

RESEARCH OUTPUTS / RÉSULTATS DE RECHERCHE

Apprentissage de la programmation par des novices

Henry, Julie; Dumas, Bruno

Published in:

Une école numérique pour émanciper ?

Publication date:

2018

Document Version

le PDF de l'éditeur

[Link to publication](#)

Citation for pulished version (HARVARD):

Henry, J & Dumas, B 2018, Apprentissage de la programmation par des novices: étude de l'adéquation entre concepts, outils d'apprentissage et besoins des utilisateurs. Dans *Une école numérique pour émanciper ? : Colloque scientifique, Actes de la conférence*. p. 9-12, Ludovia#CH 2018, Yverdon-Les-Bains, Suisse, 27/03/18.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUDOVIA
UNIVERSITE DE PRINTEMPS
YVERDON-LES-BAINS - SUISSE

#CH

Une école numérique pour émanciper ?

Colloque scientifique, Actes de la conférence

Eric Sanchez & Bernard Baumberger (Eds)

27 au 29 mars 2018
Yverdon-les-Bains

Informations et programme complet :
www.ludovia.ch

Manifestation organisée par :

heig-
vd

HAUTE ÉCOLE
D'INGÉNIERIE ET DE GESTION
DU CANTON DE VAUD
www.heig-vd.ch

hep/ haute
école
pédagogique
vaud



Maison
d'Ailleurs →

numerik
games

HASLERSTIFTUNG

LEAD.

Une école numérique pour émanciper ?

Les jeunes sont confrontés à de grands défis. Certes, ils bénéficient aujourd'hui d'un large accès à des technologies numériques puissantes qui leur permettent d'accéder à l'information, de communiquer et de collaborer, mais ils font également l'objet du traçage de leur comportement sur Internet et sont les cibles privilégiées des campagnes de publicité et de manipulation d'opinion. Ainsi, les technologies numériques leur offrent de grandes opportunités en termes d'apprentissage et d'accès à la culture et aux loisirs mais, dans un monde complexe et instable, ils doivent apprendre à utiliser ces technologies d'une manière qui fait sens.

L'école est ainsi interpellée sur la question de l'omniprésence des technologies numériques, de leur accessibilité croissante et de leur pouvoir d'influence sur la manière dont les individus sont amenés à percevoir le monde et à se comporter. La question de l'intégration des technologies à l'école, d'une école numérique, ne se limite donc pas à former une génération capable de s'adapter au monde de demain. Il s'agit plutôt de former des citoyens capables d'inventer le monde dans lequel ils vivront, des citoyens créatifs, éclairés et producteurs de savoirs plutôt que simples consommateurs.

Dans ce contexte se pose la question du rôle que l'école peut jouer pour l'encapacitation (empowerment) et l'émancipation des jeunes qu'elle accueille. Il est question de favoriser l'introduction du numérique à l'école mais pour quelles visées ? Quels savoirs transmettre ? Quelles compétences développer ? Selon quelles modalités ? Ce sont ces questions que le premier colloque scientifique Ludovia#ch veut adresser à travers la thématique « Une école numérique pour émanciper ? ».

Les quatorze contributions regroupées dans ces actes abordent ces questions selon des approches différentes qui ont été réunies sous trois thématiques. La première concerne l'enseignement de l'informatique et de la robotique. La seconde aborde la question des usages pédagogiques et des jeux numériques pour enseigner et apprendre. La troisième concerne la question de l'école numérique.

Eric Sanchez, Université de Fribourg
Bernard Baumberger, HEP Vaud

Présidents du comité scientifique

Eric Sanchez, CERF, Université de Fribourg

Bernard Baumberger, HEP Vaud

Comité scientifique

Gilles Aldon, IFE, ENS de Lyon

Christophe Batier, Université Lyon,

Mireille Bétrancourt, TECFA, Université de Genève

Bernadette Charlier, Université de Fribourg

Ariane Dumont, HEIG Vaud

Olivier Ertz, HEIG-VD Vaud

Divina Frau-Meig, Université Sorbonne Nouvelle

Serge Garlatti, IMT Atlantique

Sébastien George, LIUM, Université du Maine

Jean-Marie Gilliot Lab-STICC, IMT Atlantique

Olivier Glassey, STS_Lab, Université de Lausanne

Nathalie Guin, LIRIS, Université de Lyon

Jean-Luc Gurtner, Université de Fribourg

Lyonel Kaufmann, HEP Vaud

Jean-Marc Labat, Université Paris 6

Elise Lavoué, Université Jean Moulin Lyon 3

Marie Lefèvre, LIRIS, Lyon

Iza Marfisi-Schottman, LUNAM, Université du Maine

Réjane Monod-Ansaldi, IFE, ENS de Lyon

Mathieu Muratet, LIP6, Université Paris 6

Sandra Nogry, Paragraphe, Université Cergy-Pontoise

Jean Gabin Ntebuse, Université de Sherbrooke

Lacehn Oubahssi LIUM, Université du Maine

Nicolas Perrin, HEP Vaud

Christophe Reffay, Université de Franche-Comté

Didier Roy, équipe Flowers, Inria Bordeaux

Daniel Schneider, TECFA, Université de Genève

Nicolas Szillas, TECFA, Université de Genève

Luc Trouche IFE, ENS de Lyon

François Villemonteix CIREL, Université Lille 3

Amelle Yessad LIP6, Université Paris 6

Etienne Vandeput IUFE, Université de Genève

Sommaire

Enseignement de l'informatique, robotique.

Page 5: Apprentissage de la robotique pédagogique à l'école primaire
Michel Spachet et François Villemonteix

Page 9: Apprentissage de la programmation par des novices : étude de l'adéquation entre concepts, outils d'apprentissage et besoins des utilisateurs
Julie Henry et Bruno Dumas

Page 13: Développement dirigé par les tests et revue de code par les pairs pour l'apprentissage de la programmation
Franck Silvestre et Jean-Baptiste Raclet

Page 16: Un dispositif d'évaluation continue en introduction à la programmation
Cédric Libert et Wim Vanhoof

Usages pédagogiques, jeux

Page 20: Focus sur les possibles ouverts par le numérique quant à la customisation de sa formation
François Antille, Patrick Favre et Lucie Mottier Lopez

Page 23: Analyse comparative des comportements dans les serious games pour améliorer l'impact sur l'apprentissage
Dominique Jaccard, Jarle Hulaas et Ariane Dumont

Page 27: Ludicisation et gestion de classe : modification du rôle de l'enseignant
Guillaume Bonvin

Page 30: BioSentiers, une application de réalité augmentée pour se reconnecter à la nature
David Piot, Olivier Ertz et Jens Ingensand

École numérique

Page 34: Intelligence Artificielle : Éduquer pour modifier la représentation qu'en ont les jeunes
Olivier Briec, Anne Smal, Benoît Fréney et Julie Henry

Page 38: Aborder les flux d'informations en géographie à l'aide du numérique : propositions pour des élèves de 11e année (14-15 ans)
Alain Pache et Sylvie Joublot Ferré

Page 42: Les caractéristiques d'une Recherche orientée par la Conception dans la mise en place de dispositifs techno-pédagogiques
Elsa Paukovics

Page 46: L'enseignement de la littérature à l'ère du numérique : le cas du secondaire 2
Sonya Florey, Sylvie Jeanneret et Violeta Mitrovic

Apprentissage de la robotique pédagogique à l'école primaire

Michel Spach¹, François Villemonteix²

¹ EDA, Paris Descartes

² CIREL, Lille 3

michel.spach@u-cergy.fr

françois.villemonteix@univ-lille3.fr

Résumé : Cette contribution présente des résultats d'une recherche visant à étudier des pratiques d'enseignement ainsi que des processus d'apprentissage de concepts informatiques à l'école primaire. Elle s'est intéressée en particulier aux situations pédagogiques confrontant des élèves à différents types de problèmes qui mobilisent des instruments de traitement de l'information (Baron et Bruillard 2001). Elle a en particulier permis d'analyser la manière dont des enseignants, non spécialistes en informatique, conçoivent ces situations pédagogiques et évaluent la capacité des élèves à penser les objets sur lesquels ils agissent.

Mots-clés : informatique, programmation, robot, apprentissage, concept.

1 Introduction

La recherche présentée s'inscrit dans le cadre plus général du projet ANR « Didactique et apprentissage de l'informatique à l'école » (DALIE), dont l'objectif est de tester en situations réelles de classes des éléments de curriculum en informatique, en vue d'en vérifier la faisabilité à l'école primaire. Elle s'est intéressée au rôle que l'école peut jouer pour former des citoyens capables de s'adapter aux évolutions du numérique. Elle s'est en particulier focalisée sur les pratiques développées par des enseignants novices en ce domaine et sur les conceptualisations auxquelles elles conduisent auprès élèves. Elle questionne ainsi les enjeux éducatifs qui justifieraient, pour Baron & Bruillard (2001, p. 164), la nécessité d'une appropriation par la population du mode opératoire de produits particuliers et surtout des éléments d'une nouvelle culture. Leur appropriation conduirait selon ces auteurs à une meilleure compréhension des concepts et processus sous-jacents.

2 Contexte, ancrages théoriques et objectifs

La présence d'un invariant de traitement de l'information placé au cœur d'artefacts numériques en constante évolution tels que le robot, la console de jeu, la plateforme domotique, etc., ne garantit pas que des compétences transposables d'un artefact à l'autre puissent émerger. Malgré certaines similarités de surface, les compétences d'utilisation restent locales et contextualisées à l'univers d'appropriation (Fluckiger et Bruillard 2008). Travailler sur des éléments de connaissance plus universels et donc transférables d'un artefact à un autre, constituerait une approche permettant de s'adapter à ces changements (Baron et Bruillard 2008).

Cette hypothèse conduirait à passer d'une approche utilitariste des technologies, privilégiant des usages transparents des machines, à une approche centrée sur l'acquisition de concepts, de notions et de savoir-faire propres à l'informatique, permettant de mieux comprendre les processus en jeu (Baron et Bruillard 2001; Komis et Misirli 2011, 2012).

De récents rapports¹ préconisent de donner à l'école primaire sa place dans l'apprentissage des concepts fondamentaux de l'informatique. Si elle constitue un espace où de nombreuses innovations technologiques ont été introduites ces dernières années et semble donc apte à prendre en charge un enseignement de l'informatique, on peut supposer l'existence de difficultés susceptibles de freiner son développement. Ces difficultés semblent prendre leur origine dans le fait que les élèves ne perçoivent pas les systèmes dans leur globalité et qu'il y aurait une illusion d'un apprentissage des concepts par l'utilisation (Baron et Bruillard 2001). Or l'usage ne suffit pas au développement de compétences nécessaires à une utilisation raisonnée de l'informatique (Fluckiger 2008). Ce que l'on fait chez soi avec un ordinateur est différent de qu'on fait à l'école ; si les savoir-faire acquis à la maison par

¹ Rapport de l'Académie des sciences consultable à l'adresse www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/rads_0513.pdf et proposition d'orientations générales pour un programme d'informatique à l'école primaire consultable à l'adresse http://www.epi.asso.fr/revue/editic/itic-ecole-prog_2013-12.htm

les enfants sont réels, en l'absence d'enseignement, la conceptualisation reste souvent limitée (Giannoula et Baron 2002).

La robotique pédagogique constitue une démarche pédagogique fertile au plan cognitif (Komis et Misirli 2011), positionnée comme une réponse envisageable d'un accès à ce que certains auteurs nomment « pensée informatique » (Wing 2006). Cette forme de pensée se définit comme un processus de réflexion qui permet de décrire un objet ou un problème sous une forme algorithmique afin que celui-ci puisse être traité aussi bien par un système informatique que par un humain.

S'inspirant de la philosophie de LOGO tout en s'affranchissant de ses contraintes, des robots de sol de petite taille, comme Bee-Bot, Blue-Bot et Thymio, sont commercialisés depuis quelques années. Des recherches ont montré que l'utilisation scolaire de ce type de robot pouvait permettre le développement des compétences dans le domaine des mathématiques et de la pensée algorithmique (Komis et Misirli 2011, 2012).

Afin d'examiner les processus de conceptualisation en jeu chez les élèves et de conception de scénarios pédagogiques instrumentés, la recherche s'est appuyée sur deux approches, l'une didactique et l'autre instrumentale, se complétant l'une l'autre. La première, issue des travaux de Vergnaud (1990) permet d'approcher la manière dont les élèves opèrent d'un point de vue cognitif, lorsqu'ils sont placés dans des situations d'apprentissage de nouvelles notions. Elle privilégie le principe d'action du sujet en situation d'apprendre et d'organisation de sa pensée ainsi que de sa conduite, cette activité impliquant des concepts et des schèmes. La deuxième, l'approche instrumentale (Rabardel 1995) permet d'approcher des apprentissages placés dans un contexte où les manipulations d'objets informatiques tangibles occupent une place centrale. Elle permet de cerner les genèses en jeu lors d'activités instrumentées mobilisant les différents artefacts.

Les concepts informatiques approchés par les élèves, sont mis en référence avec les quatre concepts – algorithme, machine, langage et information – couvrant le champ de l'informatique (Dowek 2011) complétés d'un cinquième concept, celui de l'interface (Berry 2014). Les apprentissages ne relevant pas du domaine de l'informatique sont croisés avec la catégorisation proposée par Béziat : l'espace et le temps, l'exercice de la pensée, les instruments de travail, la dynamique personnelle, les enjeux sociaux (Béziat 2013).

3 Méthodologie

Des expérimentations ont été conduites dans deux classes d'écoles primaires de l'académie de Versailles, l'une de CE1 (24 élèves) et l'autre de CM1 (26 élèves), au cours de quatorze séances, entre novembre 2015 et avril 2016. Les enseignants, en charge des classes, tous deux maîtres-formateurs expérimentés, se sont portés volontaires pour participer à ces expérimentations.

Le protocole d'observation, identique pour chacune de ces classes, a consisté en un cycle d'observations de l'activité de la classe et des élèves répartis en groupe de trois ou quatre. Pour chaque classe, le cycle d'observations a été précédé et suivi d'un entretien d'un groupe de quatre ou cinq élèves et d'un entretien de l'enseignant. Une approche inductive a été privilégiée dans le cadre d'une démarche éthnométhodologique permettant de « comprendre certains mécanismes difficilement décriptables » (Soulé, 2007), en évitant de provoquer le moindre changement. Différents outils ont permis la collecte des données comme l'observation filmée des séances, l'entretien d'explicitation de groupes d'élèves ainsi que des enseignants, la collecte des documents didactiques, des traces écrites des élèves et des questionnaires évaluatifs. Les données recueillies se présentent sous la forme de trois grands segments de données issus de vidéos de séances et d'enregistrements audionumériques, d'entretiens avec les élèves et les enseignants et enfin de traces écrites de l'activité des élèves. Les données extraites des données collectées ont été sélectionnées en lien avec les appuis théoriques et le questionnement. Des grilles d'observation des activités filmées, des grilles de traitement des entretiens et des grilles d'analyse des documents didactiques ainsi que des traces écrites ont ensuite permis d'effectuer des catégorisations : activité de programmation, concepts et méthodes informatiques en jeu, appropriation des artefacts.

4 Résultats et discussion

Les scénarios témoignent d'une instrumentation raisonnée des enseignants leur permettant de concevoir des situations intégrant des artefacts robotiques qu'ils adossent à des artefacts didactiques conçus par eux-mêmes. La

conception du scénario s'effectue au rythme de la propre genèse instrumentale des enseignants, en référence aux situations, ressources robotiques et didactiques, selon des processus itératifs.

La mise en œuvre du scénario s'opère en prenant appui sur des gestes professionnels éprouvés et conforte le rôle déterminant de l'enseignant dans l'organisation spatiale et temporelle de la séance et de la régulation des échanges.

La genèse instrumentale des élèves fait apparaître des schèmes qui sont nouveaux (codage et débogage dans le cas de Bee-Bot - analyse du fonctionnement d'un artefact assimilé à une boîte noire dans le cas de Thymio) ou adaptés et en lien avec d'autres domaines d'apprentissage comme la lecture et le repérage spatiale.

Bien que concepts ou notions informatiques ne sont pas mis en référence par les enseignants à des savoirs institués, ils sont néanmoins approchés lors des activités de programmation du déplacement du robot Bee-Bot et lors des activités d'étude d'objet technologique dans le cas du robot Thymio. Cependant, faute d'un déficit de connaissances spécifiques du domaine, les séances ne parviennent pas à un degré d'institutionnalisation suffisant de la part des enseignants.

Les concepts et notions en jeu sont particulièrement dépendants des contextes technologiques de chacun des robots. Ainsi, Bee-Bot sensibilise les élèves à la programmation procédurale et Thymio à la programmation événementielle.

Des méthodes propres à la production logicielle sont sollicitées, comme le séquençage de l'activité de programmation en phases de spécification, conception, réalisation et mise au point. Les aides instrumentées imaginées par les enseignants participent à ce séquençage et à l'appropriation du scénario par les élèves.

Des paradigmes de programmation sont approchés, comme la programmation procédurale dans le cas du robot Bee-Bot et la programmation événementielle dans le cas du robot Thymio.

En dehors du domaine informatique, la résolution de problème, placée au cœur des apprentissages, favorise le développement de la dynamique personnelle des élèves. La présence d'obstacle didactique leur permet de développer des démarches de tâtonnements, d'essais-erreurs dans un contexte de travail en petit groupe favorisant le travail collaboratif. La complexité intrinsèque du robot, comme c'est le cas du robot Thymio, peut conduire les élèves à privilégier la réalisation au détriment de la compréhension par une volonté de faire « à tout prix » facilitée par les caractéristiques du matériel robotique. Dans le domaine de la pensée, en particulier, les élèves se confrontent à des démarches expérimentales en anticipant un résultat, émettant et vérifiant des hypothèses et ajustant en conséquence leur perception.

5 Conclusion

Cette recherche apporte des éléments permettant de comprendre comment des enseignants, qui ne sont spécialistes ni de l'informatique ni de son enseignement, parviennent, de manière intuitive, à développer et à mettre en œuvre des scénarios pour enseigner quelques concepts informatiques. Elle témoigne de la capacité de ces enseignants à intégrer des objets tangibles ou symboliques dans leur scénario en procédant à une analyse préalable à *minima* du fonctionnement du robot. Cette intégration s'accompagne de celle d'autres instruments didactiques participant au développement de connaissances informatiques et à la construction de compétences situées en dehors de ce champ.

Le défaut de maîtrise conceptuelle des enseignants est sans doute à l'origine du manque de référencement des notions ou des concepts abordés dans les situations pédagogiques. Ceci souligne sans doute le besoin qu'il y aurait à former les enseignants aux concepts informatiques et plus largement au développement de littéracies informatiques ne se limitant pas à l'utilisation d'objet tangibles programmables ou d'interfaces de programmations visuelles, mais permettant l'émergence d'une « culture informatique » en rendant perceptibles les processus en jeu des machines informatisées.

En fait, enseigner l'informatique ne constitue pas un allant de soi pour les enseignants, le produit de l'activité analysée étant souvent légitimé au regard d'attentes institutionnelles prescrites pour l'école primaire (p.e. en mathématiques, en français).

En prolongement à cette recherche, il serait aussi intéressant d'étudier d'autres activités pédagogiques informatiques porteuses de concepts spécifiques à enseigner, qui ne concernent pas uniquement la production d'algorithmes et la programmation. Le sens commun voudrait que l'utilisation d'internet, la production de documents, le traitement de données échappent à des conceptualisations propres. Mais qu'en est-il réellement ? Quels sont les concepts, notions enseignables ? De quelles manières la formation initiale et continue pourrait-elle aider les enseignants à repérer les enjeux conceptuels attachés à ces différentes utilisations ? La question s'avère

complexe, dès lors que cette tâche est animée par une intention de transférabilité, en particulier vers de jeunes élèves.

Références

- Baron, Georges-Louis. 2016. « Réflexions sur la didactique de l'informatique ». <http://www.adjectif.net/spip>. 6 février 2016. <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article381>.
- Baron, Georges-Louis, et Eric Bruillard. 2001. « Une Didactique de l'informatique ? » *Revue Française de Pédagogie* 135:163-72.
- Baron, Georges-Louis, et Eric Bruillard. 2008. « Technologies de l'information et de la communication et indigènes numériques : quelle situation ? » *Rubrique de la revue STICEF*, Rubrique de la revue STICEF, Volume 15. http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2008/09r-baron/sticef_2008_baron_09.htm.
- Berry, Gérard. 2014. *La pensée informatique, cœur du monde numérique*. Dailymotion. http://www.dailymotion.com/video/x1zvso5_la-pensee-informatique-coeur-du-monde-numerique-gerard-berry_school.
- Béziat, Jacques. 2013. « Les TIC à l'école primaire en France : informatique et programmation », Association EPI, , novembre. <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1311d.htm>.
- Bruillard, Eric. 2017. « Enseignement de l'informatique entre science et usages créatifs : Quelle scolarisation ? » In *L'informatique et le numérique dans la classe, Qui, quoi, comment?*, Presses universitaires de Namur. Namur. <http://pun.be/fr/livre/?GCOI=99993100805880>.
- Crahay, Marcel. 1987. « Logo, un environnement propice à la pensée procédurale ». *Revue française de pédagogie* 80:37-56.
- Dowek, Gilles. 2011. « Les quatre concepts de l'informatique ». In *Sciences et technologies de l'information et de la communication en milieu éducatif*, 21-29. Patras, Greece: New Technologies Editions. <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00676169/document>.
- Fluckiger, Cédric. 2008. « L'école à l'épreuve de la culture numérique des élèves ». *Revue française de pédagogie*, La culture des élèves : enjeux et questions, , n° 163 (juin):51-61.
- Fluckiger, Cédric, et Eric Bruillard. 2008. « TIC : analyse de certains obstacles à la mobilisation des compétences issues des pratiques personnelles dans les activités scolaires ». http://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00343128/document.
- Giannoula, Efthalia, et Georges-Louis Baron. 2002. « Pratiques familiales de l'informatique versus pratiques scolaires : Représentations de l'informatique chez les élèves d'une classe de cm2 ». *Sciences et techniques éducatives* 9 (3-4):437-56.
- Komis, Vassilis, et Anastasia Misirli. 2011. « Robotique pédagogique et concepts préliminaires de la programmation à l'école maternelle : une étude de cas basée sur le jouet programmable Bee-Bot ». In *Actes DIDAPRO 4*, 271-84. Patras-Grece. <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00676143/document>.
- Komis, Vassilis, et Anastasia Misirli. 2012. « Jeux programmables de type Logo à l'école maternelle ». <http://www.adjectif.net/spip>. 30 mai 2012. <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article140>.
- Rabardel, Pierre. 1995. « Les hommes et les technologies. Une approche cognitive des instruments contemporains ». <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462/document>.
- Vergnaud, Gérard. 1990. « La théorie des champs conceptuels ». *Recherches en Didactique des Mathématiques* 10/2-3:133-70.
- Wing, Jeannette M. 2006. « Computational thinking ». *Commun. ACM* 49 (3):33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.

Apprentissage de la programmation par des novices : étude de l'adéquation entre concepts, outils d'apprentissage et besoins des utilisateurs

Julie Henry, Bruno Dumas
Université de Namur, Belgique
PReCISE, NAMur Digital Institute (NADI)
[\[julie.henry ; bruno.dumas@unamur.be\]](mailto:julie.henry ; bruno.dumas@unamur.be)

Résumé. Ce papier présente les premiers résultats d'une thèse de doctorat qui vise à étudier l'adéquation entre les concepts de base en programmation, les outils d'aide à l'apprentissage de ces concepts et les besoins des apprenants novices.

Mots-clés. Enseignement de la programmation, novices, différences individuelles, outils d'aide à l'apprentissage

1 Introduction

Depuis des décennies, l'enseignement de la programmation à des novices fait l'objet de nombreuses recherches autour de thématiques aussi variées que le curriculum et la didactique associée - **quoi enseigner** -, la pédagogie - **comment l'enseigner** -, le choix d'un langage et les outils d'aide à l'apprentissage - **avec quoi l'enseigner**. Pourtant, les difficultés éprouvées par les novices dans l'apprentissage de la programmation constituent encore aujourd'hui une problématique majeure.

