joueur doit explorer le terrain, exécuter des actions (tâche ludique) et écrire les caractéristiques des espèces (tâche langagière ; expression écrite) ; ces informations sont fournies par le PNJ à l'orale (tâche langagière ; compréhension orale). Concernant la structure des dialogues, elle reste de type booléen ; elle ne part pas cependant d'une consigne ou d'une question formulée par le PNJ, mais d'un événement déclenché par le sujet qui initie une interaction. De ce fait, la structure des dialogues prend la forme d'un arbre à conditions qui propose des embranchements multiples avec des états parallèles [Koster, 2005]. Ainsi, dans la Zone 2, si (condition) le joueur prend une photo du singe alors (action) le PNJ dit : « *Es un tití. Se trata de un mono de barba roja en peligro de extinción* » (C'est un ouistiti, il s'agit d'un singe de barbe rouge en voie de disparition). Dans la même zone, si (condition) le joueur écrit dans son journal : « *Se trata de un mono de barba roja en peligro de extinción* » alors (action) le PNJ dit : « *Es correcto.* »

5 Perspectives

Nous souhaitons donc développer et mettre en place notre premier scénario ludo-éducatif destiné à l'apprentissage de l'espagnol LV2. Concernant les apports de TAL, nous souhaitons utiliser un analyseur morphologique de l'espagnol afin d'offrir à l'apprenant la prédiction de traits syntaxiques-sémantiques et ainsi faciliter l'écriture des textes.

References

1. Antoniadis, Georges : Du TAL et son apport aux systèmes d'apprentissage des langues, Contributions. Spécialité : Industries de la langue. Habilitation à diriger des recherches, Université Stendhal, laboratoire LIDILEM. Université Stendhal - Grenoble 3 (2008).
2. Alvarez, Julien & Djaouti, Damien : Introduction au Serious game. 2e Revue et augmentée. Questions Théoriques, Paris (2012).
3. Brougère, Gilles : Le jeu peut-il être sérieux ? Revisiter Jouer/Apprendre en temps de serious game. EXPERICE - Université Paris Nord, 117-129 (2012).
4. Djaouti, Damien : Serious Game Design ; considérations théoriques et techniques sur la création de jeux vidéo à vocation utilitaire. Thèse de doctorat en Informatique. Université Toulouse III Paul Sabatier (2011).
5. Guichon, Nicolas : Vers l'intégration des TIC dans l'enseignement des langues. Didier. Paris (2012).
6. Koster, Raph : A grammar of gameplay – Game atoms: can games be diagrammed? Sony Online Entertainment. Futurevision. Game Developers Conference. San Francisco (2005).
7. Krashen, Stephen D. & Terrell, Tracy D : The Natural Approach – Language Acquisition in the Classroom, Longman, Pearson Education, London (1995).
8. Schmoll, Laurence : Concevoir un scénario de jeu vidéo sérieux pour l'enseignement-apprentissage des langues ou comment dominer un oxymore. Thèse de doctorat en Sciences du langage – linguistique. Université de Strasbourg (2016).

Enrichir les pratiques de classe par le numérique : retour des enseignants sur une expérimentation menée en Guadeloupe

Lamprini Chartofylaka [0000-0003-2369-7843]
3ème année de doctorat en Sciences de l'éducation

[1] CRREF (EA-4538) - Université des Antilles
lamprini.chartofylaka@gmail.com

Résumé. Cette communication présente le retour d'expérience de trois professeurs des écoles en Guadeloupe ayant participé avec leurs classes respectives au projet « Technologies éducatives pour l'enseignement en contexte – TEEC ». Ce projet porte sur l'expérimentation d'une pédagogie basée sur les effets de contextes dans le cadre de scénarios pédagogiques construits sur des démarches d'investigation et d'échanges synchrones et asynchrones entre les acteurs de deux territoires distincts (ici : la Guadeloupe et le Québec). Au travers d'entretiens semi-directifs, les enseignants expriment leur ressenti, concernant la collaboration entre élèves, praticiens et chercheurs, le développement des compétences chez les élèves, les conditions techniques de réalisation de l'expérimentation.

Mots-clés : apprentissages collaboratifs, communication à distance, pratiques d'enseignants

1 Introduction

Le projet « Technologies éducatives pour l'enseignement en contexte – TEEC », soutenu par l'ANR et le FRQSC, vise à développer les enseignements basés sur les effets de contextes (EBEC) [1]. Le principe de ces enseignements est de faire enquêter des apprenants de deux territoires distincts (ici la Guadeloupe et le Québec) sur un même sujet d'étude et à les faire échanger par des moyens de communications médiatisée par ordinateur (en mode synchrone et asynchrone) sur les résultats de leur enquête. Les EBEC contribuent à forger des conceptions robustes sur le sujet d'étude considérée [2, 3]. Le projet TEEC comporte cinq itérations (d'une durée de 2 à 3 mois chacune) réparties sur trois niveaux scolaires (école primaire, collège, enseignement supérieur), déroulées pendant les années 2017 à 2019. Dans cette contribution, nous nous focalisons sur le retour d'expérience des enseignants guadeloupéens ayant participé avec leur classe aux trois itérations concernant l'école primaire. Nous commençons par décrire le projet TEEC, puis notre dispositif de recueil de données. Enfin, nous présentons et analysons les résultats obtenus issues des entretiens semi-directifs avec les enseignants.

2 Présentation du projet TEEC

Le projet TEEC s'inscrit dans la continuité de travaux antérieurs (par exemple [4]) ayant permis de développer les EBEC et propose de les expérimenter de manière plus systématique. Ce modèle d'enseignement est construit sur la confrontation à distance de différents contextes, dans le cadre de l'étude d'un même objet (ou concept), en utilisant des outils numériques (visioconférences, espaces numériques de travail…). Le contexte est défini comme formé d'« un ensemble de facteurs qui forment l'environnement dans lequel se passe une situation ou qui permettent de comprendre et d'analyser un être, une action, un énoncé » [5]. Nous nous focalisons ici sur les trois expérimentations successives menées dans les écoles primaires sur les concepts suivants : (1) la langue (objet étudié : le conte) : le conte créole et le conte québécois ; (2) l'éducation au développement durable (objet étudié : le sucre) : la canne à sucre et l'érable ; (3) l'éducation au développement durable (objet étudié : le fruit) : la banane et la pomme. Chaque expérimentation est basée sur un scénario pédagogique conçu en amont par les chercheurs et les professeurs de chaque territoire, destiné à favoriser l'émergence d'effets de contextes [6]. Le scénario comporte des actions de deux types différents menés dans le temps scolaire : (a) Hors visioconférence, les activités de sensibilisation et d'approfondissement sur la découverte de leur contexte direct : étude de textes (récits, sources Internet), rencontres avec des professionnels du domaine (conteur, agriculteur…), sorties de terrain (plantations, exploitations agricoles…) ; (b) En visioconférence, échanges avec les élèves de l'autre territoire : présentation de chaque territoire par les élèves, en particulier les spécificités de leur contexte sur l'objet d'étude et sur les modes de vie.

3 Question de recherche, matériel et méthodes

Dans cette étude, nous portons plus particulièrement notre attention sur le ressenti des enseignants concernant les apports du numérique dans leurs pratiques professionnelles et dans le développement de compétences chez les élèves. À cette fin, ces trois professeurs ont été sollicités pour participer à des entretiens semi-directifs [7]. Les sujets de notre étude sont des enseignants de CM1/CM2 disposant de plusieurs années d'expérience dans l'Éducation Nationale. Les personnes interviewées ont été aussi filmées pour la documentation de notre sujet. La vidéo a été employée comme un support d'entretien dans le cadre d'un processus d'auto-confrontation simple [8].

4 Présentation et analyse des résultats

Le traitement et l'interprétation des données s'est faite au travers d'une analyse de contenu ayant permis de mettre en évidence différentes catégories thématiques [9]. Nous les abordons successivement.

Axe 1 : La collaboration et la découverte de l'autre au travers du numérique : En premier lieu, les enseignants évoquent, dans le cadre de leur participation à ce projet,

des aspects motivationnels et de découverte. Ainsi, les trois enseignants évoquent une expérience révélatrice constituant une opportunité de découverte (EG-1et EG-3) et contribuant au développement de l'estime de soi et des capacités des élèves (EG-2). Par ailleurs, deux professeurs indiquent une motivation relative à la valorisation du patrimoine de la Guadeloupe. Il s'agit à la fois du rôle que l'enseignant pense à avoir à jouer concernant la promotion de la culture locale (EG-2) et de sa contribution à faire découvrir et encourager la consommation (sous ses formes de fruit et de légume) d'un produit local, la banane (EG-3). Enfin, deux des enseignants mentionnent la découverte d'un autre contexte soit en l'évoquant d'une manière relativement globale (découverte du Canada, EG-2) ou de manière plus centrée sur l'objet d'étude (découverte d'un autre fruit, EG-3). En second lieu, les enseignants de la Guadeloupe ont abordé la question du développement des **relations entre acteurs**, considéré comme important pour établir de bonnes compréhensions et collaborations. Il s'agit, d'un côté, des relations entre les **enseignants des deux contextes**. Elles sont nécessaires pour s'accorder sur les programmes scolaires des deux territoires, construire le scénario pédagogique. En retour, elles favorisent l'enrichissement des pratiques professionnelles au travers de la collaboration (EG-1et EG-3). De l'autre côté, les relations entre les **apprenants des deux contextes** suscitent de la motivation à poursuivre le projet malgré l'éloignement géographique. Elles enrichissent la transmission de connaissances facilitée par la collaboration et nourrissent la compréhension d'un savoir au travers de la comparaison avec un autre contexte (EG-1et EG-2).

