



HAL
open science

Synthèse de la recherche sur le Carnet Numérique de l'Elève-Chercheur

Georges-Louis Baron, Charlotte Barbier, Matthieu Cisel

► **To cite this version:**

Georges-Louis Baron, Charlotte Barbier, Matthieu Cisel. Synthèse de la recherche sur le Carnet Numérique de l'Elève-Chercheur. [Rapport de recherche] Université Paris 5 René Descartes. 2019. halshs-02406707

HAL Id: halshs-02406707

<https://shs.hal.science/halshs-02406707>

Submitted on 12 Dec 2019

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

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

Synthèse sur la recherche

Carnet numérique de l'élève chercheur

10 octobre 2019

Document édité par Georges-Louis Baron, Charlotte Barbier et Matthieu Cisel

Laboratoire EDA, EA 4071



UNIVERSITÉ
**PARIS
DESCARTES**



AVEC LE SOUTIEN DU PROGRAMME D'INVESTISSEMENT D'AVENIR

Cet ouvrage est un export du site <https://lsn.eda.shs.parisdescartes.fr/EFRAN/>
au 10 octobre 2019.

Réalisation technique : Entreprise Pivin Informatique



Table des matières

I. ACCUEIL	7
Présentation	7
Responsabilité scientifique de la publication.....	8
II. CONTEXTE	9
PRÉSENTATION DU PROGRAMME SAVANTURIERS	10
Les Savanturiers, un programme pour l'enseignement des sciences	10
La démarche d'Éducation par la Recherche.....	11
SAVANTURIERS-ECOLE DE LA RECHERCHE : UN DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL À L'ÉPREUVE DU NUMÉRIQUE	13
1. Le dispositif Savanturiers	13
1.1. Motivations et objectifs	14
1.2. L'hypothèse de l'expérimentation.....	14
2. Le carnet de l'élève chercheur : un support de l'ordinaire de la classe.....	15
3. Un dispositif à la croisée des chemins	16
CONCEVOIR ET ÉVALUER DES OUTILS ET RESSOURCES NUMÉRIQUES POUR L'ÉDUCATION : UNE SYNTHÈSE	18
1. Contexte	18
2. Des outils logiciels inscrits dans une histoire	19
2.1. Environnements informatisés pour l'apprentissage humain	19
2.2. Ressources numériques	20
3. Conception de ressources éducatives : un large éventail d'acteurs et d'institutions	21
3.1. Des modèles divers et évolutifs	21
3.2. L'importance nouvelle des communautés de pratique	22
4. Évaluer des environnements informatisés : une tâche désespérée ?	23
4.1. Des possibilités spectaculaires et un côté obscur	23
4.2. Biais et problèmes liés aux données.....	24
4.3. Problèmes d'interprétation des résultats.....	25
5. Discussion et perspectives : favoriser l'agentivité des enseignants	25
6. Références	26
III. CONCEPTION DU LOGICIEL	29
APPROCHE HISTORIQUE	30
Approche historique de l'innovation pédagogique instrumentée	30
Une longue histoire	30
Un long cheminement.....	31
Références.....	31
QUESTIONS DE CONCEPTION DU CNEC	33

Création du logiciel	33
COMMENT DÉTERMINER LES BESOINS DES ENSEIGNANTS ? LE CAS DE LA CONCEPTION DU CARNET NUMÉRIQUE DE L'ÉLÈVE-CHERCHEUR	34
PARTICIPATION AU PROCESSUS DE CONCEPTION DU CNEC EN 2018 - 2019	36
Création d'un prototype	36
La rédaction incrémentale et les étayages	37
Plurivocalité du processus de conception	38
Familiarisation et retours sur les prototypes	39
LE CARNET NUMÉRIQUE DE L'ÉLÈVE-CHERCHEUR	40
Contenu et présentation du CNEC.....	40
Le Générateur d'Idées.....	40
Les Ressources	41
Le suivi de recherche	42
Les formulaires	45
IV. PROJETS EN CLASSE.....	46
DÉFIS ET LIMITES DE L'EXPÉRIMENTATION EN CLASSE.....	47
Évaluer expérimentalement le CNEC ?	47
L'expérience de la classe.....	47
DÉBATS SCIENTIFIQUES AUTOUR DE L'APPROCHE EXPÉRIMENTALE.....	49
L'evidence-based education redevient à la mode	49
Des expériences qui reposent sur un respect rigoureux des protocoles	49
Appréhender la multiplicité des biais.....	50
QUEL PROTOCOLE POUR ÉVALUER LE CNEC ?.....	51
Identifier des éléments pertinents pour un protocole expérimental	51
Considérations méthodologiques.....	51
S'inspirer de travaux sur l'évaluation des étayages.....	53
METTRE EN PLACE UNE APPROCHE EXPÉRIMENTALE ?	55
Être chercheur et enseignant, une tension à gérer.....	55
Constituer des groupes expérimentaux : un casse-tête logistique	55
De l'importance de la randomisation	55
Des effets confondants qui mettent en péril la validité de l'expérience	56
Des obstacles pratiques à la randomisation	56
Comment diviser les classes ?.....	56
Comment aménager les emplois du temps ?.....	57
Travailler en classe entière, une solution envisageable mais compliquée.....	57
Autres difficultés à résoudre.....	58
La comparabilité des conditions de l'expérience à l'épreuve des aléas de la vie scolaire	58
Concevoir une activité pertinente pour le groupe témoin.....	58

Le problème du temps de connexion à l'application.....	58
Les aléas de la connectivité	59
Mesurer des performances dans des conditions comparables : un casse-tête.....	59
Le contrôle comme lieu privilégié de la mesure de la performance.....	59
Concevoir des activités équivalentes	60
Contraintes des établissements scolaires : l'exemple de la taille des salles de classes.....	61
Tirailé entre deux consciences professionnelles.....	61
De petits aléas peuvent biaiser les expériences	61
En conclusion	62
Des biais pas si lissés.....	62
Défaut de généralité des résultats	62
RECHERCHE SUR LES UTILISATIONS DU CNEC EN CLASSE EN 2019	64
Choix fondamentaux.....	64
Modalités d'observation et de suivi des tests utilisateurs.....	66
Résultats relatifs aux utilisations du CNEC en classe.....	67
Identification et correction des bugs.....	67
Un large spectre d'utilisations en fonction des niveaux et des établissements.....	68
LES PROJETS DES ENSEIGNANTS.....	70
CONCEVOIR UN JEU VIDÉO AVEC DES CM1, LE PROJET DE RICHARD	71
Le contexte du projet.....	71
L'enseignant et son établissement.....	71
Les Savanturiers, l'éducation par la recherche et le projet e-FRAN	72
Le déroulement de son projet en classe	73
Le choix et les objectifs du projet.....	73
Les séances en classe	74
Perspectives	79
LES ACTIVITÉS RÉALISÉES PAR LES ÉLÈVES DE CE2 D'ANNE-CÉCILE ET MORGANE	81
SYNTHÈSE D'OBSERVATION EN CE2.....	82
1. Contexte scolaire	82
1.1. Activités préliminaires.....	83
1.2. Organisation temporelle et spatiale	83
1.3. Les étapes du projet.....	84
a) Séance 1	85
b) Séance 2	85
c) Séance 3.....	86
d) Séances 4 et 5	86
e) Séances suivantes	87
1.4. Remarques sur les utilisations de la tablette et du CNEC	88

2. Retour des élèves sur le projet	89
OBSERVATIONS DU CNEC EN CLASSE DE 5E ; QUELQUES CONSTATS	90
Une séquence en sciences physique et chimie et en technologie	90
Un dispositif méthodologique pluriel.....	91
Résultats	92
Le site « Les Savanturiers » pensé comme une banque ouverte de ressources disponibles ?	93
Le Tableau numérique, un instrument central	94
Observations sur les pratiques en classe	95
Conclusion et perspectives	96
Références	97
V. RÉFÉRENCES	99
RÉFÉRENCES LIÉES AU PROJET	100
RÉFÉRENCES GÉNÉRALES	102

I. ACCUEIL

Valorisation de la recherche du projet EFRAN *Les Savanturiers du numérique*

Présentation

Toute recherche est un peu comme un pari, au sens où elle dépend d'un certain nombre d'impondérables dont on pense qu'ils pourront être gérés de manière positive. Cela est encore plus vrai pour les recherches coopératives, visant à concevoir et valider des environnements interactifs pour l'apprentissage humain. En effet, si les chercheurs peuvent analyser la conception des fonctionnalités et de l'interface d'un instrument logiciel, ils n'ont pas de contrôle sur l'agenda de conception et ne peuvent procéder aux mises à l'épreuve de l'environnement que lorsqu'il est dans un état de stabilité suffisant.

Le présent ensemble de contributions rend compte d'une telle recherche menée pendant trois ans relativement à la conception et à la mise en œuvre d'un *carnet numérique de l'élève chercheur* (CNEC), environnement destiné à instrumenter une démarche pédagogique bien installée : l'éducation par la recherche, déjà conçue et implémentée dans de nombreuses classes par les enseignants partenaires du programme Savanturiers.

Cette recherche, pilotée par le Laboratoire EDA, a été menée dans le cadre d'un projet e-FRAN (Les Savanturiers du numérique) en partenariat avec une entreprise, le programme Savanturiers, les académies de Paris et Créteil et en relation avec des enseignants du premier et du second degré.

L'action a produit de nombreux documents et ressources, tant intermédiaires et non destinés à la publication, que publics et validés par un processus de relecture par des pairs. De plus, étant donné la nature participative de la recherche, nous avons aussi eu l'idée de mettre sur pieds un site de valorisation qui est hébergé de manière durable à l'Université de

Paris et qui restera actif au-delà de la durée du projet :

<http://lsn.eda.shs.parisdescartes.fr/EFRAN>.

En outre, nous avons décidé de publier, sous forme de document électronique reprenant les contenus du site, une image du travail accompli à la date de la fin du projet, sous forme de document PDF et d'e-book. Il s'agit d'un témoignage à un moment donné (fin août 2019) qui a vocation à être complété.

Responsabilité scientifique de la publication

Georges-Louis Baron, Éric Bruillard, Pascale Kummer, Emmanuelle Voulgre (Laboratoire EDA), assistés de Charlotte Barbier et Matthieu Cisel.

Des remerciements particuliers sont dûs à Aurélie Beauné. Nous remercions également tous ceux et toutes celles qui ont contribué à la productivité de la recherche : chercheurs, enseignants, savanturiers, responsables académiques et élèves.

II. CONTEXTE

Cette section présente le contexte de la recherche menée : Une contribution analyse le programme des savanturiers en général. Puis le projet proprement dit de carnet numérique de l'élève chercheur est présenté et une synthèse est faite sur l'utilisation d'environnements informatisés pour apprendre.

PRÉSENTATION DU PROGRAMME SAVANTURIERS

Charlotte Barbier

Le projet Savanturiers du Numérique, a été piloté par le programme éducatif [Les Savanturiers](#) de l'association SCIRE (Science Créativité Interdisciplinarité Recherche Éducation). Cette association constitue la structure juridique et administrative sur laquelle repose le [CRI](#) (Centre de Recherche Interdisciplinaire). Fondé en 2005, le CRI se définit comme une organisation qui “*expérimente et diffuse de nouvelles manières d'apprendre, d'enseigner, de faire de la recherche et de mobiliser l'intelligence collective, dans les domaines des sciences de la vie, des sciences de l'apprendre et du numérique*” [\[1\]](#). C'est d'abord dans le but d'instrumenter les projets Savanturiers que le [Carnet Numérique de l'Élève-Chercheur](#) a été conçu. Nous proposons donc de retracer brièvement la genèse du projet afin d'en saisir les enjeux.

Les Savanturiers, un programme pour l'enseignement des sciences

Créé en 2013 par Ange Ansur, une ancienne professeure des écoles, le programme éducatif *Savanturiers – école de la recherche* [\[2\]](#) vise à accompagner la mise en place de projets scientifiques à l'école. Lors de sa première année d'existence, le programme se concentrait sur la réalisation de projets dans le cadre des temps d'ateliers périscolaires dans les écoles primaires de la ville de Paris. Depuis 2014, des projets sont également menés par des enseignants du primaire et du secondaire dans leur propre classe.

Ces projets se déroulent sur une dizaine de semaines et portent sur une des thématiques du programme *Savanturiers*, telle que « Savanturiers du Climat », « Savanturiers des Villes » ou « Savanturiers du Vivant ». Chaque classe se voit appariée avec un référent scientifique, en général un chercheur, travaillant sur une thématique liée au projet de la classe. Ces derniers jouent un rôle de mentor en venant apporter bénévolement leur expertise.

Afin de réaliser un projet *Savanturiers*, les enseignants volontaires doivent répondre à un appel en ligne pour inscrire leur classe (Carosin & Demeuse, 2018). *Les Savanturiers* proposent des formations en présentiel ainsi que des MOOCs et diverses

ressources en ligne à destination des enseignants afin de les aider à mettre en place un projet *Savanturiers* dans leur classe. Au mois de juin, les classes sont invitées à participer au « Congrès des jeunes chercheurs » organisé par les Savanturiers afin de venir présenter leur projet sous forme de conférence, d'atelier, ou de poster. Élèves et enseignants peuvent également communiquer sur leur projet sur des blogs thématiques *Savanturiers* mis à leur disposition.

Dans la mise en place de leur projet, les enseignants partenaires sont encouragés à suivre la démarche dite d'Éducation par la Recherche créée par les *Savanturiers*.

La démarche d'Éducation par la Recherche

“*Un projet Savanturiers est un projet d'éducation par la recherche dont l'objectif est de s'inspirer des méthodes et de l'éthique de la recherche pour construire des apprentissages rigoureux, productifs et coopératifs*” affiche le site officiel du programme sur sa page de présentation (Les Savanturiers, 2018).

La démarche d'éducation par la recherche peut être considérée comme l'association d'une démarche d'investigation (Calmettes, 2009) et d'une pédagogie de projet, donc d'une pédagogie active où les élèves travaillent ensemble, en collaboration, afin d'atteindre un même objectif. La démarche d'investigation proposée par les Savanturiers suit un modèle en 8 étapes, partant du recueil des questions des élèves à la restitution du travail réalisé, suivant le schéma suivant :



Schéma du modèle en 8 étapes proposé (Les Savanturiers, 2016)

Bien que cette représentation laisse penser que les étapes doivent s'enchaîner les unes après les autres dans un ordre prédéfini, la démarche d'éducation par la recherche n'est pas nécessairement linéaire et une phase d'errance peut faire partie du processus de recherche (Savanturiers, 2017).

Ainsi les projets Savanturiers se démarquent d'autres dispositifs d'enseignement des sciences, tel que les initiatives de la fondation La Main à la Pâte (Charpak, 1996), par le fait

d'inscrire les élèves dans un projet suivant une démarche d'investigation (Carosin & Demeuse, 2018). L'accompagnement des classes par un mentor issu du monde de la recherche constitue également l'une des originalités de l'éducation par la recherche, tout comme le fait que les projets soient portés avant tout par l'enseignant et non un intervenant extérieur (ACADIE, 2016). Nous pouvons ajouter à cela le fait que les projets Savanturiers s'adressent à la fois à des élèves du primaire et du secondaire et que le dispositif ne soit pas centré sur une seule discipline.

Ainsi suivre une démarche d'éducation par la recherche équivaut à mener un projet scientifique en classe au sein duquel les élèves doivent travailler en collaboration pour tenter de produire un savoir nouveau pour eux, en suivant la démarche d'investigation en 8 étapes évoquée précédemment et en étant accompagné par le programme Savanturiers ainsi qu'un mentor.

Références

ACADIE. (2016). *Evaluation de l'expérimentation «Les Savanturiers - L'école de la recherche»* (p. 121) [Rapport final]. Consulté à l'adresse <https://www.lesocialab.fr/wp-content/uploads/2018/01/Rapport-final-Evaluation-Savanturiers-ACADIE-Avril-17.pdf>

Calmettes, B. (2009). Démarche d'investigation en physique. Des textes officiels aux pratiques en classe. *Spirale - Revue de recherches en éducation*, 43(1), 139-148. <https://doi.org/10.3406/spira.2009.1191>

Carosin, E., & Demeuse, M. (2018). *Les Savanturiers - Rapport d'évaluation final* (p. 110). Consulté à l'adresse https://les-savanturiers.cri-paris.org/wp-content/uploads/2018/11/recherche_rapport-vf.pdf

Charpak, G. (1996). *La main à la pâte : Les sciences à l'école primaire*. Paris : Flammarion.

Les Savanturiers (2017) *Vade Mecum Mentor* Consulté à l'adresse http://imu.universite-lyon.fr/wp-content/uploads/2017/05/SAVANTURIERS_VADEMECUM.pdf

Les Savanturiers. (2018). Présentation - Savanturiers. Consulté 4 juin 2019, à l'adresse <https://les-savanturiers.cri-paris.org/projets-savanturiers/projets-dans-la-classe/un-projet-savanturier-cest-quoi/>

Savanturiers - École de la recherche. (2017). *MOOC - Éducation par la recherche - Une démarche non linéaire*. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=ElhKnkDfsJQ>

[1] <https://cri-paris.org/>

[2] <https://cri-paris.org/les-savanturiers/>

SAVANTURIERS-ECOLE DE LA RECHERCHE : UN DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL À L'ÉPREUVE DU NUMÉRIQUE

Ange Ansour

Dans le projet *Savanturiers du Numérique* ont convergé les intentions de trois acteurs : 1/ le programme Savanturiers-Ecole de la Recherche, porté par le CRI, 2/l'entreprise TRALALERE 3/ le laboratoire EDA.

Prenant appui sur les projets Savanturiers dans les classes, ces trois acteurs ont conçu ensemble un instrument numérique dédié aux élèves, ciblant le cycle 3 en priorité, avec comme thématique la climatologie. L'objectif était de transformer le carnet de recherche de l'élève-chercheur (outil classique du dispositif Savanturiers) en Carnet Numérique de l'Elève Chercheur (CNEC).

Le texte qui suit rappelle d'abord brièvement des éléments de contexte sur le dispositif Savanturiers puis élabore sur la question du CNEC.

1. Le dispositif Savanturiers

Le dispositif Savanturiers, à ses débuts, n'avait été élaboré ni à partir d'une recherche scientifique, ni à partir d'un positionnement au sein de la constellation française de la EdTech. Les concepteurs du dispositif se revendiquaient de mouvements pédagogiques fondés sur une approche scientifique empirique¹. Toutefois, cette identité militante sera bouleversée par les trois ans de l'expérimentation EFRAN : le dispositif s'est trouvé confronté à de multiples injonctions émanant des évaluateurs comme des partenaires du laboratoire EDA, aussi bien qu'aux multiples contraintes propres à l'intégration dans un projet EdTech. Ainsi, le dispositif, a priori semblable à tant d'autres innovations pédagogiques, a opéré une « mue ». Le consortium a contraint les concepteurs à passer à un second cycle de conception et d'expérimentations, intégrant les apports du CNEC.

1.1. Motivations et objectifs

Un double constat préside à la configuration de l'expérimentation Savanturiers :

1/ Les travaux d'Alison Gopnik² mettant en évidence les capacités cognitives des bébés et des enfants dont les procédures sont pour lui fortement apparentées à la démarche expérimentale des chercheurs

2/ Les difficultés croissantes de l'école française à favoriser la réussite du plus grand nombre d'élèves. Les enquêtes internationales (PIRLS, TALIS, PISA) et nationales (CEDRE) montrent une érosion lente de la maîtrise des savoirs fondamentaux chez les élèves français. Un aspect préoccupe particulièrement les concepteurs du programme : les activités proposées aux élèves français seraient moins engageantes cognitivement que celles proposées dans d'autres pays.

D'où les deux priorités du dispositif Savanturiers :

1. l'engagement cognitif de l'élève, en faisant appel au raisonnement, à un langage spécialisé, à des capacités en matière de métacognition, dans des situations d'apprentissages ambitieuses ;
2. l'engagement pédagogique de l'enseignant, seul expert dans la conduite des interactions entre ses élèves, condition nécessaire pour que les élèves apprennent de manière efficace et rigoureuse.

La mise en œuvre concrète repose sur des pratiques expérimentales de classes qui prennent en considération des perspectives axées sur des recherches de terrain (notamment les travaux d'A-M. Chartier, A. Gopnik, J. Hattie, A. Barrère) et intègrent des traditions pédagogiques hétérogènes (telles que les techniques de la pédagogie Freinet, la démarche d'investigation).

Ce modèle investit deux champs : celui de la culture scientifique au sens large (c'est-à-dire, incluant les sciences et les techniques, les sciences humaines et sociales), ainsi que le champ de la formation professionnelle (référénts didactiques, savoir-faire pédagogiques, gestes professionnels)

1.2. L'hypothèse de l'expérimentation

L'éducation par la recherche cherche à mettre l'accent sur les convergences entre transmission et production des savoirs. Les concepteurs du programme se placent dans une perspective historique et épistémologique intégrant au cursus scolaire une initiation méthodique et progressive aux modalités qui régissent la production des différents savoirs disciplinaires. Ils formulent l'hypothèse que cette initiation aux modalités et processus scientifiques de production des savoirs participerait à la formation de l'esprit critique de l'élève. Ainsi, l'élève apprendrait à repérer différents régimes de vérité (sciences exactes,

humaines et sociales), à les distinguer d'autres types d'énoncés (information, qu'elle soit vraie ou fausse, fiction, faits, etc.) et progressivement, à en expliciter les traits spécifiques.

Les concepteurs du programme font le pari que ce cheminement, contribuant à la réussite scolaire des élèves au sein du système éducatif, contribuera également à accompagner les mutations des professions éducatives, notamment les enseignants, en les familiarisant à un usage pédagogique maîtrisé des concepts propres à chaque champ scientifique.

2. Le carnet de l'élève chercheur : un support de l'ordinaire de la classe

L'équipe gestionnaire du dispositif Savanturiers–Ecole de la Recherche, s'inspirant des carnets de terrain ou des carnets de labo où les chercheurs consignent les étapes de leur travail, a toujours préconisé l'utilisation d'un carnet recherche par les élèves. Ses usages prescrits sont génériques et les traductions dans les classes très variables.

Le carnet individuel d'un chercheur est un grand espace de liberté et d'exploration intellectuelle. Le carnet de labo est très codifié afin que tous les chercheurs qui y ont accès puissent s'en servir.

La traduction dans la classe a respecté cette dichotomie. Les élèves tiennent un « carnet du chercheur » sur lequel ils consignent leurs observations, réflexions, hypothèses, résultats.

C'est un support individuel et personnel, papier ou numérique, qui nourrit le « carnet de labo » de la classe. L'élève l'utilise dans des temps informels ou personnels, mais également dans des moments explicites d'enseignement.

Lorsqu'il s'agit de situations formelles d'apprentissage, comme prélever des données ou imaginer un protocole expérimental, les conventions et règles précises d'écriture sont respectés.

Comme l'a explicité A–M Chartier³ analysant le cadre structurant que constituent les supports papier (cahier ou classeur), les élèves travaillent « avec » et non simplement « sur » les supports, qu'ils soient numériques ou papier. Il s'agit donc d'investir ce carnet d'une valeur épistémologique : on y trace le cheminement de sa réflexion et on prend soin d'y consigner sous forme d'écrits, schémas, notes tout ce qui est susceptible d'enrichir le projet final.

Le carnet collectif remplit plusieurs fonctions :

- une archive des savoirs acquis au terme des recherches documentaires, des expérimentations, entretiens etc.

- un lieu de partage entre pairs qui se situe à l'interface entre l'espace privé de chaque élève (son carnet individuel) et la communication en dehors de la communauté de classe (publication, communications orales à des tiers, congrès, famille)

Pour construire le carnet collectif, les enseignants sont encouragés à utiliser tous les moyens numériques à leur disposition susceptibles de faciliter le partage, la correction, l'amélioration et l'enrichissement.

3. Un dispositif à la croisée des chemins

En l'espace de cinq ans, Savanturiers–Ecole de la Recherche, à travers les projets de classe comme les programmes de formation, a concerné des dizaines de milliers d'enseignants et élèves. Cette expansion non contrôlée (sous la forme de réponse aux demandes de participation volontaire), n'a pas été sans interrogations éthiques :

1. Comment s'assurer qu'un dispositif expérimental, peu stable, évolutif, collectif, constitue une réelle valeur ajoutée pour les bénéficiaires sans s'en tenir à des « indices de satisfaction » ?
2. Comment répondre à la demande croissante des enseignants pour « stabiliser » les instruments et les préconisations, au lieu d'innover en permanence pour optimiser le dispositif ?
3. Comment mettre les acquis construits au service d'un encore plus grand nombre de bénéficiaires ?

Face à cette triple exigence, l'équipe gestionnaire a apporté une réponse à deux niveaux : confier l'évaluation du dispositif à des chercheurs externes ; créer un instrument numérique en collaboration avec des acteurs scientifiques et des industriels

L'évaluation scientifique externe a été menée par l'Institut d'Administration Scolaire de l'Université de Mons en Belgique sous la direction de Marc Demeuse⁴. Cette évaluation menée par Emilie Carosin a mis en évidence l'apport du dispositif pour les élèves et les enseignants.

Ainsi, pour les élèves, la participation à un projet d'éducation par la recherche contribue au développement de quatre dimensions de l'activité scientifique (créativité, collaboration, méthodologie et esprit critique) et au renforcement de la métacognition.

L'outil numérique que le consortium a voulu élaborer est le résultat d'une « inquiétude » propre au dispositif Savanturiers : comment formaliser un instrument expérimental et protéiforme, tiraillé entre préconisations et contraintes de situation dans la classe en un instrument numérique permettant l'autonomisation des pratiques de classe en cohérence avec l'éducation par la recherche ?

Le parti pris d'une gouvernance participative visait l'inclusion de toutes les contraintes (besoins du terrain, robustesse scientifique, faisabilité, stabilisation du modèle expérimental) et la collaboration de tous les acteurs. Les choix opérés par les différents membres du consortium afin d'aboutir aux modules définitifs du carnet (tableau de bord, corpus, générateur d'idées, brouillon de recherche, fiche recherche, formulaire de séance) se sont considérablement écartés du modèle « canonique » pratiqué dans les classes.

Ainsi, il a fallu renoncer au modèle en huit dimensions de l'éducation par la recherche et reléguer la part évaluative hors champ numérique. Toutefois, cet instrument a été considéré par ses usagers-enseignants comme étant suffisamment générique pour être adopté dans le contexte d'un projet d'investigation scientifique, indépendamment du modèle de l'éducation par la recherche en tant que tel.