L'enseignement de la programmation est en passe d'être (ré)introduit d'ici quelques années en Belgique francophone, comme cela se fait progressivement ailleurs dans le monde. Actuellement, la communauté française de Belgique opte pour une introduction timide, motivée par l'équipement des établissements scolaires à travers notamment les projets École Numérique¹ et leurs packages « découverte de la programmation » composés de Thymio² ou d'Arduino. Bien que le choix d'un outil pour enseigner la programmation ne soit pas sans conséquence, dans la majorité des cas il « n'est pas choisi parce qu'il facilite l'apprentissage, mais plutôt parce qu'il est actuel (ou) parce qu'un supérieur le souhaite » (Vandeput & Henry, 2018). Ce constat questionne ce qui se passe en Belgique. Comment les outils proposés dans le cadre des projets École Numérique ont-ils été choisis ? Sont-ils vraiment les plus adaptés pour initier à la programmation ? Ce choix a-t-il pris en compte les besoins et donc les profils des élèves eux-mêmes ? Pour apporter des éléments de réponse à ces questions communes à bien d'autres contextes, la recherche doctorale présentée ici étudie l'adéquation entre un concept de programmation à enseigner, un outil aidant à son apprentissage et les besoins de l'apprenant.

2 État de l'art et objectif de la recherche

Enseigner la programmation au moyen de micro-ordinateurs et de robots... Une démarche qui n'est pas neuve (Papert, 1980) et qui n'apporte pas de réponse complète au challenge que pose cet enseignement. Les nombreuses recherches menées çà et là font peu état de mesures d'un réel apport en ce qui concerne l'apprentissage (et, par conséquent, la compréhension) de la programmation. On évoque généralement l'engagement et la collaboration comme résultat observé chez l'enfant³. Fort heureusement, les robots ne sont pas les seuls outils d'aide à l'apprentissage rencontrés : ceux-ci se sont multipliés et diversifiés pour répondre à des

1 <http://www.ecolenumerique.be/qa/>

2 <https://www.thymio.org>

3 Public-cible souvent privilégié lorsqu'il s'agit d'utiliser les robots.

besoins et des publics variés (Sorva et al., 2013 ; Kelleher & Pausch, 2005). On peut toutefois regretter le caractère exclusif qu'occupent bien souvent les outils dans de nombreuses études de cas : un outil unique (pour un contexte naturellement tout aussi unique) aidant à l'apprentissage de l'ensemble des concepts abordés dans un cours d'introduction à la programmation. **Et si pourtant l'apprentissage de chaque concept pouvait être optimisé à travers un outil qui lui serait particulièrement bien adapté ?**

L'enseignement de la programmation est souvent qualifié de difficile (Robins et al., 2003), sans pour autant que soient données des preuves concluantes de cette affirmation. Cette recherche n'a pas pour objectif de mettre à jour une *énigme* origine aux difficultés rencontrées par les novices (Ginat, 2004 ; Soloway et al., 1983), ni de trouver une réponse à toutes celles déjà identifiées. Elle prend le parti de croire qu'il existe une solution en l'utilisation d'outils d'apprentissage adaptés. Il y a près de 30 ans, Egan (1988) offrait le premier aperçu de l'impact des différences entre individus dans le domaine des Interfaces Homme-Machine (IHM). Les résultats rapportés concernaient, entre autres, la programmation. Il est alors apparu nécessaire d'adapter les interfaces, et de façon plus globale les systèmes, aux utilisateurs : « everyone should be computer literate » est devenu « computers should be user literate ». Depuis, la relation entre caractéristiques individuelles et apprentissage de la programmation n'est plus à prouver (Cuba-Ricardo et al., 2015 ; Renumol et al., 2010). De plus, la catégorisation proposée par (Granić & Nakić, 2010) pourrait constituer un point de départ raisonnable à une recherche prônant la prise en compte des différences de chaque individu dans l'apprentissage de la programmation. Dès lors, **pourquoi ne pas proposer un enseignement offrant à chacun la possibilité d'apprendre à travers l'outil qui lui est le plus adapté ?**

C'est l'objectif que poursuit la recherche doctorale objet de cette communication à travers l'étude de l'adéquation entre les concepts considérés comme basiques en programmation, les outils d'aide à l'apprentissage de la programmation et les besoins des étudiants dits novices.

3 Méthodologie

La recherche comportera deux phases principales et liées : une première (développée ici) orientée « éducation », s'intéressant à l'enseignement de la programmation, et une deuxième orientée « IHM », qui mettra l'accent sur la création et l'évaluation de prototypes d'outils d'aide à l'apprentissage de la programmation.

Si cette recherche peut être réalisée à différents niveaux, l'enseignement de la programmation n'est que peu présent actuellement dans l'enseignement belge. Dès lors, dans un premier temps, le contexte envisagé est celui d'une Faculté d'Informatique. Le public-cible est donc constitué de plus de 300 étudiants en première année de bachelier engagés dans un cours d'initiation à la programmation (entre septembre 2017 et juin 2020).

Pour répondre à l'objectif de cette recherche, il est nécessaire d'identifier, dans un premier temps, quelques différences individuelles⁴ (classées selon les catégories de Granić) pour chaque étudiant constituant notre échantillon : (1) les « personal user characteristics », à savoir son âge, son genre, son habilité spatiale⁵, sa mémoire de travail⁶ et son (ses) style(s) d'apprentissage⁷ ; (2) les « previously acquired knowledge and skills », à savoir son « bagage » de connaissances en ce qui concerne l'ordinateur et la programmation, ainsi que son expérience dans la pratique de différents langages de programmation ; (3) les « system related user characteristics », à savoir leur vision de l'informatique, pour déterminer ce à quoi ils s'attendent en arrivant au premier cours, et leur choix d'option.

En complément à cette collecte de données, l'évolution de la compréhension de chaque concept de base abordé au cours (variable, conditionnelle, boucle, fonction et structure de données) a été mesurée au moyen de trois tests identiques, passés à trois moments décisifs : avant le cours (pré-test obligatoire), entre le cours et les travaux pratiques (test intermédiaire) et après les travaux pratiques (post-test, sur base volontaire). Ces tests sont

4 Excepté lorsque c'est spécifié clairement, l'ensemble des données décrites ici a été collecté au moyen d'un questionnaire en ligne, durant la première séance de travaux pratiques, en début d'année académique.

5 Tests de rotation mentale en version informatisée et en version papier (Shepard & Metzler, 1971 ; VandenBerg & Kuse cité par Peters et al., 1995).

6 Test de (Corsi, 1972) en version informatisée.

7 Traduction du questionnaire de (Felder & Soloman, 1999).

composés de questions ouvertes portant sur le concept lui-même et d'une série de codes à résoudre. En cas de problème récurrent chez un étudiant pour un même concept, celui-ci est invité à réaliser une courte entrevue enregistrée avec le chercheur.

Une analyse qualitative est prévue pour les questions ouvertes et les entretiens, réalisée à la fois manuellement et de façon automatique (analyse multidimensionnelle) au moyen de l'outil IraMuTeQ⁸.

4 Résultats et discussion

Afin d'assurer le suivi des étudiants durant le quadrimestre, la priorité a été mise sur les résultats des tests mesurant l'évolution de la compréhension de chaque concept, et plus particulièrement dans le cadre de ce papier, le concept de variable. Un diagramme Sankey (cfr. Figure 1) permet de visualiser cette évolution pour chacun des codes à résoudre, à savoir les 12 codes composant le test de Dehnadi (2009) dans le cas de la variable.

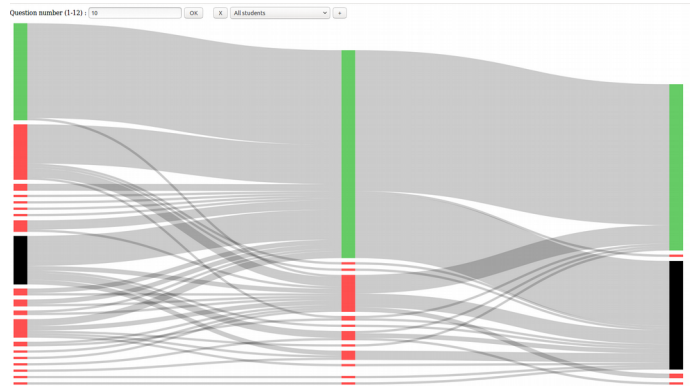


Figure 1. Visualisation des résultats du code 10 - vert : correct rouge : incorrect ; noir : abstention (pré-test) / absence (post-test)

Les résultats présentés ci-après proviennent d'une analyse rapide des évolutions positives mesurées sur un échantillon de quatre codes (parmi les 12). Ceux-ci (cfr. Figure 2) ont été choisis parce qu'ils illustrent les différents niveaux de difficulté rencontrés dans le test.

Code 1	Code 3	Code 5	Code 10
int a = 10; int b = 20;	int big = 10; int small = 20;	int a = 10; int b = 20;	int a = 5; int b = 3; int c = 7;
a = b;	big = small;	b = a; a = b;	b = a; c = b; a = c;

Figure 2. Codes issus du test de Dehnadi (2009) – « Que valent les variables ? »

Tableau 1. Évolution positive de la compréhension du concept de variable (n = 123)

	Code 1	Code 3	Code 5	Code 10
Réponses incorrectes au pré-test	39,02 %	42,28 %	53,66 %	48,78 %
Évolution positive (par rapport aux réponses incorrectes du pré-test) au test intermédiaire	72,92 %	69,23 %	59,09 %	40,00 %
Évolution positive (par rapport aux réponses incorrectes du pré-test) au post-test	12,50 %	15,38 %	18,18 %	18,33 %
Abstentions (réponses laissées vides) au pré-test	10,57 %	12,20 %	12,20 %	17,07 %
Évolution positive (par rapport aux abstentions du pré-test) au test intermédiaire	76,92 %	66,67 %	53,33 %	61,90 %

Pour chacun de ces codes, l'intérêt s'est porté sur le taux de réponses incorrectes et laissées vides au pré-test, à savoir les deux groupes d'étudiants en « difficulté » (cfr. Tableau 1). Dans chaque groupe, toute évolution positive de la compréhension du concept de variable chez les étudiants, exprimée par l'obtention d'une réponse correcte au code donné, a été comptabilisée et rapporté au nombre d'étudiants composant le groupe. Il est ainsi possible de quantifier l'efficacité du cours magistral (sans tenir compte ici des outils mis en jeu au sein de celui-ci : métaphores, schémas, etc.) et l'importance, pour certains étudiants, de la pratique (au moyen d'exercices sur papier et sur IDE) du concept abordé.

⁸ <http://www.iramuteq.org/>

Pour un code donné, la proportion d'étudiants chez qui une évolution positive a été mesurée au test intermédiaire est similaire quelque soit la situation (réponses incorrectes ou abstentions). Les codes possédant un degré de difficulté supérieur, à savoir les codes 5 et 10, présentent une évolution positive moindre dans le cas du test intermédiaire comparé aux résultats obtenus pour les codes 1 et 3. Cette tendance s'inverse en ce qui concerne le post-test. Bien que légère, cette différence pourrait indiquer que la pratique jouerait, dans ces cas, un rôle plus important dans la compréhension du concept.

Les quelques observations faites ici ne sont qu'un aperçu de ce qui pourrait ressortir d'une analyse rigoureuse réalisée sur les nombreuses données collectées au moyen des tests, pour chacun des concepts de base de la programmation. En ce qui concerne les caractéristiques individuelles, le constat est similaire : les informations déjà collectées sont conséquentes (genre, choix d'option, bagage de connaissances, expérience) et d'autres restent encore à collecter dans les prochains mois sur le même échantillon.

5 Conclusion

Les résultats présentés dans ce papier constituent le travail préliminaire d'une recherche doctorale qui vise à étudier l'adéquation entre les concepts considérés comme basiques en programmation, les outils d'aide à l'apprentissage et les besoins des novices. Si cette recherche n'en est qu'à ces débuts, les données collectées à ce jour sont abondantes et semblent pouvoir mettre en lumière des observations intéressantes pour la communauté Ludovia. L'approche utilisée pour les collecter, elle-même, constitue un apport non négligeable et gagnerait à être soumise à l'avis d'experts.

Références

- Corsi, P.M. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain*. Doctoral Thesis at McGill University.
- Cuba-Ricardo, G., Serrano-Rodriguez, M. T., Leyva-Figueroa, P. A., & Mendoza-Tauler, L. L. (2015). Methodology for Characterization of Cognitive Activities when Solving Programming Problems of an Algorithmic Nature. *Olympiads in Informatics*, 9.
- Dehnadi, S. (2009). *A cognitive study of learning to program in introductory programming courses*. Doctoral Thesis at Middlesex University.
- Egan, D (1988). Individual differences in Human-Computer Interaction. In: *Handbook of Human-computer Interaction*. Ed. by Helander, M.. Elsevier Science B.V. Publishers, pp. 543–568.
- Ginat, D. (2004). On novice loop boundaries and range conceptions. *Computer Science Education*, 14(3) :165–181.
- Granić, Andrina and Jelena Nakić (2010). Enhancing the learning experience: Preliminary framework for user individual differences. In: *Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group*. Springer, pp. 384–399.
- Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). Lowering the barriers to programming: A taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 37(2), 83-137.
- Papert, Seymour (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., & Richardson, C. (1995). A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test-different versions and factors that affect performance. *Brain and cognition*, 28(1), 39-58.
- Renumol, V. G., Janakiram, D., & Jayaprakash, S. (2010). Identification of cognitive processes of effective and ineffective students during computer programming. *ACM TOCE*, 10(3), 10.
- Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer science education*, 13(2), 137-172.
- Shephard, R.N. and Metzler, J. (1971). Mental Rotation of Three-Dimensional Objects. *Science*, 171, 701-703.
- Soloman, B. A., & Felder, R. M. (1999). Index of learning styles questionnaire. Retrieved Decembre, 18, 2017. https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb_4.php
- Soloway, E., Bonar, J. & Ehrlich, K. (1983). Cognitive strategies and looping constructs: An empirical study. *Communications of the ACM*, 26(11) :853–860.
- Sorva, J., Karavirta, V., & Malmi, L. (2013). A review of generic program visualization systems for introductory programming education. *ACM TOCE*, 13(4), 15.
- Vandeput, E. & Henry, J. (2018, à paraître). *Apprendre à programmer. Comment les enseignants justifient-ils le choix d'un outil didactique ?* Papier proposé au colloque Didapro 7 – DidaSTIC, du 7 au 9 février 2018. Lausanne (Suisse).

Développement dirigé par les tests et revue de code par les pairs pour l'apprentissage de la programmation

Franck Silvestre, Jean-Baptiste Raclet
Université Toulouse 3, Institut de Recherche en Informatique de Toulouse
franck.silvestre@irit.fr
jean-baptiste-raclet@irit.fr

Résumé. Cet article introduit une nouvelle approche d'enseignement de la programmation s'inspirant de la démarche d'apprentissage dirigé par les tests (TDL). Cette approche, baptisée "apprentissage dirigé par les tests et la revue par les pairs" (PRaTDL), est caractérisée par un protocole articulant les séquences de programmation en autonomie dirigée par les tests et les séquences de revue de code par les pairs. La démarche PRaTDL a été expérimentée sur un groupe d'étudiants de Master Informatique. Les résultats de notre étude qualitative mettent en avant les sentiments d'autonomie et d'encapacitation associés aux séquences de programmation dirigée par les tests et les sentiments d'approfondissement et de compréhension suscités par les séquences de revue de code par les pairs.

Mots-clés. Apprentissage de la programmation, développement dirigé par les tests, revue de code par les pairs, évaluation par les pairs.

1 Introduction

L'apprentissage dirigé par les tests (TDL pour *Test-Driven Learning*) a été introduite par Janzen & Saiedian (2006) pour relever le défi d'apprendre à programmer en utilisant les tests.

Notre travail s'inscrit dans la continuité des travaux de Janzen & Saiedian (2006, 2008) pour l'apprentissage de la programmation et plus précisément sur l'acquisition de capacités à discuter des solutions mises en œuvre dans la résolution d'exercices ou de problèmes. Nous décrivons dans un premier temps le contexte de nos travaux, leurs ancrages théoriques et les objectifs poursuivis. La deuxième section décrit le protocole mis en œuvre et la méthodologie déployée pour recueillir les bénéfices perçus par les étudiants sur le protocole proposé. Enfin, nous présentons les résultats de notre expérimentation menée sur un groupe d'étudiants inscrit dans un cursus de Master 2 Informatique en développement logiciel.

2 Contexte, ancrages théoriques et objectifs

En ingénierie logicielle, les tests représentent un dispositif incontournable pour vérifier et valider un système logiciel (Bourque & Fairley, 2014). L'adoption massive des méthodes agiles dans l'industrie (Stavru, 2014) a mis de facto sur le devant de la scène le développement dirigé par les tests (TDD pour *Test Driven Development*). Cette pratique d'ingénierie, formalisée initialement dans le cadre de la méthode XP (Beck, 2003), consiste à développer les fonctionnalités d'un logiciel dans une succession de cycles commençant par l'écriture d'un test, suivi de l'écriture du code faisant passer le test et terminant par l'amélioration du code principal (*refactoring*). Cette approche redéfinit complètement le rôle des tests en ingénierie logicielle : le TDD est une méthode d'analyse, de conception et de développement reposant sur l'écriture de tests automatisés tout au long du cycle de développement (Beck). L'usage des tests est, dans ce cadre d'utilisation, pervasive, et ne se cantonne plus à un seul objectif de vérification du système logiciel en aval du développement réalisé. Pourtant le TDD ne suit pas la courbe d'adoption des méthodes agiles (Causevic, Sundmark, & Punnekkat, 2011). Dans leur étude, Causevic, Sundmark, & Punnekkat énoncent sept facteurs de limitations de l'adoption du TDD dans l'industrie. Parmi les sept, deux sont directement liés au manque de connaissances et de compétences sur le TDD ainsi que sur l'écriture des tests.

L'apprentissage dirigé par les tests (TDL pour *Test Driven Learning*) a été introduit par Janzen & Saiedian (2006, 2008) pour relever le défi d'apprendre à programmer en utilisant les tests pour expliciter l'usage et le comportement de portions de codes dans différents langages. Les résultats des expérimentations menées par Janzen & Saiedian (2006) montrent que les étudiants gagnent en compréhension des concepts lorsqu'ils sont en situation d'apprentissage dirigé par les tests. Nos travaux s'inscrivent dans la continuité des travaux amorcés par Janzen & Saiedian (2006, 2008). Nous avons proposé à nos étudiants un protocole visant à compléter une

approche uniquement dirigée par les tests par des activités de revue de code. Nous avons souhaité ainsi cibler un ensemble de résultats d'apprentissages plus large concernant principalement les capacités à discuter sur différentes solutions apportées à un problème de programmation (ACM, 2013). Pour cet article, nous nous sommes intéressés aux bénéfices perçus par les étudiants lors de la mise en œuvre de cette nouvelle démarche.

3 Méthodologie

Notre travail s'inscrit dans une démarche de recherche-action visant l'amélioration de l'apprentissage de la programmation. L'expérimentation a été menée dans une unité d'enseignement de Master Informatique portant sur l'apprentissage d'interfaces de programmation d'applications (API) en Java.

Dans cette unité d'enseignement, le protocole a été le suivant :

- Les étudiants ont à développer individuellement un projet dont les fonctionnalités peuvent être conçues à l'aide de l'API visée.
- Les consignes générales sont indiquées sur un format standard d'énoncé rédigé en langage naturel.
- Les questions exigeant en réponse l'écriture de code sont systématiquement accompagnées du jeu de tests automatisés devant passer avec succès pour considérer que l'exercice a été accompli correctement.
- Chaque séance est structurée sous la forme d'une alternance de séquences de travail en autonomie sur le projet (phases « solo » pendant lesquelles l'apprentissage est dirigé par les tests) et de séquences de revues par les pairs sur les solutions mises en œuvre (phases « duo »).

Nous définissons la notion d'« Apprentissage du développement dirigé par les tests et la revue par les pairs » (PRaTDL pour *Peer Review and Test-driven Development Learning*) comme démarche d'apprentissage de la programmation supportée par le protocole proposé ci-dessus.

Les séquences de revue par les pairs ont été mises en œuvre en utilisant la plateforme Tsaap-Notes (Silvestre, Vidal & Broisin, 2017). Celle-ci permet à l'enseignant de poser des questions aux étudiants et d'orchestrer un processus en 3 étapes : (1) pour chaque question, chaque étudiant, à l'aide d'un dispositif connecté, fournit une réponse au système ; (2) le système demande à chaque apprenant d'étudier et d'évaluer jusqu'à cinq contributions apportées par les autres étudiants ; (3) après publication des résultats, l'enseignant et les étudiants ont accès à la liste de toutes les contributions ordonnées de la mieux notée à la moins bien notée. L'enseignant et les étudiants ont alors l'opportunité d'échanger sur les résultats observés.

Afin de mesurer les bénéfices perçus par les étudiants quant à l'approche PRaTDL, nous avons proposé aux étudiants de Master un questionnaire détaillé dans le tableau 1.

Tableau 1. Questionnaire soumis aux étudiants

N°	Question	Domaine de valeurs des réponses
1.1	J'ai appris beaucoup durant les 8 premières séances de cette UE. Sur une échelle de 1 à 10 jusqu'à quel point êtes-vous d'accord ou pas d'accord avec cette affirmation ?	Echelle linéaire de 1 à 10. 1 = Pas du tout d'accord ; 10 = Tout à fait d'accord
1.2	Justifiez votre réponse.	Texte libre.
2.1	Je tire complètement partie de la phase "solo".	Echelle linéaire de 1 à 10. 1 = Pas du tout d'accord ; 10 = Tout à fait d'accord
2.2	Que m'apportent les séquences "solo" guidées par les tests ?	Texte libre.
3.1	Je tire complètement partie de la phase "duo".	Echelle linéaire de 1 à 10. 1 = Pas du tout d'accord ; 10 = Tout à fait d'accord
3.2	Que m'apportent les séquences "duo" pour répondre aux questions de compréhension ?	Texte libre.

4 Résultats et discussion

Sur les 24 apprenants ayant participé à l'expérimentation, 22 apprenants ont répondu au questionnaire présenté dans le tableau 1. De leurs réponses émerge un fort sentiment d'apprendre. En effet, à la question 1.1, la totalité des étudiants répond avec une note supérieure à 5 ; ils sont 14 (64%) à y répondre avec une note supérieure à 7 sur 10. Ce résultat traduit la perception par les étudiants d'un approfondissement dans les apprentissages sachant que cet enseignement est de niveau avancé et s'inscrit dans la continuité directe de plusieurs enseignements reçus en Master 1. De plus, il concerne une API que certains apprenants avaient mis en œuvre au cours de leur stage de Master 1.

Concernant les modalités d'apprentissage, la phase de travail individuel s'appuyant sur le TDD est plébiscitée par les apprenants. Au moment d'évaluer l'affirmation proposée à la question 2.1, ils sont 21 (95.5%) à y répondre avec une note supérieure à 5 et 16 (72.7%) avec une note supérieure à 7. Le nuage de mots de la Figure

1.a synthétise les termes les plus fréquents dans les justifications fournies en réponse à la question 2.2; il fait apparaître un sentiment d'émancipation (« autonomie », « découvrir », « seul », « recherche »), d'encapacitation (« pouvoir », « permet ») et d'apprentissage (« savoir », « apprendre »).

Enfin, la question 2.2 a permis d'évaluer la perception des étudiants sur la phase de confrontations et d'échanges. 21 (95,5%) apprenants répondent avec une note supérieure à 5 et 19 (86,4%) avec une note supérieure à 7. Le nuage de mots de la Figure 1.b regroupe les mots les plus fréquents des commentaires des étudiants sur cette phase. Ces séquences font naître un sentiment d'approfondissement d'une part (« mieux », « réflexion », « confronter », « constructif ») et de compréhension d'autre part (« comprendre », « connaissance », « effectuer »).