Axe 2 : Le développement des compétences au travers du numérique : Les trois enseignants mentionnent le développement de **compétences** chez les apprenants. La communication synchrone avec leurs pairs facilite la prise de parole en public et face à la caméra (EG-1). En outre, ils apprennent à communiquer des informations et échanger en ligne. Puis, par l'usage d'un espace numérique de travail (ENT) pour les communications asynchrones, ils découvrent et s'approprient d'un nouvel outil informatique (EG-3). Ainsi, pour les enseignants, les EBEC permettent aux apprenants de construire des compétences relatives au savoir-faire et au savoir être, par des collaborations avec leurs homologues de l'autre territoire (EG-2), ce qui leur permet d'échanger sur les savoirs acquis lors de l'investigation. Les élèves construisent ainsi des connaissances plus expertes sur l'objet d'étude. Enfin, nous devons signaler que les enseignants mentionnent des contraintes liées aux **conditions matérielles**. En effet, la réalisation technique de l'expérimentation nécessite d'accès à des matériels (tablettes, ordinateurs portables…) et à une connexion Internet stable (EG-2), ce qui n'est pas encore le cas dans toutes les écoles en Guadeloupe.

5 Conclusion

L'analyse des entretiens semi-directifs menés avec ces enseignants montre des apports du numérique, en termes de motivations, de contribution au développement de relations entre les acteurs et de développement de compétences chez les élèves. Ainsi, les enseignants soulignent la contribution de ce type de projet au développement de capacités communicationnelles chez les élèves. Au travers des scenarios pédagogiques construits

pour faire émerger des effets de contextes (conformément au principe des EBEC), les enseignants mentionnent également le développement de compétences plus expertes chez les élèves, par la confrontation de leurs conceptions sur un objet d'apprentissage (ici : le conte, le sucre, le fruit…) avec celles des apprenants de l'autre contexte. Enfin, les enseignants détaillent les conditions de réalisation de ce type de projet tant en termes d'interactions entre les acteurs que de conditions matérielles, ce qui permet d'opérer un retour d'expérience nécessaire au développement des EBEC.
Si ces résultats nous semblent encourageants, nous mentionnons cependant deux limites de notre étude. D'une part, le même type de retour d'expérience devra être recueilli pour l'ensemble des itérations du projet TEEC (collège, enseignement supérieur) et, d'autre part, se faire également les enseignants du Québec. Il s'agit des prochains objectifs que nous nous fixons, ce qui permettra de préciser nos constats et de contribuer au développement de ce type d'enseignement.

6 Remerciements

Ces travaux sont financés par le projet TEEC (ANR-FRQSC no 2017-QF-210862). Je voudrais également remercier les enseignants qui ont participé à ce projet et mes directeurs de thèse A. Delcroix et T. Forissier.

7 Références

1. Forissier, T., Bourdeau, J., Psyché, V.: Quand les contextes se comparent et se parlent. ced. (2017). https://doi.org/10.4000/ced.954.
2. Anjou, C.: L'énergie géothermique : Représentation, contextes et enseignements aux Antilles et dans la zone Caraïbe, http://www.theses.fr/2018ANTI0318, (2018).
3. Forissier, T.: Contextualisation et effets de contextes dans l'apprentissage des Sciences, https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02277162, (2019).
4. Forissier, T., Bourdeau, J., Fécil, S.: Interfaces Elève-Machine pour apprendre à partir des contextes. Presented at the IHM'14, 26e conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine , Lille, France (2014).
5. DeLacaze, T.: Contextualisation de l'éducation au développement durable en Guadeloupe : conceptions d'acteurs socioéconomiques, d'élèves du cycle 3 et pratiques enseignantes, http://www.theses.fr/190231505, (2015).
6. Delcroix, A., Forissier, T., Anciaux, F.: Vers un cadre d'analyse opérationnel des phénomènes de contextualisation didactique. pp.141-185 (2013).
7. Kaufmann, J.-C.: L'entretien compréhensif. A. Colin, Paris (2014).
8. Rix-Lièvre, G., Biache, M.-J.: Enregistrement en perspective subjective située et entretien en re-situ subjectif : une méthodologie de la constitution de l 'expérience. intel. 38, 363–396 (2004). https://doi.org/10.3406/intel.2004.1718.
9. Robert, A.D., Bouillaguet, A.: L'Analyse de contenu. Presses universitaires de France, Paris (2007).

Codeclick : Rétroactions Personnalisées Basées sur les *Learning Analytics* pour Supporter l'Apprentissage Pratique de la Programmation

Zahi Hodeib[1,2] (2ème année de Thèse)

[1] Université de Lille, CNRS, UMR 9189, CRIStAL, F-59000 Lille, France
[2] Université Libanaise, faculté de technologie, RADIOCOM, Saida, Liban
zahi.hodeib@univ-lille.fr

Résumé. Cet article présente un nouvel environnement d'apprentissage de la programmation nommé Codeclick. L'environnement a pour objectif de fournir des rétroactions personnalisées et des recommandations destinées à améliorer l'apprentissage des novices. Il s'appuie sur une approche statistique de *Learning Analytics* basée sur les traces numériques des apprenants. Codeclick fournit des visualisations pour permettre aux apprenants de surveiller leurs niveaux de performance. Ces visualisations permettent également à l'enseignant d'identifier les problèmes de blocage et intervenir au moment opportun. Les résultats préliminaires de l'utilisation de Codeclick montrent une amélioration de la performance de chaque apprenant, en termes de nombre d'erreurs commises et de temps passé par activité.

Mots-clés. Programmation, rétroaction, analyse de l'apprentissage, EIAH.

1 Introduction

Au cours des vingt dernières années, l'apprentissage de la programmation est devenu essentiel dans le cursus de nombreuses filières académiques. Cependant, son apprentissage pratique représente une difficulté pour les novices [1]. Cela explique clairement les taux élevés d'échecs et d'abandon, surtout dans les cours d'initiation à la programmation [2]. Généralement, ces activités sont caractérisées par une densité d'apprenants, ce qui augmente la charge de travail des enseignants pour assurer un bon suivi [3]. Par conséquent, ces derniers seront incapables d'accompagner l'apprenant, en situation de blocage de code, en lui fournissant des rétroactions personnalisées. D'autre part, les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) se sont développés largement ces dernières années. Certains de ces systèmes offrent aux apprenants des rétroactions. Cependant, la qualité de ces rétroactions reste non satisfaisante vu qu'elles sont basées sur l'analyse d'une faible quantité d'informations collectées sur les apprenants [4]. Par conséquent, le contenu de ces rétroactions ne reflète pas clairement le niveau de performance atteint par l'apprenant.

Par ailleurs, l'immense quantité d'information, nommée également traces numériques des apprenants, résultante de l'interaction de ces derniers avec les

plateformes éducatives, a ouvert la voie au développement de *Learning Analytics (LA).* Les *LA* visent principalement à exploiter efficacement ces traces pour améliorer l'apprentissage [5]. La section suivante présente des travaux effectués pour exploiter ces traces dans l'objectif de supporter l'apprentissage pratique de la programmation.

2 État de l'Art

Selon la première conférence sur les *LA* intitulée *LAK* (*Learning Analytics and Knowledge conference, 2011*), les *LA* ont été définies comme la mesure, la collecte, l'analyse et la communication de données sur les apprenants et leurs contextes, dans le but de comprendre et optimiser l'apprentissage et l'environnement dans lequel il se déroule [6]. Autrement dit, les *LA* utilisent les traces numériques des apprenants pour fournir aux enseignants des moyens permettant de réagir via des rétroactions [7]. Quelques approches utilisées par les *LA* d'après la littérature, la prédiction, les visualisations via des tableaux de bord et des techniques statistiques. De nombreux, outils, applications web et laboratoires intelligents utilisent les traces numériques pour assister les apprenants. Le Tableau 1 présente certaines de ces technologies.

Tableau 1. Travaux proposant des rétroactions basées sur les traces numériques

Généralement, ces systèmes collectent différentes informations sur les apprenants.

Technologies	Publications	Rétroaction	Données collectées
Applications web	WebToTeach [8]	Alertes et Messages	Code
	Data2U [9]	Tableau de bord	Interactions
	CodeWrite [10]	Messages Instantanés	Code, Interactions
	Exercism	Messages	Code
Outils	Retina [11]	Recommandations Rapport	Temps et Erreurs
	Course Signal [12]	Email Personnalisée	Historique, Notes, Interactions
Laboratoires Intelligents	Smart Lab [13]	Visualisations Personnalisées	Interactions
	Lab4CE [14]	Messages Visualisations	Code, Interactions

Cependant, beaucoup de ces systèmes fournissent des rétroactions sans tenir compte du besoin personnalisé de l'apprenant. De ce fait, l'apprenant se retrouve envahit par l'énorme quantité de rétroactions reçues, qu'il n'arrive pas à comprendre et reste bloqué dans son activité. Dans cet article, nous visons à identifier l'influence des rétroactions personnalisées et des visualisations générées via une approche *LA* sur l'apprentissage pratique de la programmation.

3 Présentation de Codeclick

Codeclick est un environnement d'apprentissage de la programmation, qui propose des activités destinées aux novices apprenants. Chaque activité est composée d'un ensemble de notions à évaluer. Il offre deux modes d'entrainement: Avec Rétroactions (AR) ou Sans Rétroactions (SR). Codeclick collecte et analyse les traces numériques des apprenants (erreurs, nombre de clics, temps passé par activité), les classifie et les stocke dans une base de données. Ces traces subissent ensuite une phase d'analyse statistique basée sur des indicateurs pour évaluer la performance de chaque apprenant selon la formule (1) et par suite générer des rétroactions et des visualisations illustrant ce niveau de performance.

$$P = 100 - 2.5 * NC - 3 * NE - T \quad (1)$$

Avec
NC : Nombre Clics
NE : Nombre Erreurs
T : Temps en minutes/activité

Dans cette formule, la performance de chaque apprenant est associée à trois indicateurs collectés de l'activité, à savoir le Nombre d'Erreurs (*NE*), Nombre de Clics (*NC*) et le temps par activité (*T*). Nous avons attribué une pondération à chaque indicateur en fonction de son importance dans la réalisation de l'activité. Au cours de la réalisation d'une activité donnée Codeclick calcule la performance de l'apprenant et génère une rétroaction personnalisée. Il est inspiré des travaux de [11][12][13] avec une originalité des indicateurs.