On peut déduire que ce carnet participe en partie à la stabilisation du modèle en mettant l'accent sur l'intelligibilité et l'explicitation de la scénarisation pédagogique et ses objectifs pour l'élève. Comme il ne rend pas compte de toute la complexité du projet de départ (en huit dimensions) il propose une interprétation singulière du modèle, sans le réifier pour autant et en maintenant une grande liberté pédagogique d'exploitation. Par conséquent, les concepteurs et gestionnaires du dispositif Savanturiers-Ecole de la Recherche ne pourront faire l'économie d'une veille rapprochée sur les différents usages qui seront faits de ce carnet numérique afin de poursuivre le travail de modélisation et de mise en cohérence entre pratiques et prescriptions.

1 Le rapport aux savoirs dans les pédagogies différentes ; sous la direction de M.A. Hugon et B. Robbe, 2016

2 Gopnik, A., Meltzoff, A. N., & Kuhl, P. K. (1999). *The scientist in the crib: Minds, brains, and how children learn*. New York, NY, US: William Morrow & Co.

3 Chartier, Anne-Marie, and Patricia Renard. « Cahiers et classeurs : les supports ordinaires du travail scolaire. » *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle* 22.1 (2000) : 135-159.

4 Émilie Carosin, Marc Demeuse. *RAPPORT D'ÉVALUATION FINAL POUR DES APPRENTISSAGES SAVANTS ET AVENTUREUX*. [Rapport de recherche] Institut d'Administration Scolaire, Université de Mons. 2018. fffhal-01962598f

CONCEVOIR ET ÉVALUER DES OUTILS ET RESSOURCES NUMÉRIQUES POUR L'ÉDUCATION : UNE SYNTHÈSE

Eric Buillard et Georges-Louis Baron

Le présent chapitre reprend de larges extraits d'un texte publié en anglais : Bruillard, E., & Baron, G.-L. (2018). Researching the Design and Evaluation of Information Technology Tools for Education. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Éd.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (p. 1-17). https://doi.org/10.1007/978-3-319-53803-7_79-1

1. Contexte

Les outils informatiques utilisés pour l'éducation peuvent être en première approximation classés en trois grandes catégories. Tout d'abord, il y a ceux qui sont prescrits par les enseignants afin d'accompagner ou de guider les progrès des élèves dans une discipline : on parle souvent à leur sujet d'environnements informatisés pour l'apprentissage humain (EIAH).

Ensuite, des ressources numériques, de granularités diverses peuvent être utilisées pour illustrer les cours ou étudier des notions. Ce type d'instruments a connu un développement considérable au cours des deux dernières décennies, sous des formes extrêmement variées : Wikipédia et Wikimedia, nouveaux manuels interactifs, capsules vidéo, programmes d'études partagés conçus par des enseignants individuels ou des associations de militants...

Enfin, de nombreuses plates-formes numériques génériques sont utiles pour l'enseignement, depuis les réseaux sociaux, soutenant des modalités de communication horizontale entre les élèves, jusqu'aux plates-formes de Mooc (Coursera, EdX, FUN, Iversity, MiriadaX, FutureLearn...) en passant par les environnements numériques du type Moodle.

Nous allons nous concentrer dans la suite sur les deux premières formes de ces outils informatiques d'apprentissage et d'enseignement en discutant leurs évolutions, leur conception, leur évaluation ;

2. Des outils logiciels inscrits dans une histoire

Pour chaque outil logiciel il existe une tension forte entre, d'une part, la volonté d'individualiser l'enseignement en mettant en place des dispositifs permettant de suivre et d'orienter l'activité de l'utilisateur et, d'autre part, l'intention de proposer une utilisation *collaborative* où les utilisateurs ont de plus une certaine marge de liberté.

Pour ces derniers, l'illusion d'avoir le contrôle est très courante : les interfaces tactiles et audio sont très conviviales. La question de l'apprentissage adaptatif et de l'équilibre entre contrôle et guidage, qui tend à revenir au premier plan, a explicitement été évoquée dès les années soixante (Pask, 1966) et au début des années 70 par Carbonnell (1970). Quelles sont les responsabilités respectives de l'utilisateur, de l'enseignant (ou du tuteur) et du système ?

2.1. Environnements informatisés pour l'apprentissage humain

Si des logiciels d'enseignement assisté par ordinateur fondés sur les théories behavioristes existent dès la fin des années 1950, l'intelligence artificielle et en particulier les systèmes experts, depuis le début des années 70, ont proposé de nouvelles approches, posant de difficiles problèmes de modélisation, tant pour le domaine à étudier que pour l'apprenant (Bruillard, 1997).

L'un des principes clés de l'approche des systèmes tutoriels intelligents était d'avoir une représentation des connaissances du domaine à étudier et, dans la mesure du possible, des questions pédagogiques liées au domaine, afin de pouvoir offrir des explications compréhensibles aux apprenants (VanLehn, 1988, 1990 ; Bruillard, 1997). Le modèle classique, où l'on compare le cheminement d'un apprenant à un chemin idéal, défini par les concepteurs et prenant éventuellement en compte des erreurs courantes) a cependant rencontré des limites : au moins dans les matières scientifiques, les conceptions des élèves n'ont parfois rien en commun avec celles des experts (Kattmann et al., 1996 ; Niebert et Gropengiesser, 2013).

Une évolution s'est produite au début des années 2000. Avec la diffusion de formations à distance instrumentées, l'idée de guider l'élève sur une voie optimale pour résoudre les problèmes a cédé la place à l'idée de lui fournir un *tableau de bord* d'informations sur sa situation, à la fois dans sa progression et par rapport aux autres élèves.

Puis, vers 2010, les choses ont encore changé. Après la diffusion des MOOC et l'omniprésence de « données massives », un nouvel intérêt pour l'apprentissage adaptatif est apparu. Cette fois, le logiciel n'est plus propulsé par une intelligence artificielle symbolique,

fonctionnant à partir de bases de données de faits et de règles, mais, il utilise des techniques de fouille de données comparant les traces d'activités des apprenants à celles des autres en établissant des classifications automatiques.

Une large panoplie d'outils logiciels est désormais disponible dans la plupart des domaines : logiciels de géométrie dynamique en mathématiques, SIG (système d'information géographique) en géographie et, plus généralement, applications utilisant la géolocalisation, CAeX (expérimentation assistée par ordinateur) en sciences naturelles, outils lexicographiques en littérature, bases de données en histoire etc.

La recherche a montré que ces outils permettent des expériences très intéressantes, à condition de pouvoir attirer les élèves dans des activités significatives durant assez longtemps pour qu'ils développent de nouvelles connaissances.

L'idée de faire participer les élèves à des activités stimulantes et significatives n'est pas nouvelle : elle est même au cœur des approches de l'éducation nouvelle. Cette approche a été incorporée dans les outils éducatifs depuis plus de 40 ans, notamment par la SAGSET (*The Society for the Advancement of Games and Simulations in Education and Training*) fondée en 1970. Leur utilisation est de plus en plus courante avec les technologies informatiques d'aujourd'hui. Ce type d'approche a reçu plus récemment le soutien de théories telles que celles exprimées par Csikszentmihályi (1990) sur l'intérêt de créer des états durables de « flux », parfois appelés « expérience optimale ». Le contexte scolaire (contraintes de temps et d'espace) rend cependant généralement difficile la pratique des jeux au sein de l'école, en dehors de situations spécifiques (maternelle, sport...).

Dans l'ensemble, le degré de guidage exercé par les environnements logiciels a eu tendance à diminuer au fil des ans. Corrélativement, on note un glissement terminologique intéressant : montée de l'intérêt pour la notion de ressource.

2.2. Ressources numériques

L'utilisation de ressources pour l'apprentissage n'est pas vraiment nouvelle, puisque J. Dewey lui-même a introduit dès le début du 20e siècle (1916) l'idée que l'apprentissage était lié à la présence de ressources.

Rappelons tout d'abord que parmi ces dernières, les manuels scolaires occupent une place éminente. Mais l'expansion d'Internet est en train de changer considérablement le paysage. De nombreuses ressources de haute qualité, à jour, précises, bien conçues, peuvent être trouvées en ligne, souvent gratuitement. Deux problèmes se posent néanmoins pour les utilisateurs : apprécier la qualité de ces ressources et leur adéquation aux objectifs visés.

Avec la mise en question en milieu éducatif du régime de vérité classique (vision post-moderniste) et la nécessité de proposer de grandes quantités d'activités aux élèves, le besoin de ressources a augmenté. Celles-ci sont de formats très différents : textes, images, vidéos, animations, etc. Elles peuvent être considérées comme éducatives par opportunité

(non pas créées à des fins éducatives, mais utilisées dans un contexte éducatif) ou par destination (spécifiquement conçues pour l'éducation).

Dans le cadre d'un projet de recherche récent visant à documenter la manière dont les enseignants conçoivent, recherchent, sélectionnent, éditent et reconstruisent les ressources pédagogiques (ReVEA), nous avons identifié quatre processus clés (voir Bruillard, 2016) :

- l'héritage (obtenir des ressources de la formation universitaire initiale ou de collègues) ;
- la participation (partage et co-conception des ressources) ;
- la collecte (stockage et organisation du matériel pédagogique) ;
- l'établissement de réseaux de confiance (personnes et lieux, sous forme de sites Web).

3. Conception de ressources éducatives : un large éventail d'acteurs et d'institutions

3.1. Des modèles divers et évolutifs

L'étude des méthodes et des données de conception des outils informatiques pour l'apprentissage n'est pas une tâche aisée. La chaîne classique de conception de nouveaux produits a été profondément modifiée ces dernières années. Les étapes successives de la production, depuis les idées initiales jusqu'au produit final vendu sur le marché, en passant par les travaux d'ingénierie, ne sont plus la norme.

De fait, les situations varient énormément : qu'y a-t-il de commun entre une grande entreprise visant à vendre un jeu sérieux ciblant un large public et une petite équipe dans une entreprise de taille moyenne chargée de mettre à niveau une ressource d'apprentissage en ligne sur la vente d'un nouveau produit ?

Alors que quelques grandes entreprises dominent depuis des décennies le marché des manuels scolaires, l'explosion des ressources pédagogiques a fait entrer de nouveaux acteurs : des entreprises spécialisées dans les logiciels éducatifs, de jeunes start-up dans le domaine des Edtech, mais aussi des associations d'enseignants.

Aujourd'hui, les éditeurs scolaires traditionnels, interrogés par la diffusion de ressources en ligne, doivent traiter avec des entreprises informatiques et inventer de nouveaux processus communs. Les règles financières sont également nouvelles.

Dans ce secteur, des utilisateurs ont toujours été associés aux concepteurs dès les premières étapes de la conception. » Mais il y a une nouvelle tendance à distribuer des produits qui n'ont pas été complètement finalisés, qui sont rapidement mis sur le marché dans le but d'obtenir des retours d'utilisation rapides afin d'orienter le reste du processus.

La conception ascendante, le crowd-sourcing, la boucle entre la conception et l'utilisation, la poursuite de la conception en usage, etc. sont des processus clés.

Le développement de *méthodes agiles* de conception de logiciels est maintenant devenu courant. Les méthodes de conception contextuelle (Beyer & Holtzblatt, 1998), prennent désormais en compte un contexte d'utilisation beaucoup plus riche et complexe, invitant les concepteurs à s'immerger dans le contexte utilisateur (Holtzblatt & Beyer, 2015, p. 74).

En dehors du secteur de l'édition professionnelle, beaucoup de choses sont improvisées. Les gens conçoivent souvent de façon progressive sans suivre des règles strictes, les enseignants apportent leur touche personnelle et continuent à affiner les ressources qu'on leur fournit et à paramétrer leurs logiciels, créant des solutions à partir d'éléments empruntés à diverses sources.

Dans cette situation, les communautés d'utilisateurs jouent un grand rôle.

3.2. L'importance nouvelle des communautés de pratique

Un phénomène intéressant est la diffusion de nouvelles ressources informatiques basées sur des valeurs non capitalistes : logiciels libres, ressources éducatives ouvertes, copyleft et biens communs créatifs, etc. L'idée est de soutenir une écologie de produits librement accessibles, réutilisables, modifiés et partagés. Ce mouvement se développe dans l'enseignement supérieur (Unesco, 2015 ; Downes, 2007 ; OCDE, 2007). Il semble également prendre de l'ampleur dans l'enseignement primaire et secondaire.

Dans un pays comme la France et très probablement dans d'autres, beaucoup d'enseignants ont une mentalité de hackers, avec des valeurs fortes concernant l'éducation, considérant que les nécessités d'adapter leur enseignement aux besoins de leurs élèves sont plus importantes que les lois du copyright. La profession de foi de l'association Sesamath est très explicite sur ce point. Elle porte un certain nombre de valeurs : la solidarité, le respect, l'ouverture (Sesamath vient de Sesame Math) et le partage.

Cette association inscrit son action dans une perspective de service public et considère les ressources éducatives qu'elle génère comme des biens communs utilisables par tous. La mise à disposition de contenus gratuits et modifiables sur Internet (sous licence libre) mais aussi le travail collaboratif entre enseignants (incluant différents cycles ou pays) sont des moyens de servir ces valeurs.

Afin de développer ses activités, Sesamath a mis en place des partenariats (par exemple avec des éditeurs) qui étendent ses activités, mais qui cherchent à rester aussi indépendants que possible, et aussi proches que possible des utilisateurs de ses ressources, qui peuvent participer à tout moment à l'amélioration de ces biens communs.

Quentin et Bruillard (2013) ont décrit le fonctionnement de certains réseaux d'enseignants en ligne : entre intérêt personnel et production collective dépersonnalisée, entre bac à sable

et ruche. La ruche, qui caractérise des collectifs très productifs soutenus par des valeurs partagées fortes, a des règles très contraignantes et explicites qui ne permettent pas à l'utilisateur de voir leurs processus de production. Le bac à sable, quant à lui, dispose de collectifs aux règles souples et implicites, publie toutes leurs interactions, permettant la diffusion et la légitimation des pratiques pédagogiques.

Le modèle des biens communs est donc un très bon cadre pour analyser ce qui se passe ici. Au-delà de la soi-disant tragédie de l'abus commun, intentionnel ou non, qui pourrait diminuer ou détruire les bénéfiques communs partagés par tous les utilisateurs, des pratiques de gouvernance ouverte, répondant aux critères d'ouverture recommandés par Elinor Ostrom et ses collègues, pourraient être développées avec intérêt (Ostrom & Basurto, 2011).

On peut imaginer une profession enseignante plus collective, capable de gérer les ressources éducatives comme des « biens communs » au sens de biens communs (Buck, 1985). Une communauté d'innovation pourrait se développer comme une nouvelle façon de mettre en œuvre les innovations, dans une vision ascendante (Allen & Potts, 2016).

Une série de changements discrets se sont accumulés au cours des 20 dernières années et ont finalement produit une évolution spectaculaire qui nous oblige à reconsidérer les questions de conception et d'évaluation des logiciels.

4. Évaluer des environnements informatisés : une tâche désespérée ?

Il est tout à fait dans l'air du temps de s'intéresser à l'évaluation des environnements et à leurs effets pour l'apprentissage, en particulier en utilisant les possibilités de l'analyse automatique de grandes quantités de données. Deux types de problèmes vont être synthétiquement considérés ici : ceux qui sont liés à ce que les données représentent et à l'interprétation de résultats tels qu'ils peuvent être présentés sur des tableaux de bord.

4.1. Des possibilités spectaculaires et un côté obscur

La plupart des environnements informatiques collectent désormais de nombreuses données liées à l'activité de l'utilisateur. Beaucoup d'espoirs ont été investis dans la possibilité d'exploiter ces données afin de produire des résultats intéressants qui pourraient aider à concevoir des logiciels et à évaluer leurs effets sur les apprenants.

La diversité de ces données est énorme : fichiers journaux, interaction écrite entre les étudiants sur les plates-formes (en particulier sur les forums), performances aux tests, données provenant de dispositifs de suivi oculaire, etc. Le défi est d'extraire automatiquement des informations de ces données afin d'informer les humains (concepteurs, enseignants, élèves, décideurs) pour prendre des décisions pertinentes. La

seule façon d'y parvenir est d'appliquer des algorithmes réduisant la complexité et fournissant des profils. Il n'y a pas de problèmes techniques pour obtenir des résultats presque en temps réel puisque les infrastructures permettent désormais de répartir les tâches entre des réseaux d'ordinateurs dans le nuage qui ont la capacité de traiter de très grands ensembles de données.

Les résultats sont stupéfiants, comme quiconque ayant utilisé des moteurs de recherche et des plates-formes de vente, l'a compris. Le domaine d'application le plus connu est le marketing, où les profils permettent par exemple de cibler les publicités, de proposer des achats adaptés aux besoins des clients (comme ils ont été devinés par le système). Cependant, dans d'autres secteurs comme le gouvernement, le recours à des prévisions fondées sur des statistiques soulève de nombreuses questions (voir Rouvroy, 2009 pour une analyse politique).

Nous concentrant ici sur les questions d'éducation, nous n'analyserons pas le cas général des risques pour la vie privée, c'est-à-dire le fait que dans de telles intermédiations algorithmiques, la personne tend à disparaître derrière le profil, le phénomène de « vendor lock-in » ou le fait que de nombreux dangers existent (OCDE, 2016).

Dans le secteur de l'éducation, les principaux problèmes rencontrés pour fonder des décisions sur des résultats d'algorithmes sont doubles : 1) le caractère incomplet ou inexact des données, 2) l'interprétation erronée des résultats.

Nous supposons que les algorithmes eux-mêmes sont classiques (appartenant à des classes bien documentées comme le calcul des similitudes entre les nœuds d'un graphe et autres). Mais il se peut que d'autres soient utilisés, avec l'essor continu de nouvelles formes d'intelligence artificielle.

4.2. Biais et problèmes liés aux données

Si les données sont nombreuses, comment s'assurer qu'elles sont complètes et que leur qualité est satisfaisante ? Ce qu'elles capturent généralement, c'est le comportement, ou plutôt une petite partie du comportement. Dans quelle mesure reflètent-elles correctement les activités d'apprentissage ? Et a fortiori les qualités d'une personne ? Par exemple, il est bien connu qu'en raison de problèmes matériels ou d'une volonté pédagogique, certaines activités sont menées en groupes d'élèves. Comment, alors, faire la distinction entre les différents utilisateurs ?

Il a par ailleurs été remarqué depuis très longtemps que la durée entre les différentes actions de l'utilisateur n'est pas un temps d'exécution de tâche. Dans la plupart des cas également, les données ignorent les interventions des enseignants, qui doivent toujours être prises en compte lorsqu'il s'agit de comprendre l'effet d'un instrument. Dans certains cas, les données peuvent donc être très incomplètes.

Ces problèmes ont des conséquences non négligeables : les algorithmes réduiront toujours les données qu'ils ingèrent à un ensemble plus petit, ils les classeront et mettront en évidence certains résultats. Mais comment les interpréter ?

Il y a aussi un autre problème, très profond. Souvent, les résultats sont basés sur le calcul de corrélations. Cela peut être utile, mais la corrélation n'est en aucun cas la même chose que la causalité et les corrélations sont susceptibles d'être trompeuses. Comme l'expliquent Calude et Longo (2016), s'appuyant sur des recherches issues du monde des mathématiques : « plus la base de données que l'on exploite pour trouver des corrélations est grande, plus les chances de trouver des régularités récurrentes sont grandes et plus le risque de commettre de telles erreurs est élevé » (p. 15).

4.3. Problèmes d'interprétation des résultats

Une fois les données classées et les profils établis, et en supposant que les résultats correspondent à quelque chose de réel, comment interpréter ?

La situation n'est pas tout à fait la même si les interprétations sont faites par des humains, qui peuvent procéder à des vérifications contradictoires ou par des logiciels. Le premier cas est moins problématique, à condition que les personnes aient les moyens et le temps de mener des investigations complémentaires en cas de problème perçu.

Pour donner un exemple concernant principalement l'enseignement supérieur, les logiciels populaires qui traquent le plagiat dans le travail des étudiants (et qui fonctionnent très bien en moyenne) renvoient souvent pour chaque texte soumis un drapeau (vert, orange ou rouge) et un score de plagiat. Tous ceux qui ont dû noter des copies savent qu'il faut faire preuve de prudence et qu'une inspection minutieuse peut révéler des situations où il n'y a en fait aucun plagiat.

Ce problème existe également dans l'enseignement secondaire, mais dans ce cas, les effectifs des classes sont suffisamment réduits pour permettre aux enseignants de contrôler les productions individuelles, ce qui leur donne une bonne occasion d'intervenir dans les processus de travail plutôt que de juger un seul résultat.

5. Discussion et perspectives : favoriser l'agentivité des enseignants

La conception et l'évaluation des outils informatiques pour l'apprentissage ont beaucoup évolué au cours des dernières décennies et la recherche est confrontée à une situation nouvelle : les outils informatiques sont omniprésents dans la vie des étudiants, la plupart d'entre eux peuvent être utilisés à des fins d'apprentissage.

La perspective a changé avec la multiplication des contextes d'apprentissage en dehors de l'école : à distance (à la maison ou ailleurs), et ayant souvent un caractère non formel. La notion de ressource d'apprentissage a renouvelé la question et le *learning design* a tendu à remplacer *l'instructional design* (Baron, 2011).

En ce qui concerne l'évaluation, les recherches montrent constamment qu'il est inutile d'évaluer les outils informatiques sans tenir compte du contexte éducatif dans lequel les activités d'apprentissage se déroulent. Beaucoup dépend de qui prescrit ou suggère l'intérêt d'utiliser un outil particulier, beaucoup dépend aussi du type de conception de l'apprentissage qui a été intégré et qui est mis en œuvre dans les activités éducatives. En résumé, ce qui compte, ce sont les situations mises en place par les enseignants et même un mauvais produit peut être utile dans un contexte particulier. L'évaluation pédagogique renvoie aux situations mises en place et ne renvoie qu'indirectement aux outils utilisés.

Ce point de vue a de profondes implications, soulignant l'importance de permettre aux enseignants de développer leur agentivité dans le domaine des ressources éducatives. Cela implique de leur donner les moyens d'agir et de les accepter comme partenaires de confiance.

6. Références

Allen D., Potts J. (2016). How innovation commons contribute to discovering and developing new technologies. *International Journal of the Commons*, vol. 10, no 2 2016, pp. 1035-1054. Publisher: Uopen Journals.

Baron, G.-L. (2011). Autour d'un mot de la formation : Learning design. *Recherche et Formation*, 68, 109-120. <http://rechercheformation.revues.org/1565>

Baron, G.-L., & Bruillard, E. (2003). Information and communication technology: Models of evaluation in France. *Evaluation and Program Planning*, 26(2), 177-184.

Baron, G.-L., & Bruillard, E. (2007). ICT, educational technology and educational instruments. Will what has worked work again elsewhere in the future? *Education and Information Technologies*, 12(2), 71-81. <https://doi.org/10.1007/s10639-007-9033-9>

Baron, G.-L., & Zablott, S. (2015). Digital resources and sustainable communities of French teachers: From emitting resources to formal communities and back. Présenté à 13th IARTEM Conference September 2015, Berlin.

Beyer, H. & Holtzblatt, H, K (1998). *Contextual Design : Defining Customer-centered Systems*. Morgan Kaufman.

Bruillard É. (2016). ReVEA project: Living resources for teaching and learning. An overview. In SITE conference, 21-25 march, Savannah. Roundtable

Bruillard, E. (1997). *Les machines à enseigner*. Paris : Hermes. Consulté à l'adresse http://www.stef.ens-cachan.fr/annur/bruillard/mae_somr.htm

Bruillard, E. (2017). MOOCs as contemporary forms of books: new educational services between control and conversation. *IARTEM e-Journal*, Vol. 9, n° 1, http://biriwa.com/iartem/ejournal/volume9.1/articles/article_7_bruillard_iartem_ej_2017.pdf

Calude, C. S., & Longo, G. (2016). The deluge of spurious correlations in big data. *Foundations of science*, 1-18. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10699-016-9489-4>.

Csikszentmihályi M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper & Row.

Dewey, J. (1916). *Democracy and education*.
https://en.wikisource.org/wiki/Democracy_and_Education.

Downes, S., (2007). « Models for Sustainable Open Educational Resources » in *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, vol. 3, p. 29-44. Informing Science Institute: USA. PDF: 15 p. (consulted 10/03/2017).
<http://ijello.org/Volume3/IJKLOv3p029-044Downes.pdf>

Holtzblatt K. and Beyer H. (2015). *Contextual Design: Evolved*. Morgan & Claypool Publishers series, Synthesis Lectures On Human-Centered Informatics #24. <http://wtf.tw/ref/holtzblatt.pdf>

Kattmann, U., Duit, R., Gropengiesser, H., & Komorek, M. (1996). Educational reconstruction—bringing together issues of scientific clarification and students' conceptions. *Annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, St. Louis, MO*.

Niebert, K., Gropengiesser, H. (2013). The model of educational reconstruction: A framework for the design of theory based content specific interventions. The example of climate change. In T. Plomp, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research – Part B: Illustrative cases* (pp. 511-531). Enschede, the Netherlands: SLO.

Ostrom, E., & Basurto, X. (2011). Crafting analytical tools to study institutional change. *Journal of Institutional Economics*, 7(3), 317-343.

Pask, G. (1966). A brief account of work on adaptive teaching and measuring systems. *Kybernetika*, 2(4), 287-299. http://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/125795/Kybernetika_02-1966-4_1.pdf

Quentin, I., & Bruillard, E. (2009). Le fonctionnement de sesamath : une étude exploratoire In *EPAL 2009*. Grenoble. Consulté à l'adresse http://w3.u-grenoble3.fr/epal/dossier/06_act/pdf/epal2009-quentin-bruillard.pdf

Quentin, I., Bruillard, E. (2013). Explaining Internal Functioning of Online Teacher Networks: between personal interest and depersonalized collective production, between the sandbox and the hive. Full paper Society for Information Technology and Teacher Education (Site). New Orleans, Louisiana, 25–29 March 2013.

Rouvroy A. (2009). Gouverner : détecter et prévenir, in *Politique, issue 61*, on line <http://www.crid.be/pdf/public/6167.pdf>

VanLehn K. (1988). Student Modeling. In Polson M. & Richardson J. (eds.), *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp.55–78.

Van Lehn K. (1990). *Mind Bugs. The Origins of Procedural Misconceptions*. MIT Press, Cambridge, MA, 253 p.

III. CONCEPTION DU LOGICIEL

La conception du carnet numérique de l'élève-chercheur a été menée à bien en partenariat avec les enseignants, sous la responsabilité du partenaire industriel. On a cherché à suivre une forme classique de cocréation, en relation avec les enseignants et les industriels : réunions avec les uns pour identifier leurs besoins ressentis, avec les autres pour préciser les attentes, donner des indications sur ce qui est souhaité et faire des rapports de bogues. Après deux années de développement le produit finalement mis à l'épreuve auprès d'enseignants expérimentés.