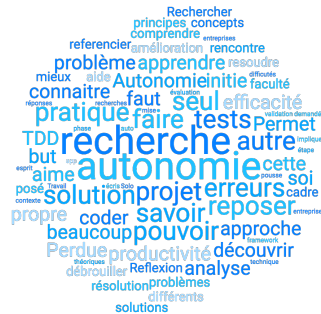


Figure 1.a Nuage de mots extraits des réponses aux questionnaires remplis par les apprenants pour la phase "solo"



Figure 1.b Nuage de mots extraits des réponses aux questionnaires remplis par les apprenants pour la phase "duo"

5 Conclusion

Cet article introduit une nouvelle approche d'enseignement de la programmation s'inspirant de la démarche d'apprentissage dirigée par les tests (TDL). Cette nouvelle approche, baptisée « apprentissage dirigé par les tests et la revue par les pairs » (PRaTDL), est caractérisée par un protocole articulant les séquences de programmation en autonomie dirigée par les tests et les séquences de revue de code par les pairs afin de couvrir l'essentiel des résultats d'apprentissage décrits dans le référentiel ACM (2013).

Nous avons expérimenté l'approche PRaTDL sur un groupe d'étudiants de Master en Informatique. Les séquences de revue de code ont été, pour cette expérimentation, orchestrées par la plateforme en ligne Tsaap-Notes. Nous avons mesuré qualitativement les bénéfices perçus par les étudiants sur la mise en œuvre de l'approche PRaTDL. Les résultats de l'étude qualitative mettent en avant les sentiments d'autonomie et d'encapacitation associés aux séquences de programmation dirigée par les tests et les sentiments d'approfondissement et de compréhension suscités par les séquences de revue de code par les pairs.

Références

- ACM, Force ACM Joint Task (2013). *Computer science curricula 2013: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer science*. Technical report, Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society.
- Beck, K. (2003). *Test-driven development: by example*. Addison-Wesley Professional.
- Bourque, P., & Fairley, R. E. (2014). *Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK (R)): Version 3.0*. IEEE Computer Society Press.
- Causevic, A., Sundmark, D., & Punnekkat, S. (2011, March). Factors limiting industrial adoption of test driven development: A systematic review. In *Software Testing, Verification and Validation (ICST), 2011 IEEE Fourth International Conference on*(pp. 337-346). IEEE.
- Janzen, D. S., & Saiedian, H. (2006, March). Test-driven learning: intrinsic integration of testing into the CS/SE curriculum. In *ACM SIGCSE Bulletin* (Vol. 38, No. 1, pp. 254-258). ACM.
- Janzen, D., & Saiedian, H. (2008, March). Test-driven learning in early programming courses. In *ACM SIGCSE Bulletin* (Vol. 40, No. 1, pp. 532-536). ACM.
- Silvestre, F., Vidal, P., & Broisin, J. (2017). Un nouveau processus d'évaluation pour améliorer la qualité des feedbacks dans les tests en ligne. *Sticef*, 24(1).
- Stavru, S. (2014). A critical examination of recent industrial surveys on agile method usage. *Journal of Systems and Software*, 94, 87-97.

Un dispositif d'évaluation continue en introduction à la programmation

Cédric Libert¹, Wim Vanhoof¹

¹ Université de Namur
cedric.libert@unamur.be
wim.vanhoof@unamur.be

Résumé. Dans cet article, nous décrivons un dispositif d'évaluation continue mis en place en première année de bachelier en sciences mathématiques dans le cadre d'un cours d'introduction à la programmation. Ce dispositif permet de fournir du feedback en continu aux étudiants, fait usage du portfolio et de l'évaluation par les pairs, et se base sur des parcours d'exercices qui s'inspirent d'une taxonomie des compétences adaptée à l'enseignement de la programmation. Nous présentons également les premiers résultats d'une évaluation de ce dispositif.

Mots-clés. Évaluation continue, programmation, université

1 Introduction

Dans notre université, les étudiants de première année en sciences mathématiques suivent un cours de programmation. Ce cours est classiquement divisé entre, pour moitié, des séances théoriques magistrales et, pour moitié, des séances d'exercices. Les premières ont lieu chaque semaine entre septembre et décembre, tandis que les secondes sont réparties sur toute l'année, une semaine sur deux, entre septembre et mai. L'objectif principal de ce cours est d'introduire les étudiants aux concepts de base de l'algorithmique et de la programmation impérative. La réussite de ce cours était, jusqu'à cette année, décidée sur la base d'un examen final (70 %) et de trois projets de groupes (30 %).

Depuis quelques années, deux problèmes sont soulevés concernant ce cours. D'une part, les enseignants des cours de programmation des années suivantes font part d'une maîtrise insuffisante des concepts fondamentaux chez une majorité d'étudiants. D'autre part, le taux de réussite à l'examen de première session n'est pas très élevé (environ 42 %).

Pour tenter de résoudre ces problèmes, dans la lignée des travaux de De Landsheere (1971), Perrenoud (1988), Romainville (2004) et De Ketele (2010), nous agissons sur le front de l'évaluation. Cette année, un dispositif d'évaluation continue a été mis en place, dans le cadre d'un appel à projets pédagogiques innovants lancé par notre université. Ce dispositif, qui remplace l'examen final et se base sur un portfolio d'exercices rempli au fur et à mesure, sur une évaluation par les pairs et sur une observation active et individuelle de la part de l'enseignant durant les séances d'exercices. Les exercices réalisés lors de ces séances ont été adaptés de sorte à être intégrés à une taxonomie de compétences propre à l'enseignement de la programmation, inspirée de la taxonomie de Bloom.

2 Contexte, ancrages théoriques et objectifs

Comme le souligne Romainville (2004), la didactique universitaire se développe et explore différentes pistes qui permettraient de répondre à certains problèmes de la formation universitaire. Les pistes qu'il évoque pour résoudre des problèmes tels qu'observés dans notre cours de programmation – un grand taux d'échec et un problème de maîtrise des acquis – consistent respectivement à donner beaucoup de feedback et à favoriser les méthodes actives. Nous mettons en place, depuis cette année, un nouveau dispositif d'évaluation en continu des apprentissages qui suit ces deux pistes. Nous présentons ici son caractère novateur au regard de trois caractéristiques de l'évaluation décrites par De Ketele (2010) : ses fonctions, ses démarches et son contenu.

De Ketele (2010) identifie trois *fonctions* possibles de l'évaluation : la fonction d'orientation, la fonction de régulation et la fonction de certification. Cette dernière a pour effet de reconnaître officiellement, devant la société, la maîtrise de compétences et de connaissances. L'évaluation que nous proposons les années précédentes était majoritairement certificative. En effet, il s'agissait d'un examen final qui avait un poids important (70%) dans la réussite ou l'échec de l'étudiant. Le premier point d'action ici consiste à se centrer davantage sur la fonction de régulation, formative. En effet, Geer (2001) montre que donner une plus grande importance à cette fonction améliore l'apprentissage des étudiants. Pour ce faire, nous observons et dialoguons avec chaque étudiant lors des séances d'exercices et nous leur demandons de consigner leurs exercices dans un portfolio, accompagnés de commentaires ou de questions qu'ils se posent. En plus de l'apport métacognitif du portfolio, décrit notamment par Paulson (1990), celui-ci nous permet de suivre l'évolution d'un étudiant et de lui donner, le cas échéant, du feedback écrit. Ce suivi individuel est possible car nous sommes dans une situation particulière où il n'y a généralement pas plus de 25 à 30 étudiants inscrits en première année de ce cursus. Finalement, la présentation d'exercices choisis dans le portfolio au professeur deux fois par an, en lieu et place d'un examen, contribue à la fonction certificative de l'évaluation.

Pour atteindre cette double fonction, la *démarche* utilisée est principalement de type herméneutique. Ainsi, plusieurs indices concernant l'apprentissage des concepts chez les étudiants sont rassemblés au cours de l'année, que ce soit par observation lors des séances de travaux pratiques, les discussions sur les problèmes résolus ou à résoudre, les travaux rendus en ligne, les évaluations réalisées pour les pairs et la présentation du portfolio d'évaluation. Tous ces indices servent non seulement à pratiquer de la régulation, mais sont également la base de la fonction certificative. Il s'agit, en général, d'une démarche utilisée pour évaluer des étudiants en stage. Elle est jugée pertinente par Gerard (2013), mais, il souligne qu'elle requière une certaine prudence étant donné qu'elle est principalement intuitive.

La source première des indices rassemblés est constituée des exercices que les étudiants résolvent – le *contenu* de l'évaluation. Ces exercices ont été mis en place selon une taxonomie des compétences inspirée de la taxonomie de Bloom (1952), mais adaptée aux spécificités de l'apprentissage de la programmation par Fuller (2007). Cette taxonomie, contrairement à celle de Bloom, est bidimensionnelle. Une compétence est ainsi décrite comme se trouvant à l'intersection d'un axe « interprétation » (connaître, comprendre, analyser et évaluer) et d'un axe « production » (aucune production, appliquer, créer). Les exercices que nous avons remaniés permettent aux étudiants de suivre un chemin progressif à travers ces compétences. Une fois un exercice réussi, ils peuvent réaliser un exercice suivant d'une case directement contiguë dans la matrice. Notons que nous laissons de côté l'aspect « évaluer » de l'axe « interprétation » de la taxonomie, qui induit des compétences avancées que l'on ne cherche pas à développer dans notre cours d'introduction à la programmation.

Tableau 1: Taxonomie de Fuller, sans la dernière colonne "évaluation".

créer		Implémenter une solution pour un problème donné	Modéliser, structurer une solution à un problème complexe en prenant en compte les cas limites
appliquer	Implémenter une solution donnée	Modifier une solution implémentée pour l'adapter à un autre problème	Débugger : détecter et corriger des erreurs dans un programme
aucune production	Reconnaître des éléments de vocabulaire	Vérifier / exécuter une solution à la main	
	connaître	comprendre	analyser

3. Méthodologie

Pour évaluer l'efficacité du dispositif d'évaluation, nous cherchons à estimer à quel point les étudiants maîtrisent les compétences en cours d'année. La question à laquelle nous voulons répondre est la suivante : les étudiants qui profitent du nouveau dispositif mis en place ont-ils une maîtrise actuelle des compétences plus grande que ceux des années précédentes ?

Pour ce faire, nous avons utilisé une séance de travaux pratiques de décembre, en milieu d'année, pour leur demander de réaliser trois exercices. Ceux-ci correspondent aux premiers exercices des examens des trois années précédentes et portent sur toute la matière qu'ils ont vue en une demi-année. Les étudiants de cette année étaient dans les mêmes conditions que ceux des années précédentes qui devaient répondre à ces questions : ils ne pouvaient pas utiliser leurs cours ni les ordinateurs, ne pouvaient pas communiquer entre eux et avaient le droit de poser des questions à l'enseignant. Deux différences majeures étaient là toutefois : ils n'ont pas été prévenus à l'avance (et donc n'ont pas « revu » le cours) et ils n'ont encore fait qu'une demi-année de programmation. Au-delà de ces deux différences, il existe évidemment un certain nombre de biais difficiles à éviter : ce ne sont pas les mêmes étudiants, le contexte n'est pas exactement le même...et donc les résultats pourraient ne pas être uniquement provoqués par le changement de dispositif.

Pour chacune des questions qu'ils avaient à résoudre, nous avons établi une liste de critères sur lesquels elles seraient évaluées. Pour chaque copie de cette année et des trois années précédentes, nous avons donné une note ternaire (0-1-2) par critère. Nous disposons donc d'une grille qui nous permet de comparer, critère par critère, nos étudiants actuels avec les étudiants des trois années précédentes.

4 Résultats et discussion

Les résultats obtenus par les étudiants de cette année et des années précédentes, sur les 26 critères choisis, ne sont pas significativement différents, en moyenne, de ceux des années précédentes. Alors qu'ils n'avaient pas préparé spécifiquement ce test et qu'ils n'ont qu'une demi-année d'entraînement. Ce dernier point est important pour un cours de programmation, car les exercices proposés sont incrémentaux, c'est-à-dire qu'ils réutilisent sans cesse les concepts vus avant et en intègrent de nouveaux à chaque séance. Ceci mène les étudiants qui les résolvent à retravailler en permanence tous les concepts acquis. On aurait ainsi pu s'attendre légitimement à ce que les étudiants des années précédentes aient des résultats supérieurs aux étudiants de cette année, puisqu'ils avaient suivi le cours complet et étaient prévenus à l'avance de l'organisation de l'examen.

Le tableau ci-dessous présente les moyennes, notées sur deux, pour un sous-ensemble des critères choisis. Ceux-ci sont représentatifs des différentes catégories de critères : éléments syntaxiques et stylistiques (indentation), concepts de programmation (déclaration de variable, utilisation de l'opérateur modulo, utilisation de structures conditionnelles if-else, de boucles), et algorithmique (calcul de moyenne et calcul de maximum).

Tableau 2: résultats des étudiants actuels et des étudiants des années précédentes

		indentation	déclaration	modulo	if-else	boucle	moyenne	maximum
actuels	Moyenne	1,52	1,64	1,72	1,08	1,28	0,68	0,32
	Écart-type	0,81	0,74	0,66	0,93	0,83	0,84	0,68
précédents	Moyenne	1,62	1,76	1,6	1,07	1,41	0,31	0,41
	Écart-type	0,72	0,62	0,8	0,91	0,89	0,53	0,72

En toute prudence, on pourrait conclure que, au pire, le dispositif mis en place n'a pas eu d'impact négatif sur la maîtrise des concepts. On pourrait également s'avancer un peu plus en affirmant que, si les résultats sont comparables à la moitié de l'année, il est possible qu'après une demi-année d'entraînement supplémentaire les étudiants actuels obtiendront de meilleurs résultats. Un nouveau test sera ainsi organisé en mai pour vérifier si cette tendance se confirme.

5 Conclusion

En nous inscrivant dans une démarche d'évaluation continue pour évaluer cours de programmation, nous avons proposé un dispositif qui s'inscrit dans la lignée des travaux de Romainville (2004) et De Ketele (2010) et repose sur trois leviers.

Le premier est une volonté de donner beaucoup de feedback personnalisé à chaque étudiant lors des séances d'exercices. Cela n'est possible évidemment, ici, que parce que le nombre d'étudiants n'est pas trop élevé (27 inscrits). Cette importance donnée au feedback devrait permettre de garantir une meilleure maîtrise des compétences.

Le second est la réalisation, par chaque étudiant, d'un portfolio où ils consignent des exercices et des remarques, d'eux-mêmes ou de l'enseignant. Le portfolio a un avantage métacognitif, permet de suivre l'évolution de l'étudiant, et participe à la fonction certificative de l'évaluation, par la présentation d'exercices du portfolio lors d'une entrevue semestrielle avec l'équipe enseignante.

Le troisième est un remaniement des exercices au regard d'une taxonomie de compétences prévue pour les cours de programmation, et la possibilité de suivre plusieurs chemins d'apprentissages parmi ces exercices.

L'évaluation de mi-année qui a été réalisée est encourageante dans la mesure où les étudiants de cette année ne semblent pas avoir plus de difficultés que les étudiants des années précédentes à résoudre, par surprise, des problèmes posés à des examens. Une seconde évaluation aura lieu au mois de mai, ainsi qu'un questionnaire de satisfaction à destination des étudiants. Ceci clôturera la première itération de ce dispositif, qui évoluera en fonction des résultats obtenus.

Références

- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain* (pp. 20-24). New York: McKay.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines, the classroom use of technology since 1920*. New York and London: Teachers College Press.
- De Ketele, J. (2010). Ne pas se tromper d'évaluation. *Revue française de linguistique appliquée*, vol. 15 (4), 25-37.
- De Landsheere, G. (1971). *Evaluation continue et examens: précis de docimologie*. Bruxelles : Labor.
- Fuller, U., Johnson, C. G., Ahoniemi, T., Cukierman, D., Hernán-Losada, I., Jackova, J. & Thompson, E. (2007). Developing a computer science-specific learning taxonomy. *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 39 (1), 152-170.
- Gerard, F.-M. (2013), L'évaluation, un levier pour la réussite. In *Après l'université d'été... la feuille d'automne - Actes de l'Université d'été des enseignants de la CCI Paris Ile-de-France* (pp. 1-7), Paris : CCI.
- Greer, L. (2001). Does changing the method of assessment of a module improve the performance of a student?. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, vol. 26 (2), 127-138.
- Linn, M. C. (2003). Technology and science education : starting points, research programs and trends. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 727-758.
- Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Paris: Le Seuil.
- Perrenoud, P. (1988). La part d'évaluation formative dans toute évaluation continue. In *Évaluer l'évaluation* (pp. 202-210), Dijon : INRAP.
- Paulson, L. F., & Paulson, P. R. (1990). *How Do Portfolios Measure Up? A Cognitive Model for Assessing Portfolios*. Paper presented at the annual meeting of the Northwest Evaluation.
- Romainville, M. (2004). Esquisse d'une didactique universitaire. In *Revue francophone de gestion*, vol. 5 (24).

Focus sur les possibles ouverts par le numérique quant à la customisation de sa formation

³
François Antille¹, Patrick Favre², Lucie Mottier Lopez³
¹ et ² Team leader, Espace Entreprise, DIP, Genève

Professeure ordinaire, FAPSE, Université de Genève

francois.antille@edu.ge.ch

patrick.favre@edu.ge.ch

lucie.mottier@unige.ch

Résumé.

La communication se centre sur l'usage et les possibilités offertes par une plateforme informatique élaborée dans un centre de formation professionnelle commerciale : l'Espace Entreprise à Genève. Elle démontrera l'utilité du numérique, en tant que formé, pour gérer sa propre formation et, en tant que formateur, pour individualiser les objectifs et gestes de formation. Elle détaillera les usages réels de chacun de ces acteurs en la matière et fera le lien avec les aspects ergonomiques de la plateforme, notamment au travers des concepts d'acceptation, d'utilisation et de satisfaction des usagers. Elle se prononcera sur l'atteinte des objectifs d'individualisation qui la sous-tendent.

Mots-clés. E-portfolio, individualisation, compétences, formation professionnelle, ergonomie

Titre: FOCUS sur les possibles ouverts par le numérique quant à la customisation de sa formation.

1 Introduction

La communication propose d'examiner les possibilités offertes en termes d'individualisation, tant des parcours que des objectifs de formation, par une plateforme informatique, Focus, élaborée dans un centre de formation professionnelle à la pratique commerciale : l'Espace Entreprise (EE) dans le canton de Genève. L'EE accueille 2000 apprentis des écoles de commerce à plein-temps du canton de Genève. Pendant trois ans, ils viennent en alternance effectuer des stages de pratique professionnelle.

Ces stagiaires réalisent sous forme de « missions » des prestations administratives réelles à destination de clients externes ou internes. Les missions impliquent les stagiaires indépendamment de leur année de formation. L'enjeu est de créer des conditions de formation pratique qui soient les plus proches possibles des lieux de travail et d'apprentissage en entreprise, tout en misant sur une gestion de l'activité par les compétences des stagiaires. La communication ciblera sur les espaces et outils de la plateforme, regroupés sous l'appellation « Dossier de Formation Personnelle ». Ils sont associés à un e-portfolio, visant des fonctions évaluative, réflexive, sociale et mémorielle (Karsenti & Collin, 2010).

2 Contexte, ancrages théoriques et objectifs

A l'Espace Entreprise, l'évaluation est conçue comme un accompagnement (Vial, 2012) à la construction des compétences et identité professionnelles des stagiaires, tout en étant cadrée par les exigences posées aux écoles de commerce en Suisse qui doivent garantir l'enseignement des compétences (identifiées dans un « plan d'étude standard ») nécessaires à l'obtention du certificat fédéral de capacité.

La plateforme élaborée par l'EE a été conçue comme un outil de gestion, d'organisation et d'évaluation de la pratique professionnelle, à destination des formateurs et des stagiaires. La communication ciblera sur les espaces et outils de la plateforme destinés aux stagiaires, regroupés sous l'appellation « Dossier de Formation Personnelle » (DFP). Ils sont associés à un e-portfolio, car comme développé dans la littérature spécialisée dans le numérique en éducation (e.g., Karsenti & Collin, 2010 ; Mailles-Viard Metz & Albernhe-Giordan, 2008),

- le DFP a une fonction évaluative, « because it provides access to both process and outcome, it can be used for ongoing formative and summative assessments ... the portfolio, accompanied by a self-assessment grid, can be used as a self-assessment tool to foster learner autonomy and responsibility for the learning process (Little, 2005) » (Karsenti & Collin, 2010, p. 69).
- Une fonction réflexive. «The above-mentioned self-assessment function is part of the reflective function whereby students adopt a critical attitude toward their learning (Gresso, & Lomicka,1999) » (p. 69).
- Une fonction sociale dans la mesure où il vise à être utilisé comme outil de médiation entre stagiaires et formateurs.
- Une fonction accompagnatrice en favorisant la définition et la métabolisation des attentes et normes professionnelles.

- Et une fonction de mémoire, la plateforme offrant la possibilité, selon les techniques des bilans de compétences, de garder des traces de l'activité déployée.

La communication présentera la conception ainsi que les possibilités offertes par le DFP et les outils numériques mis à la disposition des stagiaires tout au long de leurs stages et entre les stages, partant :

- de la contractualisation de l'évaluation avant la « mission » à réaliser pendant le stage : compétences visées, description de l'activité concernée, temporalité, ressources ;
- à une autoévaluation des compétences travaillées pendant le stage et en fin de stage, à l'aide d'une échelle d'appréciation qualitative ;
- débouchant sur un tableau de progression au fil des stages et années de formation, établissant un synoptique dynamique de la maîtrise progressive des compétences professionnelles à acquérir en vue de la certification finale.

Ces éléments permettent à chacun des stagiaires de construire son propre parcours de formation de manière cohérente en regard de ses compétences professionnelles (hard- et soft- skills) et à leur formateur d'individualiser les tâches, objectifs et exigences en fonction de ses observations. Ces différentes fonctions permettent donc une forme d'émancipation des stagiaires quant à leur parcours et besoins en termes de formation, émancipation rendue possible par la prise de pouvoir (au sens d'empowerment) que l'individualisation numérique permet.

Ces outils sont conçus dans une forme numérique qui permet d'établir des liens dynamiques entre eux, qui demandent alors une compréhension de l'arborescence hiérarchique établie.

Trois axes de problématisation seront examinés au regard des enjeux du numérique pour l'évaluation des compétences professionnelles:

- Le premier concernera la conception ergonomique des outils interrogés à la lumière des buts de formation et d'évaluation visés. En quoi leurs caractéristiques numériques visent-elles à soutenir et accompagner le développement d'une compétence chez le stagiaire à « l'auto-reconnaissance de ses propres compétences » ainsi qu'à leur « auto-socialisation » (Gauthier, 2008) ?
- Le deuxième axe de problématisation concernera les stagiaires utilisateurs. Quel est le niveau d'acceptation, d'utilisation et de satisfaction des étudiants face à une pratique d'autoévaluation qui est nouvelle pour eux tant par sa forme numérique que par ses visées réflexives et sociales ?
- Le troisième axe étudiera les enjeux pour les stagiaires de gérer leur formation, acquis et progression par la médiation d'un outil informatique individualisé.

Les analyses sont en cours. Les résultats permettront notamment de réguler l'ergonomie de la plateforme en mettant en parallèle usages des utilisateurs et intentionnalités des concepteurs. La communication examinera également la contribution du DFP à l'évaluation des compétences professionnelles et de la progression des stagiaires, dans une perspective d'individualisation, tant des parcours que des objectifs : fonctions, spécificités numériques, bénéfiques visés et obstacles rencontrés. La question des temporalités courte et longue de l'évaluation et de la régulation sera notamment abordée qui, grâce à l'outil numérique, permet la mise en mémoire des informations vue d'une certification finale confiée à une instance externe qui a ses propres exigences.