4 Expérimentation et Résultats

Nous avons mené une première expérimentation sur deux groupes d'apprenants, formés chacun de sept membres, sélectionnés arbitrairement et pour la même activité. La durée de l'activité était fixée à 10 minutes et les apprenants étaient uniquement des garçons avec un âge moyen de 19 ans. Le groupe G1 a réalisé l'activité en mode AR et le groupe G2 utilise le mode SR. Notre but est d'évaluer le niveau de performance des apprenants afin de fournir des rétroactions personnalisées. Pour ce faire nous nous sommes appuyés sur des statistiques basées sur des indicateurs (*NE*, *NC*, *T*). Ces statistiques sont utilisées pour générer des rétroactions et visualisations. Les résultats préliminaires montrent que les apprenants du groupe G1 ont atteint des niveaux de performance plus satisfaisants en termes d'erreurs commises et de temps passé par activité (Fig.1).

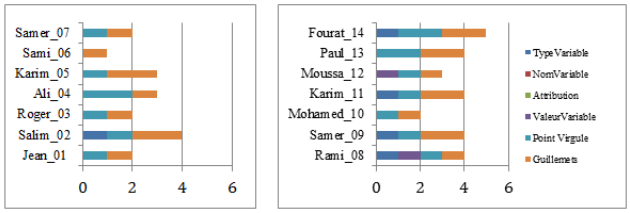


Fig. 1. Visualisations représentant le nombre et types d'erreurs des groupes G1 et G2

5 Conclusion

L'apprentissage pratique de la programmation nécessite la mise en place de systèmes capables de générer des rétroactions personnalisées basées sur les traces numériques des apprenants. Dans cet article, nous avons présenté l'environnement Codeclick, qui s'appuie sur une approche statistique de *LA* pour analyser les traces des apprenants afin de fournir des rétroactions personnalisées. Les résultats préliminaires montrent que les apprenants privilégiés par des rétroactions atteignent des niveaux de performance plus satisfaisants en termes d'erreurs de code et de temps passé par activité.

Références

1. Lahtinen E, Ala-Mutka K, Järvinen H-M. A Study of the Difficulties of Novice Programmers. *Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. ITiCSE '05. New York, NY, USA : ACM, 2005 : 14–18.
2. Bennedsen J, Caspersen ME. Failure Rates in Introductory Programming. *SIGCSE Bull.* 2007 ; 39 : 32–36.
3. Gulwani S, Radiček I, Zuleger F. Feedback Generation for Performance Problems in Introductory Programming Assignments. *Proceedings of the 22Nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering*. FSE 2014. New York, NY, USA : ACM, 2014 : 41–51.
4. Ferguson P. Student perceptions of quality feedback in teacher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 2011 ; 36 : 51–62.
5. Pardo A, Dawson S, Dawson S. Learning Analytics: How Can Data Be Used to Improve Learning Practice? *Measuring and Visualizing Learning in the Information-Rich Classroom* 2015 ;.
6. Siemens G, Long P. Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *EDUCAUSE Review* 2011 ; 5 : 30–32.
7. Villamañe M, Alvarez A, Larrañaga M. Supporting competence-based learning with visual learning analytics and recommendations. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. 2018 : 1572–1575.
8. Arnow D, Barshay O. WebToTeach: an interactive focused programming exercise system. *FIE'99 Frontiers in Education. 29th Annual Frontiers in Education Conference. Designing the Future of Science and Engineering Education. Conference Proceedings (IEEE Cat. No.99CH37011*. 1999 : 12A9/39-12A9/44 vol.1.
9. Khan I, Pardo A. Data2U: scalable real time student feedback in active learning environments. 2016 : 249–253.
10. Denny P, Luxton-Reilly A, Tempero E, *et al.* CodeWrite: supporting student-driven practice of java. *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education - SIGCSE '11*. Dallas, TX, USA : ACM Press, 2011 : 471.
11. Murphy C, Kaiser G, Loveland K, *et al.* Retina: Helping students and instructors based on observed programming activities. 2009 : 178–182.
12. Arnold KE, Pistilli MD. Course signals at Purdue: using learning analytics to increase student success. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge - LAK '12*. Vancouver, British Columbia, Canada : ACM Press, 2012 : 267.
13. Alammary A, Carbone A, Sheard J. Implementation of a Smart Lab for Teachers of Novice Programmers. 2012 ; 123 : 10.
14. Broisin J, Venant R, Vidal P. Lab4CE: A Remote Laboratory for Computer Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 2017 ; 27 : 154–180.

Co-conception d'un tableau de bord d'apprentissage exploitant les Learning Analytics

Person Joël[1] [0000-0002-9442-3383]

[1] CREN (Centre de Recherche en Education de Nantes) – Université de Nantes - France
joel.person@univ-nantes.fr

Abstract. Notre travail de thèse s'inscrit dans la recherche LEAP Num' (les Learning Analytics pour l'enseignement-apprentissage avec et sur le numérique) se déroulant dans un lycée labellisé Incubateur numérique de l'académie de Nantes (France). Nous cherchons à comprendre si, et en quoi, les Learning Analytics peuvent être une ressource pertinente pour l'enseignement-apprentissage. Dans une démarche de conception participative, nous accompagnons les enseignants dans la définition et l'expression de leurs besoins autour de situations techno-pédagogiques propices à l'utilisation des données d'apprentissage.

Keywords: co-conception, genèse instrumentale, tableau de bord, learning analytics.

1 Introduction

Le champ émergent des Learning Analytics (LA) s'inscrit dans le contexte de développement du Big Data et s'intéresse à l'exploitation des données des apprenants en vue de la compréhension et de l'amélioration des apprentissages [1]. Pour les promoteurs des LA, notamment Siemens [2], celles-ci permettraient la modélisation de comportements d'apprenants et de parcours d'apprentissage, le diagnostic et la prédiction, la remédiation, la personnalisation, pour les enseignants et les apprenants. Cet enthousiasme est toutefois tempéré par des limites liées aux questions éthiques [3] et épistémologiques [4], ainsi qu'à des résultats de recherche décevants [5].

Dans le cadre de la recherche Leap Num' (Les Learning Analytics pour l'Enseignement-Apprentissage avec et sur le Numérique) dans un lycée français labellisé Incubateur Numérique, nous nous intéressons au processus de conception d'un outil de visualisation des données d'apprentissage, mis en œuvre pour répondre aux besoins des acteurs (enseignants, élèves, personnels d'éducation). Les données d'apprentissage sont de nature variée et bien souvent ambigües [6], dès lors comment concevoir autour d'un terme flou (les LA) ? A quels besoins des enseignants les LA pourraient-elles répondre ? A quelles conditions les LA peuvent devenir de réelles ressources pour les enseignants de lycée ? De quelle manière s'opère la collaboration entre enseignants et chercheurs au cours du processus de conception ? C'est à partir de ces questions que nous interrogeons et contribuons à un processus de conception d'outils de type LA.

Notre démarche de recherche s'inscrit dans le courant de la Recherche Orientée par la Conception [7] et prévoit l'accompagnement des acteurs dans l'expression et la définition de leurs besoins, ainsi que la conception de dispositifs techno-pédagogiques en lien avec les LA.

2 Méthodologie

Nous présentons dans ce poster la première étape de notre travail d'enquête qui consiste en l'observation d'un atelier de conception « participative » de Tableau de Bord d'Apprentissage [8] réunissant 5 enseignants de lycée (2 physique-chimie, 2 langues et 1 professeure-documentaliste) et 3 chercheurs (2 informaticiens et 1 doctorant SHS). Le procédé proposé par les informaticiens du Laboratoire d'informatique du Mans (LIUM) se présente sous une forme ludique et vise à faciliter l'expression des besoins des futurs usagers pour concevoir un outil de suivi des élèves à partir des traces informatiques laissées par ceux-ci dans le cadre de leurs cours. La maquette produite à l'issue de l'atelier de conception doit servir à la réalisation par les informaticiens d'un prototype de tableau de bord implantable dans le cadre de travail des enseignants. Cette solution doit ensuite être testée et améliorée dans une approche itérative.

Cette première séance de conception (1h30) fait l'objet d'une observation non-participante avec prise de notes, d'une captation vidéo puis d'une retranscription des verbatims. Une analyse de la vidéo avec le logiciel Actograph nous permet dans un premier temps de quantifier les temps de parole de chaque protagoniste et d'identifier les principaux thèmes abordés.

Nous mobilisons dans un deuxième temps la méthode COMET [9] développée pour analyser les interactions langagières lors des processus de conception collective. COMET est basée sur le découpage du corpus en unités codées selon un mode prédicats-arguments. Nous procédons à une triangulation en confrontant l'observation avec les données obtenues lors des entretiens exploratoires et d'auto-confrontation [10].

3 Résultats

L'analyse du dispositif révèle un certain nombre de préoccupations relatives au lycée en régime numérique [11] partagées par les enseignants :

- Leur méconnaissance des usages numériques scolaires des élèves
- Une incertitude sur l'efficacité des ressources prescrites par les enseignants sur l'ENT (Environnement Numérique de Travail) en regard du temps de préparation
- Le ressenti d'un « stress pédagogique » amplifié par les éventuels problèmes techniques (fonctionnement du matériel du lycée comme des équipements des élèves)
- La concurrence entre les ressources prescrites par l'école et les contenus accessibles sur Internet (via Youtube, Google, Réseaux sociaux)
- L'accès aux données des élèves par le traçage de leurs équipements personnels soulève des questions d'éthique

Certaines de ces préoccupations se traduisent en besoins auxquels pourrait répondre le Tableau de Bord sur une décision de « Suivi des élèves en situation de classe inversée ».

La méthode Comet est ensuite appliquée sur une partie significative du verbatim. Elle permet de mettre en évidence une faible part d'échanges argumentatifs entre les participants. Les consensus qui en découlent, attestés par une forte fréquence des unités de validation et une faible présence d'évaluations négatives ou mitigées, conduisent à des décisions de conception peu débattues et acceptées tacitement, bien qu'elles ne correspondent pas à des situations d'enseignement-apprentissage précises ou à des besoins clairement justifiés (exemple : la géolocalisation).

Ces résultats sont confirmés par les entretiens d'auto-confrontation menés avec chacun des participants au cours desquels ceux-ci explicitent leur positionnement au sein de la séance de conception. Les enseignants témoignent (en fonction de leur discipline, parcours et expériences respectifs) de leur difficulté plus ou moins grande à s'approprier la démarche de conception proposée. Pour les informaticiens, la séance est jugée fructueuse par les nombreux échanges qu'elle occasionne et les données proposées par les enseignants, mais des ambiguïtés apparaissent quant à l'organisation collective du groupe, ambiguïtés qui peuvent être attribuées en partie à certaines limites du dispositif ainsi qu'au nombre et à l'hétérogénéité des enseignants.