APPROCHE HISTORIQUE

Approche historique de l'innovation pédagogique instrumentée

Georges-Louis Baron

Cette section a pour fonction de rappeler des éléments historiques sur les rapports de la profession enseignante aux outils informatisés depuis 50 ans en France, particulièrement à l'école et au collège.

Il y a en effet une longue et mouvementée histoire de leur prise en compte. Nous indiquerons ici quelques repères depuis 1970 sans bien entendu viser à une quelconque exhaustivité.

Une longue histoire

Une première remarque est utile : nous utilisons ici la notion *d'outil informatisé* mais cette expression peut sembler quelque peu anachronique pour les premières périodes : on n'utilise le terme d'outil informatique que depuis la rapide diffusion de la micro informatique au début des années 1980

À cette période, ce sont certes des micro-ordinateurs qui se sont répandus mais, surtout des systèmes de traitement de l'information, des logiciels généraux (on parlait alors de progiciels) tels que les traitements de textes, les tableurs, les systèmes de gestion de bases de données.

Ces logiciels permettaient pour la première fois à des usagers non spécialistes de réaliser des projets complexes de conception et de production de documents.

Nous gardons cependant l'idée d'un début en 1970 car c'est à ce moment qu'a commencé à être pressentie l'importance radicale de l'informatique pour l'éducation, en particulier sous ses deux aspects antagonistes : la programmation de l'ordinateur (par les élèves) et l'utilisation d'outils au service des enseignants pour ce qu'on a longtemps appelé de l'enseignement assisté par ordinateur (EAO).

On a souvent par la suite établi une sorte de signe d'égalité entre l'EAO et les approches behavioristes populaires lors du développement de l'enseignement programmé dans la décennie précédente, mais c'est une erreur.

En réalité, dès la toute fin des années 1960 la recherche avait déjà commencé à s'intéresser à des applications comme la simulation (en particulier en sciences) et aux procédures de traitement de données pour résoudre des problèmes.

Un long cheminement

Le cheminement de l'usage d'outils informatiques dans l'enseignement a été plutôt lent car le système évolue lentement. Les premières tentatives d'utilisations d'outils ont eu lieu au sein d'innovations soutenues par les autorités pédagogiques. Ces dernières ont lancé des politiques ambitieuses dont les résultats ont été moins spectaculaires qu'initialement espéré (dans la formation générale, il faut une dizaine d'années au moins entre les premières expérimentations et tout début de banalisation). Mais ces politiques ont pourtant produit des résultats que la recherche a permis de mettre en évidence.

Nous proposons ci-dessous quelques références générales sur ce mouvement.

Références

Baron, G.-L. (2013). Enseignants, technologie éducative et techno-réformateurs. Vers une société sans écoles ? *Recherches en didactiques. Cahiers Théodile*, 16, 59-74.

Baron, G.-L. (2016). Cinquante ans de Technologies de l'information et de la communication (TIC) en éducation. *Revue Internationale des Technologies en Pédagogie Universitaire, Témoignages et entretiens*. Consulté à l'adresse <http://ritpu.org/files/entrevues/g-l.baron.pdf>

Baron, G.-L., & Bruillard, E. (1996). *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*. Consulté à l'adresse http://www.stef.ens-cachan.fr/annur/bruillard/usag_somr.htm

Bruillard, E. (1997). *Les machines à enseigner*. Consulté à l'adresse http://www.stef.ens-cachan.fr/annur/bruillard/mae_somr.htm

Cuban, L. (1997). Rencontre entre la classe et l'ordinateur : la classe gagne. *Recherche et formation*, 26, 11-29. Consulté à l'adresse <http://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000797>

Perriault, J. (2012). Technologie de l'éducation sur le long terme : quelques traits communs. Consulté 17 octobre 2012, à l'adresse <http://www.ina-sup.com/ressources/dossiers-de-audiovisuel/les-e-dossiers-de-audiovisuel/technologie-de-l%E2%80%99education-sur-le>

Wallet, J., & Thibault, F. (2006a). *Entretien avec Etienne Brunswic*. Consulté à l'adresse <http://www.canal-u.tv/?redirectVideo=3565>

Wallet, J., & Thibault, F. (2006b). *Entretien avec Geneviève Jacquinot*. Consulté à l'adresse <http://www.canal-u.tv/?redirectVideo=3591>

QUESTIONS DE CONCEPTION DU CNEC

Création du logiciel

La conception du carnet numérique de l'élève-chercheur a été menée à bien en partenariat avec les enseignants, sous la responsabilité du partenaire industriel. On a cherché à suivre une forme classique de cocréation, en relation avec les enseignants et les industriels : réunions avec les uns pour identifier leurs besoins ressentis, avec les autres pour préciser les attentes, donner des indications sur ce qui est souhaité et faire des rapports de bogue. Après deux années de développement le produit finalement mis à l'épreuve auprès d'enseignants expérimentés.

[Comment déterminer les besoins des enseignants ? Le cas de la conception du carnet numérique de l'élève chercheur](#) (Matthieu Cisel)

[Participation au processus de conception du CNEC en 2018-2019](#) (Matthieu Cisel, Georges-Louis Baron)

Pour plus d'informations sur le contenu de l'application, voir [ici](#).

COMMENT DÉTERMINER LES BESOINS DES ENSEIGNANTS ? LE CAS DE LA CONCEPTION DU CARNET NUMÉRIQUE DE L'ÉLÈVE-CHERCHEUR

Matthieu Cisel, Laboratoire EDA

Cet article est issu d'une communication réalisée lors du colloque éTIC3 qui s'est tenu à l'université Paris Descartes les 27, 28 et 29 juin 2018. Il ne contient que l'introduction du texte, que l'on peut retrouver en intégralité sur le site du colloque en cliquant [ici](#).

L'État a encouragé, au travers des projets eFRAN (CDC, 2016) (espace de Formation Recherche d'Animation Numérique), la conception d'Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) au sein de consortiums incluant notamment des laboratoires de recherche.

L'un de ces consortiums a eu pour vocation d'instrumenter les projets *Savanturiers* (Ansur, 2017). Les *Savanturiers* est un programme à destination du primaire et du secondaire créé en 2013. Celui-ci vise à développer des "projets de recherche" miniatures encadrés par des mentors généralement issus du milieu académique, afin d'initier les élèves aux méthodes de l'investigation scientifique. Ces derniers jouent une part active aux différentes étapes de la démarche, de la formulation de la question de recherche à l'interprétation des résultats.

Ce programme s'inscrit explicitement dans une logique de renouvellement des approches pédagogiques dans l'enseignement des sciences, mettant l'accent sur la dimension méthodologique de l'activité scientifique. L'objectif du consortium *Les Savanturiers du Numérique* réuni en 2016 autour de ce programme est de développer des artefacts numériques à destination des enseignants impliqués dans le programme.

Au début de ce projet eFRAN, d'une durée de trois ans, les chercheurs impliqués dans le consortium ont notamment eu pour rôle de contribuer à spécifier, sur la base d'une revue de la littérature et d'observations en classe les besoins auxquels l'application avait vocation à répondre.

Précisons que “le besoin peut désigner initialement les fonctions ou propriétés possibles, voire souhaitables pour l’artefact à concevoir” (Robertson, 2001). L’enjeu est de faire des préconisations aux développeurs, et d’ébaucher le modèle de la tâche future, c’est-à-dire de décrire l’activité telle qu’elle sera instrumentée par l’application. Face à la diversité des pratiques enseignantes et à l’hétérogénéité des situations d’apprentissage auxquelles le chercheur en ingénierie des EIAH peut être confronté, se pose la question de la priorisation des besoins identifiés par l’analyse des pratiques d’un panel d’enseignants.

Le problème de la spécification de besoins est d’autant plus saillant que les projets *Savanturiers* impliquent potentiellement une large gamme de tâches, de la formulation d’hypothèses à la rédaction d’argumentaires scientifiques.

Nous nous intéressons en particulier à la problématique suivante : Quelles sont les limites de la méthode inductive pour la spécification des besoins dans la conception d’un EIAH destiné à une utilisation en classe ? Précisons que la méthode inductive dont nous parlons ici ne désigne pas notre approche de l’enquête de terrain, avant tout exploratoire, mais les modalités d’exploitation de ces observations de terrain pour inférer les besoins à prioriser.

PARTICIPATION AU PROCESSUS DE CONCEPTION DU CNEC EN 2018 – 2019

Matthieu Cisel, Georges-Louis Baron

Création d'un prototype

Une nouvelle version du carnet numérique de l'élève chercheur (CNEC) a été développée au cours de l'été 2018, peu avant le début de la troisième année du projet. L'architecture logicielle a changé, dans la mesure où elle se fonde désormais sur une technologie de type *Content Management System* (en l'occurrence DRUPAL). De nouveaux modules sont apparus, tandis que les anciens ont sensiblement évolué.

La recherche a continué à s'investir dans la construction d'une analyse réflexive sur le processus de conception lancée dès le début du projet (Cisel et al., 2017 ; Cisel et Baron, 2018). De la mise au point du cahier des charges aux modalités de prise en compte des tests utilisateurs, certaines divergences sont apparues entre acteurs du consortium quant à la marche à suivre (Cisel, 2019). Pour mettre en évidence les contradictions (Engeström, 1987) que faisaient apparaître certains choix méthodologiques, nous nous sommes attachés à documenter et analyser le processus de conception, avec des focales sur des moments pivots.

L'un des problèmes classiques d'une telle démarche réside dans le fait que, temporalité de la recherche oblige, les résultats ne sont souvent communicables qu'après que les décisions qu'elle visait à éclairer aient été prises. Pour cette raison, cette réflexion sur le processus de conception a été considérée également comme l'un des produits de la recherche, et valorisée comme telle sous forme de productions scientifiques (Cisel, 2019).

Les réflexions méthodologiques qui ont accompagné notre participation au processus de conception de l'environnement nous ont amenés à nous intéresser de près à la manière dont ont été déterminées les grandes orientations technologiques du projet.

Au fil des trois années qu'a duré le consortium, les points de vue des chercheurs, des enseignants, et des industriels ont été articulés pour déboucher sur la version finale du prototype.

Nous nous sommes penchés sur les questions suivantes : comment les acteurs impliqués ont-ils pesé dans le processus de conception ? Quels ont été les moments les plus décisifs, les pivots de ce processus ? Comment les modalités de prise de décisions lors de ces moments pivot ont-elles influé sur la forme finale de l'artefact ?

Le processus de conception a été considéré dans son ensemble, en portant une attention particulière au choix des orientations technologiques, et aux déterminants de ces choix. Au moment du lancement du projet, le cahier des charges n'était pas défini, la consigne directrice était d'instrumenter les projets Savanturiers. Deux éléments sont revenus régulièrement dans les discussions : l'affirmation selon laquelle l'enquête de terrain va permettre d'identifier des besoins, et le leitmotiv selon lequel celui qui décide est l'utilisateur final.

Nous nous sommes situés, tout au long du processus de conception, dans une logique de participation observante. Si nous intervenions dans les réunions, notamment pour mobiliser les travaux issus de nos revues de littérature, nous observions également le déroulé des réunions au prisme d'une grille thématique fondée sur la théorie de l'activité.

Nous n'avons en général pas enregistré les interactions verbales dans les moments de travail réunissant les différents acteurs du consortium, sauf durant les *Comités de Conception (Cocons)*, durant lesquels des groupes focalisés étaient régulièrement organisés et enregistrés. En effet, cette modalité de travail aurait interféré, pour les acteurs concernés, avec la spontanéité nécessaire pour les échanges. Nous avons systématiquement pris des notes sur les réunions afin de documenter les nombreuses décisions qui, mises bout à bout, ont conduit à la forme finale du CNEC.

Si nous ne sommes donc pas en mesure de retracer finement les conditions d'émergence de chaque fonctionnalité du produit, nous disposons en revanche d'une description consistante de l'activité de conception et des relations entre les différents acteurs.

La rédaction incrémentale et les étayages

Dans le domaine de l'instrumentation de l'enseignement de la démarche d'investigation, de nombreux environnements visent à faciliter la production d'écrits par les élèves (Linn, 2010 ; Laferrière et Lamon, 2010). Ces environnements reposent dans une large mesure sur ce que l'on nomme les étayages, ou *scaffolds* dans la littérature anglo-saxonne, permettant de simplifier des tâches de recherche d'information ou d'écriture (Quintana *et al.*, 2005). Ces étayages visent à restreindre la complexité de la tâche afin de conduire l'enfant à résoudre des problèmes qu'il ne peut affronter seul. Ils peuvent notamment aider à formuler des questions de recherche, des hypothèses, des protocoles.

La conception de tels étayages a constitué l'une des propositions phares portées par l'application. Certains jouent le rôle d'ouvriers de phrase et sont directement inspirés du *Knowledge Forum* (Scardamelia et Bereiter, 2003 ; Laferrière et Lamon, 2010), d'autres correspondent à des questions d'auto-évaluation visant à aider les élèves à réfléchir sur leurs productions écrites ; plus généralement, ils visent à structurer la démarche dans son ensemble (Quintana, 2005). L'introduction de tels étayages a engendré plusieurs formes de contradictions dans l'objet de l'activité.

Tout d'abord les projets *Savanturiers* ne s'inscrivent pas toujours dans une logique de démarche d'investigation, qu'elle corresponde à des projets scientifiques ou technologiques.

Un tel fait tient notamment au succès du programme. Ce dernier a rapidement dépassé le cadre des sciences naturelles pour investir des champs comme l'urbanisme, la philosophie, la sociologie ou le droit. Il attire désormais des enseignants dirigés vers lui par les rectorats. Ces derniers enseignants n'ont pas encore la familiarité avec la démarche suivie et certains peuvent ne pas partager totalement les valeurs fondatrices du programme.

Nous avons mis en évidence un certain nombre de contradictions sur la base d'observations de classe, d'entretiens avec les enseignants, et de statistiques descriptives relatives au développement du programme *Savanturiers*.

Plurivocalité du processus de conception

La plurivocalité (Decortis, 2015) du processus de conception a posé problème en matière de cohérence globale de l'artefact. Les chercheurs ont en général tenté de réifier dans leurs EIAH leurs idées, et plus généralement les idées issues de la recherche scientifique, à travers des maquettes issues de la traduction de modèles théoriques, ou de prototypes de laboratoires.

Les *Savanturiers* se sont fondés sur le modèle dit "d'Éducation par la Recherche" (Ansur, 2017), dont le rôle dans le développement du projet a été substantiel malgré les problèmes de définition qui le caractérisent.

Ce « modèle en huit étapes » a eu un rôle majeur. Il suggère en effet une succession d'activités pédagogiques, inspirées de la transposition de l'activité professionnelle du chercheur, et qui peuvent donner lieu à une ou plusieurs séances. Cette approche a inspiré, ou *a minima* légitimé, la création d'outils instrumentant de manière spécifique chacune des étapes.

Enfin, des compromis ont dû être recherchés en permanence par l'entreprise, notamment pour chercher à satisfaire aux demandes exprimées par les partenaires tout en ne négligeant pas sa propre stratégie. L'industriel a par exemple défendu le choix du fonctionnement par groupes aux dépens d'une logique d'appropriation individuelle, mais s'est adapté en définitive aux demandes de partenaires sur ce point précis.

En tout cas, les choix effectués sur le plan technologique ont eu des impacts substantiels sur les utilisations en classe, que nous nous attachons à analyser. Les solutions qui ont parfois emporté l'accord au sein des réunions de conception ont eu des effets quant à l'utilité et à l'utilisabilité du CNEC en classe.

Familiarisation et retours sur les prototypes

La prise en main du prototype par les enseignants représentait une étape de familiarisation indispensable pour s'assurer que l'essentiel des fonctionnalités présentes étaient connues en amont de toute utilisation en classe. Cela facilitait le choix des modules qui leur paraîtraient les plus appropriés à leurs besoins.

La nécessité de familiariser les enseignants avec le CNEC avant son utilisation en conditions écologiques a été également prise en compte en raison des problèmes d'ergonomie posés par les interfaces et par la multiplicité des bugs techniques qui n'avaient pas été réglés au moment des premiers tests. Il était problématique d'exiger de la part d'enseignants partenaires d'utiliser de tels prototypes en classe sans accompagnement préalable.

Pour faciliter la familiarisation avec la technologie, les interfaces développées ont été projetées dans un premier temps sur un tableau, les interactions possibles avec l'interface étant exposées et commentées. Après des échanges avec les enseignants, ceux-ci reproduisaient les actions présentées, le plus souvent sur leur propre appareil, et via des identifiants personnalisés conçus pour eux.

Les manipulations de l'artefact réalisées lors des cocons s'accompagnaient d'un recueil des verbalisations, consistant à demander à l'utilisateur de penser à haute voix durant la tâche proposée afin d'identifier les raisonnements qu'il mettait en œuvre pour réaliser la tâche demandée. En sus des problèmes d'ergonomie, que nous recensons et transmettons à l'industriel, nous cherchions à identifier dans quelles conditions ils utiliseraient le prototype, pour quel type d'activité, et quelles fonctionnalités supplémentaires seraient nécessaires pour les activités envisagées. Ce faisant, nous avons poursuivi le travail mené avec les maquettes au cours de l'année précédente, mais cette fois sur la base de prototypes codés.

[Bibliographie](#)

LE CARNET NUMÉRIQUE DE L'ÉLÈVE-CHERCHEUR

Charlotte Barbier

Cette section décrit synthétiquement l'application conçue dans le cadre du projet : le carnet numérique de l'élève-chercheur (CNEC) tel qu'il a été implémenté et testé en classe en 2019.

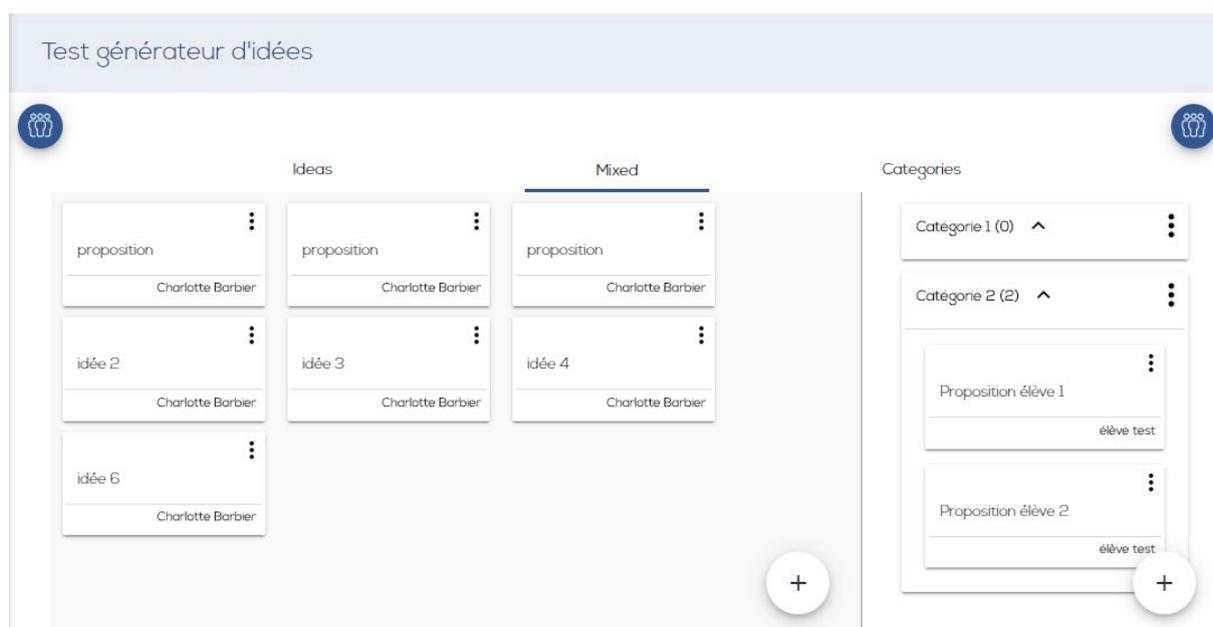
Contenu et présentation du CNEC

La conception du Carnet Numérique de l'Elève-Chercheur ou CNEC s'est faite dans le cadre de la rencontre de multiples acteurs rassemblés autour du programme *Savanturiers* et d'un appel à projets visant la création d'outils numériques innovants. Le carnet est structuré en plusieurs modules, utilisables de manière indépendante et permettant aux enseignants de n'utiliser qu'une partie de ses fonctionnalités, selon leurs propres scénarios pédagogiques. Cette application offre donc aux enseignants et aux élèves diverses possibilités d'actions dans une logique de travail en collaboration.

Préalablement à l'utilisation en classe, l'enseignant doit créer dans l'application des comptes pour ses élèves, ainsi que les assigner à des classes et groupes. L'enseignant peut ensuite créer une fiche de projet et l'assigner à un groupe, les élèves de ce groupe ont ainsi accès aux mêmes documents. Au sein de chaque projet, sont accessibles aux élèves : un mur d'idées collaboratif, un espace de dépôt et partage de document, un brouillon de recherche et une fiche-recherche pour suivre étape par étape une démarche de recherche.

Le Générateur d'Idées

Le mur d'idées collaboratif, appelé le *Générateur d'Idées*, se présente comme un outil *brainstorming*. Il permet de recueillir divers types de propositions faites par des élèves puis de les catégoriser en utilisant le glisser-déposer. Chaque utilisateur connecté sur l'application peut écrire et soumettre en temps réel ses propositions et l'enseignant peut contrôler la vue des élèves afin que ceux-ci ne voient que leurs propres propositions ou bien toutes celles du groupe.



Le Générateur d'Idées, vue mixte

Les Ressources

L'espace nommé *Ressources* permet d'accéder à des documents mis à disposition par l'enseignant ainsi que d'en déposer et de les partager avec les membres de son groupe. L'utilisateur est invité à remplir différentes informations sur le document avant de l'enregistrer : son titre, son auteur, sa source ainsi qu'une brève description. Dans cet espace les élèves peuvent télécharger dans d'application des documents de natures différentes (textes, images, URL notamment).

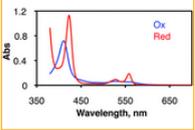
Afin de pouvoir sauvegarder un document, l'utilisateur doit remplir un formulaire pour indiquer diverses informations à son sujet, notamment l'auteur et la source du document ainsi qu'une description de celui-ci. L'espace Ressources est divisé entre la partie intitulée "mes documents" où l'élève peut retrouver les documents qu'il y a lui-même téléchargé et la partie "documents consultables" où se trouvent à la fois ses documents, ceux ajoutés par les membres du groupe et ceux ajoutés par l'enseignant.

Ma bibliothèque du climat

Type Titre Auteur Groupe Rechercher

Pour la sélection

<input type="checkbox"/>	Type	Titre	Auteur	Groupe	Date de modification	
<input type="checkbox"/>	Test	Test	Test	La classe test, Groupe test 1	26/03/2019	⋮
<input type="checkbox"/>	Chat test		élève test	La classe test	18/01/2019	⋮
<input type="checkbox"/>	Document test		élève test	La classe test	18/01/2019	⋮



Date de création 26/03/20

Date de modification 26/03/20

Source

Type image

Le suivi de recherche

Deux modules similaires sont disponibles dans une section intitulée « suivi de recherche » : la fiche- recherche et le brouillon de recherche. Il s'agit ici pour l'élève de remplir 5 sections correspondant aux étapes d'une recherche. Deux parcours différents sont proposés dans les deux modules.

Dans le parcours "chercheur", les élèves doivent tenter de répondre à une question qu'ils se posent grâce à une expérimentation en suivant comme étapes : question, hypothèse, protocole, données, résultats. Dans le parcours "ingénieur" il s'agit d'élaborer une solution à un problème et concevoir un produit en suivant les étapes : problème technique, solution technique, protocole, résultats, conclusion. Dans chaque section les élèves peuvent lier des documents téléchargés dans les ressources.



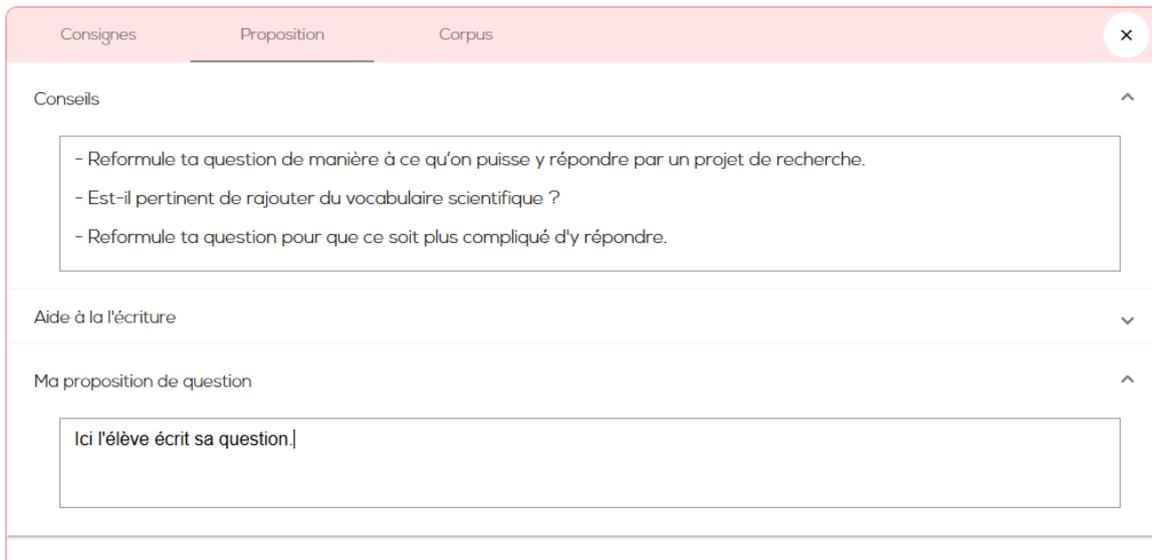
Les étapes de la fiche-recherche parcours « chercheur »

Les enseignants ont la possibilité de créer des fiches-recherche ou brouillons de recherche proposant 5 étapes différentes de celles que nous venons d'exposer. Ces nouveaux modèles de fiches-recherche ou brouillons de recherche sont alors accessibles à leurs élèves.

Les différences entre les deux modules sont que le brouillon de recherche est individuel, seul l'utilisateur peut le modifier, et que l'élève a accès dans cet espace à divers étayages : des ouvreurs de phrases lui sont proposés et des consignes sont disponibles pour l'aider à comprendre ce qui est attendu.

De plus, chaque fois qu'il souhaite valider une section plusieurs questions fermées lui sont posées automatiquement afin de lui faire vérifier que sa proposition correspond bien à l'étape de la recherche correspondante. Par exemple après avoir validé l'étape « hypothèse », l'élève doit répondre à la question « Est-ce que l'hypothèse est bien en rapport avec la question ? ».