En l'état, il ressort que l'utilisation d'une plateforme numérique, pensée et designée pour une ingénierie pédagogique donnée, permet une forme d'individualisation des parcours de formation, ainsi que des objectifs de formation. La plateforme, de par son ergonomie, contraint de facto ses utilisateurs à entrer dans une logique, logique voulue par les concepteurs. Le réel enjeu se situe dans cette tension ergonomique: comment favoriser l'appropriation et la métabolisation d'un outil tout en contraignant ses utilisateurs à adopter la logique le sous-tendant, logique qui est, elle, définie par les prescripteurs de l'activité de formation?

3 Méthodologie

L'étude s'inscrit dans une recherche-action collaborative (Bourrassa, Bélaïr & Chevalier, 2007) impliquant des membres de la direction de l'EE, dont le concepteur de la plateforme, et un chercheur universitaire. L'analyse et l'objectivation du dispositif s'appuiera d'une part sur une analyse descriptive en lien avec les catégories conceptuelles définies au plan ergonomique, interrogées à la lumière des enjeux de l'évaluation des compétences professionnelles : fonctions évaluatives, référentiel de compétences et spécificités, régulation et gestion des progressions d'apprentissage, type d'engagement visé pour l'étudiant dans des démarches de conscientisation et d'autoévaluation médiatisées par un outil informatique. L'analyse se fondera d'autre part sur des entretiens semi-structurés menés avec 10 stagiaires de 3^{ème} année de formation, ainsi qu'avec 10 formateurs, et sur un sondage en ligne rempli par environ 250 stagiaires, afin d'examiner leur rapport à l'outil et à la démarche.

Une analyse des pratiques des formateurs permettra de définir le niveau d'utilisation des possibilités d'individualisation offertes.

4 Résultats et discussion

Les analyses sont en cours. Les résultats permettront notamment de réguler l'ergonomie de la plateforme en mettant en parallèle usages des utilisateurs et intentionnalités des concepteurs. La communication examinera également la contribution du DFP à l'évaluation des compétences professionnelles et de la progression des stagiaires, dans une perspective d'individualisation, tant des parcours que des objectifs : fonctions, spécificités numériques, bénéfices visés et obstacles rencontrés. La question des temporalités courte et longue de l'évaluation et de la régulation sera notamment abordée qui, grâce à l'outil numérique, permet la mise en mémoire des informations vue d'une certification finale confiée à une instance externe qui a ses propres exigences.

5 Conclusion

L'utilisation d'une plateforme numérique, pensée et designée pour une ingénierie pédagogique donnée, permet une forme d'individualisation des parcours de formation, ainsi que des objectifs de formation. La plateforme, de par son ergonomie, contraint de facto ses utilisateurs à entrer dans une logique, logique voulue par les concepteurs. Le réel enjeu se situe dans cette tension ergonomique: comment favoriser l'appropriation et la métabolisation d'un outil tout en contraignant ses utilisateurs à adopter la logique le sous-tendant, logique qui est, elle, définie par les prescripteurs de l'activité de formation? Se pose également la question de la prise de pouvoir des stagiaires sur leur parcours de formation rendue possible par la plateforme: en quoi est-elle intégrée par ces derniers et de quelle manière?

Références

- Cartier, S.C. & Mottier Lopez, L. (Ed.) (2017). *Soutien à l'apprentissage autorégulé en contexte scolaire : perspectives francophones*. Québec : Presses Universitaires du Québec.
- Gauthier, P.-D. (2008). Exploiter son portfolio numérique : construire son identité professionnelle numérique pour valoriser ses compétences. *Canadian Journal of Learning and Technology / La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 34 (3). Consulté sur : <https://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/rt/prINTERfriendly/26411/19593>
- Karenti, T. & Collins, S. (2010) The Eportfolio: How can it be used in French as a second language teaching and learning? *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 7 (1), 68-75
- Mailles-Viard Metz, S. & Albernhe-Giordan, H. (2008). Du e-portfolio à l'analyse du produit et du processus de conception du projet personnel de l'étudiant. *International Journal of Technologies in Higher Education*, 5 (3), 51-65.
- Tricot, A. & Plégat-Soutjis, F. (2003). Pour une approche ergonomique de la conception d'un dispositif de formation à distance utilisant les TIC. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 10. Consulté sur : https://www.researchgate.net/publication/255616219_Pour_une_approche_ergonomique_de_la_conception_d%27un_dispositif_de_formation_a_distance_utilisant_les_TIC
- Vial, M. (2012). *Se repérer dans les modèles de l'évaluation*. Bruxelles : De Boeck.

Analyse comparative des comportements dans les serious games pour améliorer l'impact sur l'apprentissage

Dominique Jaccard, Jarle Hulaas, Ariane Dumont
HEIG-VD, HES-SO
prénom.nom@heig-vd.ch

Résumé. Les serious games constituent un outil d'enseignement en essor constant dans de nombreuses disciplines de formation. Leur mise en ligne en améliore bien-sûr la facilité de distribution et d'accès, mais permet aussi de collecter de grandes quantités de données de suivi engendrées par l'activité des apprenants. Dans un cadre pédagogique, ces données permettent de réaliser des statistiques sur le comportement des apprenants, qui seront vus tantôt comme des individus, tantôt comme des groupes (p.ex. des classes). Nous proposons ici de nouvelles applications pédagogiques de ces statistiques et montrons comment une analyse comparative des comportements peut impacter positivement le processus d'apprentissage.

Mots-clés. Serious game, Apprentissage par le jeu, Learning analytics, Référentiels de compétences, Intégration du numérique en classe, Encapacitation de l'enseignant.

1 Introduction

Le monde professionnel est actuellement en pleine mutation pour devenir de plus en plus volatile, incertain, complexe et ambigu. Selon le World Economic Forum (2016), les étudiants¹ ont pour cette raison besoin de développer de nouvelles compétences au moyen de technologies de l'éducation innovantes telles que les *serious games*². Il est maintenant bien établi que les stratégies d'enseignement interactives améliorent l'assiduité et la motivation des étudiants (Deslauriers, Schelew & Wieman, 2011). Mais pour ce qui est des SG en particulier, la recherche doit encore relever un certain nombre de défis avant qu'ils ne soient adoptés à plus large échelle, tels que de déterminer comment promouvoir l'apprentissage en profondeur (Entwistle, 1987) ou activer les niveaux supérieurs de la taxonomie de Bloom chez les étudiants (Bloom et al., 1956), tout en intégrant les SG dans différentes stratégies d'enseignement.

Puisque les SG sont de plus en plus souvent joués en ligne, il devient possible de journaliser et centraliser des données de suivi reflétant le comportement des étudiants pendant les jeux et simulations. Ceci permet l'agrégation d'ensembles de données avec des portées différentes, dont l'analyse statistique peut mener à de nouvelles stratégies d'amélioration du processus d'apprentissage. L'activité consistant à collecter, analyser et rapporter des données sur les apprenants ainsi que leur contexte s'appelle les *learning analytics* (Ferguson, 2012). Dans cet article, nous nous intéressons au suivi et à la comparaison des comportements des apprenants, en particulier les décisions prises, par opposition à des scores plus synthétiques telles que les notes d'examen.

Dans les sections suivantes, nous proposons de réaliser des statistiques sur le comportement des étudiants, qui peuvent être vus tantôt comme des individus, tantôt comme des groupes (p.ex. des classes). Nous présentons quelques nouvelles applications pédagogiques de ces statistiques et montrons comment une analyse comparative des comportements peut impacter positivement le processus d'apprentissage.

2 Contexte, ancrages théoriques et objectifs

Les *learning analytics* ont jusqu'ici été vus comme un moyen de suivre, évaluer et prédire la performance de l'étudiant (Arnab et al., 2015 ; Arnold, 2010 ; Moreno-Ger et al., 2014). Nous soutenons ici que les statistiques comportementales, au-delà de ce monitoring global du parcours de l'apprenant, permettent d'impacter directement les modalités pédagogiques et le processus d'apprentissage. Concrètement, nous proposons de comparer les comportements dans les SG par catégories d'apprenants : par année, par filière (p.ex. gestion ou

¹ Dans cet article, la forme épïcène est sous-entendue mais le genre masculin a été privilégié afin de ne pas alourdir le texte.

² Nous utilisons le terme *serious games* (abrégié SG) pour couvrir l'ensemble des solutions informatiques de type jeu ou simulation à but pédagogique.

ingénierie), par niveau (p.ex. Bachelor ou Master), par environnement (p.ex. public ou privé) et par enseignant. Par souci de qualité, il appartient à l'organisateur du cours ou à l'administrateur des données de suivi de s'assurer que la session de formation est bien étiquetée selon ces types de catégories prédéfinies, bien que certaines formes de catégories puissent probablement être déduites de manière automatisée a posteriori. Comme nous le verrons dans la section suivante, l'analyse comparative de ces statistiques peut impacter positivement le processus d'apprentissage tout en restant compatible avec différentes approches pédagogiques.

3 Méthodologie

Beaucoup de plateformes de SG mettent déjà leurs données de suivi à disposition des joueurs et enseignants. Mais l'axe de recherche que nous proposons ici consiste à déterminer des niveaux d'agrégation pertinents en fonction des parties prenantes du processus de formation et de leurs besoins. Notre objectif est donc de répertorier les questions que peuvent se poser les parties prenantes et auxquelles l'analyse des statistiques comparatives peuvent fournir des réponses.

3.1 Une classification des statistiques dans les serious games

Dans le cadre des SG à but pédagogique, nous considérerons principalement les parties prenantes suivantes : étudiants, enseignants, responsables de filières d'études. D'autres acteurs, que nous choisissons de ne pas inclure ici, sont : les parents, les concepteurs/développeurs de SG, les pédagogues, les politiques et les responsables du domaine des RH. Dans (Jaccard et al., 2016) nous abordons cet éventail d'acteurs plus large.

Les données de suivi peuvent être agrégées en combinaisons de portées différentes. Nous considérons que les portées suivantes sont les plus pertinentes relativement à l'expérience d'apprentissage des étudiants :

1. Session de jeu individuelle : statistiques sur chaque étudiant pris isolément, telles que le taux de réponses ou décisions justes prises dans le jeu.
2. Session de classe : statistiques globales sur la distribution des choix effectués dans un jeu joué en parallèle par un groupe d'apprenants, tel que dans une classe.
3. Historique des sessions pour un cours particulier : p.ex. les statistiques sur le même cours au fil des ans.
4. Sessions de différentes catégories de joueurs : p.ex. les statistiques comparant des classes d'étudiants avec différents profils qui ont joué au même SG.

Au niveau le plus immédiat, on constate que les apprenants et les enseignants peuvent bénéficier de tous ces niveaux d'agrégation. L'apprenant se demande dans quelle mesure il ou elle a réussi le jeu, où se trouvent ses lacunes et comment il ou elle se situe par rapport à d'autres groupes de joueurs, qu'ils soient de la même classe, d'une année précédente ou d'un niveau d'expertise supérieur. Un tableau de bord avec les statistiques pertinentes lui permettra d'évaluer sa propre expérience d'apprentissage (Marsh, 1997). Un apprentissage actif peut donc être promu par le biais de comparaisons entre le comportement de l'étudiant et celui d'un expert.

L'enseignant, de son côté, a deux préoccupations : comment suivre et évaluer les étudiants et comment perfectionner ses stratégies d'enseignement dans la durée. Les niveaux 1 et 2 d'agrégation de statistiques facilitent le suivi du progrès des étudiants et fournissent des indicateurs précis et concrets pour détecter les besoins de chaque individu, ainsi que pour adapter le rythme de travail et fournir des instructions supplémentaires au bon moment. Les niveaux 3 et 4 d'agrégation donnent une base pour faire évoluer son cours d'année en année et ajuster le contenu par rapport à un public cible donné. En particulier, lors du débriefing d'une session de jeu, l'enseignant peut comparer la prestation de sa classe avec celle d'un comportement expert enregistré au préalable et mettre en évidence les différences. Les étudiants réaliseront ainsi sur la base d'exemples concrets ce qui était attendu de leur part. Grâce à ces outils, le rôle de l'enseignant se trouve renforcé.

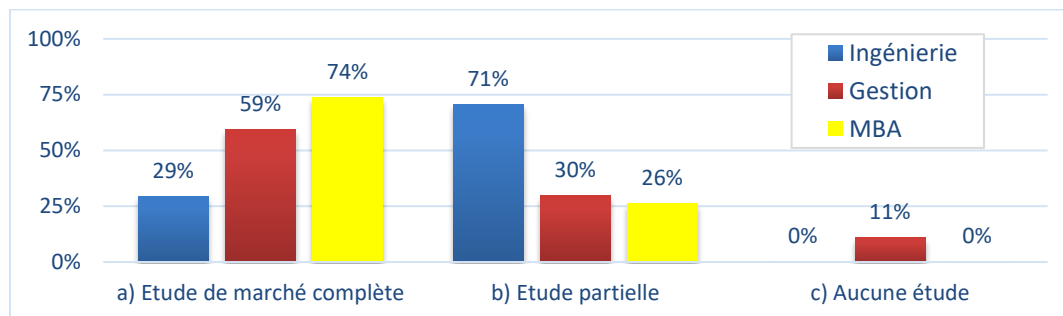
Quant au responsable de filière d'études, son besoin est d'identifier les objectifs d'un cours donné, les sujets devant y être inclus et les connaissances pré-requises. Pour des cours de type postgrade ou professionnel, il se demandera aussi si le contenu doit être adapté en fonction de la formation préalable des participants : le niveau 2 d'agrégation de statistiques l'aidera à répondre à cette question. Le niveau 3 lui servira à ajuster au fil des ans le contenu et la complexité du cours en fonction de l'évolution des résultats des participants dans le SG. Finalement, le niveau 4 lui permettra de vérifier la pertinence de la formation en comparant les prestations des participants (avant et éventuellement après le cours) à celles d'une cohorte d'experts.

3.2 Etude de cas sur un serious game de gestion de projet

Wegas est le nom de notre plateforme open-source de création et d'exécution de SG (disponible à l'adresse www.albasim.ch). Elle sert de base au développement et à la diffusion d'un large éventail de SG, essentiellement de nature pédagogique, dont le *Project Management Game* (PMG). Ce jeu a été conçu comme un concept éducatif complet pour enseigner la gestion de projet et combine un jeu de simulation, de l'apprentissage par problème, de la théorie ex-cathedra et des activités pratiques telles que la rédaction de documents ou des présentations devant un comité de pilotage. Ce jeu a été initialement conçu pour une filière d'ingénieurs, puis a évolué pour convenir à un profil plus large.

Pendant une année, des données de suivi ont été collectées sur l'utilisation du PMG par 5 enseignants de différentes universités, dans 10 cours distincts. Ce jeu se joue typiquement dans des classes de 20 à 40 étudiants répartis en groupes de 3 à 5 étudiants. Pour les besoins de cette expérience, un module d'agrégation de statistiques a été ajouté à la plateforme Wegas, dont une production est illustrée ci-dessous (Fig. 1). Ceci illustre le type de feed-back que l'enseignant peut montrer en temps réel à ses étudiants pour enrichir son cours.

Fig. 1. Distribution des choix effectués par trois catégories différentes d'étudiants



La figure 1 montre la distribution des réponses à l'un des premiers choix auxquels les joueurs sont confrontés au début du jeu, à savoir s'il faut effectuer une étude de marché complète ou partielle, voire aucune, avant le lancement de la réalisation de leur projet. Nous avons observé un comportement relativement uniforme dans les trois classes d'étudiants suivant des filières d'ingénierie (Bachelor en ingénierie des médias, CAS en gestion de l'énergie, diplôme de gestion de projet) : moins de 30% d'entre eux ont décidé d'effectuer une étude de marché complète, la majorité ayant choisi une étude partielle pour conserver leur capital temps et monétaire au profit des études techniques. Lorsque la même question a été soumise à des classes suivant une filière de gestion (Bachelor de gestion, gestion hôtelière), nous avons également observé un comportement homogène, mais cette fois la majorité d'entre eux ont opté pour l'étude de marché complète, alors que 30% ont pris l'option de l'étude partielle. Cette homogénéité fait ressortir des comportements typiques "ingénieur" ou "économiste". Ce comportement identifié, il devient possible de regarder où se situe le comportement d'apprenants de formation de base non commerciale, suivant une formation EMBA. Une homogénéité de comportement au sein des groupes EMBA a à nouveau été constatée. Leur taux de réponses "effectuer une étude de marché complète" est supérieur (74%) à celui des économistes de niveau Bachelor. Cette statistique montre ainsi que les étudiants suivant un programme postgrade de MBA tendent à se comporter comme des étudiants en gestion (voire avec un comportement renforcé), bien qu'ayant initialement un profil d'ingénieur.

4 Résultats et discussion

Nous avons répertorié les principales parties prenantes dans le monde de la formation et identifié les types d'agrégation de données statistiques qui peuvent les intéresser. Nous avons observé que l'analyse comparative des comportements apportent d'excellents arguments pour promouvoir l'adoption et l'utilisation des SG dans les processus d'apprentissage.

La comparaison de plusieurs groupes d'apprenants permet d'améliorer la gestion de la formation en répondant à des questions telles que « dans ce type de situation, quelles sont les différences de comportement entre un ingénieur et une personne formée dans la gestion ? » ou « quel devrait être le contenu d'un programme de MBA pour ingénieurs afin de développer un comportement de manager ? ».

Cette nouvelle fonctionnalité d'analyse statistique des comportements a été implémentée dans Wegas et permet à l'enseignant de présenter aux étudiants les endroits dans le SG où leur comportement a été différent de celui des experts ayant effectué la même simulation. Un feed-back basé sur des groupes précédents constitue un cycle complet de *learning analytics* tel que recommandé par Clow (2012) : Wegas rend ce concept encore plus performant, puisqu'il permet à l'enseignant (1) de préparer des comparaisons pertinentes en sélectionnant des participants d'un niveau d'expertise approprié et (2) de fournir ce feed-back illustré immédiatement après la session de simulation, ce qui est probablement le moment le plus favorable. L'accent sera donc mis sur la comparaison des raisonnements sous-jacents plutôt que les scores ou les notes finales, ce qui renforcera la valeur pédagogique du feed-back. De plus, l'enseignant pourra ainsi fournir une valeur ajoutée significative par rapport à une situation où ces statistiques seraient simplement offerts aux étudiants en libre-service.

Cet article décrit un travail en cours. Il reste nécessaire de quantifier l'impact des statistiques comparatives sur l'expérience d'apprentissage. Des travaux récents confirment néanmoins déjà clairement qu'un feed-back délivré sans délai favorise l'engagement de l'apprenant dans le processus d'apprentissage (Dumont & Berthiaume, 2016).

Nous avons uniquement testé notre approche sur les réponses à des questions fermées. Il est important de limiter le nombre de réponses possibles, puisque cela favorise des comparaisons fiables et objectives. Dans l'approche comparative, nous nous intéressons en effet surtout à la distance qui sépare la performance d'un joueur de celle de différents groupes de contrôle bien choisis. Notre activité de recherche future sera de mieux caractériser cette distance en étudiant p.ex. la chronologie et la vitesse des prises de décision dans le jeu et en cherchant à la représenter de façon aussi intuitive et pédagogique que possible. Ce dernier souci rejoint celui de rendre les statistiques sur notre plateforme de SG facilement utilisables afin d'assurer qu'étudiants et enseignants s'approprient ces nouvelles possibilités.

5 Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé une vision des *learning analytics* qui se focalise sur les niveaux d'agrégation des données de suivi issues d'un *serious game* et sur leur utilité du point de vue des principales parties prenantes du processus de formation. Un travail de revue systématique nous a permis de faire émerger des types de comparaisons statistiques innovantes. Nous avons étendu la plateforme Wegas avec un nouveau module d'agrégation et de comparaison, qui a été alimenté avec une importante quantité de données collectées pendant une année au sein de différentes catégories d'apprenants utilisant notre SG de gestion de projet. Cette expérience a confirmé que les profils d'apprenants sont relativement homogènes à l'intérieur d'une filière de formation et qu'une formation complémentaire permet effectivement aux apprenants d'améliorer leurs prestations par rapport à leurs faiblesses initiales. Sur cette base, nous avons montré que des statistiques comparatives permettraient à l'enseignant de fournir dynamiquement durant la formation un feed-back pertinent et ciblé, utilisant l'exemple de comportements experts afin de renforcer l'impact de son cours sur les étudiants.

Références

- Arnab, S., et al (2015). Towards performance prediction using in-game measures, *Proceedings of the annual meeting of the American Educational Research Association*, Chicago.
- Arnold, K. E. (2010). Signals: Applying Academic Analytics. *EDUCAUSE Quarterly*.
- Bloom, B. S. et al (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. *Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay Company.
- Clow, D. (2012). The Learning Analytics Cycle: Closing the loop effectively, *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge - LAK '12*.
- Deslauriers, L., Schelew, E. & Wieman, C. (2011). Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class, *Science*, Vol. 332, Issue 6031, pp. 862-864.
- Dumont, A. & Berthiaume, D. (2016). *La pédagogie inversée*, Louvain-la-Neuve : De Boeck.
- Entwistle, N. (1987). *Understanding classroom learning*, London: Hodder and Stoughton.
- Ferguson, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5/6), 304.
- Jaccard D., Hulaas, J. & Dumont, A. (2016). Using Comparative Behavior Analysis to Improve the Impact of Serious Games on Students' Learning Experience. In Bottino, R., Jeuring, J., and Veltkamp, R. C. (Eds). *Proceedings of Games and Learning Alliance: 5th International Conference, LNCS 10056* (pp. 199-210), Cham: Springer.
- Marsh, C. J. (1997). *Key concepts for understanding curriculum*, London: Falmer Press.
- Moreno-Ger, P. et al. (2014). *Learning Analytics for SGs, Deliverable no. 2.4 (4th year) of the GaLA project*.
- World Economic Forum (2016). *New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology*.

Ludicisation et gestion de classe : modification du rôle de l'enseignant

Guillaume Bonvin¹

¹ Université de Fribourg, CERF, Rue P.-A. de Faucigny 2, CH-1700 Fribourg, Suisse
guillaume.bonvin@unifr.ch

Résumé. Notre recherche interroge le rôle des enseignants sur l'intégration de Classcraft, un jeu de gestion de classe. Il s'agit de décrire l'activité des enseignants durant les phases de jeu et de comprendre comment leurs décisions exercent une influence sur le comportement des élèves. Nous collaborons avec des enseignants pour la mise en place du jeu dans une classe de secondaire à Fribourg. Les travaux que nous menons s'appuient sur une méthodologie mixte qui permet d'éclairer l'analyse des traces d'interaction collectées avec des observations effectuées en classe et des entretiens avec les enseignants impliqués.

Mots-clés. Gestion de classe, Ludicisation, Théorie de l'Activité, Classcraft, Jeu numérique.

1 Entre gestion de classe et ludicisation : Classcraft

La gestion de classe est une préoccupation majeure du milieu scolaire, en particulier chez les jeunes enseignant-e-s ainsi que leur principale source de difficultés. On dit généralement d'une gestion de classe efficace qu'elle favorise un climat sécurisant et propice aux apprentissages. Nous retiendrons la définition suivante de Nault et Fijalkow qui la définissent comme « l'ensemble des actes réfléchis, séquentiels et simultanés qu'effectuent les enseignants pour établir et maintenir un bon climat de travail et un environnement favorables à l'apprentissage » (1999, p. 452). Selon Nancy Gaudreau (2017), la gestion de classe se subdivise en cinq composantes, 1) la gestion des ressources (humaines, temporelles, ou matérielles) ; 2) l'établissement d'attentes claires (donner un cadre, des règles et des consignes) ; 3) le développement de relations positives entre les différents acteurs (relations élèves/enseignants/parents) ; 4) la captation et le maintien de l'attention des élèves (engagement et motivation) ; 5) l'intervention face à l'indiscipline (prévention et gestion des comportements perturbateurs).