4 Conclusion

Le dispositif d'idéation proposée par le LIUM, s'il sert de révélateur des pratiques et opinions des enseignants, ne les met pas véritablement en position de concepteurs quant aux usages d'un Tableau de bord qu'ils pourraient anticiper pour leur activité. Cadrés par les différents items du jeu (rubriques, plateaux, cartes) les échanges sont riches et balaient de nombreuses dimensions de l'activité d'enseignement-apprentissage, cependant le dispositif « oriente » le processus de conception vers la création d'un artefact davantage que sur la compréhension de ce que sont les LA et l'invention des nouveaux usages orientés par les LA que pourrait permettre cet artefact.

La première étape de ce processus de conception témoigne des écarts entre deux mondes [12]: le monde des enseignants et celui des informaticiens, écarts que le qualificatif « participative » de la séance ne parvient pas à atténuer. Elle confirme la complexité du processus de conception en EIAH où se côtoient des niveaux d'expertise, d'attentes et d'enjeux différents. Toutefois, en dépit des limites relevées, cette séance nous fournit des éléments précieux pour affiner le travail de conception lors de séances ultérieures de réingénierie.

Références

1. Labarthe, H., & Luengo, V. : L'analytique des apprentissages numériques (Doctoral dissertation, LIP6-Laboratoire d'Informatique de Paris 6) (2016).
2. Siemens, G. : Learning analytics: The emergence of a discipline. American Behavioral Scientist, 57(10), 1380-1400 (2013).
3. Drachsler, H., & Greller, W.: Privacy and analytics: it's a DELICATE issue a checklist for trusted learning analytics. In Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge (pp. 89-98).
4. Bulger, M. : Personalized learning: The conversations we're not having. Data and Society, 22 (2016).
5. Viberg, O., Hatakka, M., Bälter, O., & Mavroudi, A.: The current landscape of learning analytics in higher education. Computers in human behavior (2018).

6. Peraya, D. : Les Learning Analytics en question. Panorama, limites, enjeux et visions d'avenir. Distances et médiations des savoirs. Distance and Mediation of Knowledge, (25) (2019).
7. Sanchez, É., & Monod-Ansaldi, R.: Recherche collaborative orientée par la conception. Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage. Éducation et didactique, 9(2), 73-94 (2015).
8. Gilliot, J. M., Iksal, S., Medou, D., & Dabbebi, I. : Conception participative de tableaux de bord d'apprentissage. In : 30eme conférence francophone sur l'interaction homme-machine (p. 9p) (2018).
9. Darses & al. (2001). COMET. A Method for Analysing Collective Design Processes.
10. Mollo, V., & Falzon, P. : Auto-and allo-confrontation as tools for reflective activities. Applied ergonomics, 35(6), 531-540 (2004).
11. Cottier, P., & Burban, F. : Le lycée en régime numérique : usages et compositions des acteurs. Octares, Toulouse (2016).
12. Béguin, P. : Innovation et cadre sociocognitif des interactions concepteurs-opérateurs : une approche développementale. Le travail humain, 70(4), 369-390 (2007).

Vers une modélisation de l'expérience optimale d'apprentissage via les Learning Analytics

Sergio Iván Ramírez Luelmo[1[0000-0002-7885-0123]] – 1ère année de thèse

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

Abstract. Les Learning Analytics constituent aujourd'hui un sujet d'études fort consolidé dans les champs des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain et de l'apprentissage tout au long de la vie. Ce sujet joue un rôle central et médiateur dans l'exploitation, l'analyse, la présentation et l'interprétation des données massives générées par des apprenants de profils hétérogènes dans une variété d'Environnements d'Apprentissage. De plus, le rôle du Modèle d'Apprenant est amplement surligné dans plusieurs études comme facilitateur dans le suivi des apprenants, dans la personnalisation des parcours et contenus, et dans les pratiques numériques des formateurs dans des différents Environnements d'Apprentissage. Ce projet de thèse a pour objet de prendre en compte l'expérience optimale d'apprentissage dans la modélisation de l'apprenant via les Learning Analytics. À cet effet nous souhaitons mettre en œuvre un processus de récolte, de traitement et d'analyse de données numériques d'utilisation d'un EIAH, en vue de modéliser les activités de l'apprenant. Le Modèle d'Apprenant souhaité mobilise les traces d'interaction et les évaluations obtenues par les apprenants utilisateurs de ces Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain dans un contexte de formation tout au long de la vie.

Keywords: Learning Analytics, Apprentissage Tout-au-long de la Vie, Modèle d'Apprenant, Expérience Optimale d'Apprentissage, Flow.

1 Introduction et contexte

L'utilisation toujours plus importante des outils numériques dans la vie de tous les jours y compris dans les différents contextes éducatifs donne lieu à la génération de données d'utilisateurs. Cette utilisation entraîne une collecte systématique de données non seulement via des plateformes pédagogiques en ligne mais aussi via des inscriptions universitaires, des systèmes d'information des bibliothèques, des évaluations en ligne, des réseaux sociaux, etc. dans un contexte éducatif. Or, le contexte d'apprentissage tout au long de la vie ne nous permet pas de limiter cette collecte aux moyens établis par les institutions éducatives. En effet, pratiquement toute utilisation numérique ou interaction en ligne dans tout contexte laisse derrière des informations,

souvent massive en volumétrie, qui sont susceptibles d'être collectées et stockées pour produire ce qu'il est convenu d'appeler des empreintes numériques ou des traces d'utilisation (Boyer, 2019; Mille, 2013).

L'exploitation de ces traces numériques, de plus en plus importants, repose sur les techniques associées au Data Mining et aux Data Analytics (Settouti, Prié, Marty, & Mille, 2007). Or, comme dans de nombreux autres domaines[1], le secteur de l'enseignement supérieur reconnaît l'impact positif de ces champs de recherche[2] sur le développement académique : à savoir, comment ils peuvent aider les institutions à gérer leur transition numérique. En effet, les Learning Analytics (LA) visent à fournir aux responsables éducatifs des modèles fondés sur des données, les aidant à améliorer l'efficacité et la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage.

Parallèlement, les environnements d'apprentissage en ligne massivement multi-apprenants (MOOC) ouvrent de nouvelles perspectives de recherche dans la mesure où la volumétrie des données générées et collectées permet de modéliser l'apprenant à partir de conditions expérimentales.

2 Cadre conceptuel

L'apprentissage relève des interactions avec les autres parce que « on apprend toujours seul, mais jamais sans les autres » (Carré, 2005). Cette formule est d'autant plus en vigueur quand ces échanges se réalisent à l'intérieur d'une communauté virtuelle dans un environnement numérique en ligne (Heutte, 2017) où les participants ne partagent pas forcément les mêmes caractéristiques, parcours pédagogiques, objectifs ou besoins d'apprentissage. Des nombreuses études, dont celle de (Gaggioli, 2011), ont montré les effets positifs de l'expérience optimale[3] Flow sur l'apprentissage en ligne, notamment dans un contexte collectif ou social mais qui est souvent hétérogène. Parmi les conséquences importantes de l'expérience optimale on peut retrouver : une meilleure performance (Jackson & Csikszentmihalyi, 1999), créativité, développement des capacités, estime de soi et réduction du stress (Csikszentmihalyi, 2006). Pour exemplifier cet état cognitif en contexte éducatif, l'expérience optimale est ressentie quand la tâche en cours nécessite une attention si soutenue que « l'apprentissage ou la compréhension ne seront interrompus par une quelconque inquiétude » sur ce qu'il faut faire et sans se soucier sur ce que les autres peuvent en penser, (revue dans Heutte, 2017). Dans le cadre d'étude des EAIH, l'intérêt à considérer cet état psychologique dans la modélisation des caractéristiques de l'apprenants

[1] Ex. les affaires, le commerce électronique ou la santé en ligne.

[2] Appelées dorénavant Educational Data Mining (EDM) et, Learning Analytics (LA) si c'est dans le cadre d'un contexte éducatif.

[3] Le flow (EFRN, 2014) est « un état d'épanouissement lié à une profonde implication et au sentiment d'absorption que les personnes ressentent lorsqu'elles confrontées à des tâches dont les exigences sont élevées et qu'elles perçoivent que leurs compétences leur permettent de relever ces défis ». La notion d'expérience optimale est étroitement liée à celle du flow dans le sens que le flow peut être considéré comme « une expérience optimale au cours de laquelle les personnes sont profondément motivées à persister dans leurs activités ».

ne peut pas être ignoré : l'expérience optimale permet de fournir ou d'engendrer les éléments nécessaires aboutissant à un temps de travail allongé et une immersion plus soutenue dans les tâches et donc, elle vise à améliorer les résultats des apprenants dans des contextes d'apprentissage (collectifs ou individuels) en ligne.

Par ailleurs, la modélisation de l'apprenant est un sujet d'intérêt pour les EIAH dans le sens où elle permet la personnalisation des activités d'apprentissage (Mawas, Ghergulescu, Moldovan, Muntean, & Muntean, 2019) La revue de littérature montre que le Modèle d'Apprenant (Learner Model : LM) a comme but d'encoder de manière individuelle les apprenants en se servant d'un ensemble bien défini de dimensions (Nakic, Granic, & Glavinic, 2015) telles que des états cognitifs, des comportements et des préférences d'apprentissage et / ou des préférences personnelles.

Par ailleurs, le processus de modélisation de l'apprenant repose sur trois champs centraux : les sciences de l'éducation, la psychologie et les sciences de l'information (Abyaa, Khalidi Idrissi, & Bennani, 2019). La complexité de cette modélisation réside dans (1) l'identification et sélection des caractéristiques de l'apprenant qui affectent son apprentissage ainsi que (2) la prise en compte de ses états psychologiques présents pendant cette étape. Le but de cette identification et sélection est de découler un choix des technologies les plus adaptées, modélisant à leur tour chacune des caractéristiques précédemment identifiées au mieux possible.