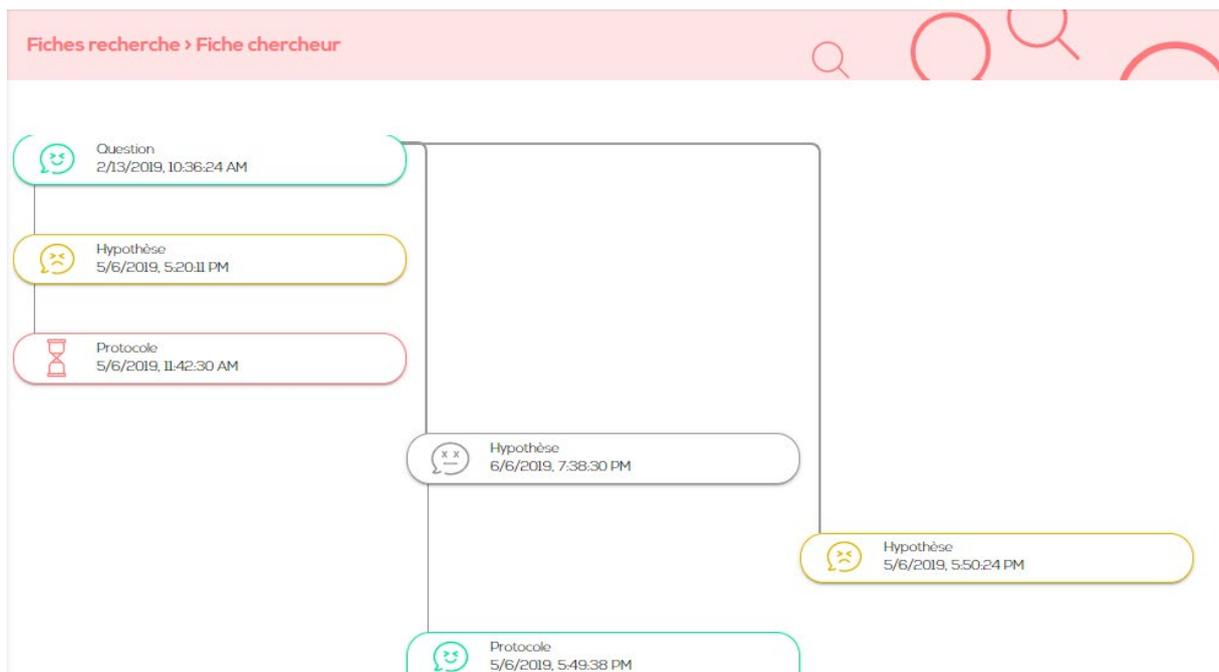
Selon les réponses données par l'utilisateur, des conseils s'affichent ensuite pour l'aider à améliorer sa proposition. Ainsi le brouillon a été pensé comme un espace où l'élève peut écrire ses idées et bénéficier d'étayage pour l'aider à améliorer ses propositions. Les élèves peuvent importer un brouillon dans la fiche recherche afin que les sections remplies dans ce brouillon soient copiées dans les sections de la fiche-recherche.



Exemple de conseils dans le brouillon de recherche, étape « question »

Quant à elle, la fiche-recherche se présente de la même manière mais appartient à tout le groupe, ne comporte pas d'étayage et peut être commentée par l'enseignant. En effet, l'enseignant peut valider, fermer ou signaler comme « à corriger » chaque section et y ajouter un commentaire. Les élèves du groupe reçoivent alors une notification les informant de l'action de l'enseignant.

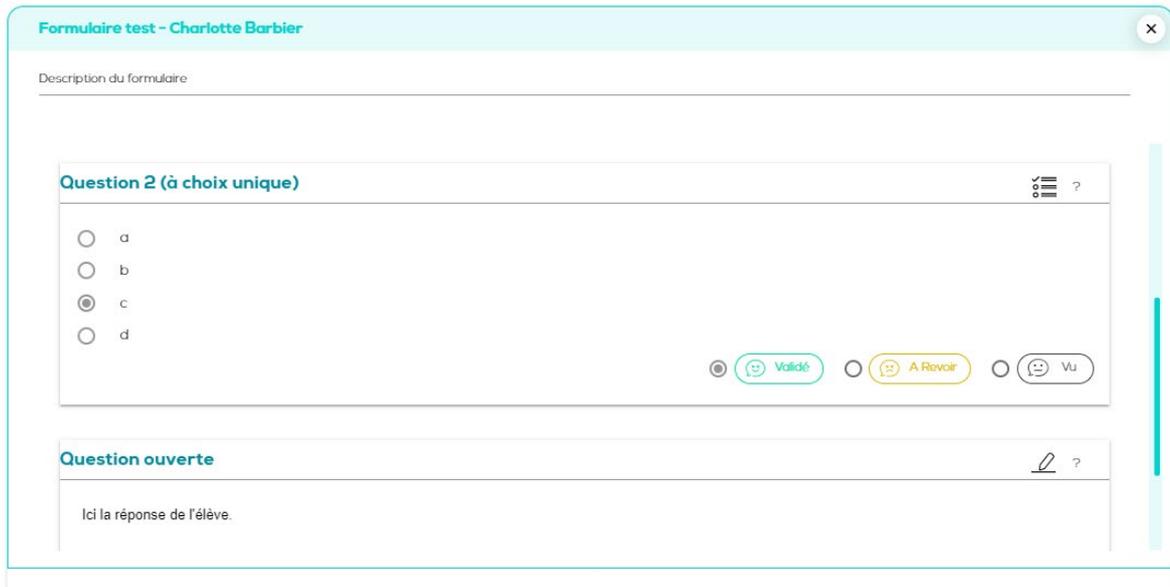
Ainsi la fiche recherche peut faire l'objet d'itérations successives entre les élève et l'enseignant jusqu'à celui-ci en valide chaque section. Aussi, les élèves peuvent sauter une section ou faire plusieurs propositions à une même étape, créant ainsi une arborescence.



Exemple d'arborescence possible dans la fiche-recherche

Les formulaires

Du côté de l'enseignant, un autre module est disponible : les formulaires. Dans cet espace, l'enseignant peut donc créer des questionnaires contenant des questions à choix multiples, à choix unique et/ou de questions ouvertes et les assigner à des élèves ou groupes. Lorsqu'un élève répond à un formulaire, celui est renvoyé rempli à l'enseignant qui peut valider ou signaler comme étant « à revoir » chaque réponse et ajouter un commentaire au formulaire corrigé.



Exemple de formulaire

L'application que nous venons de décrire a été testée dans une dizaine de classes. Afin de savoir comment les enseignants ont utilisé le CNEC avec leurs élèves, **nous vous invitons à consulter les articles sur le sujet.**

Pour plus d'informations sur le processus de conception du CNEC, voir **ici la page dédiée.**

IV. PROJETS EN CLASSE

Cette section vise à présenter et à discuter la question de l'apprentissage par la recherche, en particulier dans le cadre des Savanturiers

DÉFIS ET LIMITES DE L'EXPÉRIMENTATION EN CLASSE

Évaluer expérimentalement l'efficacité des pratiques des enseignants : un défi délicat à relever

Matthieu Cisel

Évaluer expérimentalement le CNEC ?

On se propose ici de discuter des difficultés de la mise en place d'une approche expérimentale dans le contexte de l'évaluation du CNEC. Nous parlerons d'un double point de vue : celui du chercheur, co-concepteur d'une technologie éducative qu'il souhaite évaluer, et celui du professeur de sciences de la vie et de la terre, prenant ses premières classes spécialement pour l'occasion.

L'expérience de la classe

Commençons par préciser le contexte qui entoure la démarche. Au cours de ma seconde année dans le consortium eFRAN, je décidai de prendre deux classes de quatrième afin de tester la faisabilité de protocoles d'évaluation du CNEC fondés sur une expérimentation randomisée. L'expérience du terrain et les discussions avec les collègues m'ont permis de prendre conscience des biais induits par les contraintes imposées par l'encadrement d'une classe, qui nécessitent bien souvent que l'on déroge, parfois à son corps défendant, à certains éléments d'un protocole, quitte à mettre en péril la validité d'une expérience dans son ensemble.

Le rectorat m'a confié la charge de deux classes de quatrième d'un collège de quartier favorisé au sein de Paris. L'établissement en question faisait partie des collèges connectés. Cela signifiait a priori qu'il y avait une bonne connexion à Internet d'une part, et que les classes comme les élèves seraient relativement bien équipés d'autre part.

En effet, quelques semaines après la rentrée, chaque élève disposait de sa propre tablette. J'avais deux classes du même niveau, et pouvais donc exiger d'eux des tâches comparables.

Par ailleurs, le fait de n'avoir qu'un seul niveau me permettait de mutualiser le travail de préparation des cours, particulièrement chronophage pour un enseignant novice.

J'avais donc la responsabilité d'une soixantaine d'élèves. Ce n'est probablement pas un échantillon assez important pour produire des résultats publiables, mais c'est amplement suffisant pour tester la faisabilité de certains protocoles expérimentaux.

Prendre davantage de classes aurait risqué de menacer les autres tâches à conduire. Il fallait donc composer avec les deux objectifs, faire de la recherche d'une part, et concevoir des enseignements innovants et en lien avec les programmes d'autre part. Ces deux objectifs ont été en contradiction à de multiples reprises.

Dès ma prise de fonction, je pensai à mes questions de recherche, et tenais un journal de bord. Après chaque séance, je passais environ une heure à réaliser le compte-rendu de ce qui s'était passé, et à réfléchir à la manière dont cela affecterait la mise en place d'un protocole expérimental.

Revenons sur les débats entourant l'application de l'approche expérimentale en éducation, le protocole de ce que nous envisagions, les difficultés auxquelles nous nous sommes heurtés et la méthodologie finalement employée.

Plus d'informations

[Les débats scientifiques autour de l'approche expérimentale](#)

[Le protocole envisagé pour évaluer le CNEC](#)

[Les difficultés à mettre en place une approche expérimentale](#)

DÉBATS SCIENTIFIQUES AUTOUR DE L'APPROCHE EXPÉRIMENTALE

Matthieu Cisel

L'evidence-based education redevient à la mode

Les pratiques pédagogiques ont, selon certains, vocation à être évaluées de manière aussi systématique et scientifique que possible, et celles qui mobilisent le numérique ne font pas exception. Relativement marginales dans la littérature scientifique (Cook, 2002), les expériences randomisées semblent être de plus en plus appréciées dans les instances dirigeantes de l'Éducation Nationale, en particulier dans un contexte de renforcement des protocoles d'évaluation standardisés des compétences des élèves.

Bien qu'en matière de mesure de l'efficacité des pratiques pédagogiques, l'approche française se soit longtemps distinguée de celle des chercheurs américains, notamment sur la question des technologies éducatives (Chaptal, 2003), il semble que nous rejouions maintenant en France ce qui s'est passé outre-Atlantique il y a de cela quelques décennies, quand l'administration Bush lançait le programme No Child Left Behind, en 2001 (XX). Les pratiques reconnues comme les plus efficaces étaient – et sont toujours mutualisées via des sites comme [What Works Clearinghouse](#), qui répertorient un certain nombre de pratiques évaluées à l'échelle fédérale sur la base de ces méthodes expérimentales (Biesta, 2010). Les Britanniques, à travers l'[Education Endowment Foundation](#), ont suivi une démarche relativement similaire.

Des expériences qui reposent sur un respect rigoureux des protocoles

Nul ne peut être contre l'application de protocoles de recherche précis. Néanmoins, ceux-ci sont difficiles à appliquer de manière suffisamment rigoureuse pour permettre de produire des résultats scientifiques dignes d'intéresser. Enrôler les enseignants dans de tels protocoles signifie qu'il faudra les convaincre de suivre à la lettre des séquences d'enseignement pensées par d'autres.

Si cette approche existe en France, l'ingénierie didactique (Artigue, 1992) a précédé de plusieurs décennies la vague actuelle dite de l'Evidence-Based Education, on observe actuellement un changement d'échelle conséquent. Les organismes de financement sont de plus en plus séduits par les projets qui mettent en avant des expérimentations randomisées, qui nécessitent dès lors l'implication d'un nombre croissant d'enseignants. Or les contraintes qui pèsent sur les enseignants désireux de s'investir dans des protocoles d'évaluations des pratiques sont nombreuses. Ces derniers gagneraient à mieux les appréhender avant de s'engager dans de tels dispositifs, considération qui nous a amené à proposer cette contribution fondée sur une approche personnelle, où nous nous sommes placés simultanément dans le rôle du chercheur et de l'enseignant.

Appréhender la multiplicité des biais

Les problèmes que nous avons relevés sont multiples. Parfois, pour des raisons extérieures à la volonté de l'enseignant, un événement imprévu bouleverse le calendrier de l'expérience, mettant en péril sa validité. Parfois, c'est un choix personnel, j'ai été pris en tenailles entre mon devoir d'enseignant et mon devoir de chercheur ; aider un élève, et en particulier un élève en difficulté, signifiait déroger au protocole. Nous allons tenter simplement d'illustrer, sur la base d'un exemple concret, pourquoi nous avons renoncé à la mise en œuvre d'un protocole expérimental pour adopter, en définitive, des méthodes dites qualitatives.

QUEL PROTOCOLE POUR ÉVALUER LE CNEC ?

Matthieu Cisel

Identifier des éléments pertinents pour un protocole expérimental

Le CNEC est composé d'une multitude de modules, qui, s'ils sont certes interconnectés, ont des fonctions bien distinctes. Nous nous sommes alors posé la question : Quelle partie de l'artefact évalue-t-on précisément ?

Le « Générateur d'idées » vise à permettre d'instrumenter le travail d'idéation, et s'apparente à un padlet. Le « Corpus » vise à outiller la recherche documentaire. La « Fiche-Recherche » et les « Brouillons » afférents visent à structurer, étayer la démarche des élèves grâce à un certain nombre de consignes et d'aides comme des ouvreurs de phrase. Le « Formulaire de séance » peut jouer le rôle de fiche d'activité interactive, et être utilisé notamment pour structurer une recherche documentaire.

Il est manifeste que ces différents modules ne se prêtent pas de manière équivalente, pour l'évaluation de leur utilité, à la mise en œuvre d'une méthode expérimentale. Comme pour tout projet d'évaluation d'application numérique, il faut faire un choix des modules sur lesquels se concentrer l'évaluation.

Considérations méthodologiques

Pour saisir les raisons pour lesquelles la fiche-recherche et les brouillons de recherche ont été choisis pour le protocole expérimental, quelques éclairages méthodologiques sont nécessaires.

Premièrement, il fallait atteindre un échantillon statistiquement significatif d'élèves ou de classes, afin que les conditions de validité des tests statistiques mobilisés soient respectées.

Mobiliser plusieurs centaines d'élèves pour réaliser le test d'une application est un défi en soi.

Mais c'est parfois la dynamique d'une classe dans son ensemble qui intéresse le chercheur, et non les performances individuelles d'élèves. Par exemple, dans le cas du « Générateur d'idées », on peut vouloir s'intéresser au nombre d'idées produites par la classe dans son ensemble, ou à la proportion d'élèves passifs, ne produisant pas d'idées. Dans cette configuration, l'unité d'analyse n'est plus l'individu mais la classe. Il faudrait dès lors plusieurs dizaines voire plusieurs centaines de classes pour pouvoir raisonner de manière statistique, ce qui est une tâche impossible à mener sans une armada d'expérimentateurs.

Ces considérations nous ont amené à préférer nous centrer sur les modules qui permettent de mesurer de manière pertinente des performances individuelles. Et qui dit test de performances individuelles, dit tâches individuelles. Il faut du moins se centrer sur des tâches qui ont un certain sens à être réalisées de manière individuelle. Cela donc exclut très vite un module comme le générateur d'idée, où tout l'intérêt de l'artefact est de mutualiser des idées à l'échelle du groupe puis de la classe. Avec ce genre d'artefact, les indicateurs d'intérêt sont d'un tout autre ordre. Bien sûr, on peut revenir à des indicateurs individuels, comme le nombre d'idées produites par élève, mais cela contrevient à l'esprit dans lequel l'outil a été créé.

Par ailleurs, si l'on s'intéresse à des apprentissages sur le moyen terme, il est pertinent de mettre en place un protocole de type pré-test/post-test. En d'autres termes, on mesure une performance avant l'intervention impliquant la pratique pédagogique instrumentée, et la performance après cette même intervention. On met généralement en place un groupe témoin d'élèves pour lequel il n'y a pas d'intervention de quelque nature que ce soit. Cela permet de contrôler un certain nombre de variables. Cette logique de pré-test/post-test n'est pas incontournable même si elle est souvent considérée comme la voie royale ; on peut se focaliser sur les performances immédiates d'une classe, en faisant la différence entre la pratique avec la technologie, et la pratique sans la technologie, ou avec une autre technologie.

Le choix du témoin est déterminant. Il peut être par exemple discutable de choisir comme témoin l'équivalent de l'activité réalisée avec l'application, mais avec cette fois uniquement du papier ou d'autres éléments tangibles. En effet, d'autres facteurs entrent alors dans la balance que les seules caractéristiques de l'application, comme la facilité avec laquelle les élèves utilisent l'appareil sur lequel est testée l'application.

Il peut alors être préférable de choisir une autre application numérique si l'on s'intéresse à l'impact sur les performances d'une fonctionnalité précise de l'application. Néanmoins, dans ce dernier cas on ne s'intéresse aux apprentissages des élèves, mais à l'impact de la technologie sur leurs performances. Dans un cas comme dans l'autre, il faut identifier un module où l'on peut identifier facilement ce qui relève d'une performance individuelle. Le problème du corpus comme du formulaire de séance réside dans le fait qu'ils peuvent être utilisés à des fins particulièrement variées. En un sens, il faut choisir en amont le type de scénario dans lequel on veut tester l'outil : recherche documentaire, etc. Cela peut avoir un

sens, mais cela suppose de savoir en amont pour quel type de tâche l'enseignant souhaitera utiliser l'outil.

Il est un outil pour lequel ce type d'incertitude est minimale : les étayages du brouillon de recherche. Ils ont été conçus pour structurer la production d'écrits scientifiques : questions, hypothèses, etc. De plus, il est aisé, avec cet outil, de définir ce qui constitue une performance individuelle ; il suffit de définir des indicateurs de qualité de la production écrite. Certes, cela demande de déterminer ce que signifie produire une bonne hypothèse, ou une bonne question de recherche, mais il existe des travaux en didactique des sciences comme en épistémologie qui peuvent nous aider à cette fin.

S'inspirer de travaux sur l'évaluation des étayages

Pour mémoire, nous nous sommes inspirés d'environnements comme le Knowledge Forum (Scardamalia et Bereiter, 2006), le LabNbook (Girault et d'Ham, 2014 ; Wajeman et al., 2015) ou l'Hypothesis Scratchpad (XX), pour produire des étayages visant à aider les élèves à formuler des hypothèses, des questions, etc. Le principe est assez simple, au lieu de laisser les élèves partir d'une page blanche, nous proposons des ouvreurs de phrase qui aident, en plus des consignes, à mieux faire comprendre ce qui est attendu. Par exemple, pour la rédaction d'une question, nous pouvons proposer un ouvreur de phrase comme : *Nous cherchons à savoir pourquoi*, ou *Nous cherchons à savoir comment*, selon le type de question que l'on se pose. Pour un protocole, on pourra proposer un étayage comme *La première étape du protocole consiste à ...* pour indiquer qu'il s'agit de dresser une liste d'actions, comme une recette de cuisine. Lorsque l'élève clique sur l'étayage, celui-ci s'affiche alors dans le champ texte situé en-dessous, champ qu'il complète en fonction des particularités de sa propre expérience.

Derrière cette approche fondée sur les étayages numériques, il y a plusieurs théories de l'apprentissage, et notamment celle du scaffolding-fading dans la littérature anglo-saxonne. Nous nous sommes penchés de près sur les recherches françaises mettant en œuvre une évaluation de tels étayages, et en particulier sur celles menées par l'équipe qui a conçu un outil nommé le Lab Book. Deux thèses de doctorat (Savédra, 2016 ; Bonnat, 2017), ont porté précisément sur l'évaluation expérimentale de l'utilité des étayages du Lab Book (Girault et D'Ham, 2014), application étayant la conception de protocoles dans des disciplines scientifiques. Le nombre de classes mobilisées dans ces expériences est évidemment limité.

Les auteurs définissent des critères de qualité pour les productions des élèves, et s'attachent à montrer que les étayages proposés améliorent la qualité des productions écrites. Dans notre cas : les indicateurs de qualité peuvent être les suivants : est-ce qu'une hypothèse correspond effectivement à une solution à la question posée, est-ce qu'elle contient une conséquence vérifiable, c'est-à-dire une manière de la tester ? Le protocole d'évaluation de l'étayage est classique. On constitue un groupe témoin qui n'utilise pas l'application, un groupe qui l'utilise, et on compare les caractéristiques des productions des uns et des autres. Si tout se passe comme on l'espère, les élèves utilisant l'outil réalisent des

productions de meilleure qualité, quels que soient les critères que l'on mobilise pour la définir.

Il y a plusieurs façons de voir la question de la performance, selon que l'on s'intéresse ou non à l'évolution des performances des élèves sur le long terme ou que l'on se contente du court terme. Le plus simple est de raisonner sur du court terme, en se concentrant sur l'impact immédiat de l'artefact sur la performance. On va tester en classe, on sollicite les enseignants volontaires un nombre limité de fois. Le problème réside dans le fait qu'on ne sait pas si l'on a induit des apprentissages sur le long terme. Et, sans aller dans les détails, selon la logique de scaffolding-fading, fading fait référence au fait que les étayages finissent par disparaître.

En somme, on veut que les élèves soient toujours capables de produire des écrits de qualité une fois les étayages disparus. Évaluer des apprentissages sur du long terme est tout de suite beaucoup plus compliqué, car il faut du suivi sur du long terme, avec des tâches équivalentes, mais cette fois-ci espacées sur plusieurs semaines souvent. Sur le plan logistique, les obstacles sont multiples, mais c'est la seule manière de faire véritablement du pré-test post-test. Soit dit en passant, une quantité considérable de la littérature anglo-saxonne repose sur ce principe (refs). Dans l'immédiat du moins, je ne souhaitais mettre en place des expériences que sur du court terme.

Maintenant que nous avons fourni une idée plus précise de l'expérience envisagée, nous allons présenter [les biais contre lesquels nous avons lutté](#) et qui ont fini par nous convaincre de l'intérêt des méthodes qualitatives.

[Bibliographie](#)

METTRE EN PLACE UNE APPROCHE EXPÉRIMENTALE ?

Matthieu Cisel

Être chercheur et enseignant, une tension à gérer

Les problèmes rencontrés pour mettre en place un [protocole expérimental de recherche](#) sont de plusieurs ordres. Comment par exemple mesurer les performances des élèves de manière rigoureuse ? Il suffirait qu'ils copient les uns sur les autres pendant le test, et toute l'expérience serait mise en péril.

Il faut aussi que les tests réalisés se déroulent dans des conditions comparables. Vaste programme. De même, au nom de la comparabilité des conditions de l'expérience, on ne peut pas aider un élève davantage que les autres, même si cela a du sens sur le plan pédagogique. Enfin, il faudrait constituer un groupe témoin, c'est-à-dire un groupe avec lequel on ne testera pas l'application. Et non, on ne peut pas juste dire, cette classe sera mon groupe témoin, celle-là sera celle avec qui je testerai l'application. Problèmes de logistique en perspective. C'est sur ce point particulier que nous commencerons notre récit.

Constituer des groupes expérimentaux : un casse-tête logistique

De l'importance de la randomisation

Un protocole classique est fondé sur la constitution d'un groupe témoin et d'un groupe expérimental. L'un utiliserait l'application numérique, l'autre non. Premier problème : la constitution de ces groupes.

Utiliser une classe comme témoin, et l'autre comme groupe expérimental pose problème sur le plan scientifique : on irait à l'encontre de certains principes de base de la méthode expérimentale comme le principe de randomisation que l'on doit suivre lors de la

constitution de l'échantillon ; le problème est le même si l'on a dix classes ou si l'on en a deux. Pour être rigoureux, il faudrait diviser chaque classe en deux de manière aléatoire pour produire deux sous-groupes, chacun réalisant des activités différentes. La logique sous-tendant une telle démarche est assez simple, comme nous allons le voir dans la section qui suit.

Des effets confondants qui mettent en péril la validité de l'expérience

Tout enseignant sait que les classes dont il a la charge ne sont pas de niveau équivalent, nul besoin d'une démonstration fondée sur la littérature scientifique pour étayer ce propos. Par exemple, les classes ayant pour seconde langue l'allemand rassemblent généralement les meilleurs éléments. C'était d'ailleurs la situation à laquelle je faisais face en tant qu'enseignant, avec une classe dominée par les germanistes, et une autre dont ce n'était pas le cas. Pour des contrôles équivalents, j'ai pu observer deux points de moyenne de différence entre mes deux classes au premier trimestre.

Imaginons maintenant que l'on réalise l'activité censée améliorer les performances avec la meilleure des deux classes. Les performances de la classe expérimentale seront sans doute très supérieures à celle de la classe témoin. Mais on ne pourra pas déterminer si cette différence de performance est due à la pratique mise en place, qu'elle implique ou non du numérique, ou si elle est simplement due au fait que l'expérience a été menée avec la meilleure des deux classes. C'est ce que l'on appelle un effet confondant.

Lorsque l'on modifie deux variables à la fois, une pratique pédagogique d'une part, et le niveau d'une classe d'autre part, il est impossible de déterminer lequel des deux paramètres a eu l'impact le plus important sur la performance de la classe. Une bonne classe, ce n'est pas juste une classe qui a de bonnes performances, c'est une classe qui est capable de bénéficier davantage d'une activité. Car elle est plus attentive, car on perd moins de temps à faire de la discipline, etc. Cela affecte également les gains d'apprentissage, dont l'on aura du coup bien du mal à attribuer l'origine, à la pratique instrumentée en cours d'évaluation, ou à la bonne écoute de la part des élèves.

Des obstacles pratiques à la randomisation

Comment diviser les classes ?

Il aurait donc fallu trouver un moyen de faire des demi-groupes de manière aléatoire au sein d'une classe, et non choisir une classe qui ferait l'expérience, et une autre qui ne la ferait pas. Et c'est là que les choses se sont compliquées. Un chercheur qui ne travaille pas au quotidien dans un établissement scolaire peut sous-estimer les problèmes logistiques qu'une partition aléatoire de la classe représente. Il se trouve que mon collègue, comme

beaucoup d'autres établissements en France, avait vu sa dotation pour les heures supplémentaires diminuer sensiblement l'année de ma prise de fonction. La quatrième était le seul niveau où nous n'avions pas les budgets en SVT pour diviser la classe ; il fallait procéder autrement. Mais quand bien même aurions-nous eu le budget pour payer des heures supplémentaires, la division aléatoire en demi-groupes n'a rien de naturel.

