

# Sticef

*Sciences et technologies de l'information et de la communication  
pour l'éducation et la formation*

**Volume 25, numéro 2, 2018**

***Varia***





*Sticef*



# *Sticef*

**Volume 25  
numéro 2, 2018**

**Varia**

© ATIEF, 2018

ISBN 978-2-901384-00-7

DOI:10.23709/sticef.25.2 en ligne sur [www.sticef.org](http://www.sticef.org)

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes des paragraphes 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « *copies et reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective* » et, d'autre part, sous réserve de mention du nom de l'auteur et de la source, que « *les analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information* », « *toute représentation ou reproduction totale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite* » (article L. 122-4). Une telle représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.



## Sommaire

---

---

---

**Sébastien GEORGE • Éditorial ..... 7**

### *Articles de recherche*

**Karine AILLERIE, Kadri KALDMÄE, Jean-François CERISIER • Accompagner les politiques d'équipement des écoles rurales : l'exemple d'un dispositif d'acculturation des enseignants à l'intégration des TIC dans la pratique quotidienne ..... 9**

**Catherine BONNAT, Patricia MARZIN-JANVIER, Isabelle GIRAULT, Cédric d'HAM • MOOC : un mot, plusieurs facettes. Modélisation didactique pour la conception d'étayages dans un EIAH : exemple d'une activité de conception expérimentale en biologie .....31**

**Nicolas BALACHEFF • Les mots de la recherche sur les EIAH, enjeux et questions .....63**

### *Rubrique*

**Nathalie GUIN, Christine MICHEL, Marie LEFÈVRE, Gaëlle MOLINARI • Les Grands Challenges issus des ateliers thématiques des ORPHÉE-RDV'2017 ..... 95**

**Comités ..... 115**







# Éditorial

## Volume 25, n°2

► **Sébastien GEORGE** (Rédacteur en Chef de STICEF)

---

---

La revue STICEF publie des articles de recherche qui traitent de la conception, la réalisation, la mise en œuvre, la validation, l'évaluation et l'usage des environnements informatiques destinés à faciliter les apprentissages. Comme vous pourrez le constater à la lecture des deux numéros du volume 25, les travaux de notre domaine sont riches et diversifiés. La pluridisciplinarité revendiquée depuis le début par la revue STICEF permet de croiser les regards sur le champ des technologies éducatives.

La revue STICEF est en accès libre, les lecteurs ont gratuitement accès à tous les articles publiés. Elle ne demande aucun frais aux auteurs ni aux institutions pour la publication des articles. La revue STICEF fonctionne grâce à l'implication des membres des différents comités et des relecteurs occasionnels sollicités pour leur expertise. Nous les remercions vivement pour leur investissement et la qualité de leurs évaluations qui permettent à STICEF de conserver un haut niveau d'exigence, garant de la reconnaissance scientifique de la revue dans le paysage francophone international.

Pour l'année 2018, la revue STICEF a publié deux numéros. Le premier, le volume 25 n°1, est un numéro spécial contenant des articles issus d'une sélection des travaux présentés lors de la 8<sup>e</sup> édition de la conférence EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain) qui s'est déroulée à Strasbourg en juin 2017. Il s'agit de versions étendues des articles de la conférence, offrant ainsi l'opportunité aux auteurs de détailler leurs contributions et résultats. Ces articles ont suivi le processus habituel de sélection de la revue STICEF et 8 articles ont été retenus après la phase de relecture. Vous trouverez dans l'éditorial de ce numéro spécial une introduction réalisée par Chrysta Pélissier, Nathalie Guin et Bruno De Lièvre. J'en profite pour les remercier chaleureusement pour le travail accompli pour l'édition de ce numéro.

## **Sébastien GEORGE**

Le volume 25 n°2 est un numéro *varia*. Il contient 3 articles de recherche et une rubrique, nous l'introduisons ci-dessous.

### **Contenu du volume 25, n°2**

Le premier article de ce numéro, rédigé par K. Aillerie, K. Kalmäe et J.-F. Cerisier, aborde la question de l'accompagnement des enseignants d'école primaire dans le cadre d'un plan d'équipement informatique. S'appuyant sur des études de cas, les auteurs posent la question de l'accompagnement des enseignants pour la scénarisation d'activités pédagogiques exploitant au mieux des dispositifs techniques, dont ils sont rarement à l'origine du choix.