Avec d'autres auteurs, (Somyürek, 2009) affirme que le processus de modélisation de l'apprenant via un LM se compose des étapes suivantes : (1) une récupération de données initiales (appelée « initialisation ») sur les caractéristiques de l'apprenant, (2) une construction du modèle et, (3) une mise à jour du LM via une observation et suivi des activités de l'apprenant. Vagale & Niedrite (2012) regardent en plus la collecte et mise à jour des données de l'apprenant comme un processus continu se servant de mécanismes et techniques bien définis.

L'un des mécanismes permettant de concrétiser ces processus de collecte et analyse de données est l'Educational Data Mining (EDM) : il consiste d'une adaptation de la fouille de données (Data Mining) aux données pédagogiques complexes dans le milieu éducatif (Romero & Ventura, 2007). Son but est de résoudre des problématiques éducatives et de mieux comprendre l'environnement dans lequel l'apprentissage a lieu (Baker & Yacef, 2009). L'autre mécanisme correspond aux Learning Analytics (LA) qui, contrairement à l'EDM ayant un but d'exploitation généralement par d'autres machines, ciblent leurs retours plutôt à des utilisateurs humains (Siemens & Baker, 2012). Ainsi, les LA mobilisent des techniques et / ou des méthodes qui ont pour but l'obtention des modèles et / ou des indicateurs, c'est-à-dire, des données ayant du sens, comme plusieurs auteurs le soulignent, dont (Fayyad, Gregory, & Smyth, 1996).

L'apprentissage tout au long de la vie, ou Lifelong Learning (LLL), peut être défini comme l'apprentissage systématique et intentionnel au cours de la vie d'une personne, impliquant les domaines formels et informels (Cropley & Knapper, 1983). Plus tard, ils ont élargi cette notion en affirmant que le terme LLL doit être porteur de l'idée que l'apprentissage n'est pas limité dans le temps puisqu'il implique les domaines formels et informels de l'apprentissage et que, bien au contraire, il serait censé de se passer tout au long de la vie d'une personne. Par ailleurs, les recherches effec-

tuées par (Cheston, Flickinger, & Chisolm, 2013) et d'autres soulignent l'importance et la reconnaissance institutionnelle de l'apprentissage tout au long de la vie en tant que certaines « […] compétences deviennent de plus en plus importantes, particulièrement au fur et à mesure que le besoin d'un apprentissage tout au long de la vie, dans les domaines formels et informels, est de plus en plus reconnu par les individus, les organisations et les institutions ».

3 Problématique

Depuis la première conférence Learning Analytics and Knowledge en 2010, (Siemens & Baker, 2012) ont cité son rôle de passerelle entre l'informatique et la sociologie / psychologie de l'apprentissage : « les domaines techniques, pédagogiques et sociaux doivent être mis en dialogue les uns avec les autres pour assurer que les interventions et les systèmes organisationnels répondent aux besoins de toutes les parties prenantes ». De ce fait, ce champ de recherche en pleine croissance est fortement enraciné dans de nombreux domaines scientifiques, comme celui de la psychologie positive, dont le Flow en fait partie. Selon (Ferguson, 2012) en raison de ses liens étroits avec ces domaines, les chercheurs et les praticiens ont abordé les LA sous divers angles et doivent maintenant travailler ensemble pour déterminer non seulement les objectifs qui peuvent être atteints grâce aux LA, mais aussi ce qui doit être fait pour atteindre ces objectifs.

L'objectif donc de ce projet de thèse est de contribuer à la réduction de ces écarts ; entre les objectifs ciblés à atteindre et les méthodes et moyens à mettre en œuvre pour ce faire ; et plus précisément, entre extraction et collecte des traces et leur analyse et compréhension. Plus particulièrement, de répondre à la question de recherche suivante :

Comment modéliser et prédire, à partir des traces numériques massives d'apprentissage, l'expérience optimale d'apprentissage chez les apprenants ?

4 Perspectives

Pour bien mener cet objectif de modélisation, nous avons établi un accord de principe pour un partenariat de recherche avec des collègues lauréats de concours de la fondation I-Site ULNE (entité finançant ce projet). Cet accord met en œuvre (1) le partage et l'analyse des corpus de données déjà existants de traces d'apprenants participant à un MOOC (couramment Moodle ou edX) dans un contexte de formation tout au long de la vie, ainsi que (2) des informations hors lignes et des métadonnées concernant l'environnement et caractéristiques des apprenants. Les corpus comprennent donc des traces d'utilisation et des résultats auto-rapportés sur l'expérience optimale d'apprentissage. L'hébergement, gestion et administration de ces corpus sont assurés par les responsables et / ou enseignants chargés de ces plateformes : MOOC « Gestion de Projet » (GdP) à l'École Centrale de Lille, MOOC « Hautes études commerciales » (HEC) à l'Université de Montréal et MOOC « Réseaux-Télécommunications » (RT), à l'Institut Mines Télécom Lille-Douai.

Le planning de travail prévisionnel de cette thèse, ayant démarré en décembre 2019, comprend, dans la première année, une revue de littérature en vue de réaliser la synthèse des travaux scientifiques menés sur le sujet, suivie d'une curation afin d'identifier et / ou développer les outils et / ou connecteurs nécessaires pour la collecte des traces ainsi qu'un premier test du protocole conçu sur l'un des terrains partenaires (MOOC GdP) et des communications sur les résultats des curations effectuées. Lors de la deuxième année, il est prévu d'effectuer des analyses sur les premières données terrain (résultats MOOC GdP) et d'en élaborer un premier Modèle suivi d'un test sur (au moins) les deux autres terrains identifiés. Un cycle de révision, amélioration et correction du Modèle est mis en place avec des tests périodiques du Modèle révisé. Finalement et, lors de la troisième année, une validation par les pairs du Modèle et des communications en découlant précéderont le travail de rédaction de la thèse.

5 Remerciements

Ce projet a été réalisé avec le soutien financier de l'État français dans le cadre du Programme « Investissements d'avenir » (I-SITE ULNE / ANR-16-IDEX-0004 ULNE) géré par l'Agence Nationale de la Recherche française (ANR).

References

Abyaa, A., Khalidi Idrissi, M., & Bennani, S. (2019). Learner modelling: systematic review of the literature from the last 5 years. *Educational Technology Research and Development*, *67*(5), 1105–1143. https://doi.org/10.1007/s11423-018-09644-1

Baker, R. S. J. D., & Yacef, K. (2009). The State of Educational Data Mining in 2009 : A Review and Future Visions. *Journal of Educational Data Mining*, *1*(1), 3–16. https://doi.org/http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ASE.2003.1240314

Boyer, A. (2019). Quelques réflexions sur l'exploration des traces d'apprentissage. *Distances et Médiations Des Savoirs*, *27*, 0–9. Retrieved from http://journals.openedition.org/dms/4086

Carré, P. (2005). *L'Apprenance*. (Dunod, Ed.). Paris, France.

Cheston, C. C., Flickinger, T. E., & Chisolm, M. S. (2013, June). Social media use in medical education: A systematic review. *Academic Medicine*. Lippincott Williams and Wilkins. https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e31828ffc23

Cropley, A. J., & Knapper, C. K. (1983). Higher Education and the Promotion of Lifelong Learning. *Studies in Higher Education*, *8*(1), 15–21. https://doi.org/10.1080/03075078312331379081

Csikszentmihalyi, M. (2006). *La créativité*. Paris, France: Robert Laffon.

Fayyad, U., Gregory, P.-S., & Smyth, P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. *AI Magazine*, *17*(3), 37–54. Retrieved from https://doi.org/10.1609/aimag.v17i3.1230

Ferguson, R. (2012). *The State of Learning Analytics in 2012 : A Review and Future Challenges a review and future challenges*. *Media* (Vol. 11).

https://doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051816

Gaggioli, A. (2011). Networked Flow: A Framework for Understanding the Dynamics of Creative Collaboration in Educational and Training Settings. *The Open Education Journal*, *4*(1), 41–49. https://doi.org/10.2174/1874920801104010041

Heutte, J. (2017). L'environnement optimal d'apprentissage : contribution de la recherche empirique sur les déterminants psychologiques de l'expérience positive subjective aux sciences de l'éducation et de la formation des adultes. *Sciences et Bonheur*, 82–99. Retrieved from https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01597551

Jackson, S. A., & Csikszentmihalyi, M. (1999). *Flow in sports: The keys to optimal experiences and performances*. *Flow in sports: The keys to optimal experiences and performances*. Retrieved from https://psycnet.apa.org/record/1999-02792-000

Mawas, N. El, Ghergulescu, I., Moldovan, A.-N., Muntean, C. H., & Muntean, C. H. (2019). *Pedagogical based Learner Model Characteristics*. Retrieved from http://www.newtonproject.eu/

Mille, A. (2013). De la trace à la connaissance à l'ère du Web. Introduction au dossier. *Intellectica. Revue de l'Association Pour La Recherche Cognitive*, *59*(1), 7–28. https://doi.org/10.3406/intel.2013.1083

Nakic, J., Granic, A., & Glavinic, V. (2015). *Anatomy of student models in adaptive learning systems: A systematic literature review of individual differences from 2001 to 2013*. *Journal of Educational Computing Research* (Vol. 51). https://doi.org/10.2190/EC.51.4.e

Romero, C., & Ventura, S. (2007). Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications*, *33*(1), 135–146. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.04.005

Settouti, L.-S., Prié, Y., Marty, J.-C., & Mille, A. (2007). Vers des Systèmes à Base de Traces modélisées pour les EIAH. *Rapport de Recherche RR-LIRIS-2007*, 1–30. Retrieved from http://cluster-isle-eiah.liris.cnrs.fr/

Siemens, G., & Baker, R. S. J. D. (2012). Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration. In *ACM International Conference Proceeding Series* (pp. 252–254). New York, New York, USA: ACM Press. https://doi.org/10.1145/2330601.2330661

Somyürek, S. (2009). Student modeling: Recognizing the individual needs of users in e-learning environments. *International Journal of Human Sciences*, *6*, 429. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/38104356_Student_modeling_Recognizing_the_individual_needs_of_users_in_e-learning_environments

L'impact de l'usage du TBI en activités d'interaction orale sur l'engagement scolaire des élèves dans le cadre de l'enseignement de la langue arabe à l'école élémentaire en France

Abdessamad REDOUANI[1]

[1]Doctorant en 2ème année de thèse. Equipe de recherche "Technologie et Communication"