Comment aménager les emplois du temps ?

Les classes sont généralement divisées en deux sur la base soit du classement alphabétique, soit pour des raisons de calendrier. Cela peut poser nombre de problèmes logistiques qu'un algorithme coupe aléatoirement en deux la classe pour créer ces demi-groupes. Si pendant qu'un demi-groupe suit votre cours, l'autre moitié de la classe a un trou - comprendre chez elle ou en permanence, cela ne pose pas de problème. Mais cela fonctionne rarement ainsi. Pendant qu'un demi-groupe est en SVT, l'autre est généralement dans un autre cours. Du coup il aurait fallu que j'explique à mon collègue enseignant de physique pourquoi je coupe la classe en deux de la manière la plus étrange qui soit, et qu'on ne peut pas suivre les divisions classiques utilisées habituellement.

Par ailleurs, il eut fallu que j'intervienne plus en amont, en juin, au moment de la mise en place des emplois du temps, pour expliquer à la direction de l'établissement la démarche pour qu'elle entre dans les algorithmes de gestion des emplois du temps. Ou au moins leur demander qu'il y ait un trou pour l'autre demi-groupe, ce qui n'est pas de nature à plaire aux élèves, surtout s'ils doivent passer l'heure en permanence au nom de la rigueur expérimentale d'un protocole.

Travailler en classe entière, une solution envisageable mais compliquée

On aurait pu couper aléatoirement la classe en deux, chacune des deux moitiés se consacrant à une activité différente. C'est le principe de la différenciation pédagogique. Certes, c'est une solution, mais c'est plus facile à dire qu'à faire. Le problème réside surtout dans le fait de suivre simultanément deux activités séparées, l'une mobilisant l'application, l'autre non. Mettre en place une activité généralement réalisée en demi-groupes - utiliser un outil digital peut être chronophage - dans une classe à trente élèves constitue déjà un défi en soi. En tant qu'enseignant, gérer par-dessus le marché deux activités distinctes dans un même environnement, c'est compliqué. Mais admettons qu'avec un peu d'expérience, cela soit faisable. Le principal obstacle réside alors dans le fait que les activités des deux demi-groupes ainsi constitués doivent suivre un chronométrage précis pour que les conditions de test soient comparables - et encore le chronométrage ne constitue qu'une seule des variables.

Si un groupe peut travailler pendant 45 minutes pendant que l'autre n'a que 20 minutes, la validité de l'expérience est remise en cause. Pour le moment, nous n'avons fait qu'effleurer

le problème des contraintes et des aléas de l'activité enseignantes, n'évoquant que les problèmes logistiques et les aléas des coupes budgétaires. Nous allons voir maintenant comment d'autres formes d'aléas peuvent affecter la mise en œuvre de l'expérience, mais aussi comment la conscience professionnelle de l'enseignant va entrer en contradiction avec la conscience professionnelle du chercheur. Il faut parfois déroger au protocole au nom de l'intérêt de ses élèves, mettant l'expérimentateur qui est en nous dans une position délicate.

Autres difficultés à résoudre

La conception de l'activité que doit réaliser le groupe témoin ne va pas de soi ; on ne peut pas s'en tirer en disant, on va faire quelque chose de complètement différent de l'activité du groupe expérimental. Ensuite, si l'on souhaite être rigoureux, il faut respecter scrupuleusement des questions de temporalités – durée des activités, mais aussi parfois écart temporel entre deux activités. C'est là que les aléas de la vie scolaire interviennent pour mettre en danger presque systématiquement votre protocole. Enfin, si l'on compare des performances individuelles, on ne peut pas aider un élève sans aider toute la classe. La rigueur expérimentale veut qu'on y renonce souvent, même si cela signifie renier certaines des valeurs que l'on porte en tant qu'enseignant.

La comparabilité des conditions de l'expérience à l'épreuve des aléas de la vie scolaire

Concevoir une activité pertinente pour le groupe témoin

Concentrons-nous maintenant sur la question de la pratique que l'on souhaite évaluer. Rappelons qu'il nous faut un groupe expérimental, où l'on teste l'application en question, et un groupe témoin, qui sert de comparaison. En ce qui concerne le groupe expérimental, il s'agissait de tester la technologie que nous développons, le système d'étayage. Tout le problème consiste à déterminer l'activité à réaliser avec le groupe témoin. C'est au moins aussi important que ce que l'on réalise avec le groupe expérimental, car c'est ce qui déterminera ce que l'on est en train de démontrer.

Le problème du temps de connexion à l'application

On ne teste jamais juste l'outil numérique, mais aussi toute la logistique qui va avec. A commencer par un détail pragmatique, le temps de connexion à l'application. Il faut pour se connecter des identifiants spécifiques. Cela prend généralement plus d'un quart d'heure avant que tout le monde soit connecté, et le désordre qu'impliquent les inévitables difficultés à se connecter impacte le bon déroulé de l'activité. Tous les élèves ne mettent pas le même temps, ce qui est un obstacle aigu sur le plan expérimental.

Les plus désengagés, qui prennent l'activité à la légère, mettront parfois le double du temps. On entend alors de manière récurrente : « Monsieur, j'ai oublié ma tablette chez moi », ou « ma tablette est déchargée ». J'avais la chance d'avoir une classe mobile en plus de leurs tablettes individuelles, mais cela voulait dire perdre du temps à noter à qui j'avais prêté une tablette, qu'ils se reconnectent à leur compte et tout ce qui va avec. Théoriquement, il faudrait attendre que les derniers élèves se soient connectés pour laisser les premiers commencer l'activité. Sinon les conditions dans lesquelles les élèves réalisent l'activité ne sont pas comparables. Or, 20 minutes sur une séance de 45, c'est conséquent. Les uns auront travaillé 25 minutes là où les mêmes y auront passé 45.

Les aléas de la connectivité

Avec le premier groupe expérimental, les choses se sont bien passées, et j'estime à environ 30 minutes d'activité, avec des écarts réduits au sein du groupe d'élèves, quelques minutes tout au plus. Et je commence à faire la même chose sur le deuxième groupe d'élèves. Et voilà que la connexion devient beaucoup plus lente au fil de la matinée. La bande passante de l'établissement est encore limitée. Un autre enseignant avait également décidé d'utiliser les tablettes pour l'une de ses activités, et voilà que cela affectait la capacité de mes élèves à naviguer sur Internet. Pendant 20 minutes, l'application était inutilisable et les élèves ont disposé de facto de moitié moins de temps. Alors bien sûr j'ai l'option de reporter le test, en espérant que cette fois ce type de problème n'apparaisse plus. Mais rien ne dit qu'il ne se reproduira pas.

En définitive, j'ai préféré mettre la main à la poche pour résoudre ce problème, en utilisant la connexion de mon propre téléphone portable, ou en employant un galet dédié pour ne plus avoir ce type de problème. J'ai financé une partie de ces tests avec mon forfait, pratique répandue, comme j'ai pu réaliser par la suite en échangeant avec des collègues. Néanmoins, c'est une stratégie qui ne marche que ponctuellement, il est délicat de la généraliser à plusieurs dizaines de classes.

Mesurer des performances dans des conditions comparables : un casse-tête

Le contrôle comme lieu privilégié de la mesure de la performance

Quand on est un expérimentateur extérieur, on ne s'émeut pas de demander à un enseignant de nous prêter une ou deux séances pour réaliser des tests évaluatifs ; certains de mes collègues chercheurs, dans la même situation, ont procédé de la sorte (Savedra, 2016 ; Bonnat, 2017). Mais si ce type de démarche se répète, l'enseignant peut à juste titre arguer du fait qu'il a un curriculum à suivre, et qu'il ne peut sacrifier son programme à l'autel de la recherche. Dans la mesure où je voulais réaliser de nombreux tests pour

mesurer la capacité de mes élèves à produire des hypothèses, je pris la décision de faire d'une pierre deux coups, et de me servir des contrôles comme lieu privilégié de mesure de leurs performances. Lors d'un contrôle, il y a un enjeu pour l'élève, il souhaite être au mieux de ses performances. Si l'on organise une activité qui ne pèse pas sur sa scolarité, on mesure autant sa capacité de réflexion que son sérieux à réaliser des activités non notées. Par ailleurs, pendant les contrôles, l'on arrive *a priori* à faire en sorte que les élèves n'interagissent pas entre eux.

Concevoir des activités équivalentes

Le premier problème auquel j'ai été confronté a été de concevoir ces contrôles comparables. Il est minime si l'on réalise des exercices nombreux et interchangeables : du calcul mental par exemple. On réalise avec les élèves une batterie de tests en septembre, puis une série équivalente en janvier, et on regarde le gain d'apprentissage selon la pratique suivie. Dans ce cas, cela ne pose aucun problème de poser, à quatre mois d'intervalle, strictement les mêmes exercices. Le fait qu'on ait posé le problème $9+5$ en septembre n'empêche pas de reposer la même question quatre mois plus tard. Il est par ailleurs possible de concevoir une batterie d'une centaine d'exercices pour lisser ce type de problème.

Il n'en va pas de même pour notre cas d'étude, quand l'on s'intéresse à la rédaction d'hypothèses. Tout d'abord, la démarche n'est pas aussi binaire que le calcul mental ; la réponse n'est pas juste ou fausse. Les critères d'évaluation sont bien moins objectifs, et surtout, il n'est pas pertinent de répéter les mêmes problèmes. Si l'on pose exactement le même problème à quatre mois d'intervalle, beaucoup des élèves risquent de se souvenir des réponses, ou du moins de la réflexion, des échanges et des éventuelles recherches personnelles qui auront suivi le contrôle.

Or la nature du problème posé déterminera sensiblement les performances des élèves. Ils étaient très à l'aise lorsque les problèmes portaient sur des objets de leur quotidien. Typiquement, ils devaient réfléchir aux causes de l'érosion de la biodiversité, et proposer des mécanismes pour expliquer la disparition de telle ou telle espèce : blanchiment des coraux, raréfaction des moineaux en région parisienne, surmortalité des batraciens en Amazonie. Dès lors que l'on abordait des problèmes analogues, mais impliquant des microorganismes – abstraits pour eux, la réflexion tournait court. Leurs capacités de raisonnement ne s'étaient pas effondrées du jour au lendemain, mais les conditions d'évaluation des performances n'étaient pas comparables. Du coup, il est nécessaire que les problèmes soumis aux élèves soient équivalents d'un test sur l'autre, et, dans l'idéal, à un instant T, absolument identiques pour tous les élèves du groupe témoin et du groupe expérimental. C'est là que l'on se heurte à un nouveau problème : la taille des salles de classes.

Contraintes des établissements scolaires : l'exemple de la taille des salles de classes

Dans le collège dans lequel j'exerçais, il n'existait pas de salle destinée spécifiquement à la passation des contrôles, avec des tables suffisamment éloignées les unes pour empêcher la triche. On se heurte du coup au problème suivant : soit on leur donne le même sujet et l'on accepte que certains élèves copient sur leurs voisins, c'est inévitable. Ils se communiquent les sujets des contrôles entre classes dès qu'ils le peuvent. Si une classe passe à 9h30, et la suivante à 10h30, vous pouvez être sûr que les sujets des contrôles auront circulé entre temps et potentiellement biaisé l'expérience. Deuxième option, qui ne fait qu'atténuer le problème : on utilise la parade on ne peut plus classique qui consiste à donner des sujets sensiblement différents. Mais là on retombe sur la question de la nature des problèmes posés : un élève aura beaucoup d'idées pour expliquer pourquoi les moineaux disparaissent, mais il sera complètement démuni si on lui soumet le problème de la disparition des anguilles dans les rivières françaises.

Tirailé entre deux consciences professionnelles

Continuons sur le problème de la similitude des conditions dans lesquelles les élèves sont amenés à réaliser leurs performances. Le problème qui suit est en théorie parfaitement évitable ; il illustre en revanche parfaitement le tiraillement qu'implique parfois la double casquette expérimentateur et enseignant : il s'agit de la question de l'aide aux élèves en difficulté. Il est magnifié par le fait que j'avais choisi de faire d'une pierre deux coups, les tests servant pour les expériences servant également de base à l'évaluation des élèves, mais concerne en pratique tout type de test où l'on mesure des performances individuelles. En principe, si l'on veut que les conditions expérimentales soient exactement les mêmes pour tous les élèves, il n'est pas question d'intervenir pendant le test pour apporter de l'aide à tel ou tel individu, sauf à donner strictement la même aide à tout le monde.

Du coup, si un élève est en véritable difficulté et qu'il a besoin d'un simple coup de pouce pour se lancer, comment lui refuser au nom du suivi strict du protocole d'évaluation ? A titre personnel, j'ai craqué, et je suis allé aider ceux qui étaient en plus grande difficulté, des coups de pouce personnalisés, fondés sur des dialogues que je ne pouvais répéter avec l'ensemble de la classe au risque de les perturber inutilement pendant le contrôle. Et j'ai réussi à faire comprendre des choses qu'ils n'avaient pas comprises pendant les travaux dirigés, et qu'ils n'ont compris que pendant le contrôle.

De petits aléas peuvent biaiser les expériences

Dernier point relatif à la question de la comparabilité des conditions de passation des tests : la question du calendrier. Il n'est guère besoin d'une longue expérience dans l'enseignement pour savoir que ce n'est pas la même chose, en termes d'attention des élèves, de faire un contrôle le lundi matin ou le vendredi après-midi, avant les vacances ou après les vacances,

à 9h30 lorsqu'ils sont fraîchement débarqués, ou à 11h30, juste avant la pause déjeuner. Parfois, on n'a guère le choix, et on peut estimer que l'expérience ne sera pas totalement faussée s'il y a une heure d'écart entre le groupe témoin et le groupe expérimental. En revanche, si elle se déroule sur plusieurs semaines, le problème est tout autre, et vous avez sans doute biaisé considérablement votre expérience.

L'exemple qui suit illustrera à nouveau les aléas de la vie scolaire qui viennent fausser les résultats. J'avais fait un contrôle avec un premier groupe la veille des vacances. Lorsque vient le moment de faire passer le second groupe, je découvre que la moitié de la classe est absente car dans un atelier organisé ce jour-là. L'annonce avait peut-être circulé en amont, mais pour une raison ou pour une autre, je n'avais pas été au courant. Bien sûr, on peut reporter le contrôle du deuxième groupe – faire faire une seconde fois le contrôle au premier groupe après les vacances n'est pas envisageable. Mais cela signifie plus de temps pour réviser. Et mon expérience montre que les résultats étaient bien meilleurs quand les contrôles étaient réalisés au retour des vacances. Et je vous passe le problème des élèves qui sont absents au contrôle, et qui doivent le repasser par la suite et peuvent donc dès lors être considérés comme des cas particuliers. Ce type d'effet est peut-être lissé si l'on mobilise des dizaines de classes, mais cela reste à démontrer.

En conclusion

Des biais pas si lissés

En endossant simultanément le rôle de l'enseignant et celui du chercheur, posture assez classique au demeurant, j'avais en théorie davantage de contrôle sur les variables d'intérêt. Je pouvais en principe produire des résultats plus rigoureux que si j'avais eu à composer avec des enseignants sans doute réfractaires à appliquer un protocole contraignant et à modifier leurs pratiques habituelles au nom de la rigueur scientifique. Cette expérience m'a permis de prendre la mesure de la difficulté de la tâche. J'étais au fait des nombreuses critiques sur l'introduction des approches expérimentales en sciences humaines, mais rien de tel pour l'illustration de ces problèmes qu'une expérience de première main.

Défaut de généralité des résultats

La seconde frustration que nous avons redoutée est, en définitive, la faible généralité des résultats que nous pouvons obtenir via l'approche expérimentale, et le risque de s'être trompé d'indicateur. Suivre une telle démarche implique que les variables d'intérêt sont clairement identifiées à l'avance, et que les chercheurs savent précisément ce qu'ils souhaitent collecter. Dans le cas des étayages du CNEC, on peut vouloir changer d'indicateur de qualité des productions écrites, et regarder par exemple la richesse du vocabulaire utilisé par les élèves. Si ces productions sont bien archivées, cela ne pose pas de problème

particulier. Mais s'il faut collecter les données à la volée – comme par exemple le temps que les élèves mettent à réaliser leur première production, il est trop tard pour revenir en arrière.

Par ailleurs, dans quelle mesure le résultat n'est-il pas contingent de l'application qu'on a utilisée ? Une petite modification des interfaces, et tout d'un coup, on chute brutalement. On ne peut pas affirmer de but en blanc que ce sont les étayages numérisés qui font gagner du temps, mais les étayages tels que pensés dans le cadre du CNEC. Il suffit qu'il évolue un peu et les résultats changent. On se situe alors plus dans une perspective d'évaluation d'une version éphémère d'une application que dans une logique de recherche dont les résultats sont susceptibles d'intéresser l'ensemble des praticiens et de la communauté scientifique.

Ces diverses considérations mettent à l'épreuve la pertinence de la mise en œuvre d'une approche quantitative pour l'évaluation. Nous avons écarté les approches quantitatives pour leur préférer des approches plus qualitatives : observations en classes, entretiens individuels et collectifs avec des enseignants sur la manière dont ils s'approprieraient l'application. Nous avons à bien des égards produit des résultats plus intéressants pour la communauté scientifique et éducative, pour un investissement en ressources somme toute inférieur.

Bibliographie

RECHERCHE SUR LES UTILISATIONS DU CNEC EN CLASSE EN 2019

Charlotte Barbier, Matthieu Cisel, Georges-Louis Baron, 12/06/19

Choix fondamentaux

Pour des raisons liées au développement du logiciel, la recherche sur le terrain, lancée n'a pu commencer que début 2019, lorsque des versions suffisamment stables de l'application ont été disponibles.

Nous avons envisagé un moment nous inscrire dans une perspective fondée sur une approche expérimentale, mais une série de considérations nous ont conduit à un autre choix.

La principale est que les résultats auraient été rapidement obsolètes. Une simple modification des interfaces peut en effet suffire à faire varier considérablement les résultats d'une expérimentation. Les protocoles expérimentaux n'auraient eu de sens que si l'application avait été stabilisée techniquement et sur le point d'être industrialisée.

Au-delà du fait que le CNEC évoluait encore trop rapidement pour être testé de cette manière en classe, les retards pris dans le développement ont affecté le calendrier initial des tests utilisateurs.

Pour conclure, une telle démarche imposait de décider en lieu et place des enseignants le déroulé des séances durant lesquelles le CNEC était utilisé, ce qui était contradictoire avec l'un des principaux objectifs de ces tests : appréhender la manière dont les artefacts produits seraient utilisés en classe. Nous avons préféré laisser aux enseignants le plus possible d'agentivité dans l'organisation des séances mobilisant le CNEC, afin d'éviter de produire des conditions d'utilisation artificielles.

L'utilisation d'approches qualitatives nous a permis de contourner en partie les problèmes qu'aurait posés la mise en place d'approches expérimentales plus quantitatives. Cependant, les résultats du travail de recherche ont été dans une large mesure perturbés par les retards pris dans le développement du code et par les problèmes d'utilisabilité.

Ces derniers ont interféré dans le processus de collecte de données, notamment car des enseignants ont été réticents à utiliser le CNEC lorsqu'ils faisaient face à plus de problèmes techniques qu'ils n'en pouvaient gérer. Des modifications techniques ont été apportées en fin de projet, il reste à prouver que celles-ci sont suffisantes pour permettre une utilisation effective de cet environnement en classe

Pour faciliter le processus de recrutement de testeurs, le programme *Savanturiers*, dans son formulaire d'inscription à destination de tous les enseignants français et diffusé en mai, a rajouté une question invitant ceux qui souhaitent participer aux tests utilisateurs à se signaler, indépendamment de la thématique dans laquelle ils désirent s'inscrire. Pour les enseignants partenaires, les thématiques traitées ne se cantonnent par conséquent plus désormais à la seule climatologie.

Des enseignants relevant de thématiques comme l'urbanisme, ou la création de jeux vidéo, sont venus s'ajouter au groupe initial de partenaires. Le nombre d'établissements concernés s'est sensiblement accru, les chercheurs ont multiplié les observations dans les classes. D'autres observations ont également été effectuées par des responsables du programme *Savanturiers* lors de certains tests utilisateurs où les chercheurs n'ont pas été présents.

La méthodologie d'observation mobilisée lors de la phase de mise à l'épreuve des différentes versions du prototype est sensiblement la même que celle qui avait été adoptée lors de l'observation de projets non instrumentés par les prototypes du CNEC. Une grille thématique a été élaborée pour rendre compte des différents pôles du système d'activité, qui correspondait à une forme plus avancée du système d'activité que nous avons étudié au cours des observations préliminaires à tout développement. L'observation a principalement eu un caractère *ethnographique* sur une durée longue (plusieurs mois).

En début de projet, avant une séance de test du CNEC impliquant un chercheur, un entretien téléphonique était généralement réalisé, au cours duquel l'enseignant informait de l'organisation de la séance qu'il avait envisagée, de la nature de l'activité que les élèves seraient invités à réaliser, et les modules de l'application mobilisés. Au cours de la première année du consortium, lorsqu'un seul module avait été développé (le mur d'idées), le choix s'imposait de lui-même.

Durant la troisième année du projet, au cours de laquelle l'essentiel des tests utilisateurs ont été menés, une demi-douzaine de modules étaient utilisables en classe, de sorte que les enseignants pouvaient décider de tous les mobiliser pour leur projet *Savanturiers*, ou de n'en mobiliser qu'une partie. Des réunions ont été organisées à intervalles réguliers au sein du laboratoire pour discuter des éléments saillants de ces observations.

Le tableau ci-dessous présente la liste des établissements où se sont déroulées les observations. Pour permettre de prendre la mesure de l'investissement dans le travail de terrain au cours des trois années du projet, nous y incluons les observations réalisées dans des établissements qui n'ont pas pris part aux tests utilisateurs de la troisième année du projet. Dans ce dernier cas, la période d'observation est précisée.

Code établ.	Niveau	Académie	Nb. classes	Nb. ens	Nombre de séances observées
A	Élémentaire (CM1)	Paris	1	1	1
B	Élémentaire (CE2)	Paris	2	2	7
C	Collège (5 ^{ème})	Paris	1	2	3
D	Élémentaire (CM1)	Paris	1	1	8
E	Collège (3ème)	Créteil	1	2	1
F	BTS	Paris	1	1	3
G	Collège (5 ^{ème})	Créteil	1	3	3
A0	Collège	Paris	1	3	12 (2016-2018)
B0	Élémentaire (CE2)	Créteil	1	1	8 (2016-2017)
C0	Collège	Paris	1	1	9 (2016-2017)

Tableau 1 : Détail des observations de tests utilisateurs réalisées par les chercheurs lors de la dernière année du projet. Les trois dernières lignes incluent des classes observées au cours des années précédentes.

Modalités d'observation et de suivi des tests utilisateurs

Quatre chercheurs (G-L Baron, M. Cisel, P. Kummer, E. Voulgre) et une stagiaire en Master 2 (C. Barbier) se sont investis dans les observations de classe. Après les séances, les chercheurs ont tenu des périodes de débriefing avec les enseignants et des réunions hebdomadaires ont permis de faire le point et d'harmoniser les procédures suivies.

De la même manière qu'au cours des deux premières années, les instruments mobilisés par les élèves et les enseignants, en dehors du seul CNEC, ont été observés selon la même approche que pour les projets Savanturiers non instrumentés. La seule addition vis-à-vis de la collecte des productions d'élèves réside dans le fait que nous collectons des productions réalisées au sein du CNEC. Nous avons les identifiants et mot de passe de l'ensemble des enseignants partenaires, de sorte que nous pouvions visualiser et agréger dans un document unique les écrits que leurs élèves avaient réalisés sur les modules utilisés, comme le Mur d'idées, ou la Fiche-Recherche, ainsi que les commentaires écrits éventuellement laissés par les enseignants.

Enfin, lors de plusieurs comités de conception, des retours ont été faits aux enseignants et plusieurs entretiens de groupe focalisés ont été réalisés.

Jusqu'à quatre chercheur.e.s sont venus réaliser des observations de manière simultanée dans une classe, auxquels se sont parfois ajoutés des représentants du programme Savanturiers, ou des académies impliquées.

Leur intervention s'est avant tout centrée sur l'observation, prolongeant en classe l'accompagnement commencé lors des Comités de Conception. Il a fallu parfois également

aider les enseignants en cas de problèmes de fonctionnement du CNEC, ainsi que les groupes d'élèves ne parvenant pas à se connecter à l'application, quelle qu'en soit la raison.

Le choix de venir en nombre a donc permis d'aider dans la résolution des problèmes techniques rencontrés tant par les enseignants que par les élèves, contribuant ainsi à l'amélioration du déroulement des tests utilisateurs.

Nous avons cependant conscience du fait que nous avons introduit une source de biais potentielle, dans la mesure où les conditions de passation des tests ne sont donc pas exactement celles auxquelles feraient face des enseignants non accompagnés. Mais l'état encore quelque peu instable de l'application et les problèmes de connexion qui n'étaient pas liés à l'application mais dus à une couverture wifi faible imposaient de procéder de la sorte. Au demeurant, le nombre d'observateurs ne semble pas avoir perturbé outre mesure les élèves qui, généralement concentrés sur leur projet, ont rapidement ignoré les chercheurs.

Résultats relatifs aux utilisations du CNEC en classe

Nous disposons d'un vaste ensemble de données, que nous n'avons pas encore toutes analysées à cette date. Nous présentons ici ce qui nous semble le plus significatif.

Comme nous l'avons expliqué plus tôt dans le document, une partie des enseignants engagés dans le projet de conception ont ouvert leurs classes pour accueillir des chercheurs au cours de la première année du projet, en 2016 et nous les en remercions sincèrement. Un certain nombre d'entre eux ont par ailleurs participé à des ateliers visant à exprimer des besoins en termes d'instrumentation, et à ouvrir leurs classes pour tester les prototypes une fois ceux-ci suffisamment avancés pour être mis à l'épreuve d'une utilisation en classe.

Identification et correction des bugs

Les observations ont bien sûr été l'occasion d'identifier des bugs. Dans la mesure où l'industriel ne venait qu'exceptionnellement dans les salles de classe pendant ces tests, une médiation de ce travail a été organisée pour que lui soient communiqués les problèmes qui relevaient de sa responsabilité.

Des comptes-rendus relatifs aux dysfonctionnements constatés ont été périodiquement envoyés au programme Savanturiers, qui se chargeait alors de convertir ce travail en tickets dans le logiciel Youtrack, permettant de faire l'interface avec les développeurs et de suivre de manière individuelle le devenir de chaque remarque effectuée.

Les dysfonctionnements observés ont été répartis en problèmes techniques (comme un bouton n'apparaissant pas en mode portrait dans l'interface de tablettes à la résolution faible) et ergonomiques. L'industriel a également proposé un « formulaire de bugs » que les enseignants devaient remplir lorsqu'ils constataient des dysfonctionnements. L'expérience a

montré que cet outil n'a que peu servi, tant les enseignants manquaient de temps pour suivre cette démarche.