L'article de C. Bonnat, P. Marzin-Janvier, I. Girault et C. d'Ham traite de l'utilisation de l'EIAH LabNbook par des lycéens dans le cadre d'une activité d'écriture de protocoles expérimentaux en biologie. Une modélisation didactique de la situation est proposée puis celle-ci est transposée en une situation d'apprentissage étayée. Une description fine de l'activité rend possible l'identification des difficultés des élèves lors de la réalisation des tâches et permet d'aboutir à des aides personnalisées sur certains concepts.

N. Balacheff propose un article traitant de la question du sens des concepts du domaine des EIAH et de leur partage dans un contexte international et pluridisciplinaire. L'auteur présente l'approche pragmatique suivie pour inventorier les principaux termes du domaine, puis créer un thésaurus rendant compte des relations entre les concepts et enfin proposer un dictionnaire multilingue. Le travail est disponible pour la communauté qui doit maintenant s'en emparer pour le mener à terme.

La rubrique de N. Guin, C. Michel, M. Lefèvre et G. Molinari présente une synthèse des différents groupes de travail qui se sont réunis lors des ORPHÉE-RDV en janvier 2017. Des ateliers thématiques ont ainsi conduit à la proposition collective de huit grands challenges pour les années à venir.

Pour finir, nous souhaitons rendre hommage à notre collègue François Villemonteix, Professeur de Sciences de l'éducation, qui nous a quittés prématurément en septembre 2018. Il a beaucoup œuvré pour la recherche dans le domaine des EIAH et était très impliqué dans la revue STICEF en tant que membre du comité de lecture. Nous sommes attristés et avons une pensée particulière pour sa famille et ses collègues.



# Accompagner les politiques d'équipement des écoles rurales : l'exemple d'un dispositif d'acculturation des enseignants à l'intégration des TIC dans la pratique quotidienne

► **Karine AILLERIE** (R&D Réseau Canopé – Université de Poitiers), **Kadri KALDMÄE** (R&D Réseau Canopé), **Jean-François CERISIER** (Université de Poitiers)

---

---

■ **RÉSUMÉ** • La présente recherche se situe dans le cadre d'un plan d'équipement des écoles primaires d'une communauté de communes rurale. Nous décrivons et analysons un dispositif d'accompagnement des 13 enseignants concernés, axé sur « des activités de scénarisation de l'enseignant par l'intermédiaire de l'environnement techno-pédagogique » (Poyet 2015). À partir du cadre théorique de la médiation instrumentale de Peraya et des catégories d'interactions culturelles identifiées par Cerisier, nous interrogeons les modalités d'observation, d'analyse et de comparaison des postures des acteurs de l'école rurale avec le numérique, ainsi que les éventuelles transformations de ces postures.

■ **MOTS-CLÉS** • politiques publiques, enseignement primaire, école rurale, pédagogie numérique

■ **ABSTRACT** • *This research is part of an equipment plan for primary schools in a community of rural communes. We describe and analyze a support system for the 13 teachers concerned, focusing on "scriptwriting activities of the teacher through the techno-pedagogical environment" (Poyet 2015). We also examine the methods of observation, analysis and comparison of the postures of the actors (teacher and student) of the rural school with the digital, as well as the possible transformations of these postures.*

■ **KEYWORDS** • *public policies, primary education, rural schools, pedagogical design*

Karine AILLERIE, Kadri KALDMÄE, Jean-François CERISIER,

Accompagner les politiques d'équipement des écoles rurales : l'exemple d'un dispositif d'acculturation des enseignants à l'intégration des TIC dans la pratique quotidienne  
*Sticef*, vol. 25, numéro 2, 2018, pp. 9-29, DOI: 10.23709/sticef.25.2.1