Or, une des manières de capter et de maintenir l'attention des élèves, d'agir sur leur engagement et leur motivation est de ludiciser la situation d'apprentissage (Sanchez, Young & Jouneau-Sion, 2016). La ludicisation ne se limite pas à la gamification telle que définie par Deterding et al., c'est-à-dire à « l'usage d'éléments de game design dans un contexte non ludique » (2014, p. 1). Il s'agit d'amener un véritable changement de perspective qui conduit à prendre d'abord en compte le joueur. L'élève est immergé dans une expérience de jeu qui ne modifie pas la tâche d'apprentissage en soi, mais son contexte, en attribuant un sens nouveau à la situation vécue. Ainsi, une évaluation formative peut devenir une quête et la classe une *bataille* à laquelle il faut survivre. La ludicisation est le processus qui permet au joueur de donner un sens nouveau aux actions qu'il réalise dans la classe (Bonvin & Sanchez, 2017a).

Le jeu numérique Classcraft permet la ludicisation de la gestion de classe, tout en promouvant la collaboration et la participation en classe. Les enseignants créent des équipes et assignent un avatar à chacun des élèves, ainsi que des points et des pouvoirs comme récompenses pour le comportement désiré. Afin d'acquérir des pouvoirs, le joueur doit démontrer un comportement que l'école attend de lui, comme participer en classe ou aider ses camarades. Les étudiants sont des guerriers, des mages ou des guérisseurs et peuvent acheter et utiliser des pouvoirs qui ont un impact sur la vie réelle de la classe. Par exemple, un élève qui arrive avec cinq minutes de retard en classe peut utiliser le pouvoir "Cape d'invisibilité". Il ne sera donc pas sanctionné par l'enseignant. Classcraft est une plate-forme de type *Play-Management System* (Sanchez et al., 2016) qui permet l'orchestration du jeu par l'enseignant : création d'équipes, assignation d'avatars, affichage des règles ou récompenses des élèves. De leur côté, les élèves peuvent accéder à la plate-forme pour consulter leurs points et personnaliser leur avatar. Le jeu est entièrement paramétrable (choix des règles, pouvoirs et sentences) par les enseignants et donc adaptable à tous les contextes d'enseignement.

2 Cadrage théorique

Une analyse d'une classe ludicisée avec Classcraft avec comme cadre la Théorie de l'Activité (Leontiev, 1978) montre que le jeu permet un changement de la signification des actions effectuées par les joueurs (Bonvin et Sanchez, 2017b) et non une modification de l'action elle-même (tableau 1).

Tableau 1. Classe ordinaire vs. classe ludicisée du point de vue du joueur

Niveaux d'analyse selon la Théorie de l'Activité	Classe ordinaire (sans Classcraft)	Classe ludicisée (avec Classcraft)
Opération (Quoi - Comment ?)	Suivre les règles de la classe (ex. arriver à l'heure en classe)	
Action (Pourquoi ?)	Guidé par les règles de la classe (ex. l'enseignant s'attend à ce que les élèves arrivent à l'heure)	Guidé par les règles du jeu (ex. arriver en retard signifie perdre 10 points de vie)
Activité (Quel but à l'activité ?)	Être un "bon" étudiant (c'est-à-dire gagner l'estime du professeur)	Être un bon joueur (c'est-à-dire gagner le niveau)

Le passage d'une situation ordinaire à une situation ludique ne se fait pas au niveau de l'opération. Cependant, la ludicisation opérée avec Classcraft change le sens (pourquoi) et le/s but/s de l'activité des élèves (Bonvin & Sanchez, 2017b). Le jeu émerge de l'intention du joueur et du sens que celui-ci donne aux actions exécutées. L'utilisation d'un tel dispositif questionne la place et le rôle de l'enseignant dans la classe. L'enseignant devient un maître du jeu qui influence, par ses décisions, le comportement des élèves sur la plate-forme de jeu et en classe (Bouvier, & al., 2013).

En reprenant le tableau 1 en appliquant la Théorie de l'Activité (Leontiev, 1978), mais cette fois-ci du point de vue de l'enseignant, on peut démontrer un changement de rôle induit par le dispositif de ludicisation (tableau 2).

Tableau 2. Classe ordinaire vs. classe ludicisée du point de vue de l'enseignant

Niveaux d'analyse selon la Théorie de l'Activité	Classe ordinaire	Classe ludicisée
Opération (Quoi - Comment ?)	Propage et fait respecter par lui-même les règles de la classe aux élèves	Utilise le jeu pour exposer et faire respecter les règles de la classe aux élèves.
Action (Pourquoi ?)	L'enseignant applique le règlement , sanctionne les élèves.	Le jeu permet à l'enseignant d'appliquer les règles du jeu, de sanctionner et de récompenser les élèves. L'enseignant fait jouer.
Activité (Quel but à l'activité ?)	L'enseignant veut créer un climat propice à l'apprentissage en ayant des élèves qui respectent les règles.	

L'enseignant n'est plus porteur des règles de classe et n'applique plus lui-même le règlement. Il utilise la métaphore du jeu pour appliquer ce dernier (changement significatif en comparaison avec le tableau 1 au niveau opératoire). De ce fait, il n'est plus le garant de la loi, mais devient l'initiateur du jeu. En tant que maître du jeu, il aide les joueurs à respecter le règlement pour pouvoir avancer dans leur quête. De ce fait, dès lors que les élèves ne sont plus sanctionnés par l'enseignant, mais jouent contre le jeu, on peut supposer que l'enseignant change de posture et devient un « allié » des élèves pour avancer dans le jeu. Par contre le but ne change pas : l'enseignant veut créer un climat propice à l'apprentissage dans sa classe. L'enseignant en ludicisant sa classe ne change pas la finalité, mais le sens donné pour y arriver. Il fait jouer au lieu d'appliquer le règlement (Bonvin & Sanchez, 2017a).

3 Problématique, méthodologie et premiers résultats

Afin de comprendre ce changement de rôle et l'importance de l'enseignant dans la ludicisation de la classe, nous collaborons avec un groupe d'enseignants fribourgeois (Suisse) pour la mise en place du jeu dans une classe de secondaire 1 (cycle d'orientation). La classe est composée de 22 élèves de 14 ans en moyenne, 11 filles et 11 garçons. Trois enseignants se prêtent au jeu de la gestion de leur classe avec Classcraft durant cette expérimentation débutée en novembre 2017 et qui se poursuivra jusqu'à fin avril 2018.

L'étude initiée s'inscrit dans une démarche de recherche collaborative orientée par la conception (Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015) dans le sens où celle-ci se déroule dans des conditions écologiques (en classe) où praticiens et chercheur collaborent à la mise en place du dispositif (mise en place de Classcraft) et procèdent à des ajustements tout au long de l'expérience (processus itératif sur les différents éléments paramétrables du jeu). Ce positionnement permet un certain contrôle sur les décisions prises en repérant les éléments essentiels qui permettront une meilleure compréhension de l'expérience. Cette étude longitudinale est basée sur une méthodologie mixte qui permet d'éclairer l'analyse des traces d'interaction collectées (playing analytics) avec des observations effectuées en classe (heures avec et sans le jeu) et des entretiens avec les enseignants impliqués. On entend par *playing analytics* (Cordier, Lefevre, Champin & Mille, 2014) la récolte, le traitement, la visualisation et l'analyse des différentes traces numériques des joueurs sur une plateforme numérique. Une première étude (Bonvin & Sanchez, 2017a) basée sur les données des *playing analytics* de différentes classes utilisant Classcraft en Suisse montre une réelle diversité dans la pratique du jeu de la part des joueurs (différences entre genre, rôle et/ou équipe), mais aussi de la part des enseignants utilisant le jeu (diversité dans la mise en place des règles et de l'utilisation du jeu en classe).

Nous nous intéressons particulièrement à l'instrumentalisation opérée par l'enseignant, en tant que co-concepteurs du jeu (Rabardel, 1995). Les choix de l'enseignant sont interrogés avant, pendant et après l'expérimentation. Les observations débutées pour notre recherche offrent des éléments de compréhension intéressants sur le rôle central de l'enseignant. De ses décisions au niveau des règles du jeu vont dépendre l'intérêt des joueurs. Cela s'est vérifié lors de la présentation du jeu aux élèves. Ceux-ci se sont montrés très réactifs, posant de nombreuses questions sur le déroulement du jeu. La triangulation des données collectées par le biais des deux méthodologies devrait nous permettre une meilleure compréhension du nouveau rôle de l'enseignant et de l'influence de ce dernier sur la participation des élèves.

Références

- Bonvin, G., & Sanchez, E. (2017a). *Assessing Social Engagement in a Digital Role-Playing Game: Changes over Time and Gender Differences*. Proceedings of the WCCE: Springer (in press)
- Bonvin, G., Sanchez, E. (2017b). *Social Engagement in a Digital Role-Playing Game dedicated to Classroom Management*. Games and Learning Alliance conference. Lisbon, Portugal (5-7 December 2017)
- Bouvier, P., Lavoué, E., Sehaba, K., & George, S. (2013). *Identifying Learner's Engagement in Learning Games - A Qualitative Approach based on Learner's Traces of Interaction*. Paper presented at the 5th International Conference on Computer Supported Education.
- Cordier, A., Lefevre, M., Champin, P., & Mille, A. (2014). Connaissances et raisonnement sur les traces d'interaction. *Revue d'Intelligence Artificielle*, Vol. 28(2-3). (2014) 375-396
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2014). Du game design au gamefulness: définir la gamification. *Sciences du jeu*, 2, s.p.
- Gaudreau, N. (2017). *Gérer efficacement sa classe. Les cinq ingrédients essentiels*. Les Presses de l'Université du Québec.
- Leontiev, A. (1978). *Activity, Consciousness, and Personality*. Prentice-Hall
- Nault, T., & Fijalkow, J. (1999). Introduction à la gestion de la classe : D'hier à demain, *Revue des sciences de l'éducation*, 25(3), 451-466
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, une approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin, Paris.
- Sanchez, E., & Monod-Ansaldi, R. (2015). Recherche collaborative orientée par la conception. Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage. *Education & Didactique*, 9(2), 73-94.
- Sanchez, E., Piau-Toffolon, C., Oubahssi, L., Serna, A., Marfisi-Schottman, I., Loup, G., & George, S. (2016). *Toward a Play Management System for Game-Based Learning*. Lecture Notes in Computer Science series, Vol. 9891. 484-489.
- Sanchez, E., Young, S., & Jouneau-Sion, C. (2016). Classcraft: from gamification to ludicization of classroom management. *Education and Information Technologies*, 20(5).

BioSentiers, une application de réalité augmentée pour se reconnecter à la nature

David Piot, Olivier Ertz, Jens Ingensand
Csel - HEP-Vaud, IDEA - Université de Genève
MEI - HEIG-VD
INSIT - HEIG-VD
david.piot@hepl.ch
olivier.ertz@heig-vd.ch
jens.ingensand@heig-vd.ch

Résumé.

BioSentiers est une application à visée pédagogique tentant de reconnecter les utilisateurs à la nature en exploitant la technologie de la réalité augmentée. La HEIG-VD à l'origine de l'application a collaboré avec la HEP-Vaud et des enseignants yverdonnois afin de la tester. Une recherche exploratoire avec 22 élèves a été réalisée. L'analyse est en cours, mais déjà quelques indices montrent que la reconnexion à la nature via une application ne va pas de soi. Les élèves sont happés par la nouveauté et la technologie, délaissant l'environnement qui les entoure. Des pistes de modification de l'application apparaissent. En d'autres termes, l'application doit suggérer à l'utilisateur de s'en émanciper.

Mots-clés.

Réalité augmentée, pédagogie, biodiversité, nature, abstrait - concret

1 Introduction

L'usage du numérique représente un véritable défi notamment pour les jeunes générations. Les technologies du numérique possèdent deux visages : l'un positif et fécond, l'autre négatif et emprisonnant. Dans un monde qui les rend omniprésentes, l'enjeu consiste à être capable d'adopter un esprit critique face à celles-ci, de s'affranchir d'éventuelles tutelles et de les utiliser afin d'augmenter son expérience relative aux savoirs. Ces différents points cruciaux sont à la source de cette recherche exploratoire.

Le cas d'étude est ici celui de la sensibilisation à la biodiversité et plus largement l'éducation à l'environnement, une thématique importante considérant la mesure effective n°9 du récent appel des 15'364 scientifiques : *“increasing outdoor nature education for children, as well as the overall engagement of society in the appreciation of nature”* (Ripple et al., 2017). Ainsi, et pour réduire les risques d'une amnésie environnementale générationnelle (Kahn & Weiss, 2017), les deux instituts INSIT et MEI de la HEIG-VD se sont-ils mobilisés en créant BioSentiers, une application à but pédagogique s'appuyant sur la technologie de réalité augmentée afin de révéler des points d'intérêt relatifs à la biodiversité rencontrée aux abords d'un sentier. Il s'agit d'expérience de nature à réalité augmentée (Truong, 2017) par une visite plus ludique et interactive du sentier pédagogique.

Cette application propose non seulement à l'utilisateur une somme de données relatives à la biodiversité d'un lieu, mais envisage également de le reconnecter – si l'on ose l'analogie – avec son l'environnement. L'environnement étant ici à comprendre au sens de la nature qui l'entoure. Mais dans quelles conditions cela est-il possible ? Comment faire de l'utilisateur un véritable acteur et non pas un simple consommateur ? En d'autres termes, et pour répondre aux interrogations de l'appel à contribution, comment et à quelles conditions un enseignement innovant avec une technologie numérique émergente (la réalité augmentée) peut-il être fécond pour les apprenants et tenter de reconnecter les utilisateurs avec leur environnement ?

2 Contexte, ancrages théoriques et objectifs

Ce qui est central pour l'équipe autour de ce projet est le caractère pédagogique de l'application. Cornu & Véran (2014), appuient sur ce point dans le cadre d'une réflexion autour du numérique à l'école lorsqu'ils avancent que « mettre au centre la pédagogie, c'est avoir pour approche l'apprentissage de l'élève. Il ne s'agit pas d'employer

à tout prix une technologie, mais [...] de rendre possibles des activités pédagogiques nouvelles grâce à la technologie. ».

C'est ainsi que des enseignants d'un collège primaire yverdonnois ainsi qu'un doctorant en sciences de l'éducation à la HEP-Vaud et à l'Université de Genève ont été mis à contribution dans ce projet. Afin de ne pas tomber dans des travers technologistes et pour rendre compte de l'expérience des utilisateurs cibles de l'application, un protocole de recherche exploratoire a été mis sur pied afin de tester BioSentiers avec de jeunes élèves (9-11 ans). Les données récoltées en première et en troisième personne ont pour but l'amélioration de l'application dans une démarche itérative.

L'application BioSentiers (biosentiers.heig-vd.ch) s'appuie sur la réalité augmentée afin de mettre en lumière la biodiversité présente dans différentes zones naturelles. L'application se sert de la géolocalisation ainsi que la caméra d'une tablette pour proposer aux utilisateurs une vue augmentée de la réalité : en regardant les environs du sentier au travers de la caméra, l'utilisateur voit apparaître des pastilles (icônes) sur l'écran aux endroits qui révèlent une biodiversité intéressante répertoriée par l'application. Lorsque l'utilisateur est assez proche du point d'intérêt, les pastilles deviennent activables (interactives) et l'application fournit alors des détails sur l'élément à observer sous forme de fiche descriptive. L'utilisateur peut alors ajouter l'élément dans son dossier d'observations, comme une sorte de cueillette virtuelle. Débutant à l'Office du Tourisme d'Yverdon-les-Bains et se terminant au Centre Pro Natura de Champ-Pittet, ce BioSentier amène ses utilisateurs à cheminer dans divers milieux où une biodiversité notable est présente. Différentes espèces d'arbres, d'oiseaux, de plantes et de papillons ont été géolocalisées par des experts (ornithologue, biologiste, etc).

Dans le cadre de cette recherche exploratoire, ce qui est observé et renseigné est l'activité des utilisateurs de l'application. Le questionnement des chercheurs rejoint celui de Meirieu (2012) lorsqu'il se demande « à quelles conditions l'usage des technologies numériques à l'École peut-il contribuer à l'émergence de la pensée ? ». Dit autrement, la réalité augmentée proposée par l'application BioSentiers augmente-t-elle la réalité de l'utilisateur ?

3 Méthodologie

Dans le cadre de cette recherche exploratoire, différents protocoles quantitatifs et qualitatifs issus des univers méthodologiques des institutions engagées ont été utilisés. Du point de vue qualitatif, le programme de recherche relatif du Cours d'Action (Theureau, 2010) a été convoqué. Trois duos d'élèves spécialement composés ont été filmés. Grâce à ces vidéos, des entretiens d'autoconfrontation (Theureau, 2010) ont été réalisés. Des observations de terrains sont venues compléter ces données et aideront à les mettre en contexte et à garder une trace du processus. D'un point de vue quantitatif, des mesures ont pu être extraites sur la base de plusieurs enregistrements. Tout d'abord de ces vidéos filmées en situation. Aussi, tous les événements d'interaction avec l'application ont été enregistrés (notamment le type d'interaction avec un horodatage). Enfin, les écrans des tablettes ont été enregistrés et incrustés en synchronisation dans les vidéos prises sur le terrain.

Une sortie sur le sentier a été effectuée en octobre 2017 avec 22 élèves âgés entre 9 et 11 ans. 5 tablettes équipées de l'application BioSentiers ont été mises à disposition par la HEIG-VD pour l'occasion. Certains élèves ont été distribués en duo par l'enseignant et certains étaient seuls. Trois des duos ont été filmés durant l'expérience. Ces 3 couples ont été proposés par l'enseignant sur la base de ce qu'il savait de leur rapport au numérique. Ainsi, le duo 1 était constitué d'élèves à l'aise avec l'usage du numérique, le duo 2 était au contraire constitué d'élèves peu habitués à l'usage du numérique, quant au troisième duo, il était composé d'un élève potentiellement à l'aise et d'un non.

Tous les élèves ont été mis devant un problème à résoudre afin de donner à ce moment de recherche une dimension pédagogique. L'enseignant leur a annoncé qu'il y avait « quelque chose qui clochait » avec les arbres présentés par l'application. En effet, la majorité des essences d'arbres présentes ont été plantées par l'homme afin de faire de cette zone un parc (terrain destiné à la détente). Les élèves avaient donc pour mission de se balader sur la portion du sentier pédagogique choisie, de lire les fiches descriptives des arbres proposés et d'émettre des hypothèses sur ce qui pouvait être un problème. En raison de contraintes temporelles, les élèves n'ont eu les tablettes en main que durant une dizaine de minutes.

4 Résultats et discussion

Le processus de recherche en est à ses débuts. L'analyse des données est en cours de réalisation, mais les observations, les premières analyses des vidéos ainsi qu'une première lecture des entretiens d'autoconfrontation permettent d'esquisser quelques résultats et de proposer des pistes d'interprétation.

La première constatation est que dans le duo, l'élève qui a la tablette entre les mains – et a donc accès direct à la réalité augmentée – n'a pas le même rapport aux distances que l'autre élève. Lorsqu'ils doivent parcourir une certaine distance, l'élève avec tablette reste focalisé sur celle-ci tandis que l'autre observe l'environnement et estime le point à rallier. Il est intéressant de noter que lorsque les rôles s'inversent, le rapport à la distance également.

La seconde observation intéressante concerne le moment où les élèves ont accès à la fiche descriptive de l'arbre. Cette dernière est très technique et peu didactisée. Les deux informations principales qui ont pour effet que les élèves filmés sortent de l'application pour regarder les arbres en face d'eux sont : lorsque la taille de l'arbre est précisée et lorsque le nom de l'arbre leur est connu (noisetier ou peuplier par exemple contrairement à aulne blanchâtre).

D'autre part, parmi les premières mesures extraites des enregistrements (cf. Méthodologie), notons que seulement 11.5 % du temps d'expérience se fait en lien direct avec la nature, le reste du temps étant focalisé sur la tablette. Aussi, entre 10 % et 39 % de ce temps focalisé sur l'écran est consacré à la lecture des fiches descriptives. Il a été constaté que ce temps de consultation diminue à mesure que l'élève évolue dans l'environnement en rencontrant plusieurs fois les mêmes espèces. Ces résultats sont à relativiser du fait de la présence d'un encadrement (professeurs) qui a pu aider et orienter l'élève dans son utilisation de l'application, pouvant ainsi insérer un biais.

Dans une visée pédagogique et pour répondre à la situation-problème proposée par l'enseignant, les élèves doivent réaliser une abstraction (= les arbres ont été plantés par l'Homme) en mettant en lien un certain nombre d'indices, d'éléments abstraits (réalité augmentée, fiches descriptives informatisées) et d'éléments concrets (environnement naturel qui les entoure, monde sensible).

Ces résultats préliminaires questionnent sur le mouvement spontané que font les élèves entre abstrait et concret et suggèrent que l'application doit les encourager à l'effectuer. Car le processus d'abstraction peut-être compris comme une double montée abstraction/concrétisation où l'abstrait et le concret deviennent de plus en plus liés (Roth & Hwang, 2006a, 2006b). Ce serait donc en favorisant ce double mouvement abstrait/concret que l'application BioSentiers créerait les conditions nécessaires à une utilisation « encapacitante » de la technologie de réalité augmentée. Cette hypothèse est bien entendu à vérifier.

5 Conclusion

Le trop grand attrait de la technologie et de la nouveauté semble se confirmer au travers des premiers résultats de cette recherche exploratoire. Dans leur première utilisation de BioSentiers, les élèves restent très attirés dans le monde abstrait proposé par l'application et ne font que peu de mouvements vers et depuis l'environnement. Dans des futures expériences, nous envisageons à investiguer si l'utilisation de l'outil comporte plusieurs phases (p.ex phase d'apprentissage de l'outil) et si l'utilisation change après quelque temps.

L'application doit dès lors évoluer afin de satisfaire aux buts que l'équipe de conception et de recherche s'est fixés. Une première piste de modification serait d'introduire dans le scénario de l'application des propositions de va-et-vient entre des éléments abstraits et des éléments concrets.

Cette recherche exploratoire montre les défis que doit être capable de relever la technologie numérique afin de pouvoir proposer quelque chose de plus à la pédagogie et ainsi s'immiscer positivement au sein de l'école.

Références

- Cornu, B., Véran, J.-P. (2014). Le numérique et l'éducation dans un monde qui change : une révolution ? *Pédagogie et révolution numérique*, 67, 35–42.
- Meirieu, P. (2012). La pédagogie et le numérique : des outils pour trancher ? In Kambouchner, D., Meirieu, P. & Stiegler, B. (Éds.) *L'École, le numérique et la société qui vient*. Paris : Mille et une nuit.
- Peter H. Kahn, J., & Weiss, T. (2017). The Importance of Children Interacting with Big Nature. *Children, Youth and Environments*, 27(2), 7–24.
- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Galetti, M., Alamgir, M., Crist, E., ... Laurance, W. F. (2017). World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *BioScience*, 67(12), 1026–1028. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix125>
- Roth, W.-M., & Hwang, S. W. (2006a). Does mathematical learning occur in going from concrete to abstract or in going from abstract to concrete? *Journal of Mathematical Behavior*, 25(4), 334–344.
- Roth, W.-M., & Hwang, S. W. (2006b). On the relation of abstract and concrete in scientists' graph interpretations: A case study. *Journal of Mathematical Behavior*, 25(4), 318–333.
- Theureau, J. (2010). Les entretiens d'autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche "cours d'action". *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 4(2), 287–322.
- Truong, M.-X. (2017). *Nature réelle et nature virtuelle - La réactivation artificielle du lien perdu*. Fleury, C., & Prévot, A.-C. (Éds.). *Le souci de la nature: apprendre, inventer, gouverner*. Paris: CNRS éditions.