De nouveaux *focus groupes* ont été réalisés lors de deux réunions faisant suite à l'utilisation du CNEC en classe. Les enseignants ont notamment été invités à identifier quels étaient les obstacles à l'utilisation des différents modules des prototypes utilisés, ainsi que leur valeur ajoutée par rapport aux instruments qu'ils mobilisaient en amont, et sur les fonctionnalités qu'ils estimaient manquer.

Les entretiens ont été structurés de sorte à éviter de s'attarder sur les remarques triviales – difficultés de connexion et problèmes d'ergonomie en premier lieu. Ces remarques étaient en effet transmises au cours des cocons dans des temps d'échange avec l'industriel, mais non pas au cours des focus-groupes, dont la fonction était avant tout de répondre à des enjeux épistémiques, i.e. répondre à des questions de recherche qui dépassent le seul contexte du cas d'étude qu'est le CNEC.

Les serveurs de l'industriel ont collecté un certain nombre de traces lors des tests utilisateurs. Ces traces nous ont été transmises après anonymisation, sous la forme d'une base SQL. Nous sommes actuellement en train d'analyser ces traces pour identifier la manière dont elles peuvent être croisées avec les approches plus qualitatives que nous avons menées par ailleurs. En addition des observations menées en classe, nous avons participé aux comités de conception qui ont ponctué l'année.

Un large spectre d'utilisations en fonction des niveaux et des établissements

Un large spectre de situations et utilisations ont été observées dans les classes et les difficultés rencontrées par les enseignants étaient en partie dépendantes du contexte spécifique de leur projet et de l'infrastructure informatique de leur établissement. Par exemple, dans plusieurs écoles, des problèmes de connexion au réseau internet de l'établissement ont demandé la mise en place de stratégies de contournement telle que l'utilisation du partage de connexion du smartphone de l'enseignant.

Le plus souvent, un module ou deux tout au plus du CNEC étaient utilisés au cours d'une séance donnée, en cohérence avec la logique dans lequel le CNEC a été pensé. Il est néanmoins arrivé qu'un enseignant décide d'utiliser jusqu'à trois modules dans un même cours ; il déclarait vouloir réduire au minimum le nombre de séances durant lesquelles le CNEC, considéré comme perturbateur de l'activité, serait utilisé.

Le CNEC a surtout été utilisé durant les premières étapes des projets : pour le recueil des questions ou propositions des élèves et pour consulter, partager et sauvegarder des documents relatifs au projet de la classe. Le CNEC a aussi été utilisé par une partie des enseignants pour la formulation d'une problématique, d'hypothèses et d'un protocole. Néanmoins, nous n'avons pas observé d'enseignant utiliser le CNEC à d'autres étapes de leur

projet telle que la rédaction des résultats de la recherche menée. De plus, le CNEC était essentiellement utilisé à la discrétion de l'enseignant et très rarement suite à l'initiative des élèves.

Lors des échanges que nous avons conduits avec eux, les enseignants nous ont fait part des apports du CNEC pour leur pratique. De façon générale, ils et elles considèrent que l'un des avantages du CNEC est de pouvoir garder des traces du travail réalisé tout au long du projet et de visualiser, grâce à la fiche recherche, où les élèves en sont dans l'avancement de leur recherche et ainsi les aider à structurer leur démarche.

Nos interlocuteurs de primaire ont évoqué le fait le CNEC offre la possibilité de familiariser leurs élèves à l'utilisation du numérique dans une logique de travail scolaire et à apprendre à manipuler une application. Ils ont également souligné que le CNEC permet de montrer aux élèves qu'un travail de recherche ne signifie pas un travail bâclé et que même un brouillon peut être structuré.

Des enseignants du secondaire ont plébiscité le fait que le CNEC facilite la gestion du travail en classe en rassemblant en un seul instrument différents outils en classe et parce qu'ils pouvaient accéder aux productions des élèves et passer rapidement de l'une à l'autre depuis leur compte au lieu d'aller voir physiquement chaque groupe.

LES PROJETS DES ENSEIGNANTS

Divers enseignant.e.s ont participé aux tests utilisateurs du [Carnet Numérique de l'Élève-Chercheur](#). Ils et elles ont utilisé l'application dans le cadre de la mise en œuvre d'un projet *Savanturiers* avec leurs élèves.

Les articles de cette section contiennent des narrations problématisées par des praticiens et des chercheurs, ainsi que divers documents présentant le travail accompli dans les classes.

[Le projet de conception de jeu vidéo de la classe de CM1 de Richard](#)

[Les activités réalisées par les élèves de CE2 d'Anne-Cécile et Morgane](#)

[Une synthèse d'observations du projet de Anne-Cécile et Morgane](#)

[Quelques observations réalisées en classe de 5e](#)

CONCEVOIR UN JEU VIDÉO AVEC DES CM1, LE PROJET DE RICHARD

Charlotte Barbier et Richard Thomas



Les lignes qui suivent sont une narration problématisée de l'action d'un enseignant (Richard) observée par une étudiante-chercheuse (Charlotte). Une première rédaction a été réalisée par cette dernière puis modifiée par Richard. Celui-ci enseigne dans une école primaire située dans un quartier favorisé de Paris où il mène un projet Savanturiers de l'ingénierie avec ses élèves de CM1. Il s'agit de concevoir un jeu vidéo sur l'histoire de leur école, qui est un ancien hôtel particulier.

Le contexte du projet

L'enseignant et son établissement

Richard enseigne depuis environ 10 ans, après avoir suivi une formation initiale d'ingénieur. Il a obtenu un DEA en conception de produit et innovation, a réalisé un stage dans un laboratoire de recherche puis a commencé à travailler comme

ergonome dans une entreprise. Il a ensuite décidé de changer de métier et de se tourner vers l'enseignement parce qu'il aimait transmettre des connaissances.

Il est arrivé dans son école actuelle à la rentrée de septembre et c'est la première fois qu'il a la charge d'une classe de CM1. Il a en revanche une certaine habitude de la pédagogie par projet puisqu'il en a mené plusieurs avec des élèves.

Richard estime que son enseignement est centré sur le questionnement, et considère que « *c'est quelque chose qui est très important et qui prévaut sur tout* » car pour apprendre il faut d'abord se poser des questions. Ainsi, il espère faire émerger chez ses élèves une posture d'apprenant permanent, qui part de son propre questionnement pour devenir acteur de ses apprentissages. Pour ce faire, il essaye d'employer des pédagogies actives. Par exemple, en grammaire, plutôt que d'énoncer des règles aux élèves et leur demander de les appliquer, il met en place des exercices de manipulation de la langue, de transformation de textes afin que les élèves en induisent les règles. Cet enseignant juge également qu'il est important de susciter l'intérêt des élèves en se basant sur « *ce qu'ils sont et ce qu'ils font* ». Ainsi, il dit aimer partir de la culture des élèves pour essayer de l'élargir car il a l'impression que c'est de cette manière, en suivant ses envies, qu'il a lui-même appris le plus de choses. En raison de son attachement à ces principes, Richard dit se sentir en décalage par rapport aux autres enseignants dans sa manière de travailler.

Depuis qu'il a commencé à enseigner, Richard a souhaité enseigner la démarche scientifique. Il a d'abord utilisé des ressources créées par la fondation La Main à la Pâte puis a voulu essayer de mettre en place un projet *Savanturiers* car « *l'esprit de projet* » mis en avant lui plaisait.

Les Savanturiers, l'éducation par la recherche et le projet e-FRAN

Richard explique qu'il cherchait un cadre dans lequel réaliser un projet car il pense qu'avec des élèves de niveau élémentaire il est important de construire quelque chose pour qu'ils soient intéressés. Il estime également que « *la démarche initiale proposée par les Savanturiers en fait c'est [s]a démarche* » parce que sa façon d'enseigner repose sur le questionnement et les appétences des élèves, comme nous l'avons évoqué précédemment.

Il a découvert les Savanturiers en 2017, grâce à une newsletter académique appelée *Informalire*, qui contenait une information sur le programme. Il voulait enseigner la « *pensée informatique* » à ses élèves en menant un projet de conception basé sur la programmation et il lui a semblé qu'il pouvait réaliser un tel projet dans le cadre des Savanturiers. Il y a alors inscrit sa classe de CE1 pour l'année scolaire 2017-2018 en proposant son projet. La classe a réalisé un jeu vidéo sur les dinosaures et programmé sur le logiciel Scratch. Son école disposait de nombreux équipements informatiques récents, en particulier un TNI, des tablettes et des ordinateurs portables, contrairement à l'établissement où il travaille cette année où le matériel se trouve principalement dans une salle contenant des ordinateurs de bureau.

Les Savanturiers lui ont proposé de rejoindre le projet e-FRAN durant sa troisième année. Il a accepté car il trouvait intéressant de tester un nouvel instrument mais tout en se disant que son projet restait la priorité. Il dit voir le CNEC comme un plus et ne souhaitait surtout pas que le cœur de l'apprentissage soit la prise en main de l'application car l'important est que les élèves s'approprient la démarche scientifique et non de « *faire de la métacognition sur le CNEC* ».

Le déroulement de son projet en classe

Le choix et les objectifs du projet

Comme nous l'avons évoqué, Richard avait déjà réalisé un projet de conception de jeu vidéo l'année précédente, avec une classe de CE1. Il a souhaité renouveler l'expérience avec des élèves de CM1. Le but de ce projet est d'enseigner « la pensée informatique », c'est-à-dire de faire comprendre le fonctionnement d'un algorithme, comment marchent les machines telles que les ordinateurs. Richard trouve qu'il est important d'enseigner des notions d'informatique à l'école parce que l'informatique fait partie de notre quotidien, que l'école a pour mission de former des citoyens, et donc que l'école devrait enseigner comment fonctionnent ces technologies pour que les élèves soient en capacité de les maîtriser. Pour ce faire, il lui semblait pertinent de former ses élèves à la programmation en leur faisant concevoir un produit.

Il a choisi de faire réaliser un jeu vidéo à ses élèves parce qu'il trouve que cela fait partie de leur culture et parce que la conception d'un jeu vidéo nécessite plusieurs étapes en plus de la programmation, par exemple la scénarisation, ce qui permet de développer un ensemble de compétences. Comme l'année dernière, il compte faire utiliser le logiciel Scratch à ses élèves pour la programmation du jeu. Cependant, dans cette classe une partie des élèves ne maîtrise pas le logiciel avant le commencement du projet. Même si l'année précédente ce sont les élèves qui avaient choisi le thème du jeu, cette fois-ci l'enseignant l'a imposé : il doit porter sur l'histoire de leur école. De plus le jeu doit comporter 7 aventures ou niveaux, un par groupe d'élèves. Chaque groupe devra rédiger le scénario de son niveau, déterminer ses règles, le dessiner puis le programmer.

Pour ce projet, il a été accompagné par deux mentors. La première est ingénieure et fut la mentore de son projet de l'année précédente. Puisque la collaboration avait été fructueuse à ses yeux, Richard lui a demandé d'accompagner également son projet de cette année. La seconde mentore est conférencière de la Réunion des Musées Nationaux et a une formation d'historienne.

A travers ce projet, Richard ne vise pas uniquement le développement de compétences en programmation. En effet, il souhaite également que les élèves s'améliorent en rédaction, par le biais de la scénarisation du jeu et l'écriture de billets de blogs sur leur travail. Richard veut aussi que les élèves fassent « *de l'Histoire* ». Il compte essayer de développer diverses

compétences assez transversales chez ses élèves, telles que le raisonnement, la logique ou la problématisation. Il espère pouvoir faire des mathématiques lors de la programmation, quand les élèves vont devoir se repérer dans un plan pour faire se déplacer correctement leurs personnages. Néanmoins il pense que les règles que les élèves mettront en place dans le jeu influenceront sur les compétences et notions qu'il faudra mobiliser pour parvenir à concevoir le jeu.

Les séances en classe

Le projet a commencé au début du mois de février et les séances ont eu lieu toutes les semaines dans la salle informatique et la BCD de l'école. En règle générale, chaque séance a commencé par un rappel sur le travail réalisé lors des séances précédentes puis l'activité du jour et son objectif étaient exposées. Nous avons remarqué que les élèves comprenaient bien le déroulement du projet, et savaient expliquer ce qu'ils avaient fait ou étaient en train de faire.

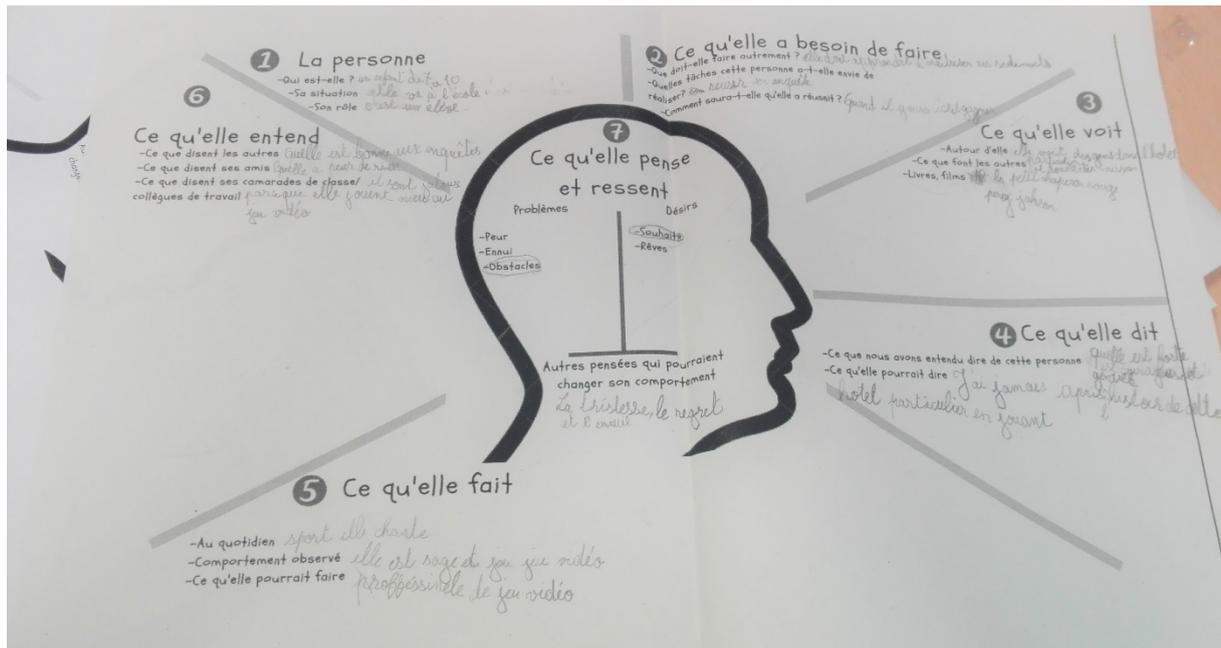
La première séance à laquelle nous avons assisté était le 5 février. L'enseignant a demandé aux élèves de s'asseoir par terre pendant qu'il diffusait via le vidéoprojecteur des diapositives rappelant l'objectif du projet. Il leur a expliqué qu'ils devaient essayer de trouver une solution à un problème technique, à savoir : « comment concevoir un jeu vidéo plaisant ? » et ils allaient utiliser le CNEC pour y noter leurs idées. Richard leur a ensuite montré sur l'écran comment se connecter à l'application et où cliquer pour se rendre dans le générateur d'idées et le mur qu'il avait créé pour la séance. Il a donné pour consigne aux élèves de réfléchir aux éléments qui leur plaisent lorsqu'ils jouent à un jeu vidéo et de s'en inspirer pour écrire des propositions dans l'application, puis il les a laissés utiliser les ordinateurs, en groupe. Les élèves ont donc réalisé l'exercice demandé, se relayant pour écrire une idée chacun leur tour au sein de chaque groupe et Richard passait derrière eux pour les aider en cas de difficulté. Grâce au vidéoprojecteur, les idées des élèves s'affichaient sur l'écran derrière eux en temps réel et l'enseignant les a incités à lire les propositions faites par d'autres pour en susciter de nouvelles chez eux.

Au bout d'un quart d'heure, il a demandé aux élèves de revenir s'asseoir par terre afin de terminer la séance par une mise en commun et une catégorisation des idées. Il a demandé de trouver les catégories pertinentes pour ranger leurs propositions, qu'il créait au fur et à mesure, puis il a invité la classe à indiquer dans quelle catégorie mettre chaque idée. Il a ensuite réalisé un bref bilan sur leurs catégories identifiées : décors, thème, personnages et histoire. Avant de terminer la séance, il a annoncé que la classe allait avoir besoin d'aide pour pouvoir créer son jeu vidéo et donc qu'une mentore allait les accompagner et qu'il faudrait lui envoyer un email lors de la prochaine séance pour la tenir informée de l'avancée de leur travail.

L'enseignant a estimé qu'il fallait retravailler « la problématique » de leur projet car elle ne semblait pas inspirer les élèves puisqu'ils faisaient peu de propositions. Il a donc mis en place une activité pour déterminer une nouvelle situation-problème : il leur a demandé de

trouver des termes qui pourraient les aider à concevoir le jeu. Ils ont ensuite attribué une note à chacun des mots et grâce à cette pondération ils ont sélectionné 3 idées directrices. Ils ont choisi de réaliser un jeu drôle, avec de l'action, à destination d'enfants de leur âge et portant sur l'histoire de leur école. Puis leur mentore est intervenue en classe et leur a présenté un outil qu'elle utilise dans son propre travail : une carte d'empathie. Il s'agit d'un outil permettant d'anticiper le profil et le comportement du futur utilisateur d'un produit ou d'un service, en l'occurrence le futur joueur.

Photographie d'une carte d'empathie



Ensuite, la classe a travaillé sur la structure des contes, dans le cadre du cours de français, et ils ont choisi de se baser sur cette structure pour construire le scénario de jeu vidéo. Les élèves sont alors passés à l'écriture du scénario de leur jeu et ont imaginé l'avatar du personnage qu'incarne le joueur.

Lors de la séance suivante Richard a donné pour consignes aux élèves de trouver des questions au sujet de l'histoire de l'école ainsi que des documents pour essayer d'y répondre. Ils devaient se connecter au CNEC et utiliser le brouillon pour noter leurs questions. Chaque groupe devait soumettre 1 ou 2 questions et il fallait qu'il s'agisse de "vraies problématiques". Une fois leurs questions soumises ils devaient commencer à faire une recherche documentaire sur internet au sujet de l'histoire de leur école et à enregistrer les documents trouvés dans les ressources du CNEC.

Les élèves ont bien suivi les consignes et ont répondu au déroulé de questions du brouillon de recherche pour enregistrer leurs propositions, sans toutefois modifier leurs questions après que l'application a généré les conseils basés sur leurs réponses.

Lorsqu'ils ont commencé la recherche documentaire, la plupart ont cherché des photos de l'école et Richard leur a conseillé de lire les informations disponibles sur les sites où ils

trouvaient ces images. Il leur a également rappelé de télécharger les documents puis de les sauvegarder dans les ressources en indiquant qui en était l'auteur et à quelle adresse ils avaient trouvé ces documents. Comme à son habitude, l'enseignant a terminé la séance par une mise en commun : il a affiché sur le grand écran les brouillons créés par les élèves afin qu'ils lisent ensemble les questions proposées afin de savoir lesquelles garder.

Parmi les propositions il y avait par exemple « quand l'école a-t-elle été construite ? » et « en quelle année la famille qui habitait ici est devenue riche ? ». Richard a demandé aux élèves si on pouvait rapidement répondre à ces questions, et a ajouté que si c'était le cas, ce n'était pas une bonne problématique car une problématique nécessite de faire des recherches pour obtenir une réponse. L'enseignant a alors sélectionné une des propositions des élèves pour qu'elle soit la problématique de leur jeu : « Comment la famille qui habitait ici est devenue riche ? ». Puis, il a annoncé qu'ils allaient demander à un historien de les aider dans leur recherche et a choisi parmi les volontaires ceux qui auraient pour mission d'écrire un mail à leur deuxième mentor pour expliquer leur problématique.

L'étape suivante du projet a été de revenir à la situation-problème de départ pour la modifier, le projet n'a donc pas suivi un chemin linéaire. Puis la mentore est intervenue pour apporter son expertise à travers la présentation d'un outil utile pour le projet. Ensuite, la classe a travaillé sur la scénarisation du jeu vidéo, ce qui montre l'aspect interdisciplinaire de ce projet, qui requiert la mobilisation de nombreuses compétences diverses de la part des élèves comme de l'enseignant. Puis l'enseignant a introduit une démarche de recherche dans le projet à travers l'élaboration d'une problématique puis la réalisation d'une recherche documentaire.

Par la suite, chaque groupe s'est vu assigner un exercice différent : certains devaient rédiger un billet de blog portant sur un des aspects du projet, d'autres avaient pour mission d'écrire un mail à destination d'un mentor, d'autres enfin devaient continuer le travail sur un des éléments du jeu, tel que compléter la carte d'empathie ou réaliser un *benchmark*.

Ainsi une partie des élèves travaillait en salle informatique, sur un logiciel de traitement de texte (LibreOffice) et une autre partie travaillait dans la BCD en utilisant des feuilles et crayons. Richard passait d'un groupe à l'autre pour superviser l'avancée de leur travail et guider les élèves. Il était beaucoup sollicité par les élèves, qui se levaient pour venir lui demander conseil. L'enseignant a également expliqué au groupe devant envoyer le mail comment utiliser le service de messagerie BlueMind. Au groupe travaillant sur le scénario du jeu vidéo, il a demandé de ne pas oublier d'inclure des éléments permettant au joueur d'apprendre des choses sur l'histoire de l'école, ce à quoi l'un d'eux a répondu « *Monsieur c'est déjà compliqué et là vous nous facilitez pas la tâche* ».

Lors de la mise en commun l'enseignant a montré à la classe leur blog en expliquant que désormais, chaque fois qu'ils accomplissaient une étape du projet, des élèves seraient chargés d'écrire un billet de blog pour raconter ce qu'ils ont fait. L'objectif étant de « *créer une communauté autour de leur projet* ». Puis, après, la récréation, ils ont terminé la séance par une présentation du travail de deux groupes. Les élèves ont expliqué là où ils en étaient

puis les autres pouvaient poser des questions ou faire des remarques pour les aider à améliorer leur travail.

La séance suivante s'est déroulée de façon très similaire, chaque groupe a continué son travail. Quelques jours plus tard, la classe a rencontré la deuxième mentore qui a organisé avec eux une visite au Musée d'Orsay. Elle leur a présenté, sous forme de courtes conférences, plusieurs œuvres du 19e siècle (la période à laquelle leur école a été construite), choisies spécifiquement pour montrer aux élèves dans quel environnement vivait la famille sur laquelle porte leur jeu vidéo. Elle a par exemple utilisé deux et des ? tableaux pour illustrer et expliquer le rôle des femmes à l'époque et leurs tenues. Richard considère que cela a permis à la classe de mieux se projeter dans l'univers de leur jeu. Les élèves ont d'ailleurs utilisé certaines informations données par la mentore pour construire leur niveau. Ainsi, dans l'un d'eux le personnage doit jouer du piano pour libérer une de ses amies et les élèves ont choisi que le morceau à jouer serait de Chopin car la conférencière leur a dit que la famille connaissait certainement cet artiste. La mentore a aussi expliqué qu'à l'époque tous les plats d'un repas étaient servis au même moment, alors les élèves qui devaient réaliser le niveau se déroulant dans la salle à manger plaçaient dans leurs décors divers plats sur une table.

L'enseignant a divisé le travail entre les différents groupes. Ainsi au sein de chaque groupe les élèves travaillaient ensemble sur une même activité et l'enseignant coordonnait les groupes entre eux afin d'atteindre un objectif commun : l'avancement du projet.

L'aspect collaboratif du projet s'est donc manifesté par la division du travail couplé à des moments de mises en commun et de retours sur le travail des uns et des autres. Plusieurs étapes permettant la conception du jeu vidéo ont donc été accomplies en même temps par différents groupes. La rédaction des billets de blogs et mail à destination des mentors a permis aux élèves de faire une restitution de leur travail au fur et à mesure qu'ils l'accomplissaient, ce qui les aidait à prendre du recul sur leur projet et à comprendre l'objectif de certaines tâches. Nous voyons que la deuxième mentore a également mis son expertise au service de la réalisation du projet puisqu'à travers sa conférence, elle a apporté aux élèves les informations dont ils avaient besoin pour réaliser leurs niveaux dans le jeu.

Lors de la séance de début mai, les élèves ont reçu pour consigne de travailler sur la réalisation d'un *benchmark* pour leur jeu. L'enseignant s'est basé sur le travail mené durant les semaines précédentes par l'un des groupes pour établir une grille d'évaluation de jeux vidéo, qu'il a consignée dans un tableur. Il souhaitait déposer ce document dans l'espace ressources du CNEC mais s'est rendu compte que les documents de ce format n'étaient pas acceptés par l'application. Il a donc déposé le tableur sur le bureau des PC des élèves via le PC enseignant. Il a donné pour consignes aux élèves de se rendre sur le site de Scratch pour trouver des jeux sur des thèmes similaires à celui de leur niveau et de les évaluer. Puis il leur a montré le tableau qu'il a réalisé : à l'aide d'un code couleur les élèves devaient indiquer s'ils jugeaient bon (en vert) moyen (en jaune) ou mauvais (en rouge) divers éléments du jeu testé, tel que le graphisme des personnages, le système de récompenses ou l'histoire. Ils devaient également décrire en une phrase ces éléments. L'objectif de l'activité était de pouvoir se

baser sur ces évaluations pour savoir ce qui constitue un bon jeu et ensuite essayer d'inclure ces éléments dans leur propre jeu.

Les élèves ont en partie suivi les consignes : ils ont bien testé des jeux, mais en général plusieurs au lieu d'un seul par groupe et passaient plus de temps à jouer, chacun leur tour, à ces jeux plutôt qu'à essayer de remplir le tableau. Richard passait derrière les élèves en leur posant des questions pour les aider à remplir le benchmark, telle que « comment est-ce qu'on fait pour gagner dans ce jeu ? ».

La responsable de projet e-FRAN, qui assistait à cette séance, a essayé d'assister Richard en posant également des questions aux élèves pour les guider. Néanmoins, à la fin de l'heure, la plupart n'avaient réalisé l'évaluation que de 2 critères. Pour la mise en commun, Richard a demandé au groupe le plus avancé d'expliquer ce qu'ils avaient fait et de justifier leur évaluation. Ils avaient testé un jeu qui était en fait un quiz et ont expliqué que certains éléments manquaient, par exemple il n'y avait pas de déplacements. Richard a conclu en disant qu'il voulait leur faire voir ce genre de choses, qu'il faut bien penser à tous les éléments.