Laboratoire Interuniversitaire de Sciences de l'Éducation et de la Communication (LISEC - EA 2310)
INSPÉ de l'Académie de Strasbourg
abdessamad.redouani@etu.unistra.fr

Résumé. Dans un contexte marqué par l'implantation des tableaux blancs interactifs (TBI) dans les établissements scolaires en France, comme dans plusieurs pays du monde, l'objectif de cette thèse est de mesurer l'impact de l'usage pédagogique de ce dispositif en activités d'interaction orale sur l'engagement scolaire des élèves du cours d'arabe à l'école élémentaire en France. L'arabe est enseigné dans les écoles élémentaires publiques françaises dans le cadre des enseignements internationaux da langues étrangères (EILE) par des enseignants étrangers affectés et rémunérés par leurs pays d'origines (Maroc, Algérie et Tunisie). Les cours sont organisés en dehors des heures scolaires à la fin de la journée et dans les créneaux réservés aux activités périscolaires. L'inscription est facultative et se fait à la demande des parents qui sont très attachés à cet enseignement (Benhammou, 2017). Mais cet attachement des parents n'est pas toujours suivi de celui des élèves et d'un engagement de ces derniers. Nous cherchons alors à montrer dans cette étude si l'usage du TBI en tant que dispositif techno-sémio-pragmatique (Peraya,1999), dans cet enseignement, peut s'avérer efficace pour améliorer l'engagement scolaire des élèves. Nous envisageons d'observer des séances réalisées avec le TBI et d'autres réalisées avec le tableau classique pour comparer les comportements des élèves. Nous réaliserons aussi un questionnaire quantitatif, des entretiens individuels et de groupes ainsi que des tests de connaissances.

Mots-clés**:** Tableau blanc interactif (TBI), Dispositif, Engagement scolaire.

1 Introduction

En France, comme dans plusieurs pays du monde, les salles de classes dans des écoles, collèges et lycées sont de plus en plus équipées des technologies dites « éducatives » tels que les ordinateurs, les tablettes tactiles…, mais aussi par des tableaux blancs interactifs (TBI). Le TBI, appelé aussi TNI (Tableau Numérique Interactif), est un tableau sur lequel il est possible d'afficher l'écran d'un ordinateur et de le contrôler directement à l'aide d'un stylet ou avec le bout des doigts (Karsenti, 2016). Il s'agit d'un dispositif qui « allie les avantages d'un écran tactile et de la vidéoprojection » (Trestini, 2018, p.33). Récemment, l'apparition du VPI (Vidéoprojecteur interactif) permet d'offrir les mêmes fonctions que celle du TBI avec la possibilité supplémentaire de projeter le contenu du cours sur un tableau blanc ordinaire. Le rapport établi par le député parlementaire français Jean-Michel Fourgous considère l'équipement des établissements scolaires par des TBI comme un indicateur primordial de la modernisation de l'école. Ainsi, dans ses 70 mesures pour réussir l'école numérique, Fourgous a mis en deuxième place : « Généraliser à 100% des établissements scolaires les tableaux numériques interactifs associés à un ordinateur et à un logiciel de création de séquences pédagogiques multimédias » (Fourgous, 2010, p. 10).

C'est dans le cadre de nos interventions en tant qu'enseignant de langue arabe dans des écoles élémentaires publiques en France que nous avons découvert de près ce dispositif. Nous avons ainsi décidé de faire de l'usage du TBI (ou VPI) dans cet enseignement notre objet de recherche dans le cadre de notre thèse avec l'intention d'en évaluer les potentielles plus-values pédagogiques. Ce sont les contextes et les situations d'enseignement qui impactent l'efficacité pédagogique des technologies (Poyet, 2009, cité par Duroisin, Temperman et De Lièvre, 2011). Nous étudions plus particulièrement l'impact de l'usage du TBI dans des activités d'interaction orale sur l'engagement scolaire des élèves du cours de langue arabe. Cette langue est enseignée à l'école élémentaire française dans le cadre des enseignements internationaux de langues étrangères (EILE) par des enseignants étrangers affectés et rémunérés par leurs pays d'origine (Maroc, Algérie, Tunisie). Le dispositif EILE est entrain de remplacer l'ancien ELCO (Enseignement de Langues et Cultures d'Origines). Les langues d'origines des migrants, y compris la langue arabe, seront considérées désormais comme des langues étrangères pour tous les enfants, et leur enseignement sera ouvert à l'ensemble de la communauté scolaire. Les programmes seront élaborés à l'échelle nationale au lieu des programmes provenant des pays étrangers (dans l'ancien dispositif). Ces nouveaux

programmes doivent respecter les principes du système éducatif français et les valeurs de la république. Le CECRL[1] est la principale référence de l'enseignement de ces langues.

2 Etat de l'art

Les différentes recherches portant sur le TBI rapportent que cet outil offre des avantages pour l'enseignant et l'apprenant, malgré l'existence des limites liées à son usage. Ces recherches montrent également que le TBI pourrait favoriser la pratique des pédagogies actives mais qu'il n'est pas souvent utilisé de manière efficace (Lefebvre et Samson, 2015).

Le TBI est un outil technologique connecté à l'internet qui permet à l'enseignant une meilleure présentation de contenus théoriques de façon multi sensorielle (Saltan et Arslan, 2009). Il lui permet, contrairement au tableau classique, de sauvegarder de contenu pour le récupérer ultérieurement et de le partager ou de l'archiver (Dostal, 2011). Le TBI « permettrait d'activer des conflits sociocognitifs susceptibles de favoriser l'apprentissage » (Gilly, 1995, cité par Trestini, 2018, p. 33). Les enseignants peuvent facilement interagir et communiquer avec les élèves et les engager davantage dans la leçon en utilisant les fonctionnalités de TBI (Becta, 2003, cité par Karsenti, 2016).

Le principal avantage sur lequel s'entendent la plupart des recherches reste la motivation accrue des élèves (Boidou, 2019 et Hesto, 2018). Cette motivation ne peut durer dans le temps que s'elle est maintenue par des pratiques et des méthodes diversifiées de l'enseignant. C'est la façon dont l'enseignant utilisera le TBI qui aura un impact positif ou négatif sur la motivation des élèves (Karsenti, 2016). Mais de quelle motivation parlons-nous ? Est-ce de la motivation envers l'outils ou de la motivation vis-à-vis du contenu médié par l'outil ? Peu d'études montrent le type de la motivation éprouvée par les apprenants vis-à-vis le TBI (Boidou, 2019) mais aussi les sources de cette motivation et les facteurs l'influençant. Si au début des années 2000 les élèves étaient attirés par le caractère tactile de l'outil et son aspect multimédia, les élèves d'aujourd'hui, désignés comme « des digital natives » (Prensky, 2001, cité par Dauve-Raeis,2018) (et donc habitués aux systèmes interactifs), le sont peut-être davantage par la richesse des contenus d'enseignement (et non pas par l'outils en lui-même).

D'importants problèmes liés à l'utilisation du TBI ont été signalés. Les problèmes techniques et la rareté des ressources disponibles sont classés parmi les défis majeurs relatifs à l'usage du TBI en salle de classe. De plus, l'usage d'un tel outil est considéré comme chronophage pour les enseignants dont les responsabilités professionnelles sont déjà importantes (Manny-Ikan, Dagan, Tikochinski et Zorman, 2011). D'autres chercheurs considèrent que le TBI a plus d'avantages que d'inconvénients (Karsenti, 2016).

3 Cadre théorique

3.1 TBI, dispositif techno-sémio-pragmatique (Peraya,1999)

Le concept de « dispositif » trouve ses origines dans le domaine technique où il désigne « un ensemble de moyens disposés conformément à un plan » (Charlier Deschryver et Peraya, 2006). Ce concept est introduit au champ des sciences de l'éducation et de la formation depuis les années 1970. C'est « un ensemble de moyens humains et matériels agencés en vue de faciliter un processus d'apprentissage » (Blandin, 2002, cité par Charlier Deschryver et Peraya, 2006, p.470). Peraya (2009) a enrichi les travaux des chercheurs (Albero, Agamben, Peeters et Charlier…) s'intéressant à l'analyse de ce concept de dispositif, en y intégrant les paramètres cognitifs liés à l'implication des acteurs (Bourdet et Leroux, 2009). Il parle alors d'un dispositif techno-sémio-pragmatique (TPS). C'est l'ensemble des interactions entre trois univers : une technologie, un système de relations, un cadre techno social et un système de représentations de l'ordre du sémio cognitif (Peraya, 1999). En ce sens, le TBI n'apparaît plus comme un outil isolé des autres outils présents dans la classe mais comme un dispositif qui assure l'interaction entre des variables techniques (fonctionnalités, logiciels), sémiotiques (interprétation des contextes par les acteurs) et pragmatiques (déplacements, trajets personnels, modifications ressenties) pour favoriser la communication entre les acteurs dans la salle de classe en permettant de répondre aux attentes de tout un chacun.

3.2 L'engagement scolaire

L'engagement des élèves est l'un des facteurs les plus indispensables dans un processus d'apprentissage. Il mobilise plusieurs capacités telles que l'attention, la motivation, la concentration, le comportement et le flow. Il existe plusieurs définitions variées de l'engagement scolaire. Plusieurs acceptions de ce concept ont été proposées

[1] Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues

par les chercheurs. Ces derniers ont aussi cherché à mesurer cet engagement en utilisant différents indicateurs (Brault-Labbé, et Dubé 2010). Si certains auteurs se limitent à percevoir ce concept dans sa dimension comportementale « en étudiant le lien entre désengagement et décrochage » (Finn, Pannozzo, et Voelkl, 1995, Finn Rock, 1997, cité par Bernet, Karsenti et Roy, 2014, p. 21), d'autres cherchent à mesurer l'engagement scolaire de façon homogène en le considérant selon trois dimensions complémentaires : comportementale, affective et cognitive (Fredricks, Blumenfeld et Paris, 2004 ; Linnenbrick et Pintrich, 2003 cité par Carrillo, Prié, Leslie, Garrot, 2018). C'est aux travaux de ce dernier courant de chercheurs que nous associons notre étude dans cette thèse.