Intelligence Artificielle : Éduquer pour modifier la représentation qu'en ont les jeunes

Brieuc Olivier, Anne Smal, Benoit Frénay, Julie Henry
Université de Namur (Belgique)
PReCISE, Namur Digital Institute (NADI)
brieuc.olivier@student.unamur.be
{benoit.frenay ; julie.henry}@unamur.be

Résumé. Le numérique prend de plus en plus d'importance dans l'éducation des jeunes. Si le code est actuellement plébiscité par tous, d'autres domaines méritent également d'avoir leur place à l'école. C'est, selon nous, le cas de l'intelligence artificielle (IA). Ce papier vise à déterminer les concepts et principes importants à enseigner aux jeunes dans ce domaine pour leur en donner l'image la plus juste possible. Sur base d'une enquête passée auprès de différents publics, certains aspects de l'intelligence artificielle ont été mis en évidence et intégrés dans des activités de courte durée. L'enseignement de l'IA est ici envisagé principalement pour corriger les fausses idées reçues que pourraient avoir les élèves à l'égard de l'IA.

Mots-clés. intelligence artificielle – éducation numérique – représentation.

1 Introduction

En Belgique comme ailleurs, l'éducation numérique est sur toutes les lèvres. Si la volonté (et l'intérêt) de former, dès le plus jeune âge, les citoyens d'un monde de plus en plus numérique ne manque pas, la question du contenu ; une telle éducation reste encore à traiter (Henry et al, 2018). Depuis peu, certains (Fredrik Heintz¹ ; Linda Lukas² ; Eaton et al, 2017 ; Gadanidis et Gadanidis, 2017) proposent d'y inclure l'intelligence artificielle, une notion mal comprise du grand public et sur laquelle les experts ont parfois bien des difficultés à se mettre d'accord.

Quels seraient les bénéfices d'une connaissance élémentaire de ce qu'est une IA ? Quels seraient les apports de ces savoirs pour la vie future des élèves, par exemple face à une Presse utilisant de manière croissante le buzzword qu'est devenu l'intelligence artificielle ? Si l'IA fait depuis quelques années beaucoup parler d'elle par son importance croissante en informatique et ses avancées fulgurantes, l'image qu'en a le grand public reste assez floue. Cette tendance qu'ont beaucoup à associer le terme « IA » aux robots illustre ces propos.

Tantôt l'IA fascine, tantôt elle effraie... Certains craignent qu'elle nous remplace pour diverses tâches (faisant notre métier à notre place). La « révolte des machines » revient également souvent sur le devant de la scène, bien que ce thème ne soit pas récent. Évoqué en 1921 dans le titre de l'œuvre de Romain Rolland, il est ressassé par des œuvres de fiction modernes telles que « Terminator » (Hurd, 1984), « Matrix » (Solver, 1999), « Avengers : l'Ère d'Ultron » (Feige, 2015) ou, avec une vision plus optimiste, « Le Géant de Fer » (Townshend, 1999).

Dans le cadre d'un mémoire universitaire, des activités de courte durée ont été développées avec comme objectif de modifier la représentation de l'IA chez les jeunes, en corrigeant notamment les fausses idées reçues. La mesure de ce changement constitue l'apport principal de ce synopsis. Dans un premier temps, le contexte et les objectifs de cette étude sont définis brièvement. La méthodologie est alors décrite avant que ne soient présentés les premiers résultats. Des conclusions intermédiaires sont tirées et les travaux futurs sont annoncés.

2 Contexte et objectifs

On assiste actuellement à une montée en popularité de l'intelligence artificielle. Il est ainsi possible d'observer l'intérêt récent que certains gouvernements montrent à l'enseigner aux jeunes : les États-Unis (Conseil scientifique et technologique national, 2016), ou encore la France et son projet France IA : « Instaurer un enseignement 'IA, traitement des données et sciences numériques' de l'école primaire au lycée » (Le gouvernement de la République Française, 2017). Outre l'enseignement de l'intelligence artificielle, ce sont surtout des exemples d'enseignement **soutenu par** l'IA qui sont rapportés (Bruehl, 2017 ; Prentzas, 2013). Les ressources pédagogiques autour de l'enseignement de l'IA à destination des jeunes jusqu'à 18 ans sont encore rares (Eaton et al, 2017 ; Heinze 2010). Toutefois, les expériences dans l'enseignement supérieur (dans le cadre d'un cours sur l'IA), utilisant notamment des robots (Kumar, 1998 ; 2000 ; Klassner, 2002) et des jeux (Hartness, 2004), peuvent être adaptées à notre contexte.

¹ Heinz, F., From AI to Computational Thinking, <https://www.youtube.com/watch?v=GremeqAPliE>, consulté le 23-02-18.

² YOW!2017 Conference Melbourne 7-8 Décembre 2017 <http://yowconference.com.au>, consulté le 23-02-18.

Dans le cadre de notre étude, l'enseignement de l'IA vise à changer la représentation qu'en ont les jeunes et leur manière d'appréhender le sujet à l'avenir. Ce changement est programmé à travers différentes activités portant sur certains sous-domaines de l'IA. Ces activités font elles-mêmes parties d'un module d'une dizaine d'heures proposant, dans l'ordre, une alphabétisation numérique et une initiation à la programmation se terminant par l'enseignement de l'IA. Le contenu de cet enseignement repose notamment sur les résultats d'une enquête menée à large échelle ayant pour but de déterminer la (les) représentation(s) qu'a le grand public de l'IA. Il s'agit d'en déceler toutes les facettes dans le but de créer des activités pouvant corriger les représentations erronées.

3 Méthodologie

Afin de se rendre compte de la représentation qu'a le grand public de l'IA, une enquête a été mise au point et est actuellement en cours de passation auprès de deux publics : les étudiants inscrits à l'université de Namur (Belgique) et un panel d'élèves issus du secondaire « qualifiant » (passation en cours). D'autres publics seront touchés par la suite, (étudiants inscrits en enseignement supérieur non universitaire, entre autres) dans le but d'augmenter les résultats obtenus.

L'enquête est structurée en deux parties. La première partie demande aux participants leur définition de l'IA, des exemples (fictifs ou non), un avis personnel sur ce qu'elle pourrait changer à leur avenir et, enfin, un positionnement vis-à-vis de l'IA pour leur (future) vie professionnelle.

Pour évaluer la définition donnée par les répondants, celle-ci sera comparée à une définition de référence. Ainsi, une définition correcte devra présenter les concepts-clef présents dans la définition de Kumar (2012) : « *Artificial Intelligence (AI) is defined as intelligence exhibited by an **artificial entity** to solve complex problems and such a system is generally assumed to be a computer or a machine [...] Artificial intelligence concerned with making **computers behave like humans**. AI tries to solve the complex problems in more human like fashion and in much less time than a human take* ». En ce qui concerne les mauvaises réponses, les réponses incomplètes (ne citant en exemple qu'un seul sous-domaine³ de l'IA) seront différenciées des réponses incorrectes (donnant des caractéristiques fausses ou impossibles à l'IA telles que « penser », « capacités infinies » ...).

La seconde partie de l'enquête consiste en un tableau présentant 44 affirmations sur des applications variées de l'IA telles que « Une IA est capable de... Jouer aux échecs », « Parler » ou encore « Faire marcher un robot sur deux jambes quel que soit le terrain ». Il est demandé aux répondants de catégoriser l'état de chacune d'elles entre « opérationnelles », « opérationnelle mais non encore publique », « possible mais seulement dans une quinzaine d'années » ou encore « impossible ».

Les résultats de cette enquête ont fait l'objet d'analyses multidimensionnelles réalisées à l'aide du logiciel IRaMuTeQ⁴. Ces résultats sont détaillés en section 4.

Sur base de ces résultats, quatre activités sont envisagées dans le cadre d'un enseignement de l'IA. Ces quatre activités ont pour thèmes les grands sous-domaines de l'intelligence artificielle que sont les systèmes experts, la robotique, la synthèse d'émotion et l'apprentissage machine. À l'heure d'écrire ce synopsis, deux sont en cours de validation avec des groupes variés (élèves de 12 à 14 ans sans CEB⁵, élèves de 12 à 14 ans avec CEB, jeunes de 16 à 18 ans).

Afin de mesurer l'existence (ou non) d'un changement de représentation chez les jeunes, chaque activité dispensée est précédée d'un pré-test et suivie d'un post-test. Ces tests, parfaitement identiques, présentent également des similitudes avec l'enquête. Dans une première partie, la définition d'une IA est demandée, suivie d'un positionnement sur l'IA et d'une justification de ce dernier. La seconde partie demande le niveau de finition de dix applications de l'IA, sur base d'une échelle de Likert présentant des choix de réponse plus simples : « Déjà utilisée », « Possible » ou encore « Impossible ». Étant encore en cours d'obtention, les résultats des tests ne seront pas discutés dans le cadre de ce synopsis.

4 Résultats et discussion

440 réponses ont déjà été collectées suite à la passation de l'enquête auprès des étudiants de l'Université de Namur. Des premières tendances se dégagent. Ainsi, les résultats montrent que près d'un répondant sur trois (32.80%) donne une définition correcte de l'IA, à savoir qu'on y retrouve les deux critères présents dans la définition de

³ Les domaines de l'IA suivants sont pris en compte : les systèmes experts, la robotique, l'apprentissage machine et la reconnaissance optique, la génération automatique de programme et les « chat bots ».

⁴ <http://www.iramuteq.org>

⁵ Certificat d'études de base, obtenu à la fin de l'école primaire.

Kumar. 40,27% donnent une réponse partielle, ne désignant qu'un sous-domaine particulier (ou plus, mais pas tous) de l'IA et ne présentant aucun des deux critères cités par Kumar. Enfin, 26,93% sont des réponses incorrectes. Les sous-domaines de l'IA les plus représentés dans les réponses jugées correctes sont :

- les systèmes experts (s'ils ne sont pas directement nommés, ils sont expliqués - 38,74%),
- l'apprentissage machine (33,50%),
- la robotique (21,98%).

Viennent ensuite la reconnaissance optique, les « chat bots » ainsi que la génération automatique de programmes. Dans l'idéal, les activités d'initiation à l'IA devraient couvrir/aborder un maximum de ces sous-domaines pour notamment illustrer leur diversité.

La source principale d'erreur pour les réponses incorrectes est la surestimation des capacités de l'IA (52,63%) : les termes « penser », « réfléchir », « conscience de soi » et « capacités infinies » sont utilisés erronément pour définir une IA. Une moindre proportion des erreurs provient d'une confusion (14,91%) : les répondants décrivent autre chose (un programme informatique ou la domotique, par exemples). Les répondants donnent une réponse fautive, ne savent pas ou ne répondent tout simplement pas à la question. Dans ces cas-ci, une initiation à la manipulation et/ou la création d'intelligences artificielles basiques permettrait d'éclaircir et préciser le concept. Concernant la question des exemples d'IA, près de deux tiers (59,73%) des répondants citent au moins deux exemples corrects d'IA (fictifs ou non), contre 23,98% qui n'en citent qu'un, éventuellement accompagné d'un mauvais exemple. Les autres exemples donnés ne sont pas pertinents, partagés entre mauvaises réponses et absence de réponse. Le ratio de réponse correcte-incorrecte est presque inversé par rapport à la première question. Une majorité des répondants sait exemplifier une IA, probablement inspirée par la communication qui est faite autour de ce domaine (Alpha Go, Siri, Google Car, etc.). On peut cependant penser qu'il en serait autrement si les répondants devaient justifier en quoi les exemples cités pouvaient être considérés comme des IA.

Si on creuse plus en détails les réponses collectées, il apparaît que le terme le plus représenté est « robot ». Ce terme est ici accepté comme un exemple correct malgré l'ambiguïté qu'il peut soulever. En effet, l'amalgame entre les termes « IA » et « robot/robotique » est fréquent, allant même parfois jusqu'à restreindre le domaine du premier au deuxième. Les termes « Siri » et « Jeu » sont également fréquents, mais ont chacun une fréquence trois fois moindre que le terme « robot ».

Dans la seconde partie de l'enquête, 75% des participants ont proposé la bonne association (affirmation-état d'avancement) pour huit affirmations. Celles-ci portent sur des technologies récemment mises en avant, notamment par la Presse : « Reconnaître des empreintes digitales », « Parler », « Jouer aux échecs », « Dessiner des choses simples (logos, icônes) », « Détecter des logiciels qui pourraient être dangereux pour votre ordinateur » ou encore « Trouver un chemin entre de nombreux points le plus court possible et, ce, le plus rapidement possible ». La dernière affirmation constitue la seule mauvaise réponse et peut s'expliquer par une assimilation au GPS plutôt qu'au problème du voyageur de commerce.

Un peu plus d'un tiers des affirmations présente des résultats plus éparpillés (moins de 40% de la totalité des répondants pour la réponse la plus populaire). « Draguer », « Écrire un livre », « Faire de l'analyse politique », « Faire des recherches juridiques pour des dossiers spécifiques », « Détecter les problèmes dans le code génétique d'un être vivant », « Reconnaître et exprimer des émotions » et « Prédire la météo jusqu'à 30 jours à l'avance », entre autres, ont comme point commun d'être une affirmation pouvant être sujette à interprétation. Ceci explique probablement la répartition observée des réponses. En effet, la capacité d'une IA à « effectuer » ces affirmations reste assez méconnue pour la société. De plus, l'association IA-affirmation pour ce genre de tâches informatiques n'est pas toujours directe.

Cette méconnaissance se ressent dans les opinions sur l'IA concernant le monde du travail : 16,74% d'opinions sont négatives, 24,89% sont neutres et 38,46% positives (le reste étant sans avis - 7,47% ou mitigé - 12,44%). Pour les opinions négatives et neutres, le thème de la peur ressort principalement : la peur d'un remplacement de l'humain dans le monde du travail (25,17%), la peur de « l'atrophie » de notre propre intelligence (celle-ci étant moins sollicitée à cause de l'IA) (23,08%), la peur d'une « révolte des machines » (18,18%) ou, tout simplement, d'une déshumanisation de la société (14,69%). La raison supposée principale de cette appréhension est l'inconnue que représente cette technologie. Une solution à cette problématique de la représentation de l'IA serait d'organiser des sessions d'apprentissage autour de la définition et de la logique de construction. La définition clarifiée, il sera plus facile de détecter lorsqu'il s'agit d'IA tandis que la logique de construction aidera les élèves à mieux s'imaginer les limites de cette dernière.

5 Conclusion

En conclusion les premiers résultats de l'enquête soulèvent que, malgré le fait que les répondants sachent bien déterminer la présence ou non d'IA dans un système, il reste difficile d'obtenir une définition satisfaisante. Pourtant, afin d'adoucir la transition avec un avenir où côtoyer l'IA sera monnaie courante, il est d'une importance capitale de la comprendre. Des activités ont été créées au regard des premiers résultats. Elles seront itérativement

améliorées afin de pouvoir prouver leur efficacité. Ces activités, en cours de validation, pourraient être insérées dans un tronc commun d'enseignement obligatoire afin d'instruire les jeunes pour à les aider à faire face à ce concept à l'avenir et à prendre position face aux questions sociétales qui seront posées sur le sujet.

Références

- Bruel, B. (2017). *Comment l'intelligence artificielle métamorphose déjà l'enseignement supérieur*.
Repéré à : <http://mashable.france24.com/tech-business/20171007-intelligence-artificielle-enseignement-superieur-campus-microsoft-experiences> .
- Conseil scientifique et technologique national. (2016). *The national artificial intelligence research and development strategic plan*.
- Eaton, E., Koenig, S., Schulz, C., Maurelli, F., Lee, J., Eckroth, J. et Williams, T. (2017). *Blue Sky Ideas in Artificial Intelligence Education from the EAAI 2017 New and Future AI Educator Program*. arXiv preprint arXiv:1702.00137. Fédération Wallonie Bruxelles. *LA STRUCTURE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ORDINAIRE DE PLEIN EXERCICE*. Repéré à <http://www.enseignement.be/index.php?page=24547&navi=45> .
- Feige, K. (producteur) et Whedon, J. (réalisateur-scénariste). (2015). *Avengers : Age of Ultron [film cinématographique]*. Etats-Unis : Walt Disney Studios Motion Pictures.
- Gadanidis, G. et Gadanidis, G. (2017). *Artificial intelligence, computational thinking, and mathematics education*. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 34(2), 133-139.
- Guitard, T, Roy, D., Oudeyer, P.-Y., Chevalier, M. (2016). *IniRobot : Activités robotiques avec Thymio II pour l'initiation à l'informatique et à la robotique. Des activités robotiques pour l'initiation aux sciences du numérique*.
- Hartness, K. (2004). *Robocode: using games to teach artificial intelligence*. *J. Comput. Sci. Coll.* 19, 4 (April 2004), 287-291.
- Henry, J., Hernalesteen, A., Dumas, B., & Collard, A-S. (2018). *Que signifie éduquer au numérique ? Pour une approche interdisciplinaire*. Dans *De 0 à 1 ou l'heure de l'informatique à l'école: Actes du colloque Didapros 7 - DidaSTIC* (p. 61-82). Peter lang.
- Heinze, C., Haase, J., & Higgins, H. (2010, July). *An Action Research Report from a MultiYear Approach to Teaching Artificial Intelligence at the K6 Level*. In *1st Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence*.
- Hurd, G.A., Daly, J., Gibson, D. (producteurs), Cameron, J. (réalisateur-scénariste) et Hurd, G.A. (scénariste). (1984). *The Terminator [film cinématographique]*. Etats-Unis : Hemdale Film Corporation, Pacific Western Productions, Euro Film Funding, Cinema 84.
- Infor Jeunes Laeken (2013). *Les classes différenciées, pour qui et pourquoi ?*
Repéré à <http://inforjeunes.eu/2013/02/12/les-classes-differenciees-pour-qui-et-pourquoi/> .
- Klassner, F. (2002). *A case study of LEGO Mindstorms™ suitability for artificial intelligence and robotics courses at the college level*. *SIGCSE Bull.* 34, 1 (February 2002), 8-12. Repéré à : <http://dx.doi.org/10.1145/563517.563345> .
- Kumar, A. et Meeden, L. (1998). *A robot laboratory for teaching artificial intelligence*. In *Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education (SIGCSE '98)*, Daniel Joyce and John Impagliazzo (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 341-344. Repéré à : <http://dx.doi.org/10.1145/273133.274326> .
- Kumar, A. (2004). *Three years of using robots in an artificial intelligence course: lessons learned*. *J. Educ. Resour. Comput.* 4, 3, Article 2 (September 2004). Repéré à : <http://dx.doi.org/10.1145/1083310.1083311> .
- Kumar, A. et Thakur, G. S. M. (2012). *Advanced applications of neural networks and artificial intelligence: a review*. *International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)*, 4(6), 57.
- Le Gouvernement de la République Française (2017). *Rapport de synthèse France Intelligence Artificielle*.
Repéré à https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/2017/Rapport_synthese_France_IA_.pdf .
- Ministère de l'éducation de Belgique (2017). *LE NUMÉRIQUE AU COEUR DE L'ÉCOLE*.
Repéré à <http://www.pactedexcellence.be/index.php/2017/04/07/le-numerique-au-coeur-de-lecole/> .
- Prentzas, J. (2013). *Artificial intelligence methods in early childhood education*. *Artificial Intelligence, Evolutionary Computing and Metaheuristics*, 169-199.
- Rolland, R. (1921). *La révolte des machines*. Repéré à [https://fr.wikisource.org/wiki/La_R%C3%A9volte_des_machines_\(Rolland\)](https://fr.wikisource.org/wiki/La_R%C3%A9volte_des_machines_(Rolland)) .
- Schmidt, A. (2016). *Increasing computer literacy with the BBC micro: bit*. *IEEE Pervasive Computing*, 15(2), 5-7.
- Solver, J. (producteur), Wachowski, L. et Wachowski, L. (réalisatrices et scénaristes). (1999). *The Matrix [film cinématographique]*. Etats-Unis et Australie : Warner Bros.
- Støj, Use All Five, Creative Lab et PAIR (Google) (2017). *Teachable Machine*.
Repéré à <https://teachablemachine.withgoogle.com> .
- Townshend, P., McAnuff, D., Abbate, A., Walker, J. (producteurs), Bird, B. (réalisateur et scénariste) et McCanlies, T. (scénariste). (1999). *The Iron Giant [dessin animé]*. Etats-Unis : Warner Bros. Feature Animation.

Aborder les flux d'informations en géographie à l'aide du numérique : propositions pour des élèves de 11^e année (14-15 ans)

Alain Pache¹, Sylvie Joublot Ferré²

¹ HEP Vaud

² HEP Vaud, École normale supérieure de Lyon

alain.pache@hepl.ch

sylvie-joublot-ferre@hepl.ch

Résumé. Ce texte présente une proposition de séquence d'enseignement, en géographie, sur les flux d'informations, pour des élèves de 11^e année (14-15 ans). Saisissant l'occasion d'un changement de curriculum, avec l'introduction du Plan d'études romand (PER), les auteurs proposent de déconstruire la thématique en huit unités d'apprentissage. Ils présentent ensuite une recherche doctorale en cours portant sur l'usage des smartphones par les élèves, afin de travailler autour des mobilités et, plus largement, des flux quotidiens de personnes.

Mots-clés. Géographie, flux d'informations, citoyenneté, mobilité.

1 Introduction

Le Plan d'études romand (PER), introduit dès 2011 ans l'ensemble des cantons romands propose d'aborder, en géographie et en 11^{ème} année, le thème des flux d'informations. Un tel thème, privilégiant le pôle social du développement durable, est aussi à l'intersection de l'éducation aux médias et de l'éducation à la citoyenneté. En effet, il s'agit de fournir aux élèves des outils permettant de comprendre les enjeux liés à la révolution numérique (Rogers, 2015 ; Boullier, 2016), mais également de les accompagner dans leur utilisation quotidienne des réseaux sociaux et des outils numériques. L'enjeu n'est pas tant technique, il vise l'*empowerment*, autrement dit l'autonomisation et la prise de contrôle, afin que les élèves soient capables, à partir de sources d'informations variées, de développer, de façon créative, une meilleure estime d'eux-mêmes, une pensée critique et des échanges collaboratifs démultipliés (Carlson, Tayie, Jacquinet-Delaunay & Pérez Tornero, 2008 ; Corroy, 2016).

2 Contexte, ancrages théoriques et objectifs

Nous vivons aujourd'hui dans une société de l'information qui se caractérise par une place toujours plus importante accordée au numérique. Il importe donc que les élèves identifient différents enjeux dans ce domaine et qu'ils construisent progressivement des outils leur permettant de faire des choix raisonnables. Ils doivent par exemple comprendre que si les médias traditionnels ont une longue histoire, les médias web sont très récents et connaissent un développement remarqué, comme en témoignent des objets, encore inexistant il y a trente ans, qui nous sont devenus (presque) indispensables. Et ce mouvement n'en est qu'à ses débuts, car de nombreux objets connectés sont régulièrement mis sur le marché, des sociétés spécialisées dans ce domaine apparaissent et disparaissent, des grands groupes mondiaux se créent. Tous ces changements soulèvent de nombreuses questions dans des domaines aussi variés que la santé, l'économie, l'éthique, la politique ou encore la microtechnologie. Quant au géographe, il peut mettre en évidence un certain nombre de tensions au niveau des acteurs, au niveau spatial, au niveau social et au niveau environnemental.

A l'école primaire, les élèves ont étudié la filière d'une information (source-production-distribution-consommation), l'évolution des médias et la place de l'Internet en Suisse. En 11^{ème} année, ils vont principalement travailler sur la circulation de l'information à différentes échelles ainsi que sur les conséquences spatiales, sociales, économiques et environnementales liées à de tels flux. En prenant conscience des travaux des géographes sur ce thème, les élèves seront aussi peu à peu amenés à produire et analyser des données portant sur la circulation de l'information.

L'objectif de cette communication consiste, dans un premier temps, à présenter la reconstruction de la thématique des flux d'informations (Humbel, Jollier & Varcher, 2013), autrement dit les grandes orientations à la base du futur moyen d'enseignement romand que nous rédigeons. Dans un deuxième temps, nous présentons quelques flux d'informations construits par les adolescents eux-mêmes. Il s'agit d'examiner plus précisément une démarche permettant aux élèves de mieux comprendre les flux d'informations par l'utilisation du numérique.