Les élèves ont tous réalisé la même activité cette fois-ci et nous voyons que le travail réalisé par certains groupes d'élèves a ensuite des répercussions sur l'ensemble de la classe : un groupe avait travaillé sur l'élaboration d'un benchmark, l'enseignant l'a amélioré puis a fait utiliser cet outil à tous les groupes. Ainsi l'une des spécificités de ce projet est qu'il contient des activités visant la création d'outils qui sont ensuite utilisés pour atteindre l'objectif principal, la conception du jeu.

La veille de la séance du 14/05 la classe a utilisé le générateur d'idée afin de réaliser un *brainstorming* et choisir le nom de leur jeu. Ils ont également entrepris l'écriture de nouveaux billets de blog ou repris l'écriture de ceux commencés plusieurs semaines auparavant. Pour continuer ce travail durant cette séance-ci, chaque groupe a été divisé en deux. : une partie des élèves devaient avancer sur la rédaction de leur texte et les autres devaient commencer la programmation de leur niveau.

Comme certains élèves n'étaient pas familiers de Scratch, Richard leur a simplement donné pour consigner d'explorer le logiciel pour faire en sorte de placer un lutin et le faire se déplacer lorsque l'utilisateur utilise les flèches du clavier. Richard est peu intervenu durant cette séance, mis à part pour rediriger l'attention des élèves sur la tâche demandée. Il souhaitait qu'ils cherchent et trouvent par eux-mêmes comment faire, ce qui a assez bien fonctionné puisqu'à la fin de l'heure la plupart des groupes avaient réussi. Les élèves faisaient preuve d'entraide et Richard favorisait l'enseignement mutuel : ceux qui connaissaient le mieux le logiciel expliquaient des parties de son fonctionnement à ceux qui ne le maîtrisaient pas. Lors de la mise en commun Richard a pris l'exemple de deux groupes ayant programmé les déplacements de manière différente (l'un avait utilisé les blocs « avancer de 10 pas » et un autre les coordonnées, « ajouter 10 à x ») pour leur dire qu'il y a souvent plusieurs manières de faire en programmation pour obtenir un même résultat.

Les deux séances suivantes ont été consacrées à la programmation des niveaux. Les groupes avaient établi et écrit sur une grande feuille les règles de leur niveau et ajouté un dessin de celui-ci. Richard leur a demandé d'utiliser cette feuille pour programmer leur niveau, y mettre les avatars des personnages, ajouter les sons et décors etc. Richard guidait les élèves en répondant à leurs sollicitations, en passant derrière eux pour voir leur travail. Certains étaient assez frustrés de ne pas réussir à faire ce qu'ils souhaitaient dans le logiciel.

L'enseignant était bien plus directif pendant ces séances qu'à son habitude, finissant souvent par dire aux élèves quoi faire et comment et allant parfois jusqu'à réaliser certaines tâches à leur place.

Il nous a expliqué être assez stressé parce que le projet n'était pas aussi avancé qu'il l'aurait voulu, que la fin de l'année approchait ainsi que le congrès Savanturiers auquel il a inscrit la classe pour que les élèves y présentent leur travail. Il a ainsi déclaré : *« Il y a beaucoup de choses qui n'ont pas été anticipées et on arrive à la fin du coup ça se bouscule et en fait j'étais plus directif. Quand on a du temps on explore et puis quand on est contraint, on dirige »*. Il a ajouté qu'il allait ajouter plusieurs séances *Savanturiers* dans l'emploi du temps de la classe afin qu'ils préparent leur présentation pour le congrès (le 07/06) et s'entraînent à parler devant un public.

Nous voyons que l'utilisation et l'apprentissage de l'informatique, cœur du projet, arrivent finalement assez tardivement dans celui-ci. La préparation au congrès Savanturiers a obligé la classe à interrompre l'avancement dans la programmation du jeu. Ici, la participation au congrès apparaît donc plutôt comme une activité annexe au projet (bien que liée à celui-ci) et non comme une étape finale. Enfin, à cause des contraintes temporelles Richard a renoncé à laisser les élèves tâtonner dans l'utilisation de Scratch afin d'avancer plus rapidement dans la réalisation du projet.

Perspectives

Au moment de la rédaction de ces lignes, le projet n'était pas encore terminé et l'enseignant comptait continuer les séances jusqu'à la fin de l'année scolaire, au début du mois de juillet. Les élèves devaient en effet terminer la programmation de leurs niveaux ainsi que la rédaction de leurs billets de blogs. Comme Scratch n'est pas un logiciel collaboratif, Richard ne pouvait pas faire travailler tous les élèves sur un même fichier et il va donc refaire et améliorer tout ce que les élèves ont programmé afin d'assembler toutes les lignes de code et réaliser le jeu vidéo final où s'enchaîneront les différents niveaux.

Richard estime que les élèves sont parvenus à créer un jeu qui répond en grande partie à la problématique posée. L'ensemble des objectifs qu'il s'était fixé ne sont pas totalement atteints et ces écarts sont pour lui des pistes de réflexions pour parfaire sa pratique professionnelle.

Un des enjeux majeurs de ce projet est de mettre en place une démarche de recherche structurée avec une forte dimension informatique. A travers ce projet, l'enseignant souhaite développer chez ses élèves des compétences en informatique au service de la création pour ne pas tomber dans l'écueil de l'apprentissage de l'informatique pour elle-même.

Les Savanturiers lui ont proposé de devenir ambassadeur du programme, proposition qu'il a acceptée. Il aura ainsi pour mission de présenter le programme lors de divers événements et éventuellement d'intervenir lors de formations Savanturiers.

LES ACTIVITÉS RÉALISÉES PAR LES ÉLÈVES DE CE2 D'ANNE-CÉCILE ET MORGANE

Anne-Cécile de Graef et Morgane Duriez



En 2018-2019, nous avons mené un projet Savanturiers avec deux classes de cours élémentaire seconde année (CE2) sur le thème général du climat. Les élèves ont travaillé par groupes en suivant le protocole en huit étapes des savanturiers sur le thème du climat.

Des tablettes équipées du carnet numérique de l'élève chercheur (CNEC) ont été utilisées *de février à juin*, en complément des outils traditionnels que sont les cahiers et des instruments de mesure utilisés (thermomètres, anémomètre, balance...). Les séances de travail sur le projet ont fait l'objet d'observations par les chercheurs, qui rendent compte par ailleurs de leurs observations.

Le document PDF joint est un montage organisé à partir des productions des élèves, tel qu'elles ont été présentées au colloque des savanturiers organisé au CRI dans la semaine du 3 juin 2019.

[Vers la présentation \[en ligne\]](#)

SYNTHÈSE D'OBSERVATION EN CE2

Les Savanturiers de la recherche : Le climat

Pascale Kummer, G-L Baron,

Cette synthèse correspond aux observations réalisées de février à juin 2019, soit la troisième année du projet, pendant laquelle la deuxième version de l'application développée par l'association « Tralalère », appelée CNEC, (Carnet Numérique de l'Élève Chercheur) est testée en classe par les enseignants qui ont choisi de faire participer leurs élèves à un projet Savanturiers. La classe de CE2 choisie pour le suivi est située à Paris, le thème travaillé est le climat.

Le texte repose sur les comptes rendus d'observations de plusieurs observateurs (entre un et 4 présents à chaque séance) ainsi que sur un entretien semi-directif avec les enseignantes et une discussion collective avec les élèves.

1. Contexte scolaire

Au primaire, deux classes de CE2 divisées chacune en deux demi-groupes et recomposées travaillent ensemble, encadrées par leurs deux enseignantes : Anne-Cécile et Morgane.

Anne-Cécile a une formation scientifique et aime travailler les sciences avec ses élèves. Elle a trois ans d'ancienneté avec les projets Savanturiers, elle a encadré des projets sur le thème de la fonte des glaces et du système solaire et a testé l'an dernier une première version de l'application CNEC. Elle apprécie ce temps de travail en projet pendant lequel les élèves sont amenés à se poser des questions et à y répondre par eux-mêmes, à faire de « vraies expériences ». Alors que dans les classes de sciences traditionnelles, les questions et les protocoles sont imposés.

Cette année, elle a entraîné sa collègue Morgane, qui n'est que depuis quatre ans en poste dans cette école, après une reconversion. Elle a une expérience de travail dans le privé de plus de dix ans, dans le domaine du marketing et de la gestion. Elles bénéficient de tablettes informatiques fournies par la DANE (Direction académique du numérique éducatif) ainsi que d'un accès WiFi dans la classe.

		QR Code
1	52	
2	55	✓
3	90	✓
4	87	✓
5	32	✓
6	52	✓
7	57	✓
8	75	✓
9	22	✓
10	52	✓
11	85	✓
12	32	✓
13	82	✓
14	80	✓
15	22	✓
16	22	✓

Valise de tablettes et tableau de gestion de leur charge

1.1. Activités préliminaires

La classe a déjà mené dans les jardins parisiens au premier semestre un travail sur la biodiversité, car les enseignantes ont pensé que cela faciliterait l'entrée des élèves dans le projet climat.

Quand les observations commencent, la classe a eu la visite de la « mentor » (La mentor est une personne ressource prévue dans le cadre des projets Savanturiers pour jouer le rôle de garant scientifique et pour répondre aux questions ou besoins des enseignants, ici c'est une chercheuse spécialiste des questions climatiques). La mentore est ainsi venue lors de la première séance parler aux élèves de ses recherches, expliquer et réaliser devant eux une expérience. Les élèves ont aussi visionné un film sur le changement climatique à l'issue duquel ils ont été amenés à choisir des sujets en lien avec la thématique du climat.

La première séance observée s'appuie sur cette première rencontre.

1.2. Organisation temporelle et spatiale

Le projet repose sur le fait que les deux enseignantes libèrent dans l'emploi du temps de la semaine deux créneaux de façon à encadrer ensemble, chacune des deux classes « recomposées ». Pendant que les deux enseignantes sont en projet avec une partie de leurs classes, les autres élèves sont en musique. (Sauf quand ils sont punis par l'enseignante de musique et qu'ils sont renvoyés dans leur classe d'origine faire leur punition).

Des séances d'une heure ont lieu toutes les semaines de février à juin, le mardi matin pour l'une des classes, l'autre le jeudi après-midi.

Les séances de projet se passent dans la classe d'Anne-Cécile car comme elle communique avec la BCD qui lui est contiguë, celle-ci est utilisée pour répartir les groupes dans un espace plus vaste. Les élèves forment 6 groupes de 4 à 5 enfants dont 4 sont dans la salle de classe et deux dans la BCD. Les élèves d'un même groupe sont issus de la même classe.

La configuration du lieu a eu des effets intéressants sur l'activité des élèves et des enseignantes. Les élèves dans la bibliothèque vont spontanément chercher des renseignements dans les livres disponibles, éventuellement en s'écartant du projet. Ils s'installent sur les tapis de mousse, manifestant plaisir et curiosité et ils circulent dans les deux salles. Les élèves dans la salle de classe ont tendance à y rester, ils ne vont pas chercher de livres à la BCD, ils se contentent de ceux présents dans leur salle, quand les enseignantes les y incitent (dictionnaires ou revues par exemple). Compte tenu de la répartition dans les deux lieux, les groupes d'une des classes côtoient au moins un groupe de l'autre classe, et les deux enseignantes.

Les tables de la salle de classe sont disposées toujours de la même façon, qui est l'organisation habituelle pour toutes les matières. C'est-à-dire d'un côté, des îlots contigus (élèves d'Anne-Cécile) et de l'autre, (élèves de Morgane) des îlots séparés. Dans la bibliothèque un îlot est isolé, l'autre est constitué de tables qui se suivent. L'intérêt pour Anne-Cécile (même si elle ne l'a pas décidé explicitement pour ce projet) est qu'elle peut s'installer à proximité de deux groupes, assise à une table, tout en étant accessible aux autres groupes qui viennent la voir. Il lui arrivera en effet de répondre à des élèves de 3 groupes différents presque au même moment. Tandis qu'avec les îlots séparés, Morgane est très mobile, le plus souvent debout, et c'est elle qui se déplace vers ses groupes. Par ailleurs, dans ce cas les élèves ont aussi un peu moins de place pour poser le matériel et les tablettes.

Tableau 1 : les groupes d'élèves

Groupe	Classe	Élèves	Thème
A	E1	1g - 4f	<i>Circulation du vent</i>
B	E1- BCD	1g - 3f	Lien température/ vie des animaux
C	E1	2g - 3f	<i>L'atmosphère</i>
4	E2	3g - 2f	<i>La pollution de l'air</i>
5	E2	2g - 2f	<i>Lien végétaux/ température</i>
6	E2 - BCD	2g - 2f	Les effets du CO2

1.3. Les étapes du projet

Le projet a duré pendant onze séances jusqu'à la présentation au *congrès* des Savanturiers organisé au CRI, il a été prolongé par trois séances, une avec un debriefing suivi de quelques retouches sur les posters pour les uns, et la suite d'une expérience pour les autres et deux séances de présentations orales sur le même modèle que celle faite au CRI, une pour les parents et une autre pour les chercheurs.

Une séance commence toujours par un temps collectif dans la salle de classe, où sont indiquées les consignes, les objectifs de la séance, les recommandations, les outils prévus. Un bilan de l'avancée de chaque groupe peut aussi être fait collectivement. Les deux enseignantes circulent ensuite dans les deux salles chacune suivant de préférence les groupes constitués d'élèves de sa propre classe. Il n'y a pas en général de synthèse à la fin des séances, mais des consignes sont données pour la séance suivante, et pour ranger la classe.

Les premières séances ont eu pour objectifs la définition des expériences à mener à partir de la formulation d'une question précise et éventuellement d'une hypothèse à tester. L'application CNEC a alors été utilisée par tous les groupes, puis a été abandonnée à différents moments, suivant les groupes et leur avancée. Très vite, le suivi se personnalise car les besoins et les difficultés rencontrées ne sont pas les mêmes et les groupes ne sont plus en phase.

a) Séance 1

En l'absence d'observateur présent, il s'agit ici d'activités déclarées pendant les entretiens informels.

Le projet, son thème et le congrès final ont été présentés aux élèves. La mentore présente ses recherches sur le climat, les démarches utilisées avec des exemples de protocoles d'expériences. Elle montre l'utilisation d'un anémomètre par exemple. Une vidéo est montrée aux élèves qui doit permettre de soulever des questions ou des thèmes d'étude. Finalement ce sont les enseignantes qui proposeront des thèmes (très larges à l'issue des échanges, la tâche ayant été jugée trop difficile pour les CE2). Les thèmes proposés puis choisis par les élèves sont : le vent, l'atmosphère, la pollution de l'air, le CO₂, les plantes, les insectes.

b) Séance 2

L'objectif est la prise en main du CNEC par chaque groupe afin de recopier dans la section "question" de la fiche recherche la question qu'ils ont écrit dans leur cahier de sciences lors de la séance précédente. Ensuite, ils doivent réaliser une recherche documentaire pour les aider à formuler des hypothèses.

Anne-Cécile explique collectivement qu'ils vont tester une application et donne les consignes pour y accéder. Elle a imprimé en plusieurs exemplaires un QR code qui renvoie vers l'URL de l'application et explique en quoi consiste ce QR code. Elle a également installé des lecteurs de QR code sur toutes les tablettes. Le fonctionnement du CNEC, des identifiants et mots de passes sont expliqués, la forme du login et du mot de passe sont écrits sur le tableau. L'accès à l'application puis à la fiche recherche, ainsi que l'accès aux zones de « questions » et d'« Hypothèse » ne se fera pas sans difficultés pour les élèves comme pour les enseignantes, l'ergonomie du CNEC n'ayant rien de très « intuitif » bien que parfois facilité par la présence des observateurs.

Les élèves sont restés relativement actifs pendant toute la durée de la séance. À la fin, chaque groupe (avec une ou deux tablettes suivant sa taille) a commencé à écrire des questions sur le CNEC. On se demande cependant quelle peut être la plus-value de l'application.

c) Séance 3

L'objectif de cette séance est la rédaction d'une question de recherche plus précise et l'élaboration d'une hypothèse ainsi que leur re-écriture sur le CNEC, par groupe.

Pour la compréhension, l'identification d'une hypothèse et du protocole un petit document est distribué à chaque élève, à coller dans le cahier de sciences. Ce document indique qu'une hypothèse commence par « on pense que, on suppose que » (en quelque sorte, il se substitue ainsi aux aides proposées par le CNEC). On y compare le protocole à une recette de cuisine (le matériel étant l'équivalent des ingrédients et le protocole les indications des étapes).

La fiche donne un exemple qui correspond à une expérience réalisée devant eux lors d'une visite à l'Unesco. Il y fait référence à l'utilisation d'indicateurs colorés pour déterminer le degré d'acidité d'un milieu. Anne-Cécile peut ainsi demander aux élèves d'expliquer ce qu'ils ont vu et compris de l'expérience. Les élèves qui s'en souviennent bien réagissent, expliquent ce qu'ils ont compris. Elle demandera aux élèves aussi sur cette fiche de surligner le premier mot de chaque phrase du protocole et de l'identifier (un élève reconnaît en effet qu'il s'agit toujours d'un verbe à l'infinitif).

Dès cette séance, les choses avancent très vite : le groupe C trouve sur le site de météo France une carte des couches de l'atmosphère, qui leur servira à poser une hypothèse, le groupe A imagine de mesurer la vitesse du vent dans la cour et dans la rue, le groupe 4 se renseigne sur la pollution de l'air sur la tablette mais n'a pas encore formulé d'hypothèses. Ils passent beaucoup de temps à recopier ce qu'ils trouvent sur les sites.

Dans les pratiques remarquables et régulières nous notons l'apport de documents supplémentaires, et d'outils adaptés à l'obstacle identifié (ici ce qu'est une hypothèse ou un protocole) ainsi que la référence aux expériences et aux repères partagés par la classe, au vécu de l'élève. (De très nombreux exemples aux cours des autres séances en témoignent aussi). Du point de vue de la gestion du projet, les enseignantes ont réalisé chacune un tableau de bord pour Anne-Cécile des doubles pages cartonnées sur lesquelles chaque groupe et ses activités sont représentés pour Morgane des fiches par groupe rangées dans un classeur. Le but étant de suivre les avancées de chaque groupe.

d) Séances 4 et 5

À l'issue de la séance 3, les enseignantes ont fait des commentaires et placé des émoticônes sur le CNEC pour améliorer les questions et hypothèses rédigées par les élèves.

Malheureusement, il y aura de gros problèmes de connexion ainsi que la découverte de questions disparues pour deux groupes.

Le groupe A commence la construction d'une maquette de l'école avec des boîtes en carton. Cette maquette est conçue comme un modèle qui doit servir à prendre des mesures de la vitesse du vent et tient compte de hauteurs différentes des murs de l'école. Le groupe 5 qui a émis une hypothèse sur la relation température et présence de végétaux, commence à rédiger et dessiner un protocole.

e) Séances suivantes

Les groupes n'en sont pas tous à la même étape : certains n'ont pas encore rédigé leur protocole et n'ont pas encore réalisé leur expérience, d'autres ont déjà pris des mesures, et rédigent le compte rendu de leurs expériences et d'autres en sont à l'analyse des données recueillies. Au cours de ces séances, tous les groupes réussiront à mettre en œuvre une ou plusieurs expériences avec l'aide des enseignantes. Il y en a de trois types, des celle qui consiste à fabriquer un modèle pour expliquer une loi. C'est le cas du groupe C qui veut comprendre d'où vient que la température baisse avec l'altitude dans les premières couches de l'atmosphère. Celles qui consistent à tester une hypothèse. Par exemple pour le groupe A, il s'agit de vérifier si la vitesse du vent est plus importante dans la rue que dans la cour de l'école. Le groupe 5, teste si la présence de végétaux fait baisser la température. Le groupe 6 si les plantes font baisser le taux de CO₂. Mais, dans certains groupes l'expérience est plutôt d'ordre exploratoire : comprendre de quelle façon une température plus élevée modifie le comportement de certains insectes (des gendarmes), en effet l'hypothèse proposée ne contient pas de grandeurs mesurables : les gendarmes seraient supposés plus actif quand il fait chaud (groupe B). Et pour le groupe 4 qui travaillait les questions de pollution de l'air et a été recentré sur l'étude des propriétés de l'air, les expériences servent à mettre en évidence des phénomènes qui s'expliquent par les propriétés de l'air (son poids, sa densité et les effets de la température) et que les élèves commenceront à entrevoir.

Finalement les groupes ont évolué à partir de questions de départ assez larges,

Est-ce que, s'il y a plus de végétaux, la température baisse ? Est-ce que, si la température augmente, ça change la vie des animaux ? Est-ce que c'est grave s'il y a trop de CO₂ ? Comment le vent circule autour de l'école ? Qu'est-ce que l'atmosphère et qu'est-ce qu'il y a dedans ? Qu'est-ce que la pollution de l'air ?

Ils ont ensuite réalisé une ou plusieurs affiches pour préparer leur préparation au congrès des Savanturiers puis rédigé et appris un court texte à dire ce jour-là.

À la suite du congrès les élèves ont voulu poursuivre certaines expériences qu'ils n'avaient pas terminées et finir leurs affiches avant la venue des parents. Les enseignantes en ont profité pour faire un petit debrief et recueillir leurs impressions après le congrès. Les élèves disent avoir été très intéressés par ce qu'on fait les autres écoles, les autres élèves de la classe, mais aussi expriment leurs peurs (timidité prenant des formes diverses : fou rire,

oubli du texte, ou sensation de ne pas arriver à parler). Les enseignantes les rassurent sur le fait que ce sont des sensations normales mais qui n'ont pas été visibles pour le public. Un choix des meilleurs poster est fait pour l'affichage sur les murs de la classe, le diaporama présenté au congrès sera présenté aussi aux parents.

1.4. Remarques sur les utilisations de la tablette et du CNEC

Les élèves utilisent des tablettes ainsi qu'une borne wifi prêtées par la DAN pour se connecter au CNEC. La tablette est déjà un peu utilisée en classe dans d'autres matières mais peu souvent et tous n'y ont pas encore eu accès. Elle va servir ici à chercher de l'information sur internet et à écrire des éléments de la démarche de recherche sur une application dite « CNEC » ou carnet numérique de l'élève chercheur.

Dans ce projet, les enseignantes ont demandé aux élèves d'utiliser le CNEC pour remplir la fiche recherche qui comprend l'écriture d'une question de recherche, d'une hypothèse et d'un protocole. Ceci a concerné environ les cinq premières séances. A la première, chaque élève pouvait disposer d'une tablette, mais comme chaque élève d'un groupe avait écrit la même chose, les enseignantes ont décidé de ne laisser qu'une tablette par groupe (parfois deux). Au lieu de mener à des discussions sur la formulation des questions et hypothèses, l'effet a parfois été que suivant les groupes ou les moments, la tablette était monopolisée par un ou deux élèves du groupe.

Les enseignantes ont apprécié le fait de pouvoir corriger le travail des élèves à distance sans transporter de lourds cahiers à la maison. Elles ont aussi trouvé que la fiche recherche aide à la structuration de l'activité en termes d'étapes (recherche de la question de l'hypothèse puis du protocole). Cependant, des problèmes se sont également posés.

Il y a ainsi eu de nombreux soucis de connexion, de perte de contenu, d'accès difficile, de modification impossible. Un usage réduit aux premières étapes du projet et le choix de ne pas utiliser les étagères prévus par l'application, (remplacé par des étagères propres).

En effet Anne-Cécile considère que « les brouillons seront difficilement utilisés par les enseignants si l'application reste en l'état » et ajoute que « pourtant les étagères lui semblaient être un des éléments les plus utiles ». De même, les tableaux de bord informatisés sont jugés inutilisables.

Cet outil existe sur le CNEC, mais il nécessite d'être rempli à chaque séance, alors qu'elles auraient besoin d'un module capable de récupérer les informations concernant le travail de chaque groupe. Elles conservent donc leurs tableaux de bord papier habituels. Les difficultés constatées contribuent finalement à la décision de remplacer le CNEC par le cahier de sciences.

2. Retour des élèves sur le projet

Les élèves interrogés collectivement sont tous globalement contents de ce projet qui leur a plu : « parce qu'on travaille sur les sciences », « on apprend des choses », « on fait des expériences », « on travaille d'une autre façon », « ça change de d'habitude », « on peut dessiner », on peut trouver une question et chercher à y répondre.

Les avis sont très partagés sur la tablette ; certains trouvent que c'est pratique pour trouver rapidement une réponse à leur question tandis qu'avec un livre on perd du temps ou on ne trouve pas et d'autres que le travail avec les livres c'est plus « naturel », il y a une vraie recherche à faire soi-même, avec la tablette c'est trop facile ». Évidemment la question des bugs des difficultés de connexion et des données perdues sont exprimées.

Les difficultés liées au travail en groupe sont relevées, mais parfois dépassées. « On était en groupe avec des élèves qui n'étaient pas nos amis, mais on a quand même réussi à s'entendre ». Les élèves disent qu'ils n'ont pas apprécié qu'un « élève du groupe se prenne pour le chef et décide à leur place », qu'une personne du groupe (en général un ou deux garçons) ait toujours la tablette,

Ce qu'ils ont appris « l'air est élastique », « l'atmosphère est composé de plusieurs couches différentes », « l'air a de la force », « la présence de plantes fait diminuer le CO₂ », « les plantes transpirent », « les gendarmes (insectes) font des bébés » ; Certaines questions restent en suspens, certaines hypothèses n'ont pas été vérifiées mais pas non plus démentie (difficile de ne pas faire la confusion pour les élèves entre hypothèse non vérifiée et hypothèse invalide, l'enseignante explique)

Ils sont aussi capables de dire ce qu'ils ont appris grâce aux projets des autres. Et capable de dire que tous ces sujets sont en lien avec le thème du climat.

Ils ont aussi exprimé du plaisir, des réticences et des inquiétudes ou des surprises à propos de leur présentation faite au congrès. Peurs (timidité, fou rire, panique du texte oublié, l'impression d'avoir bafouillé) surprise (salle trop petite, absence de scène, regret (ne pas avoir eu plus de questions posées par le public) très intéressés et curieux du projet des autres. En particulier avec les robots.

OBSERVATIONS DU CNEC EN CLASSE DE 5E ; QUELQUES CONSTATS

Emmanuelle Voulgre

Cette contribution a pour but de présenter quelques réflexions relatives à la recherche que nous avons menée pour mieux comprendre comment le Carnet Numérique de l'Élève Chercheur (CNEC) a été utilisé.

Nous présentons ici une étude de cas reposant sur la mise en œuvre d'une séquence pédagogique par deux enseignants. Nous considérons une séance en classe de 5e dans un collège de l'académie de Paris durant laquelle, le CNEC a été exploré.