L'engagement comportemental, appelé aussi engagement socio relationnel (parent, 2014), « touche à la conduite de l'élève, au temps passé à la tâche et au respect des règles établies, à la participation active dans les activités d'apprentissage et d'enseignement et à l'implication dans les activités parascolaires. » (Fredricks, Blumenfeld et Paris, 2004, cité par Bernet, Karsenti et Roy, 2014, p. 21). L'engagement affectif réside dans l'intérêt et la valeur qu'accorde l'apprenant à l'apprentissage (Bernet, Karsenti et Roy, 2014). Il se manifeste par le sentiment d'appartenance à la vie scolaire éprouvé par l'élève. L'engagement cognitif concerne l'investissement des élèves dans leur apprentissage avec effort et persévérance, mais aussi leur capacité à utiliser des stratégies cognitives et métacognitives pour bien apprendre (Alexander, Graham & Harris, 1998; Archambault & Chouinard, 2004; Pintrich & De Groot, 1990, cité par Bernet, Karsenti et Roy, 2014).

3.3 L'interaction orale médiée par le TBI dans l'enseignement de la langue arabe

D'après le CECRL, un cours de langue est composé de 4 activités langagières : réception, production, interaction et médiation. Chacune de ses activités peut être accompli soit à l'oral soit à l'écrit. Les activités de réception et de production sont placées en premier lieu vu leur importance dans l'interaction. Le CECRL a accordé une importance particulière à l'interaction dans l'usage et l'apprentissage de la langue vu son importance dans la communication. Dans une situation d'interaction on alterne des moments de réception et de production comme ils peuvent même « se chevaucher dans les échanges oraux » (CECRL, p.18).

Dans le cas de la langue arabe, l'enseignement et l'apprentissage de l'orale suscite une difficulté particularité qui réside dans le fait que l'arabe parlé à la maison et dans la rue est différent de celui enseigné à l'école. Cette difficulté s'aggrave davantage lorsqu'il s'agit d'enseigner cette langue comme langue étrangère. Cela sollicite chez l'enseignant un effort énorme au niveau de la diversification de ses méthodes, de ses pratiques et des moyens pour aider ses élèves à surmonter leurs difficultés. L'usage du TBI pourrait favoriser l'apprentissage de cette langue en permettant de créer des interactions indispensables pour l'apprentissage des langues et en offrant à l'enseignant la possibilité de diversifier ses méthodes et d'enrichir ses cours par des activités ludiques et attrayantes. « Les sons, les images, les caricatures et les différentes animations disponibles dans le logiciel des TBI offrent un apprentissage plus persistant et une meilleure capacité à se souvenir du contenu enseigné » (Kırbas, 2018, p.2555, traduction libre).

4 Problématique et hypothèses de recherche

Dans cette étude nous cherchons à répondre à la question principale suivante : en quoi l'usage du TBI, en tant que dispositif techno-sémio-pragmatique, en activités d'interaction orale impacte-t-il l'engagement scolaire des élèves dans le cadre de l'enseignement de la langue arabe à l'école élémentaire en France ?

Les cours de langue arabe sont organisés en dehors des heures scolaires et dispensés par des enseignants étrangers. Les classes sont composées des élèves de différents niveaux (de CE1 jusqu'au CM2) avec des différences d'âges et des compétences linguistiques. L'inscription à ces cours est facultative et se fait à la demande des parents qui sont très attachés à cet enseignement (Benhammou, 2017). Mais cet attachement des parents n'est pas toujours suivi d'un engagement des enfants. Ce sont les pratiques pédagogiques, les méthodes et les outils utilisés par les enseignants qui sont potentiellement susceptibles d'attirer les élèves et les conduire à s'engager dans le cours. Nous nous intéressons particulièrement à l'activité l'interaction orale. L'apprentissage de l'oral en langue arabe pose une difficulté particulière due à la différence remarquable entre l'arabe enseigné (littéral) et l'arabe parlé. L'usage du TBI dans cette activité pourrait être efficace pour contribuer à l'amélioration de l'apprentissage de cette langue et encore mieux à un meilleur engagement des élèves dans cet apprentissage.

De ces différentes considérations posons les hypothèses de recherche suivantes:

- Les interactions créées par l'usage du TBI permettent d'améliorer l'engagement scolaire des élèves selon les dimensions à la fois cognitives, affectives et comportementales. Elles permettraient ainsi d'augmenter leur motivation leur attention et leur comportement.

- Les effets supposés de l'hypothèse précédente ne s'observent qu'en considérant le TBI comme un dispositif à part entière.

5 Méthodologie

Pour vérifier nos hypothèses, nous allons réaliser une étude expérimentale basée sur une méthodologie mixte. L'enquête sera réalisée sur le terrain composé des écoles élémentaires publiques accueillant un cours d'arabe et équipées en TBI dans plusieurs régions de France pour mesurer l'impact de l'usage du TBI dans des activité d'interaction orale sur l'engagement scolaire des élèves du cours d'arabe dans le cadre des EILE. Nous envisageons donc d'observer des séances réalisées avec le TBI et d'autres réalisées avec le tableau classique pour comparer les comportements des élèves. Nous mettrons en relation deux types de variables : variable indépendante (ou explicative) et variable dépendante (ou expliquée). Le TBI étant la variable explicative et les variables expliquées seront les scores obtenus par les élèves dans chaque dimension de l'engagement sur la grille d'observation que nous avons préparée en nous inspirant de celle conçue par l'académie de Paris[2]. Les observations seront suivies des entretiens auprès des enseignant, des focus groupe et d'un questionnaire auprès des élèves. Un test de connaissance nous sera aussi utile pour mesurer le progrès des élèves par l'usage du TBI dans l'activité en question.

Références

1. Benhammou, A. Les attentes des parents vis-à-vis l'enseignement de la langue arabe dans trois écoles élémentaires à Strasbourg. Mémoire de fin d'étude en master 2 (mémoire non publié) (2017).
2. Bernet, E., Karsenti, T., Roy, N. Mesure de l'engagement scolaire en milieux défavorisés: traduction et validation exploratoire d'une échelle de mesure. (2014).
3. Boidou, B. N. Facteurs d'influence de l'impact d'un usage partagé du tableau blanc interactif sur la performance scolaire dans un établissement d'enseignement secondaire général de côte d'ivoire. Thèse de doctorat. (2019).
4. Bourdet J F.et Leroux P. Dispositifs de formation en ligne : de leur analyse à leur appropriation, Distance & Savoir, Vol. 7 n°1, p. 11-29. (2009).
5. Brault-Labbé, A. Et l. Dubé. Engagement scolaire, bienêtre personnel et autodétermination chez des étudiants à l'université. Canadian journal of behavioural science, vol. 42, no 2,p. 80–92. . (2010).
6. Carrillo, R., Prié, Y., Guillaume, L., Garrot. Suivre l'engagement des apprenants dans l'activité de construction de cartes mentales. In: Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, volume 25 n°1, 2018. Numéro spécial : Sélection de la conférence EIAH. pp. 93-120. (2017)
7. Charlier, B., Deschryver, N. & Peraya, D. Apprendre en présence et à distance: Une définition des dispositifs hybrides. Distances et savoirs, vol. 4(4), 469-496. (2006).
8. Dauve-Raeis, V. E. C. (2018). Etude de cas sur l'intégration des tablettes et du tableau blanc interactif dans un établissement primaire genevois: facteurs d'appropriation chez les enseignants (Doctoral dissertation, University of Geneva).
9. Dostal, J. Reflections on the use of interactive whiteboards in instruction in international context. The New Educational Review. (2011).
10. Duroisin, N., Temperman, G., De Lièvre, B. Effets de deux modalités d'usage du tableau blanc interactif sur la dynamique d'apprentissage et la progression des apprenants. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Conf˙erence EIAH'2011, 2011, Belgium. Editions de l'UMONS, Mons 2011, pp.257-269. <hal-00692008>
11. Fourgous, J. M. Réussir l'école numérique. Rapport de la mission parlementaire sur la modernisation de l'école par le numérique. Paris : Mission parlementaire de Jean-Michel Fourgous sur l'école numérique. (2010).
12. Hesto, J. L'impact du TBI sur la motivation et la réussite scolaire chez les élèves. Education. dumas-01938967. (2018).
13. Karsenti, T. Le tableau blanc interactif (TBI) : usages, avantages et défis. Montréal : CRIFPE (2016).
14. Kırbas, A. The Effect of Interactive Whiteboard Applications Supported by Visual Materials on Middle School Students' Listening Comprehension and Persistence of Learning. Universal Journal of Educational Research 6(11): 2552-2561. DOI: 10.13189/ujer.2018.061120. (2018).
15. Lefebvre, S., Samson, G. Le tableau numérique interactif : Quand chercheurs et praticiens s'unissent pour dégager des pistes d'action. Presses de l'université de Québec (2015).
16. Manny-Ikan, E.,Dagan,O., Tikochinski, T. B. & Zorman, R. Using the interactive white board in teaching and learning An evaluation of the SMART CLASSROOM pilot project. Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects, 7, 249-273. (2011).
17. Peraya, D. Médiation et médiatisation : le campus virtuel. Hermès, La Revue, 25, 153167. (1999).
18. Saltan, F. & Arslan, K. A new teacher tool, interactive white boards : A meta-analysis. (2009).
19. Trestini, M. La modélisation d'environnements numériques d'apprentissage de nouvelle génération. Londres : ISTE Editions (2018).

    Autre référence : Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues : apprendre, enseigner, évaluer (CECR). https://www.coe.int/fr/web/language-policy/cefr

[2] https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_1362587/une-grille-d-observation-de-l-engagement-des-eleves-dans-leur-apprentissage-en-classe. Consulté le 19/01/2020.