Dans ce qui va être présenté ci-dessous, seule une partie de la démarche a fait l'objet d'une étude empirique, à savoir une recherche doctorale en cours.

3 Méthodologie

La proposition dont il est question ici est appuyée sur un retour d'expérience recueilli dans le cadre d'une recherche doctorale¹. Celle-ci interroge les rapports des adolescents au monde, il s'agit en particulier de mieux connaître leurs spatialités au sens « d'action spatiale des opérateurs sociaux » (Lussault, 2007) dont leurs mobilités. Dans ces travaux, les adolescents sont abordés comme acteurs sociaux à part entière, sans prétendre à une homogénéité du groupe. L'enquête est menée à l'intérieur d'un ensemble transfrontalier francophone auprès d'adolescents scolarisés en collèges, lycées et gymnases², en France et Suisse romande.

Pour recueillir des données sur les pratiques spatiales, nous pouvions opter pour des carnets manuscrits. Avec cette méthode, contraignante pour les adolescents, on obtient des résultats imprécis et peu expressifs, difficiles à commenter avec les intéressés eux-mêmes. C'est pourquoi nous avons plutôt privilégié un outil numérique, plus en phase avec les usages des élèves et leur rythme de vie, qui autorise une visualisation et une lecture des données *in situ* avec les adolescents eux-mêmes. Un suivi des déplacements individuels, a ainsi été réalisé au moyen d'une application gratuite, conçue à l'origine pour le bien-être et la forme (Moves³), que les élèves volontaires et autorisés par leurs parents, ont chargée sur leurs smartphones. Ce produit, destiné au grand public, est couplé à un procédé de géolocalisation et permet de situer les déplacements personnels quotidiens, évaluer les distances parcourues et les calories dépensées.

Les résultats récoltés sont traités par l'intermédiaire d'une autre application gratuite (Movescope⁴), qui donne accès à des cartographies individuelles rassemblant les lieux fréquentés, les déplacements, les modes de transport avec la possibilité de différentes séries spatio-temporelles en jouant sur la variation des échelles et le paramétrage temporel possible : week-end, semaine, jour/nuit. Les cartes obtenues nous renseignent donc sur les mobilités, leur échelle et leur métrique, la fréquentation des différents espaces du quotidien, privés ou publics : domicile, établissements scolaires, centres sportifs etc. mais également les lieux plus exceptionnels, qu'ils soient familiaux ou touristiques.

4 Résultats et discussion

4.1 La structure du thème étudié

La déconstruction de la thématique des flux d'informations a pour but de faire émerger les questions socialement vives afférentes, autrement dit des questions qui sont vives dans la société, dans le monde académique et, dans l'idéal, à l'école (Legardez & Simonneaux, 2006). Mais, pour que les élèves se saisissent de la thématique proposée par l'enseignant, pour qu'elle prenne du sens, il faut être capable de rattacher les préoccupations quotidiennes des élèves aux grands enjeux sociaux actuels. En effet, les questions à aborder exigent une construction reposant sur des dispositifs didactiques spécifiques, car le rapport aux savoirs des élèves est largement conditionné par la forme scolaire. En outre, les adolescents ne vivent pas l'actualité comme les adultes. Les questions d'actualité sont vécues à travers les filtres de leurs représentations et de leurs appartenances groupales (Humbel, Jolliet & Varcher, 2013). Il est alors essentiel de mener cette opération de « reconstruction » qui recouvre ce que certains auteurs désignent comme nécessité de « réchauffement » ou de « refroidissement » de la question (Legardez & Simonneaux, 2006). En effet, une question trop chaude risque de réduire les apprentissages en privilégiant le registre émotionnel. De même, une question trop « froide » aura tendance à réduire la motivation à apprendre.

C'est dans cette perspective que les huit modules suivants sont proposés aux élèves :

- Module A : Comment l'information circule-t-elle ?
- Module B : A quelle vitesse les informations se déplacent-elles ?
- Module C : Pourquoi transmet-on de plus en plus d'informations ?

¹ Ces travaux sont conduits dans le cadre d'une thèse en cours par Sylvie Joublot Ferré, sous la direction du géographe Michel Lussault, ENS de Lyon. UMR 5600 Environnement, Ville, Société.

² En Suisse le gymnase correspond au lycée.

³ <https://moves-app.com/>

⁴ <http://app.moveoscope.com/>

- Module D : Comment les réseaux d'informations se développent-ils ?
- Module E : Pourquoi limiter la transmission d'informations ?
- Module F : La surinformation est-elle une désinformation ?
- Module G : Comment améliorer l'accès à l'information ?
- Module H : Comment envisager l'avenir de la société de l'information ?

4.2 Des flux d'informations construits par les élèves

Dans le cadre du module B (A quelle vitesse les informations se déplacent-elles ?), nous proposons une tâche complémentaire centrée sur l'utilisation du smartphone, d'une part pour que les élèves réalisent qu'ils peuvent être eux-mêmes producteurs d'informations ; d'autre part pour qu'ils prennent conscience de leur propre rapport à l'espace.

Le suivi individuel était de six semaines au minimum et a pu atteindre, dans certains cas, trente-deux semaines. En classe, il conviendrait de fixer une durée de suivi plus ou moins identique. Il est à noter qu'à partir d'une semaine de suivi, on dispose déjà des déplacements réguliers et des lieux principaux fréquentés par les adolescents. La consigne porte sur l'activation technique de l'application Moves, qui doit rester active tout le temps, l'adolescent devant également porter le smartphone avec lui en permanence.

Dans le cas de la présente étude, l'exploitation n'a pas été réalisée en classe, mais directement par l'enseignante-chercheuse.

Les entretiens individuels semi-directifs sont postérieurs à la collecte des données cartographiques. D'une durée d'une heure environ, ils se sont déroulés dans l'établissement scolaire. Ils comprenaient deux phases : en premier lieu, un commentaire réflexif de l'adolescent sur sa cartographie et, en second lieu, une exploration biographique plus large à partir des lieux et des géographies des adolescents.

Au final, les adolescents ont pris conscience, avec l'utilisation de cette application, d'être producteurs de données et de mobilités.

Les premiers constats de l'étude empirique permettent d'établir que la plupart des adolescents sont des acteurs spatiaux actifs et mobiles. Les cartes individuelles révèlent des spatialités polytopiques (Stock, 2006) et multiscalaires, au sens où les pratiques spatiales ne sont pas seulement contenues à l'intérieur du seul couple domicile - établissement scolaire. D'autres pratiques s'associent à d'autres lieux et sont exercées à différentes échelles : locale, régionale, nationale voire internationale. La plupart des adolescents accumulent toutes les échelles. Des entretiens individuels ont permis de renseigner ces cartographies : les fonctions des lieux qui justifient les mobilités, les réseaux de sociabilités, les voyages se dévoilent, avec leurs motifs et la diversité des activités qui y est attachée. Des récurrences et écarts dans ces pratiques spatiales sont repérables et permettront d'établir une typologie. A partir de données numériques, on obtient pour chaque cas une véritable « séquence biographique spatiale » (Lévy, 2017) qui révèle les grands équilibres spatiaux de la vie personnelle à un moment donné.

L'application Moves enregistre et mémorise chaque jour les déplacements, elle détecte elle-même les moyens de transports utilisés et propose de compléter avec un menu déroulant les noms des lieux fréquentés. Il est possible aussi de désigner soi-même un lieu récurrent comme le domicile par exemple, en personnalisant le nom. Ainsi nombre d'adolescents ont appelé leur domicile « home ». De même ils ont souvent enregistré le nom de l'établissement scolaire. En revanche il est beaucoup plus contraignant d'enregistrer tous les lieux, car cela nécessite de le faire quotidiennement, discipline à laquelle très peu se sont finalement astreints. Toutefois Suzanne qui habite près de Lausanne et a conservé l'application durant 32 semaines, a renseigné un grand nombre de lieux, notamment le domicile de ses parents, son gymnase⁵, la gare, les magasins, les lieux de loisirs qu'il s'agisse des restaurants, bars ou lieux de détente comme le bord du lac.

Du côté des élèves, le recours à ces deux applications par l'intermédiaire du smartphone, donne accès à un double apprentissage. La production et l'analyse par les adolescents eux-mêmes d'informations numériques, conduit à prendre davantage conscience des divers enjeux (liberté, éthique, privacité) de la traçabilité de soi-même, à laquelle la majorité d'entre eux est confrontée au sein des réseaux sociaux tels que Facebook, Instagram etc. Toutefois la mémorisation de l'expérience spatiale, rendue ici possible grâce au numérique, soutient une meilleure connaissance de ses propres pratiques et donc étaye une analyse réflexive de celles-ci.

Au bénéfice de la démarche inductive suivie, les cas étudiés nous permettent d'établir trois constats, qui pourraient, par une montée en généralisation, outiller l'enseignement de la géographie. D'abord l'espace des adolescents est clairement un espace à métrique topologique, dans le sens où ils vont d'un lieu à un autre, en franchissant des espaces topographiques non pratiqués voire peu connus. Ainsi la maîtrise spatiale des

⁵ En Suisse, le gymnase correspond au lycée.

adolescents participe davantage du réseau que du territoire. La logique topologique appuyée sur un système relationnel l'emporte ainsi sur la logique topographique. L'usage du dispositif smartphones et applications connectées dans un cadre scolaire pourrait favoriser une prise de conscience de l'espace proche, du territoire de vie, qui, par sa représentation cartographique, sort alors de l'abstraction. Ensuite, au même titre que pour leurs parents, la mobilité quotidienne des adolescents est forte. Elle est conditionnée par l'accès facilité aux nombreux moyens de transports à disposition, collectifs ou privés, qui permettent d'allonger et multiplier les déplacements. Il faut noter que la découverte par les enquêtés de leurs cartographies personnelles surprend la majorité d'entre eux. Ils ont peu conscience de parcourir de telles distances et avec une telle fréquence et régularité. Ainsi, à nouveau, ce dispositif plaide pour une réflexion des acteurs sur les choix spatiaux impliqués dans les mobilités. Enfin les déplacements plus exceptionnels sont plus ou moins pratiqués selon un curseur socio-économique et culturel. La motilité est inégalement partagée et les mobilités constituent entre adolescents, une « dimension incontournable des inégalités » (Kaufmann, 2008). Les déplacements touristiques permettent à eux seuls une mise en catégorie socio-économique.

Ainsi de tels outils pourraient à juste titre, dans le cadre d'une utilisation autorisée par les parents, être mobilisés à l'occasion d'apprentissages en classe portant sur les flux d'informations produits par les acteurs individuels. Les élèves seraient ainsi conduits à prendre conscience des données enregistrées par l'intermédiaire des smartphones et de leur utilisation. Dans un second temps, les cartographies obtenues peuvent également supporter une meilleure connaissance territoriale. Enfin une analyse des mobilités individuelles avec les élèves permettrait de réfléchir au style de vie de chacun, mis en perspective plus largement avec les pratiques sociales et leur résonance avec les impératifs du développement durable par exemple.

5 Conclusion

Ce texte avait pour but de présenter une démarche permettant d'aborder les flux d'informations en classe, dans le cadre de l'enseignement secondaire de la géographie. Nous souhaitons aussi montrer l'importance des outils numériques dans les pratiques d'enseignement de la géographie, non pas à des fins techniques, mais à des fins citoyennes. En effet, l'usage des outils numériques permet de définir de nouveaux savoirs et de nouveaux raisonnements géographiques, tant pour les géographes que pour les adolescents. Ces savoirs renvoient à la pensée critique, à la pensée prospective ou encore à la pensée complexe (Pache, Hertig & Curnier, 2016).

Une telle perspective implique deux choses. D'une part, il est essentiel que les établissements scolaires fournissent les conditions cadre permettant un usage du numérique en classe (notamment des ordinateurs en nombre suffisant et un réseau wifi à haut débit). Mais il s'agit également de changer les mentalités des politiques, des directions et des enseignants afin de considérer les smartphones non plus comme des outils indésirables, mais désormais comme des outils au service des apprentissages. C'est certainement ce point qui mérite, à l'heure actuelle, de réunir nos efforts.

Références

- Bouiller, D. (2016). *Sociologie du numérique*. Paris : Armand Colin.
- Carlsson, U., Tayie, S., Jacquinet-Delaunay, G. & Pérez Tornero, J. M. (2008). *Empowerment through Media Education. An Intercultural Dialogue*. Göteborg University : Nordicom.
- Corroy, L. (2016). Education aux médias, citoyenneté et créativité, les enjeux de l'éducation aux médias au XXI^e siècle. In L. Corroy & S. Jehel (Eds), *Stéréotypes, discriminations et éducation aux médias* (pp. 127-136). Paris : L'Harmattan.
- Humbel, L., Jolliet, F. & Varcher, P. (2013). La déconstruction et l'élément déclencheur, deux démarches-clés pour permettre le développement d'un apprentissage fondamental en EDD: la capacité de problématiser. Une application en classes de collègue au sujet de QSV liées au fait religieux. *Penser l'éducation, Hors série*, 329-345.
- Kaufmann, V. (2008). Les paradoxes de la mobilité: bouger, s'enraciner. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires de Lausanne.
- Legardez, A. & Simoneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité. Enseigner les questions vives*. Paris: ESF.
- Lévy, J., (2017), « Je de cartes », in Colloque *Cartes d'identités. L'espace au singulier*. Cerisy-la-Salle, Normandie, France, 22-29 juillet 2017.
- Pache, A., Hertig, Ph. & Curnier, D. (2016). Approches de la complexité dans le contexte de l'éducation en vue du développement durable: quelles perspectives pour la didactique de la géographie ? *Les Sciences de l'éducation pour l'Ère nouvelle*, 49, 4, 15-40.
- Rogers, R. (2015). Au-delà de la critique big data. La recherche sociale et politique à l'ère du numérique. In M. Severo & A. Romele (Eds.), *Traces numériques et territoires* (pp. 13-32). Paris : Presses des Mines.

Les caractéristiques d'une Recherche orientée par la Conception dans la mise en place de dispositifs techno-pédagogiques

Elsa Paukovics,
CERF, Université de Fribourg
Elsa.paukovics@unifr.ch

Résumé. Cette contribution repose sur la revue de la littérature d'une thèse de doctorat. Elle questionne le processus en jeu lors de la mise en place d'un dispositif techno-pédagogique dans le cadre d'une recherche orientée par la conception (RoC). Les trois caractéristiques de la RoC qui retiennent notre attention concernent l'articulation entre ingénierie et recherche, le caractère itératif de la démarche, et le développement professionnel des enseignants suscité par cette méthodologie de recherche. Cette discussion débouche sur un questionnement général concernant les apports heuristiques et pragmatiques d'une RoC lors de la mise en place d'un dispositif techno-pédagogique.

Mots-clés. Recherche orientée par la Conception, dispositif techno-pédagogique, apprentissage, itération, développement professionnel

1 Introduction

A l'heure actuelle, l'intégration d'outils numériques dans l'enseignement n'est plus une exception. Les praticiens impliqués dans la mise en place de nouveaux dispositifs laissent de côté les ressources scientifiques, si bien que les technologies se trouvent souvent exploitées en contradiction avec les théories et principes développés dans les sciences de l'éducation (Wang & Hannafin ; 2005). Les recherches collaboratives et plus spécifiquement la *Design-based research* (Design based research Collective [DBRC], 2003), traduite en français Recherche orientée par la Conception (RoC) par Sanchez et Monod-Ansaldi (2015), permettent de répondre à ces problématiques en proposant un apport réciproque entre théorie et pratique. Une thèse de doctorat portant sur les RoC dans le domaine de l'enseignement des sciences naturelles a été encouragée et financée par le Centre de Compétences romand et de didactique disciplinaire (2CR2D). La présente contribution repose sur le travail de revue de la littérature effectué dans le cadre de cette thèse en présentant un bref éclairage théorique sur les RoC avant d'ouvrir la discussion sur quelques-uns des processus en jeu pour l'intégration et l'usage du numérique en contexte éducatif.

2 Contexte et Recherche orientée par la Conception

Le contexte étudié dans cette contribution regroupe différentes situations pédagogiques informatisées (SPI) définies comme des « situation[s] pédagogique[s] intégrant un ou plusieurs logiciels » informatiques (Tchounikine, 2009, p. 34). Les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH, Tchounikine) mettent principalement le focus sur la conception concrète d'un artefact informatique en situation d'apprentissage. Dans notre cas, nous prenons en considération des travaux menés dans différents contextes culturels à partir des années 2000, et visant de manière générale le développement de dispositifs techno-pédagogiques. Nous nous intéressons non seulement à la conception de l'artefact comme le proposent les EIAH, mais aussi à l'ensemble du dispositif pédagogique mis en place (Linard, 2002).

Se distinguant des recherches-action ou recherches-intervention centrées sur la résolution de problèmes concrets (Gonzales-Laporte, 2014), les recherches collaboratives visent principalement le développement de théories en sciences de l'éducation à travers une co-construction des savoirs entre praticiens et chercheurs (Morrisette, 2015 ; Sanchez et Monod-Ansaldi, 2015). La *design-based research* (DBR) est considérée comme un type de recherche collaborative. Le terme *Design Experiment* est d'abord introduit dans la littérature en sciences de l'éducation durant les années 1990 par Brown (1992) ainsi que Collins (1992), puis apparait le concept de DBR dont l'utilisation ne fait que croître depuis les années 2000 (Anderson & Shattuck, 2012). Cette démarche vise principalement le rapprochement entre les pratiques éducatives du terrain et les savoirs scientifiques développés par la recherches (Amiel & Reeves, 2008). Le Design-based research Collective (DBRC, 2003, voir aussi Amiel

& Reeves, 2008 ; Anderson & Shattuck, 2012 ; Wang & Hannafin, 2005) définit l'approche à partir des cinq critères suivants. Elle nécessite de partager des objectifs communs lors de la mise en place concrète du dispositif ainsi que dans le développement des savoirs scientifiques (1). Elle comporte une dimension itérative à travers la répétition des cycles d'application et de révision de l'objet conçu (2). Elle répond à des problématiques de terrain par la mise en place concrète d'outils sur la base de concepts et modèles théoriques (3). Elle est contextualisée et considère la complexité du système étudié (4). Les méthodes employées et les analyses permettent une diffusion des résultats bénéfiques aux futures conceptions (5). Bien que ces critères soulignent la dimension pragmatique de l'approche, Sanchez et Monod-Ansaldi (2015) considèrent en premier lieu la conception au service de la recherche. De récentes recherches permettent d'étayer la définition de la RoC en relevant le partage des savoirs et de l'analyse de l'action entre chercheurs et praticiens (*praxéologie partagée*), le caractère biface des objets analysés (Marlot & al., 2017), ou encore le rôle du *broker* animant des liens entre les différentes parties de la collaboration (Sanchez, Monod-Ansaldi, Vincent, & Safadi-Katouzian, 2017).

La RoC est utilisée lors de conception de dispositifs techno-pédagogiques (Mandran, Dupuy-Chessa, & Céret, 2017 ; Sanchez & al., 2017 ; Wang & Hannafin, 2005 ; Wang, Hsu, Reeves, & Coster, 2014). L'objectif de ce papier est de documenter et questionner les processus en jeu pour la mise en place de dispositifs techno-pédagogiques dans le cadre d'une RoC.

3 Méthode pour une revue de la littérature

Notre méthodologie de recherche s'inspire des méthodes de revue de la littérature (Arksey & O'Malley, 2005 ; Dumez, 2011) en adoptant une démarche par étapes successives et itératives. Notre première étape est une recherche par mots-clés menée essentiellement à partir de la base de données du Réseau de bibliothèques de Suisse occidentale (RERO) ainsi que sur Google Scholar, avec les mots clés suivants : *recherche collaborative/collaborative research, recherche participative, recherche action/action research, design-based research*. La littérature étudiée et analysée comporte des articles et des ouvrages exposant des définitions, des critiques, des résultats de recherche ou des méta-analyses concernant les recherches collaboratives et plus particulièrement les RoC, parus à partir des années 2000. Dans un deuxième temps, nous complétons un inventaire des terminologies utilisées dans la littérature pour identifier les diverses méthodes collaboratives. Cet inventaire, actuellement en cours d'élaboration, prend la forme d'un tableur Excel croisant les contributions d'auteurs et les termes présentés dans ces contributions (par exemple : recherche action, recherche participative, *design experiment, design-based research, ...*). Il permet aussi de répertorier les principales informations présentées dans les contributions (objectifs de la recherche, méthodologie, principaux résultats, concepts étudiés, ...). La troisième étape consiste à analyser les différentes définitions de ces termes selon les auteurs. Il s'agit de créer des affiliations entre les auteurs, les dates, les lieux, et les disciplines selon les définitions données aux termes relevés, plus précisément concernant la méthodologie spécifique aux RoC. Le présent article se repose sur cette revue de la littérature, dans une approche inductive, pour explorer les travaux et ainsi répondre à l'objectif exposé au chapitre précédent.

4 Discussion autour de trois caractéristiques de la RoC

Nous l'avons précédemment évoqué, l'une des caractéristiques principales de la RoC est son caractère itératif, puisqu'elle implique plusieurs phases consécutives de réalisation et d'ajustement de l'objet conçu à la lumière de la recherche (Amiel & Reeves, 2008 ; DBRC, 2003 ; Kennedy-Clark, 2015 ; Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015). La mise en place pratique bénéficie d'un suivi et d'une évaluation constante de l'ensemble du processus à travers la répétition des différentes étapes. Kennedy-Clark (2015) expose ainsi les trois étapes d'une RoC : 1. L'analyse des besoins et du contexte (recherche préliminaire), 2. la mise en place de l'artefact et les itérations (prototype réel), 3. la généralisation ou la promotion des résultats. Amiel et Reeves (2008) soulignent le caractère cyclique de la RoC à partir d'une boucle comprenant 4 phases : 1. L'analyse des besoins du milieu de pratique 2. Le développement de solutions basées sur la littérature scientifique 3. Les tests et réajustements de la solution pratique 4. La théorisation des résultats pratiques obtenus. Cette dernière phase suscite un retour à l'analyse des besoins (phase 1) à partir de la révision des modèles théoriques. La RoC semble donc caractérisée par une double itération : des itérations dans la pratique avec le réajustement à plusieurs reprises du dispositif mis en place (phase 2 pour Kennedy-Clark, 2015 ou phase 3 pour Amiel & Reeves, 2008) ainsi que des répétitions au niveau de l'ensemble du projet de recherche en revenant constamment sur les hypothèses avancées, les modèles théoriques et les outils méthodologiques utilisés. Cette conceptualisation de la RoC engendre une distinction entre le réajustement du dispositif techno-pédagogique et la révision des modèles théoriques. Pour Sanchez et Monod-Ansaldi (2015) les visées pragmatiques et heuristiques de la RoC sont davantage liées. Non seulement le

dispositif est revu, mais les hypothèses, les méthodes ainsi que les outils utilisés dans le cadre de la recherche sont révisés conjointement (Sanchez & Monod-Ansaldi).