Nous avons étudié l'organisation de la séance puis nous avons cherché à comprendre la structuration du CNEC en partant des traces laissées par l'activité des élèves et des enseignants sur le CNEC. Enfin, des ressources étant disponibles dans les espaces de partage des CNEC des élèves, nous avons cherché à identifier leur provenance.

Nous avons combiné trois approches complémentaires afin d'identifier des éléments constitutifs de l'écosystème en lien avec l'activité enseignante pour faire cours avec le CNEC.

Dans une première partie, nous décrivons le contexte d'une séquence pédagogique, support de nos observations en classe de 5e. Dans une deuxième partie, nous aborderons la méthodologie de recherche qui a guidé notre travail pour mieux comprendre l'activité enseignante et élève inscrite au sein du dispositif « Les Savanturiers du numérique ». Notre dernière partie permettra de présenter quelques constats issus de notre travail d'analyse. Enfin, une courte section proposera quelques perspectives de recherches.

Une séquence en sciences physique et chimie et en technologie

La séquence pédagogique (constituée de plusieurs séances de travail en classe ou en dehors) sur laquelle se fondent nos observations concerne une classe de collège de l'académie de Paris en France. Elle est proposée à des élèves de cinquième lors d'un projet d'Enseignements Pratiques Interdisciplinaires (EPI) construit par deux enseignants de

disciplines différentes. Rappelons que l'EPI permet aux professeurs de réaliser une partie du programme *du cycle 4* [1] et de suivre des objectifs de connaissances et de compétences du socle commun de connaissances [2]. Le travail observé s'inscrit dans le thème « Transition écologique et développement durable » [3]. Aussi une enseignante de Physique et Chimie (e1) et un enseignant de Technologie (e2) ont proposé aux élèves de travailler sur les enjeux climatiques.

La séquence s'inscrivait aussi dans le cadre du dispositif de « L'Accompagnement Personnalisé » qui est « destiné à soutenir et à améliorer les compétences et les connaissances des élèves » et qui vise « à l'inclusion scolaire de tous les enfants et cherche à soutenir leur capacité à apprendre et à progresser. » (MEN, 2017) [4]..

Enfin, la séance en classe observée a été réalisée après plusieurs autres séances de travail ayant permis aux élèves de réaliser des exposés relatifs aux enjeux climatiques.

Elle a été menée en deux phases. La première a permis de rappeler les principales étapes d'une méthodologie pour conduire un projet de recherche scientifique et la seconde a été consacrée à l'élaboration des premières questions de recherche posées par les élèves.

Durant la première phase, les enseignants ont utilisé l'ordinateur de la classe relié au tableau numérique. Les élèves ont été sollicités par les enseignants pour retrouver les mots clés attendus qui ont ensuite été affichés sur le tableau numérique.

Durant la seconde phase, les enseignants ont demandé aux élèves de prendre place soit aux bureaux sur lesquels il y a un ordinateur fixe câblé à Internet soit de prendre place sur les tables sur lesquelles des tablettes sont disponibles.

Ainsi les 24 élèves se sont répartis de la manière suivante : 14 ont utilisé des ordinateurs individuellement et 10 autres ont utilisé une tablette, qui a été manipulée en binôme ou trinôme.

Tous les élèves ont dû se connecter au CNEC en ligne pour pouvoir écrire au moins une question sur l'espace « générateurs d'idées ».

Un dispositif méthodologique pluriel

Le travail de recherche relaté ici s'inscrit dans un projet plus global dans lequel s'articulent plusieurs approches méthodologiques qui contribuent à notre compréhension contextualisée de la situation pédagogique étudiée.

Tout d'abord, nous avons étudié comment les institutions, les acteurs, les prescriptions pédagogiques, didactiques, et instrumentales s'organisent ou se situent par rapport à l'activité de la classe observée.

Une deuxième approche du terrain s'est appuyée sur une analyse instrumentale notamment pour explorer le Carnet Numérique de l'Élève Chercheur (CNEC) à partir de traces d'utilisations de comptes élèves.

Une troisième approche d'orientation didactique a été menée dans le but d'identifier à partir de traces d'utilisations du CNEC de classe une liste de mots utilisés dans la séquence étudiée.

Nous apportons quelques précisions sur chacune de ces trois approches ci-après.

Le travail de recherche contextuel a consisté à identifier les ressources disponibles dans les espaces communs des CNEC des élèves afin de guider nos investigations vers leurs URL pour en comprendre leurs origines (notamment institutionnelles). Une difficulté de cette phase de recherche tient à l'évolution durant le projet de recherche des sites web, des blogs, des institutions dont sont issues les ressources mises à disposition dans le CNEC. Un rapport de ce travail global est en cours d'élaboration.

Notre analyse instrumentale relative au CNEC a donné lieu à un rapport disponible en ligne (Voulgre, 2019). Nous avons tenté d'y décrire l'application CNEC conçue au sein du projet « Les Savanturiers du numérique » et développée par l'entreprise Tralalère. Nous avons exploré les différents espaces et fonctionnalités de l'application à partir de comptes élèves de la classe ciblée.

La principale difficulté de cette phase résulte de l'évolution du logiciel (CNEC) en cours d'élaboration.

Enfin, notre analyse didactique a été ciblée sur le vocabulaire spécifique identifié dans les traces que laissent voir les espaces des CNEC à partir des comptes élèves de la classe.

La principale limite de cette approche résulte de l'absence de l'explicitation du sens de ce vocabulaire par les enseignants et les élèves par rapport au système d'activités des enseignants et des élèves.

Ces trois approches combinées apportent des éléments de description et de compréhension sur notre recherche relative aux utilisations du CNEC lors d'une séquence pédagogique et dont nous présentons ci-après les principaux résultats.

Résultats

Cette section a pour but d'apporter des éléments de réponses aux questions posées par la recherche et présentées dans l'introduction : Quelles ressources peuvent être identifiées dans le CNEC et quelles en sont leurs origines institutionnelles, quelles observations et traces d'utilisations du CNEC ont été identifiées à partir de la séquence étudiée et quelle liste de mots clés pouvons-nous retenir de cette séquence ?

L'activité enseignante et élève observable en classe et sur le CNEC correspondait au travail de construction, par des élèves en collège (5e), de questions permettant la réalisation d'expériences en classe. Ces questions devaient conduire à étayer les enjeux citoyens liés aux changements climatiques et permettre un travail de production d'écrit relatif à la normalisation d'une question.

Le site « Les Savanturiers » pensé comme une banque ouverte de ressources disponibles ?

Afin d'identifier la provenance des ressources mobilisées par les enseignants, durant la séquence pédagogique que nous avons étudiée, nous avons considéré la notion de « banque de ressources » en lien avec nos travaux relatifs aux Banques Nationales de Ressources en Education (Voulgre ; Roux-Goupille et Gueudet, 2018) et aux autres dispositifs plus anciens que le ministère de l'éducation nationale a pu impulser et soutenir (Voulgre, 2011) pour contribuer à la visibilité de l'offre de ressources pour faire cours. Précisons là que la notion de « faire cours » renvoie à l'activité de l'enseignant en lien avec l'activité de l'élève avant, pendant et après un cours (Voulgre, 2017).

L'analyse du site a été orientée par les caractéristiques de ces banques de ressources par comparaison au site des Savanturiers.

Sur celui-ci sont présentés les partenaires du projet qui disposent de sites web avec de nombreux liens vers des ressources qui ont notamment pour fonction d'apporter du contenu pouvant étayer l'élaboration des séances pédagogiques dans la classe. Les ressources sont énumérées et rendues accessibles par les porteurs du projet pour être au service de la formation des enseignants.

Parmi ces ressources, nous pouvons noter par exemple l'accès à des vidéos de cours ouverts à tous en ligne (MOOC), l'accès à des fiches pour la préparation d'une séquence pédagogique à télécharger, l'accès encore à des articles ou documentaires vidéos ou radiophoniques explicitant un aspect scientifique d'une notion potentiellement à aborder en cours par l'enseignant.

Les porteurs du projet ont également conçu un espace donnant accès à de nombreux témoignages relatifs à des projets réalisés en classe.

Les liens indiqués sur le site peuvent ainsi être considérés par les différents enseignants et autres acteurs comme des pistes potentielles vers des ressources et les enseignants comme les autres acteurs sont libres de les explorer et de les utiliser ou pas, pour faire cours.

Le site a ainsi été pensé pour faciliter aux enseignants qui s'inscrivent dans un projet Savanturiers le repérage de ressources disponibles en ligne, il a une fonction d'intermédiation.

L'accès est libre, il n'y a besoin ni d'identifiants ni de mots de passe pour accéder au référencement disponible comme pour les Edu Bases ce qui n'est pas le cas pour les BRNE ni pour la base « éducatheque.fr ». Les porteurs du projet semblent soutenir une part des valeurs que portent aussi les Ressources Educatives Libres (REL).

Le Tableau numérique, un instrument central

La première partie de la séance observée a porté sur le rappel des différentes étapes d'une recherche scientifique.

Les enseignants semblent avoir adopté une posture de chercheurs si l'on considère leurs interventions comment une forme d'entretien du groupe classe. Néanmoins, les enseignants attendent des réponses précises dont les élèves ont déjà eu connaissance lors de la séance précédente. Il s'agit d'une approche pédagogique permettant de rappeler les points clés d'un cours sur l'autre afin de progresser vers la suite des objectifs visés.

Les mots-clés attendus par les enseignants sont progressivement affichés sur le TNI au fur et à mesure que les élèves parviennent à les identifier et à les définir plus ou moins.

Ainsi les mots suivants « *Missions, chercher, découvrir, diffuser, former* » permettront de définir ce qu'est un chercheur et cinq points permettront de définir les « étapes de la recherche » sur une diapositive affichée au TNI que l'enseignante nomme aussi « démarche du chercheur » :

- « La **définition du sujet** de recherches »
- « L'**élaboration de protocoles** en concertation avec l'équipe »
- « La réalisation d'**expériences** »
- « La **rédaction et la publication** d'articles »
- « La participation à des **colloques et à des séminaires** »

L'enseignante va utiliser la métaphore de la recette du gâteau au chocolat pour faire visualiser les différentes étapes de la recherche par les élèves, notamment celle du protocole.

Les élèves parlent de « plans », de « schémas », de « tests » au moment où l'enseignante attend le mot « expérience » ; ces mots ne sont pas particulièrement remis en contexte au sein de chacune des étapes de la recherche.

Une fois les cinq étapes reformulées par l'enseignante, cette dernière explique aux élèves qu'ils vont devoir endosser à leur tour la « démarche du chercheur » afin de poursuivre le travail :

« Vous avez les informations, vous connaissez les étapes du chercheur et vous allez maintenant vous situer dans la démarche du chercheur par rapport au climat, ce qui est

l'idée du générateur d'idées que l'on va relancer, une application comme celle de la dernière fois avec les post-it, et vous allez essayer par groupes de définir des sujets et l'on verra s'il y a des thèmes qui se regroupent, puis vous allez élaborer des protocoles, en rapport avec votre question et vos hypothèses puis vous allez faire des expériences puis vous rédigerez ce que l'on publiera, on n'a pas encore défini où et éventuellement nous irons à un colloque ou à un séminaire peut-être lors de la fête du collège en fin d'année [...] vous allez devoir rédiger, penser aux expériences que vous allez pouvoir faire faire aux autres élèves qui viendront vous voir. » (e1)

Le TNI est central dans la mesure où les élèves portent leurs regards vers l'objet technique lorsque les réponses apparaissent. Le TNI a une fonction de monstration, de centralisateur d'attention et de formalisme pour l'institutionnalisation de la connaissance.

Néanmoins, ce sont les questionnements et les réponses des enseignants et des élèves qui conduisent à apporter du contenu au cours. Les interactions entre élèves et enseignants ont une fonction de soutien des formulations orales. Les indications des enseignants ont pour fonction de structurer l'activité durant la première partie du cours, de façon synchrone mais aussi de structurer de façon asynchrone la deuxième partie de la séance et la deuxième partie du projet de classe. Ces indications ont une fonction d'amorce et permettent de projeter l'activité de la classe sur une période d'un trimestre ou d'un semestre, avec une fonction d'anticipation de l'activité à mettre en œuvre.

Observations sur les pratiques en classe

L'accès au Carnet Numérique de l'Élève Chercheur se fait par tablettes ou ordinateurs connectés à Internet. Les élèves trouvent l'URL dans un espace de document en partage disponible dans l'Environnement Numérique de Travail (ENT) que la ville de Paris met à disposition des collègues.

L'observation et l'analyse des manipulations des élèves permettent d'identifier quelques hésitations de la part des élèves et des enseignants dans les procédures instrumentales permettant de trouver le chemin donnant accès à l'espace « Générateur d'idées » du CNEC.

Les nœuds pour les élèves sont principalement liés à la connaissance de leurs identifiants et mots de passe multiples pour ouvrir soit l'interface logicielle de l'ordinateur soit celle de la tablette puis l'ENT puis pour le CNEC.

Un nœud est particulièrement difficile à dépasser pour les manipulations sur tablette, celui de la connexion au wifi, ce qui n'est pas le cas pour les manipulations avec ordinateur car ce nœud est invisible aux utilisateurs dans la mesure où les ordinateurs sont câblés.

Les interactions de communications orales entre enseignants, entre enseignants et élèves, et entre élèves sont nombreuses durant la phase de suivis des procédures d'accès au « Générateur d'idées », chacun demandant de l'aide ou voulant aider et manipuler.

L'interface « Générateurs d'idées » n'est pas si simple à trouver par les élèves. Plusieurs l'ont confondu avec le « Générateur de murs d'idées ».

Les procédures instrumentales pour accéder au « Générateur d'idées » ainsi que celles pour écrire puis enregistrer une idée sont dites et répétées plusieurs fois à différents élèves au cours de cette phase par les enseignants.

L'interface du « Générateur d'idées » permet d'identifier un espace pour le titre de l'idée, un espace pour écrire la question. Une fois l'idée générée, ou enregistrée, le nom de l'auteur et la date de sa création apparaissent.

L'analyse de la séance permet de comprendre que l'interface est utilisée avec cette classe pour la première fois. Les enseignants semblent tâtonner pour accorder les droits aux élèves pour que ces derniers puissent ou non voir les idées générées par d'autres. L'un des buts énoncés par les enseignants est de procéder par étapes, la première étant une réflexion par petits groupes avant de prendre connaissance des questions des autres en groupe classe. Nous n'avons pas assisté à cette phase de restitution en groupe classe.

Nous comprenons aussi que les enseignants ont déjà fait utiliser une autre application aux élèves afin de leur enseigner le principe des idées que chacun des élèves inscrits sur un espace personnel et qui est partagé avec le groupe classe. En effet, l'ENT donne accès à une application générant des espaces d'écriture individuelle dont le visuel ressemble à des « post-it » c'est-à-dire des carrés en couleur jaune qui s'affichent les uns à côté des autres. Ainsi les élèves ont compris que le « Générateur d'idées » permettait un peu le même processus d'écriture.

La culture numérique construite précédemment en groupe classe à partir de cette application « Mur collaboratif » de l'ENT du collège « Paris Classe Numérique » est alors réinvestie et transposée vers une autre application numérique pour une autre activité d'écriture. La situation a fonction de métaphore cognitive.

Conclusion et perspectives

L'analyse menée et les résultats présentés ci-dessus nous a conduit à identifier un maillage complexe d'acteurs et d'institutions en réseau constituant une forme de Base Ouverte de Ressources Disponibles (BORD).

Il serait intéressant de mieux comprendre comment les enseignants perçoivent la fonction d'Intermédiation du site des Savanturiers que les porteurs du projet alimentent ou encore comment les enseignants toujours, utilisent les ressources vidéo de la chaîne YouTube du projet dans les différentes phases de l'activité enseignante pour faire cours et notamment en termes d'auto-formation ou de formation continue.

Pour l'ensemble des démarches et étapes de la recherche, une des difficultés a été le suivi longitudinal des publications et l'évolution de l'implémentation de l'étayage à la réflexion scientifique pour l'utilisation du CNEC durant l'année scolaire. Il serait donc propice de poursuivre les observations pour mieux comprendre comment l'étayage disponible est relayé par l'activité enseignante et comment les élèves s'en saisissent.

Enfin, pour conclure, l'ensemble des ressources que nous avons pu identifier (en explorant les sites du dispositif, les vidéos des Mooc des Savanturiers, les *tweets* lis aux projets, les observations en classes) sont disponibles pour des acteurs souhaitant interroger les contenus de l'enseignement, les modalités d'enseignement de ces contenus, les modalités de leur appropriation ou encore pour identifier des compétences que le travail relatif aux tâches et activités mises en œuvre avec les élèves permet de co-construire. Il nous semble alors intéressant de poursuivre nos investigations afin de mieux comprendre comment les enseignants des projets « Les Savanturiers » utilisent ces ressources et quelles représentations ils en retiennent pour des usages professionnels.

Références

VOULGRE, Emmanuelle (2017). "Cinq instruments issus de l'ANR DALIE pour accompagner et guider le processus de formation des enseignants et formateurs au cours d'un projet en robotique "issus de l'analyse des données de terrain, Site Yvelines, in Livre blanc de l'ANR DALIE, PDF, 25p., Laboratoire *Éducation, Discours et Apprentissages (EDA), EA 4071*, Université Paris Descartes. <https://app.luminpdf.com/viewer/rhJHfM9aeqEvTBi4u>

VOULGRE, Emmanuelle ; ROUX-GOUPILLE, Camille et GUEUDET, Ghislaine (2018). « Interrelations entre l'écosystème de banques de ressources pour enseignants et l'activité enseignante. Rapport de recherche de l'ANR REVEA », Version du 06-06-2018, PDF, 66 pages. <https://urlz.fr/823W>

VOULGRE, Emmanuelle (2019). *Observations en éducation et formation de l'activité élève et enseignante liée à une ressource nommée CNEC Carnet Numérique de l'Élève Chercheur en collège en T1, T2 et T3 2019*. Rapport de recherche réalisé pour le compte du laboratoire Éducation, Discours, Apprentissages (EDA, EA 4071) de l'Université Paris Descartes dans le cadre de la Recherche e-FRAN, projet « Les Savanturiers du numérique », PIA-3. Version du 06-08-2019, PDF 40p. disponible en ligne <https://urlz.fr/agR1>

VOULGRE, Emmanuelle (2020a à paraître). Observations relatives aux traces sur des blogs de classes du vocabulaire utilisé pour relater des séances pédagogiques réalisées dans le cadre des Savanturiers. Rapport de recherche réalisé pour le compte du laboratoire Éducation, Discours, Apprentissages (EDA, EA 4071) de l'Université Paris Descartes dans le cadre de la Recherche e-FRAN, projet « Les Savanturiers du numérique », PIA-3. Disponible en ligne <http://eda.recherche.parisdescartes.fr/emmanuelle-voulgre-3/>

VOULGRE, Emmanuelle (2020b à paraître). Observation systémique des partenaires des Savanturiers. Rapport de recherche réalisé pour le compte du laboratoire Éducation, Discours, Apprentissages (EDA, EA 4071) de l'Université Paris Descartes dans le cadre de la Recherche e-FRAN, projet « Les Savanturiers du numérique », PIA-3. Disponible en ligne <http://eda.recherche.parisdescartes.fr/emmanuelle-voulgre-3/>

[1] Projet d'arrêté voté lors du CSE du 10 avril 2015, Article 3, §1°) ; *id.* Article 5. http://cache.media.eduscol.education.fr/file/College/41/1/Arrete_college_-_Publication_eduscol_14_avril_2015_V5_412411.pdf.

[2] Projet de programme pour le cycle 4, CSE, 9 avril 2015 mis à jour le 15 avril 2015, p.56. http://cache.media.education.gouv.fr/file/CSP/04/3/Programme_C4_adopté_412043.pdf.

[3] Projet d'arrêté voté lors du CSE du 10 avril 2015, Article 6, II. http://cache.media.eduscol.education.fr/file/College/41/1/Arrete_college_-_Publication_eduscol_14_avril_2015_V5_412411.pdf.

[4] MEN, DGESCO A1-2, NOR : MENE1717553A (2017). Enseignements au collège, Organisation des enseignements : modification arrêté du 16 juin 2017 - J.O. du 18 juin 2017 <https://www.education.gouv.fr/cid48653/les-dispositifs-d-accompagnement-des-collegiens.html>.

V. RÉFÉRENCES

Deux types de références seront présentées : certaines sont générales et visent à couvrir le champ de la recherche, les autres sont propres au projet à la date de publication de cette ressource (fin août 2019).

RÉFÉRENCES LIÉES AU PROJET

27/08/2019

Les références qui suivent concernent des productions scientifiques ayant un lien avec le projet. La liste qui suit est évolutive

Barbier, C. (2019). *Vers l'appropriation de nouveaux instruments par des enseignants : Le cas de la démarche d'Éducation par la Recherche et du Carnet Numérique de l'Élève-Chercheur*. Mémoire de Master, Université Paris–Descartes.

Cisel, Matthieu ; Beauné, Aurélie ; Voulgre, Emmanuelle ; Bernard, François–Xavier ; Baron, Georges–Louis (2017). Analyse d'un outil de décision utilisé dans la conception d'un EIAH, les Savanturiers du numérique. In acte de la Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) des 8 et 9 juin 2017 à Strasbourg. PP. 282–284 [En ligne]

https://www.researchgate.net/profile/Bruno_De_Lievre/publication/321240409_Actes_de_la_Conference_EIAH_2017_8eme_Conference_sur_les_Environnements_Informatiques_pour_l%27Apprentissage_Humain/links/5a7312e80f7e9b20d48ee8b0/Actes-de-la-Conference-EIAH-2017-8eme-Conference-sur-les-Environnements-Informatiques-pour-lApprentissage-Humain.pdf et <http://eah2017.unistra.fr/wp-content/uploads/2016/10/Actes.pdf>

Cisel, Matthieu ; Beauné, Aurélie ; Voulgre, Emmanuelle ; Bernard, François–Xavier ; Baron, Georges–Louis (2017). Conception d'un EIAH et rôle des objets intermédiaires dans l'articulation entre théorie et pratique. Communication sans actes au Colloque Enjeux, débats et perspectives : 50 ans de sciences de l'éducation les 18, 18 et 20 octobre 2017 à Caen (France) https://50ans-sc-educ.sciencesconf.org/data/pages/Liste_des_communications.pdf

Cisel, M., Baron, G.–L. (2018, juin). Conception d'un EIAH à destination du programme Savanturiers : difficultés engendrées par une approche inductiviste de la spécification des besoins. *Actes de la 3^{ème} conférence Ecole et Technologies de l'Information et de la Communication*, Paris.

Cisel, M. et Baron, G. (2019, avril). Vers des intelligences artificielles pour l'enseignement du raisonnement scientifique. Dans les actes du *Séminaire Inter-Laboratoires sur l'Éducation Scientifique et Technologique*. Patras.

Cisel, M. (2019, juin). Etudier des objets intermédiaires pour analyser les moments-clés de la conception d'un EIAH. Dans les *Actes de la conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain 2019, Paris*. pp. 247-258

VOULGRE, Emmanuelle (2019). *Observations en éducation et formation de l'activité élève et enseignante liée à une ressource nommée CNEC Carnet Numérique de l'Élève Chercheur en collège en T1, T2 et T3 2019*. Rapport de recherche réalisé pour le compte du laboratoire Éducation, Discours, Apprentissages (EDA, EA 4071) de l'Université Paris Descartes dans le cadre de la Recherche e-FRAN, projet « Les Savanturiers du numérique », PIA-3. Version du 06-08-2019, PDF 40 p. disponible en ligne <https://urlz.fr/agR1>

RÉFÉRENCES GÉNÉRALES

- Ansour, A. (2017). Les Savanturiers : le chemin de l'investigation scientifique. *Les Cahiers Pédagogiques*. Récupéré à l'adresse : <http://www.cahiers-pedagogiques.com/Les-Savanturiers-le-chemin-de-l-investigation-scientifique>
- Biesta, G. J. J. (2010). Why 'What Works' Still Won't Work: From Evidence-Based Education to Value-Based Education. *Studies in Philosophy and Education*, 29(5), 491-503. <https://doi.org/10.1007/s11217-010-9191-x>
- Bonnat, C. (2017). *Etayage de l'activité de conception expérimentale par un EIAH pour apprendre la notion de métabolisme cellulaire en terminale scientifique*. Manuscrit de thèse non publié. Récupéré à l'adresse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01562709/>
- Carosin, E., & Demeuse, M. (2018). *Les Savanturiers – Rapport d'évaluation final* (p. 110). Consulté à l'adresse https://les-savanturiers.cri-paris.org/wp-content/uploads/2018/11/recherche_rapport-vf.pdf
- Cook, T. D. (2002). Randomized experiments in education. Why are they so rare? *Educational Evaluation and Policy* [CISEL Mat1] *Analysis*, 24(3), 175-199. Consulté à l'adresse <http://www.ipr.northwestern.edu/publications/docs/workingpapers/2002/IPR-WP-02-19.pdf>
- Baron, G.-L. et Bruillard, E. (2007). ICT, educational technology and educational instruments. Will [CISEL Mat2] what has worked work again elsewhere in the future? *Education and Information Technologies*, 12(2), 71-81. <https://doi.org/10.1007/s10639-007-9033-9>
- Girault, I. et d'Ham, C. (2014). Scaffolding a complex task of experimental design in chemistry with a computer environment. *Journal of Science Education and technology*, 23(4), 514-526.
- Joolingen, W. R. van et Jong, T. D. (1991). Supporting hypothesis generation by learners exploring an interactive computer simulation. *Instructional Science*, 20(5-6), 389-404. <https://doi.org/10.1007/BF00116355>
- Postic, M. et Ketele, J.-M. D. (1988). *Observer les situations éducatives*. Paris : Presses Universitaires de France.

Reiser, B. J. (2004). Scaffolding complex learning: The mechanisms of structuring and problematizing student work. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 273–304.

Saavedra, R. (2015). *Etayer le travail des élèves avec la plateforme LabBook pour donner davantage de sens aux activités expérimentales réalisées par des élèves de première S* (thèse de doctorat, Université Grenoble–Alpes, France).

Scardamalia, M. et Bereiter, C. (2003). Knowledge building environments: Extending the limits of the possible in education and knowledge work. *Encyclopedia of Distributed Learning*, 269–272.

Slavin, R. E. (2002). Evidence–Based Education Policies: Transforming Educational Practice and Research. *Educational Researcher*, 31(7), 15–21.

Slotta, J. D. et Linn, M. C. (2009). *WISE Science: Web–Based Inquiry in the Classroom*. New York, NY, USA: Teachers College Press.

Wajeman, C., Girault, I., d’Ham, C. et Marzin–Janvier, P. (2015). Students’ reflection on experimental design during an innovative teaching sequence with Labbook. Dans *Proceedings of the European Science Education Research Association (ESERA) Conference 2015*, 12–24.