Exploration du lien entre les scores aux quiz et le succès des étudiants de l'enseignement supérieur dans un dispositif d'enseignement hybride

Sacré Margault[1,2], 2ème année de doctorat

[1] Université Clermont Auvergne, 34 Avenue Carnot, 63000 Clermont-Ferrand, France
[2] Université de Liège, Place du 20 Août 7, 4000 Liège, Belgique

Abstract. La mise en place de dispositifs d'enseignement hybride connait un essor sans précédent dans l'enseignement supérieur à l'international. Aussi, les questions relatives à leur efficacité font l'objet de nombreux questionnements scientifiques puisque les déterminants du succès de l'implantation de tels dispositifs ne sont pas encore définis clairement. Les évaluations formatives en ligne ont déjà montré leur efficacité concernant la réussite et les performances des étudiants. Dans cette optique, une question est de savoir si le simple fait de participer au quiz augmente la performance ou si ce sont les scores aux quiz qui sont liés aux performances des étudiants. Deux études, réalisées dans des contextes d'enseignement hybride, ont pour objectif d'examiner le lien entre les scores des étudiants auxquiz immédiats et leurs performances finales. Les résultats aux deux études montrent un lien significatif entre ces deux variables. Ces résultats interrogent le poids du niveau de difficulté des quiz. Dans quelle mesure ce niveau de difficulté joue-t-il un rôle dans la régulation des performances des étudiants ? Une réplication de ces études au sein d'autres disciplines de l'enseignement supérieur est recommandée.

Keywords: enseignement hybride, effet test, performances, enseignement supérieur, quiz.

L'auteure remercie l'Agence Nationale de la Recherche du gouvernement français à travers le programme "Investissements d'Avenir" (16-IDEX-0001 CAP 20-25 - programme LIA) pour son soutien.

1 Introduction

Ce travail a pour objectif d'identifier des facteurs susceptibles d'exercer un effet sur les performances des étudiants dans un contexte d'enseignement utilisant le numérique, et ce, avec la volonté de repérer des modalités optimisées d'utilisation des outils numériques. De manière plus précise, cette recherche est centrée sur les pratiques d'enseignement liées à l'utilisation des quiz, appliquées aux dispositifs d'enseignement hybride dans l'enseignement supérieur.

Dans ce travail, l'enseignement hybride est défini comme l'« apprentissage qui se passe dans un contexte instructionnel caractérisé par la combinaison délibérée d'interventions en ligne et en classe avec pour objectifs de susciter et de soutenir l'apprentissage. » (Boelens, Van Laer, De Wever, & Elen, 2015, p. 2).

Les recherches sur l'effet test montrent un effet positif important des tests sur les performances des élèves (Roediger & Karpicke, 2006). Les études révèlent ce lien dans de nombreux contextes et suggèrent donc que les enseignants intègrent le quiz dans leurs activités d'enseignement (Agarwal, Karpicke, Kang, Roediger, & McDermott, 2008).

En outre, l'évaluation formative montre un effet positif sur la réussite des étudiants et est soutenue par la synthèse des méta-analyses de Hattie (2008). L'évaluation formative en ligne a également suscité un intérêt croissant de la part des institutions de recherche. Par exemple, en 2013, Einig montre une corrélation positive significative entre les performances des étudiants et la participation aux évaluations formatives en ligne sous forme de QCM (questions à choix multiples).

La présente recherche vise à explorer une modalité plus spécifique de l'effet test dans les dispositifs d'enseignement hybrides qui proposent aux étudiants des quiz en ligne comme évaluation formative. La question est de savoir si le simple fait de participer au quiz augmente la performance ou si ce sont les résultats du quiz qui sont liés à la performance des étudiants. Nous voulons savoir si les étudiants qui réussissent le mieux aux quiz auront les meilleures performances ou si ce lien n'est pas pertinent.

La question de recherche suivante est ainsi proposée :

Dans le contexte de l'enseignement supérieur et au sein de dispositifs d'enseignement hybrides, les scores des étudiants aux quiz sont-ils en lien avec leurs performances ?

2 Méthodologie

Deux études ont été menées auprès de (1) 80 étudiants en 2e année de soins infirmiers sur une courte durée et (2) 46 étudiants en sciences informatiques sur une durée de 5 mois.

Étude 1.

Cette étude a été menée dans le cadre d'un cours sur la méthodologie de la recherche scientifique auprès d'étudiants en soins infirmiers. Ce cours a été dispensé sous un for-

mat hybride dans lequel ils assistent à des cours hebdomadaires en présentiel et accèdent à des ressources en ligne pour compléter leurs apprentissages. Les ressources en ligne comprennent généralement des diapositives et des documents écrits supplémentaires.

À la fin de l'un des cours en présentiel, les étudiants sont invités à participer à un quiz en ligne comprenant 9 exercices concernant le cours. Nous avons recueilli leurs scores à ce quiz. Une semaine plus tard, nous avons évalué par un posttest leurs connaissances et leur compréhension du cours. À l'aide d'un pré-test (similaire au posttest), nous avons pris en compte leurs connaissances antérieures.

Étude 2.

Cette étude a eu lieu dans le cadre d'un cours de mathématiques avancées auprès d'étudiants en sciences informatiques. Le cours est composé de cinq chapitres sur différents concepts mathématiques. Ce cours a été enseigné sous un format hybride dans lequel les contenus ont été dispensés en ligne sous forme de vidéos comprenant tous les concepts à maîtriser et des exemples pour chaque concept. Lors des cours hebdomadaires en présentiel, l'enseignant a réexpliqué les concepts, donné plus d'exemples et proposé des exercices.

Une spécificité du cours est que l'enseignant a proposé à la fin de chaque chapitre un quiz aux étudiants. Le quiz proposait des questions d'application générées de manière aléatoire et liées au chapitre étudié. Quelque temps après, les étudiants ont été évalués sur l'ensemble du chapitre sur leur capacité à transférer ce qu'ils ont appris avec des applications mathématiques. Ces évaluations étaient obligatoires et faisaient partie de l'évaluation officielle.

Nous avons récupéré les scores aux quiz et les données de performance (résultats aux évaluations).

3 Résultats

Étude 1.

Pour évaluer l'effet du score au quiz tout en contrôlant les connaissances préalables, une analyse de régression linéaire prédisant les performances des élèves à partir de leur score au quiz et des performances au pré-test a été réalisée (Tableau 1). Les résultats montrent un effet significatif du score au quiz sur les performances (β=.280 ; p=.008), tout en tenant compte du prétest, montrant également un effet significatif sur les performances au posttest (β=.339 ; p=.001).

Tableau 1. Modèle d'analyse de régression linéaire avec les performances en variables dépendante et le score au quiz et le prétest en prédicteurs.

	β	t	p	Tolérance	R^2 ajusté
(Constant)		5.602	0		
Score quiz	.280	2.733	.008	.914	.230
Prétest	.339	3.304	.001	.914	

Ce modèle explique 23% de la variance de performances entre les étudiants et le calcul de la tolérance montre l'absence de colinéarité entre les variables indépendantes.

Notons que des analyses préliminaires permettent d'exclure du modèle de régression différentes variables sociodémographiques (sexe, statut socio-économique, âge).

Étude 2.

Pour évaluer l'effet des résultats des quiz, des corrélations de Pearson ont été calculées entre les résultats de chaque quiz et chaque évaluation de performance (Tableau 2). Les résultats montrent une corrélation significative entre les scores au quiz et l'évaluation correspondante pour 4 chapitres sur les 5 chapitres du cours, ce qui signifie que plus les étudiants réussissent le quiz, plus leur performance à l'évaluation est élevée.

Tableau 2. Corrélations de Pearson entre les scores aux quiz (1 à 5) et les évaluations correspondantes (1 à 5).

	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 5
Évaluation 1	.439**	—			
Évaluation 2	.456**	.391**	—		
Évaluation 3	.380*	.415**	.410**	—	
Évaluation 4	.148	.265	.298*	.470**	—
Évaluation 5	.158	.092	.263	.120	.239

* p<.05 ; ** p<.01

Ensuite, un calcul de corrélation à mesures répétées (Bakdash & Marusich, 2017) a été réalisé et les résultats montrent une corrélation très significative entre ces deux variables (r=.332, p=.002).

Notons que des analyses préliminaires montrent que différentes variables sociodémographiques (sexe, statut socio-économique, âge) ne sont pas corrélées avec les autres variables.

4 Conclusion

L'objectif de ce travail est de découvrir des déterminants de réussite dans un contexte d'enseignement hybride de plus en plus répandu à l'université (Charlier, Deschryver, & Peraya, 2006; McKenzie *et al.*, 2013). Plus spécifiquement, ces deux études tentent d'explorer si les scores, obtenus lors de quiz proposés au sein du dispositif d'enseignement, sont liés avec leurs performances, ou si, uniquement le fait d'y répondre, sans nécessairement y performer peut prédire les performances finales. Les résultats montrent un lien significatif entre les scores aux quiz et les performances des étudiants.

Cela questionne la mesure dans laquelle la facilité ou la difficulté des quiz proposés influent les performances des étudiants. Suffit-il de proposer aux étudiants des quiz faciles pour qu'ils les réussissent et par la suite montrent des performances élevées ou les résultats aux quiz sont-ils indiscutablement en lien avec les performances ?

5 References

1. Agarwal, P. K., Karpicke, J. D., Kang, S. H. K., Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (2008). Examining the testing effect with open- and closed-book tests. *Applied Cognitive Psychology*, *22*(7), 861-876. doi: 10.1002/acp.1391
2. Bakdash, J. Z., & Marusich, L. R. (2017). Repeated measures correlation. *Frontiers in Psychology*, *8*. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00456
3. Boelens, R., Van Laer, S., De Wever, B., & Elen, J. (2015). *Blended learning in adult education : Towards a definition of blended learning*. Consulté à l'adresse http://hdl.handle.net/1854/LU-6905076
4. Charlier, B., Deschryver, N., & Peraya, D. (2006). Apprendre en présence et à distance. *Distances et savoirs*, *4*(4), 469-496.
5. Einig, S. (2013). Supporting students' learning: The use of formative online assessments. *Accounting Education*, *22*(5), 425-444. doi: 10.1080/09639284.2013.803868
6. Hattie, J. (2008). *Visible Learning : A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. doi: 10.4324/9780203887332
7. McKenzie, W. A., Perini, E., Rohlf, V., Toukhsati, S., Conduit, R., & Sanson, G. (2013). A blended learning lecture delivery model for large and diverse undergraduate cohorts. *Computers & Education*, *64*, 116-126. doi:10.1016/j.compedu.2013.01.009
8. Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). The Power of Testing Memory: Basic Research and Implications for Educational Practice. *Perspectives on Psychological Science*, *1*(3), 181-210. doi: 10.1111/j.1745-6916.2006.00012.x