La RoC réunit différentes catégories d'acteurs notamment des enseignants et des chercheurs de différents domaines (sciences de l'éducation, psychologie, didactique, informatique) mais aussi des concepteurs de dispositifs, responsables pédagogiques, gestionnaires de cours, responsable d'établissement, informaticiens ou web designer (Wang & Hannafin ; 2005). Cette collaboration entre différents domaines permet de regrouper les compétences et d'agir dans des situations considérées dans leur complexité, c'est-à-dire à partir de la dimension dynamique et systémique des variables composant la situation (Morin, 1990). La RoC défend une ingénierie encadrée par les connaissances scientifiques. La conception de dispositifs techno-pédagogiques est ainsi directement orientée par les théories et modèles issus de la recherche en sciences de l'éducation (Wang & Hannafin, 2005). Ce regard scientifique favorise la mise en place de pratiques en adéquation avec les principes et théories de l'apprentissage. Les chercheurs impliqués dans la recherche veillent alors à problématiser les questions du terrain à l'aide de modèles théoriques. Dans leur recherche, Marlot et al. (2017) évoquent des « moments d'apports théoriques » qui consistent à ce que les chercheurs favorisent l'accès aux savoirs scientifiques en présentant aux autres acteurs impliqués, des articles, des études, des modèles ou des outils issus de la recherche. Cela permet de redéfinir et d'acquérir un degré d'abstraction sur les problèmes de terrain (Marlot & al., 2017) lors de l'analyse des besoins et de la conception du dispositif. Les chercheurs « informent alors leurs partenaires en apportant des éléments de connaissances théoriques qu'ils jugent propres à nourrir les modèles opératifs de chaque enseignant » (Marlot & al., 2017, p.30).

Les enseignants ont alors de nombreux avantages à s'engager dans une recherche au-delà de la mise en place concrète du dispositif (Bannan-Ritland, 2008). Leur développement professionnel est considéré comme un effet à leur implication dans une RoC (Marlot & al, 2017 ; Wang, & al., 2014). Nous avons précédemment évoqué que, dans le cadre d'une RoC, un praticien est amené à vivre des moments de partage de savoirs, notamment à travers l'apport de connaissances théoriques par les chercheurs intégrés au projet (Marlot & al., 2017). Durant le processus de design, les praticiens sont amenés à analyser leurs pratiques, leurs gestes et les activités vécues sur le lieu de travail sur la base d'une méthodologie stricte. Ces activités d'analyse des pratiques amènent les enseignants à développer des compétences réflexives importantes, reconnues comme indispensables dans le métier d'enseignant (Perrenoud, 1999). A partir de la découverte de théories et d'articles scientifiques ou suite à l'analyse méthodiques d'activités professionnelles, les enseignants comprennent mieux leurs actions, leurs intentions, le sens qu'ils leur donnent ainsi que les buts qu'ils poursuivent (Marlot & al., 2017). De plus, ils développent des capacités d'abstraction les amenant à prendre de la distance sur les actions menées et à les regrouper en famille de situations. C'est à partir de ces catégories de situations explicitées et discutées avec les praticiens enseignants que les dispositifs concrets peuvent être pensés et que les chercheurs élaborent ou réajustent les théories existantes.

5 Conclusion

Issue d'un travail de revue de la littérature concernant les recherches collaboratives, cette contribution apporte un bref éclairage théorique sur les Recherches orientées par la conception. Elle nous a permis de soulever trois caractéristiques des RoC dans la conception de dispositifs techno-pédagogiques. Premièrement, la RoC vise un suivi, une évaluation et un réajustement constant à la fois des dispositifs et de leurs fondements épistémologiques. Ce principe itératif de la RoC est guidé par la volonté de rapprocher les visées pragmatiques et heuristiques du projet (Sanchez & al., 2015). Deuxièmement, la RoC appréhende l'analyse des besoins, la mise en place et l'ajustement du dispositif sur la base de connaissances scientifiques issues de la recherche. La pratique s'appuie sur les théories scientifiques et contribue conjointement à leur développement. Troisièmement, en s'engageant dans une RoC, les enseignants développent des compétences réflexives à la fois pour le bon fonctionnement du nouveau dispositif, mais aussi, à une plus grande échelle, pour leurs futures activités en tant que professionnels (Bannan-Ritland, 2008). Cette contribution rapporte une ambivalence dans la littérature. D'un côté, les RoC semblent viser la réduction du dualisme théorie-pratique, alors que d'un autre côté, la poursuite des objectifs propres aux différents acteurs (heuristiques et pragmatiques) semble inévitable. La discussion nous incite donc à réfléchir sur ce dualisme. A quel point cette démarche permet-elle réellement de rapprocher théorie et pratique ? Comment les acteurs du terrain, confrontés à des problèmes concrets, s'impliquent-ils dans un projet de recherche orientée par la conception visant le développement de savoirs scientifiques ? C'est en nous interrogeant sur ces questions que nous poursuivons nos recherches dans le cadre d'une thèse de doctorat.

Références

- Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda. *Educational Technology & Society*, 11(4) 29–40.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. <http://www.jstor.org/stable/41413081>.
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.
- Bannan-Ritland, B. (2008). Investigating the act of design in design research: The road taken. In A. E. Kelly, R. A. Lesh, & J.Y. Baek (Eds.), *Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching* (pp.299-319). New-York and London: Routledge.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178.
- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp. 15-22). New York : Spring.
- Dumez, H. (2011). Faire une revue de la littérature pourquoi et comment ?, *Le Libellio d'Aegis*, 7(2), 15-27. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00657381>.
- Gonzales-Laporte, C. (2014). *Recherche-action participative, collaborative, intervention... Quelles explicitations ?* Labex ITEM. http://hal.univ-grenoble-alpes.fr/file/index/docid/1022115/filename/Recherche-action_participative_collaborative_intervention_Quelles_explicitations.pdf.
- Kennedy-Clark, S. (2015). Research by design: Design-based research and the higher degree research student, *Journal of Learning Design*, 8(3), 108-122.
- Linard, M. (2002). Conception de dispositifs et changement de paradigme en formation. *Education permanente*, (152), 143-155.
- Mandran, N., Dupuy-Chessa, S., & Céret, E. (2017). Processus de conduite de la recherche et ingénierie des processus : vers une fertilisation croisée. In *INFORSID*. Toulouse. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01553661/file/INFORSID_PROTHE_25Avril2017.pdf.
- Marlot, C., Toulelec-Théry, M., & Daguzon, M. (2017). Processus de co-construction et rôle de l'objet biface en recherche collaborative. *Phronesis*, 6(1-2), 21-34.
- Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Paris : Le Seuil.
- Morrisette, J. (2013). Recherche-action et recherche collaborative : Quel rapport aux savoirs et à la production de savoirs ? *Nouvelles pratiques sociales*, 25(2), 35. <https://doi.org/10.7202/1020820ar>.
- Perrenoud, Ph. (2008). *Dix nouvelles compétences pour enseigner. Invitation au voyage* (5ème). Paris : ESF.
- Sanchez, É., & Monod-Ansaldi, R. (2015). 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. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.2288>.
- Sanchez, E., Monod-Ansaldi, R., Vincent, C., & Safadi-Katouzian, S. (2017). A praxeological perspective for the design and implementation of a digital role-play game. *Education and Information Technologies*, 22(6), 2805-2824. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9624-z>.
- Tchounikine, P. (2009). Précis de recherche en ingénierie des EIAH. <http://lig-membres.imag.fr/tchounikine/Articles/PrecisV1.pdf>.
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>.
- Wang, S.-K., Hsu, H.-Y., Reeves, T. C., & Coster, D. C. (2014). Professional development to enhance teachers' practices in using information and communication technologies (ICTs) as cognitive tools: Lessons learned from a design-based research study. *Computers & Education*, 79, 101-115. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.006>.

L'enseignement de la littérature à l'ère du numérique : le cas du secondaire 2

Sonya Florey¹, Sylvie Jeanneret² Violeta Mitrovic³

HEP Vaud

² Université de Fribourg

HEP Vaud

sonya.florey@hepl.ch

sylvie.jeanneret@unifr.ch

violeta.mitrovic@hepl.ch

Résumé.

Notre communication interrogera l'articulation de l'enseignement du français et de la littérature avec le numérique. Pour ce faire, nous analyserons les projets de stagiaires en formation (secondaire 2) qui ont construit un dispositif didactique, poursuivant des objectifs liés à la discipline « français » et recourant au numérique. Dans la majorité des projets, on constatera que le numérique est sollicité dans une partie de la séquence d'enseignement, et dévolu à des tâches et à des apprentissages particuliers, participant de la créativité et de la co-construction de contenus. La transmission de contenus et la conception même du texte littéraire demeurent inscrites dans une perspective dite classique.

Mots-clés.

Enseignement de la littérature, presse, créativité, collaboration, développement de l'esprit critique

1 Introduction

Notre communication se propose d'interroger l'articulation de l'enseignement du français et de la littérature avec le numérique. On se demandera notamment ce que le numérique apporte comme plus-value en terme d'apprentissage dans notre didactique disciplinaire.

2 Contexte, ancrages théoriques et objectifs

Il semble aujourd'hui unanimement reconnu que l'entrée du numérique dans les classes ne se limite pas à une simple transformation des outils, mais qu'elle implique une évolution des gestes et des objets d'enseignement, de la posture d'élève, ainsi que de l'accès au savoir (Becchetti-Bizot & Butlen, 2012; revue de presse Florey, Jeanneret & Mitrovic, 2018). Une revue de presse exploratoire¹ nous a permis de dégager les enjeux d'une « école 2.0 » et de dresser les portraits projetés de l'école, de l'élève et de l'enseignant, en prise avec le numérique. Ce qui semble visé par l'intégration du numérique en classe, c'est avant tout le développement de sujets-lecteurs critiques, engagés et réfléchis, notamment en instaurant une éducation aux sciences de l'informatique et aux médias à l'école. Ainsi, dans le discours social contemporain, l'incorporation de la technologie dans les classes est présentée comme une évidence, une nécessité et une urgence : le système éducatif est véritablement *appelé* à s'emparer du numérique avant qu'il ne soit trop tard. Cette communication sera l'occasion de s'interroger sur ces portraits et ces injonctions politiques à se saisir du numérique à l'école, dans ce qu'elles ont de spécifique par rapport à l'enseignement du français et de la littérature.

Historiquement, la technologie a longtemps été considérée par les enseignants³ comme étrangère au champ littéraire. A la méfiance initiale, s'est cependant substituée un intérêt, à mesure qu'on réalisait que le numérique permettait de renouveler les pratiques d'écriture, de lecture et de communication, tout en expérimentant de nouvelles formes de sociabilité, interrogeant les contours de notre identité et de notre vie privée. Ainsi, le numérique constitue aujourd'hui un espace de recherche en didactique du français, tout en bousculant les repères traditionnels du champ (Becchetti-Bizot, 2012). Dès lors, qu'en est-il, dans la pratique, de l'enseignement du français et de son lien au numérique ?

Jusqu'à présent, la prise en compte et l'utilisation du numérique dans les pratiques enseignantes, en classe de français au secondaire 2, ont fait l'objet d'expérimentations (dispositifs) et de recherches ponctuelles, menant à certains constats. On peut mettre en évidence des dispositifs utilisant les outils du numérique en vue de varier les

¹ La revue de presse exploratoire que nous avons menée regroupe les articles traitant du numérique à l'école, parus entre 2010 et aujourd'hui dans la presse écrite romande. Cette revue comprend notamment les publications suivantes : *Le Matin*, *24 Heures*, *Le Temps*, *L'Hebdo*, *Le Monde*, *Le Nouvelliste*, *La Liberté*, *Tribune de Genève*, *Migros Magazine*, *L'Express*.

situations d'apprentissage, comme par exemple l'usage de *Twitter* pour constituer une « communauté de lecteurs-écrivains » (Regnard, 2012). La question de la lecture numérique est, elle, abordée par Ahr et ses collègues dans une étude sur le rapport lecture papier/lecture électronique auprès d'élèves de 15 ans (Ahr, 2012). En outre, ces chercheurs proposent d'articuler ces deux manières de lire (lecture papier/lecture sur support numérique) pour permettre une rencontre entre « pratiques individuelles » de lecture et « le développement de sociabilités autour des textes à lire et à écrire » (Ahr, 2012, p. 75). On peut également évoquer la réflexion menée par Rouet à partir de l'utilisation constante d'Internet dans le cadre scolaire (2012). Évaluant l'impact d'Internet en termes de « savoir-lire », l'étude appelle à valoriser des démarches de lecture « critique » des documents (textes, images, sons) web à l'école. Enfin, au sein d'une recherche exploratoire menée en Suisse romande, Coen et Rey (2011) ont présenté les résultats de l'utilisation d'un iPod-Touch dans plusieurs classes du GYB. En termes d'enseignement de la lecture, et plus spécifiquement de la littérature, cet usage par les élèves et les enseignants s'avère mitigé ; en effet, sont notamment évoquées les difficultés à lire sur un tel support et à annoter les textes (Coen, Rey, 2011, p. 13).

Face à ces constats, il semble pertinent de se questionner sur l'intégration du numérique dans les plans d'étude de la discipline Français en Suisse romande, plus spécifiquement dans les cantons de Vaud et de Fribourg, où se situe notre recherche.

« Le plan d'étude cadre pour les écoles de maturité », pensé à un niveau intercantonal, date de 1994 et n'a pas été retouché depuis. Celui-ci décline les compétences associées à chacune des disciplines enseignées au gymnase (lycée). Alors que l'informatique y occupe une place d'instrument à usage interdisciplinaire (sans mention spécifique de la branche Français) et qu'elle est appelée à être pensée et utilisée avec prudence et mise à distance (PEC, 1994), chaque gymnase a pour mission propre de mener une sensibilisation aux technologies de l'information, en mettant en exergue « la place, la valeur, la signification, les limites et les risques de la technologie » (PEC, 1994, p.25). Considérée jusqu'à présent comme un « instrument », l'informatique deviendra une branche à part entière, enseignée dès la rentrée 2018 dans les classes du secondaire 2, à raison d'une heure hebdomadaire.

Pour ce qui est de la discipline Français, du côté du « Plan d'étude cantonal fribourgeois » datant de 2006, les contenus retenus visent une approche panoramique des genres littéraire et des siècles, couvrant des objectifs d'histoire littéraire, de lecture d'œuvres intégrales et d'écriture. Le numérique semble donc mis de côté au profit d'une acquisition de savoirs disciplinaires fondamentaux. Le même constat s'impose du côté vaudois. Hormis une intégration transversale du numérique, force est de signaler que celui-ci n'est, pour le moment, pas présent dans les objectifs spécifiquement liés aux branches d'enseignement.

De fait, les plans d'études en place ne permettent pas de penser l'articulation entre numérique et enseignement du français, a fortiori enseignement de la littérature, alors que injonctions toujours plus pressantes de la société attendent de l'éducation publique qu'elle forme des futurs citoyens capables d'autonomie dans leurs prises de décision (revue du presse Florey, Jeanneret & Mitrovic, 2018).

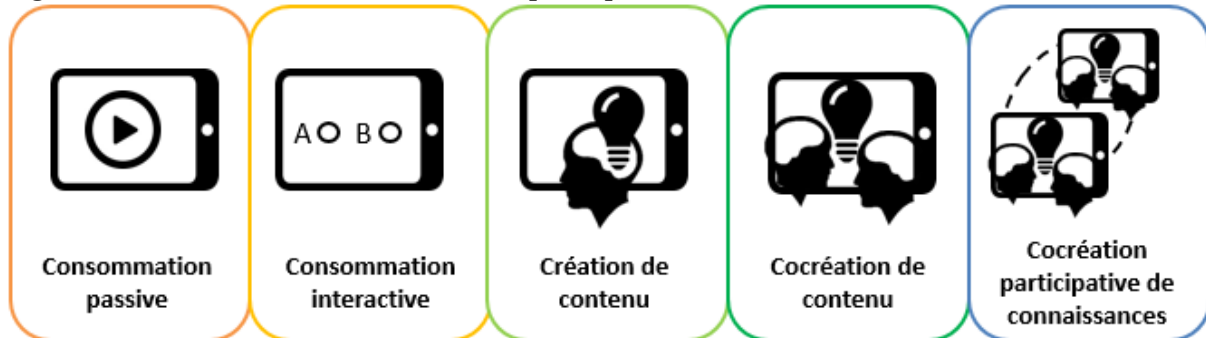
Il s'agira ici de se demander comment des enseignants-stagiaires au secondaire 2 (post-obligatoire/lycée) s'emparent de ces questions et résultats de recherche dans le cadre d'un projet effectué dans leur formation en didactique du français : quelle conception du numérique se lit dans ces projets ? Peut-on qualifier les propositions des stagiaires de transformations des pratiques enseignantes, des objets d'enseignement ou de l'extension de ces derniers (Crinon, 2012, 108) ? On se demandera tout particulièrement quelle qualité d'innovation comportent ces projets : en effet, dans la typologie de Jean-Pierre Boutinet, l'innovation (dont fait partie le numérique et toute évolution recourant à cette technologie) est caractérisée d'« incrémentale » ou de « radicale » (Boutinet, 2012). Tandis que la première est actuellement la plus répandue, en raison de sa dimension séduisante, et la plus éphémère, la seconde est plus rare, plus ancienne, mais également plus durable dans ses effets. Pour le dire autrement, l'intégration du numérique dans le cours de français peut autant conduire à des transformations dont on peinerait à lire la plus-value qu'à des innovations didactiques et pédagogiques porteuses en terme d'apprentissage.

3 Méthodologie

Dans le cadre de la formation initiale dispensée par l'Université de Fribourg (Suisse), les stagiaires suivent un cours intitulé « Laboratoire didactique », doté de 5 crédits ECTS et qui réunit des petits groupes d'étudiants qui vont mener un projet en didactique de branche (durant leur année de formation). Ces laboratoires didactiques visent à ce que les étudiants initient une recherche qui fasse intervenir les enseignants « de terrain », les didacticiens, les élèves, et qui convoque bien évidemment la théorie, afin de croiser justement théorie et pratique mais aussi de tisser des liens entre les deux. La volée 2017-2018 s'est penchée sur l'articulation didactique entre enseignement de la littérature au secondaire 2 et usage du numérique. Les neuf stagiaires (ou enseignants en formation) ont profité de leur stage annuel dans une classe du secondaire 2 (en général des classes de l'ECG et

du collège ou gymnase, de la 1^e à la 3^e) pour mettre en place un dispositif d'enseignement que l'on peut qualifier de numérique : afin de définir le type d'usage numérique auquel ont recouru les stagiaires, nous nous sommes appuyées sur la typologie proposée par Margarida Romero (2015). En effet, cette typologie permet de mettre en évidence la place accordée au contenu dans les dispositifs numériques, mais également la participation des élèves, qui peut aller de la consommation à la cocréation participative.

Figure 1: De la consommation à la cocréation participative (Romero, 2015)



Les neuf stagiaires ont chacun créé un dispositif d'enseignement, qu'ils ont soit réalisé (pour trois d'entre eux ce début mars), soit le feront passer d'ici la fin de l'année scolaire (juin 2018). Nous avons donc choisi de présenter de manière plus détaillée les résultats obtenus à partir d'un exemple consacré à l'analyse des *Fleurs du mal* de Baudelaire (analyse du dispositif, retour de l'enseignante stagiaire, retour des élèves), dans une classe de 3^e ECG au GYB (janvier-fin février 2018). Ce gymnase intègre depuis les années 2010 les supports informatiques dans toutes les matières enseignées (les élèves ont donc leur ordinateur portable ou leur tablette avec eux).

4 Résultats et discussion

Lors de notre communication orale, nous présenterons les résultats détaillés du dispositif en fonction des prises de données suivantes :

- analyse du dispositif : représentations de l'enseignante et des élèves (entretiens et questionnaires), bilan sur la plus-value du numérique.
- analyse de productions d'élèves : exemple d'une production réussie (selon les critères définis par la stagiaire et son enseignante formatrice) et d'une production moins réussie.

Voici quelques constats, tirés de l'ensemble des dispositifs analysés, à la lumière de notre cadre théorique : sur les neuf dispositifs analysés, on note un plébiscite de la part des stagiaires pour le recours au numérique en tant qu'il développe la créativité et la collaboration entre les élèves (co-création de contenu, Romero, 2015). Le développement de la pensée critique semble plus particulièrement lié aux tâches d'analyse de textes, d'images et de documents audiovisuels, ainsi qu'aux productions finales argumentées, soit sous formes écrites et orales. A chaque fois, le numérique constitue une partie du dispositif. Dans l'exemple développé ci-dessus, relatif à l'analyse des *Fleurs du mal*, l'enseignante a entouré la tâche sur Padlet de cours consacrés à l'analyse méthodique de textes, avec une transmission de contenus n'impliquant pas le numérique.

Dans les dispositifs analysés, on constate que le numérique permet une simultanéité (tous les élèves et l'enseignant commentent en même temps un même texte), une transparence (tout le monde accède aux textes des autres), ainsi qu'une rapidité d'accès à l'information. Cependant, demeure la question de savoir si ces plus-values sont en adéquation avec les objectifs poursuivis dans le cadre de l'enseignement du français et de la littérature.

Enfin, on relève que le numérique est sollicité comme un support ou un outil : il n'intervient que partiellement dans la transmission des savoirs et il est absent des objets d'études littéraires.

5 Conclusion

Traditionnellement, la discipline scolaire « littérature » a été associée à des finalités au long cours, constitutives de l'identité, du développement de l'esprit critique, d'une forme d'émancipation. Une piste que notre projet de recherche explorera sera de proposer des œuvres littéraires numérique à l'analyse, considérant que ces œuvres ont été conçues de manière à investir la « langue du numérique » (Saemmer, 2015). Investir la langue du numérique signifierait, pour les élèves, analyser des textes littéraires qui échappent à la saisie des outils traditionnels, hérités du formalisme et du structuralisme, ou encore, créer des textes, en s'appropriant la langue, les règles et les principes de fonctionnement du numérique, en faisant de la langue un espace d'interrogation du réel.

Remerciements.

Cette contribution est née d'une collaboration entre la HEP Vaud et le CERF (Université de Fribourg). Le projet plus général dans lequel cette communication s'inscrit est soutenu par les Institutions susmentionnées, ainsi que par le 2Cr2D (centre de compétences romand en didactiques disciplinaires).

Références

- Ahr, S., Butlen M., Elalouf, M.-L. (2012). Lectures sur écran, lectures sur papier - discours et représentations des élèves de 15 ans. *Le français aujourd'hui*, 178, 65-76.
- Becchetti-Bizot, C. (2012). La question du numérique. Enjeux, défis et perspectives pour l'enseignement des lettres ?, *Le français aujourd'hui* 2012/3 (n°178), 41-51.
- Becchetti-Bizot, C. & Butlen, M. (2012). Présentation. L'enseignement des lettres et le numérique, *Le français aujourd'hui* 2012/3 (n°178), 3-8.
- Bouchardon, S., Broudoux, E., Deseilligny, O., & Ghitalla, F. (2007). *Un laboratoire de littératures : Littérature numérique et Internet*. Éditions de la Bibliothèque publique d'information.
- Boutinet, J. (2012). 10. L'injonction à la créativité et ses limites. Dans J. Boutinet, *Anthropologie du projet* (pp. 341-359). Paris: Presses Universitaires de France.
- Burger, M. (éd.) (2008). *L'analyse linguistique des discours médiatiques. Entre sciences du langage et sciences de la communication*. Québec : Nota Bene.
- Burger, E., Jacquin, J. & Micheli, R. (2011). *La Parole politique en confrontation dans les médias*. Bruxelles : De Boeck.
- Rey, J., & Coen, P.-F. (2011). Regards croisés entre professeurs et élèves sur l'intégration de l'iPod Touch comme outil d'apprentissage : première expérience et perspectives futures. *Frantice : industries de la connaissance, éducation, formation et technologies pour le développement*, 3, 6-18.
- Crinon, J. Enseigner le numérique, enseigner avec le numérique, *Le français aujourd'hui*, 2012/3 (n°178), 107-114.
- Lebrun, M., Lacelle, N. (2011). Développer la compétence à la lecture et à l'expression multimodales grâce à une didactique de la littératie médiatique critique (p. 205-224). *Didactiques de la lecture, de la maternelle à l'université*. Namur : Presses universitaires de Namur.
- L'enseignement des lettres et le numérique. (2012). *Le Français aujourd'hui*, 3, n°178.
- Saemmer, A. (2010). Lire la littérature numérique à l'université: deux situations pédagogiques. *Ela. Études de linguistique appliquée*, 4, 411-420.
- Saemmer, A. (2015). Réflexions sur les possibilités d'une « recherche-crédation » désinstrumentalisée. *Hermès, La Revue*, 72,(2), 198-205.