## **1. Introduction**

Le contexte de cet article est celui d'une communauté de communes rurales, chargée de l'équipement informatique des écoles primaires du territoire. Les déploiements successifs, à l'échelle locale ou nationale, de technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les classes de l'enseignement primaire ou secondaire ont montré de façon générale leur caractère aléatoire en termes d'usages effectifs ou d'intégration dans les pratiques pédagogiques. Cette situation générale, qui cache en partie la diversité des pratiques réelles, tend à perdurer malgré les injonctions institutionnelles de ces dernières années et l'inscription des compétences numériques dans les référentiels scolaires (Béziat et Villemonteix, 2012). Dans le cas présent, les enseignants doivent préciser auprès des décideurs leurs besoins en équipement et formaliser un projet pédagogique afférent. Ainsi, pour l'année scolaire 2015-2016, 13 enseignants exerçant dans 7 écoles primaires de 5 communes, du CP au CM2, sont concernés. Dans ce cadre, la collectivité a également émis une demande de financement européen (FEDER) pour la conception d'un dispositif d'accompagnement des enseignants et la réalisation d'une étude sur les usages numériques en classe<sup>1</sup>.

Ce contexte constitue par ailleurs un des terrains d'étude du projet de recherche ORPPI (*Towards an International Observatory of Pedagogical and Cultural Appropriation of ICT in the Rural Context: Culture and Public Policies*), visant à créer les bases d'un observatoire de l'appropriation culturelle et pédagogique des TIC dans les écoles rurales tenant compte des politiques éducatives publiques. Les données françaises, ici présentées, seront ultérieurement confrontées à celles recueillies en Argentine, au Pérou et au Chili. Le projet ORPPI a en effet le double objectif de documenter les pratiques et les politiques publiques dans les 4 contextes identifiés et de nourrir et orienter ces dernières, au-delà de la simple acquisition de matériel.

Cette situation nous a amenés à formuler un double questionnement, qui est, d'une part, celui de la conception d'un dispositif d'accompa-

---

<sup>1</sup> À l'issue de l'appel d'offre, Réseau Canopé, opérateur public de l'éducation nationale, a été retenu pour concevoir et mettre en œuvre cet accompagnement ainsi que cette étude. Ce travail a été mené en partenariat avec l'équipe d'accueil Techne (6316) de l'université de Poitiers.

gnement susceptible d'amener les enseignants à construire des scénarios pédagogiques mobilisant les technologies dans la pratique quotidienne de la classe, basés sur le travail en groupe et la production de contenus par les élèves. D'autre part, nous interrogeons les modalités d'observation, d'analyse et de comparaison des postures des acteurs (enseignants et élèves) de l'école rurale avec le numérique, ainsi que les éventuelles transformations de ces postures.

Nous exposerons tout d'abord le contexte précis dans lequel se posent ces questions avant de détailler nos choix méthodologiques en faveur de l'étude de cas. Nos critères d'analyse se basent sur le cadre théorique de la médiation instrumentale de Peraya (2008), enrichie des catégories d'interactions culturelles identifiées par Cerisier (2016). C'est sur cette assise théorique que nos résultats seront ensuite rapportés.

## **2. L'école primaire rurale : enjeux liés au contexte**

Les usages des TIC dans l'enseignement primaire ont fait l'objet de nombreuses études qu'il nous serait impossible ici de résumer. Ceci n'est pas non plus notre objet, insistant pour notre part sur la spécificité du contexte alliant enseignement primaire, usages pédagogiques des TIC et ruralité.

L'action pédagogique de l'enseignant du primaire est centrée sur l'acquisition de savoirs disciplinaires fondamentaux, auxquels viennent possiblement s'affilier des enseignements transversaux tels que l'éducation aux médias ou le recours aux outils informatiques. L'enseignement primaire constitue à ce titre le premier palier du B2I (brevet informatique et internet) et relève d'une perspective d'enseignement/apprentissage basée sur la validation de compétences grandement manipulatoires (Béziat et Villemonteix, 2012).

Quant au caractère rural de notre contexte, la spécificité de ce type de zone géographique est, en tant que telle, difficile à circonscrire au-delà des représentations communes d'un espace s'opposant à la ville (Alpe, 2012). Au vu des catégories actuelles, il est possible de définir notre contexte comme un territoire économique et social en périphérie et sous l'influence de la ville (Schmittsem et Goffette-Nagotsem, 2000). Au sein du système éducatif français, l'enseignement primaire en milieu rural répond toutefois de particularités organisationnelles, telles que les regroupements pédagogiques intercommunaux (RPI) qui visent l'optimisation des moyens et de la gestion administrative par la mutualisation. On peut

également penser aux classes à plusieurs niveaux, à l'implication des parents dans la vie fonctionnelle de l'école ou aux enseignants assurant aussi des charges de direction. Une construction professionnelle propre à l'enseignement en milieu rural a par ailleurs été d'ores et déjà décrite (Rothenburger et Champollion, 2013). Des enjeux éducatifs particuliers sont également à noter, relatifs à un certain éloignement des grands centres culturels et économiques ainsi qu'à la dispersion des publics, pour lesquels le recours aux TIC représente une orientation majeure. Ce terrain a ainsi fait l'objet en France d'un plan d'équipement national « Ecoles Numériques Rurales » en 2009, qui a doté 6700 établissements (tableaux numériques interactifs et classes mobiles). Les équipements restent cependant insuffisants dans un grand nombre d'écoles et les pratiques numériques des enseignants demeurent fortement hétérogènes, en fonction de différents facteurs, formation initiale ou expérience personnelle notamment (Béziat et Villemonteix, 2012).

Malgré une érosion des effectifs, les écoles rurales constituent encore une part très importante du paysage éducatif français. Ce contexte est donc à la fois singulier et commun à l'échelle nationale. A ce titre, les questions qu'il suscite, quant aux politiques publiques et quant aux pratiques professionnelles avec les TIC, sont d'envergure. Des recherches sont ainsi toujours nécessaires pour rendre compte de cette diversité et concevoir des outils susceptibles de décrire ces pratiques dans toute leur complexité.

Les usages numériques domestiques des enseignants participent de cette complexité. En effet, les enseignants correspondent aux catégories de population pour lesquelles les usages numériques sont quantitativement importants et qualitativement diversifiés (Brice, Crouette, Jauneau-Cottet et Lautié, 2015 ; IPSOS, 2011). Ces pratiques ne se perçoivent pourtant que difficilement dans les usages scolaires. L'enquête nationale Profetic décrit ainsi des enseignants équipés et pratiquants, convaincus de l'intérêt potentiel des TIC pour l'enseignement, dont les usages professionnels restent timides. À ce titre l'enquête Profetic 2015, nouvellement élargie aux enseignants du premier degré, est parlante. Elle montre que (MEN, 2015, p.7-9) :

- Les séquences d'activités avec manipulation sont pratiquées (avec régularité) par moins d'1/4 des répondants ;
- L'utilisation du numérique en vue de personnaliser l'apprentissage est répandue chez  $\pm 3$  répondants sur 10 ;

- Les répondants souhaitent prioritairement franchir deux caps [que sont] le travail individualisé en autonomie [et] la manipulation de matériel par les élèves ;

- Près de 4 enseignants sur 10 (39 %) exploitent le numérique exclusivement en dehors de la classe.

Parmi les facteurs limitants déclarés, si les déficiences en matière d'équipement ou de maintenance (« équipement informatique obsolète, défectueux ou inadapté », « débit réseau ou internet insuffisant », « absence d'un dispositif efficace de maintenance ») arrivent en premier lieu, la question de la formation (« une formation inexistante ou insuffisante à l'utilisation pédagogique ») arrive très vite, sachant que les déclarations pointent en grande majorité l'auto-formation au numérique, pour 90 % des répondants (MEN, 2015, p. 14). En effet, au-delà des prescriptions, l'investissement des technologies à des fins pédagogiques implique pour l'enseignant de concevoir des objectifs et des modalités d'usage spécifiques, qui font sens eu égard aux exigences disciplinaires et à sa posture d'enseignant (Baron et Bruillard, 2004).

La question de la formation des enseignants recoupe celle des politiques publiques en matière de numérique pour l'éducation. Mais d'un point de vue conceptuel tout autant qu'opérationnel, cette formation est d'autant plus délicate à mettre en œuvre qu'elle doit tenir compte de la diversité des publics et des équipements, assurer une formation de base à la manipulation des technologies tout en visant « l'intégration » du numérique dans les pratiques enseignantes et dans les processus d'apprentissage proprement dits. Tout dispositif de formation doit de plus engager l'enseignant qui seul peut décider de l'usage ou non des TIC dans sa classe (Béziat, 2012).

### **3. Cadre théorique**

Au vu des enjeux ci-dessus exposés, la formation des enseignants de l'école rurale à la « pédagogie numérique » représente un défi majeur. Certains ressorts de l'appropriation ont été mis à jour, relatifs à la posture enseignante et ancrés dans les stratégies pédagogiques aussi bien que dans les valeurs accordées par l'enseignant à sa mission (Peraya, Viens et Karsenti, 2002). Il s'agit en effet de passer des dispositifs technologiques vus comme des moyens « auxiliaires » au statut de « technologies intellectuelles » (Peraya *et al.*, 2002), de rompre avec l'opposition entre « anciennes » et « nouvelles » technologies pour intégrer « le » numérique dans le paysage des supports de mémoire et de connaissance faisant partie

intégrante de l'activité humaine et du rapport au savoir (Jeanneret, 2000). Les processus d'appropriation des technologies par les enseignants ont ainsi été décrits par de multiples modèles théoriques, qui tous se rejoignent sur la prise en compte de nombreux facteurs contextuels et la juxtaposition de paliers progressifs, depuis la simple utilisation jusqu'à la transformation de l'action pédagogique (Depover et Strebelle, 1997 ; Mishra et Koehler, 2008 ; Puentedura, 2014).

Dans l'article précédemment cité, Peraya, Viens et Karsenti nous précisent des pistes concrètes pour l'élaboration d'actions de formation, en premier lieu : « [...] il s'agit, non pas d'utiliser les technologies, mais de les intégrer ; dans cette perspective, le développement d'un scénario pédagogique constitue sans doute un moyen à privilégier » (Peraya *et al.*, 2002 p. 253). Cette vision est soutenue et opérationnalisée par les travaux de Poyet à partir de projets de recherche menés dans le cadre de l'utilisation de la plateforme Spiral (Lyon 1) et du projet européen Hy-sup (dispositifs hybrides : nouvelle perspective pour une pédagogie de l'enseignement supérieur). L'auteure évoque plusieurs leviers sur lesquels nous nous appuyons pour élaborer notre dispositif d'accompagnement tel que décrit plus bas (Poyet, 2015). En premier lieu, elle souligne à son tour le rôle central d'un processus de scénarisation pédagogique de nature socio-constructiviste : « ce sont les activités de scénarisation de l'enseignant par l'intermédiaire de l'environnement techno-pédagogique qui permettent de faire la différence entre des dispositifs qui sont utilisés essentiellement pour leurs fonctions de mise à disposition de ressources pédagogiques et ceux qui créent des conditions d'apprentissage reposant sur le travail collaboratif et l'autonomie des apprenants » (Poyet, 2015, p. 142). À ce titre doivent être pris en compte l'activité et les interactions humaines, les éléments permanents et/ou provisoires du contexte, la dimension temporelle. Poyet et Régnier (2013) ont par ailleurs montré que la participation des enseignants à des groupes de pairs pouvait représenter un facteur de diffusion des usages numériques.

L'élaboration d'un scénario pédagogique incluant le recours à une ou des technologies, et donc l'éventuelle continuité entre pratiques professionnelles et pratiques domestiques, s'inscrit dans des pratiques existantes, relève d'un choix très personnel de l'enseignant et ne peut lui être imposé de l'extérieur. À la lumière des apports de la sociologie des usages, rappelons que l'appropriation est un processus complexe, intégrant différentes étapes depuis un « minimum de maîtrise technique et cognitive », jusqu'à la « possibilité de détournements, de contournements, de réinvention, de



participation directe » en passant par « l'intégration de manière significative et créatrice à la vie quotidienne » (Chambat, 1994). C'est en ce sens que nous faisons principalement appel au terme « accompagnement » plutôt qu'à celui de « formation ». Dans un premier temps, le contexte du projet ne s'apparente pas à proprement parler à une « formation », au sens que peut accorder le ministère de l'éducation à ce terme comme dispositif d'apprentissage visant à l'exercice optimal du métier et au développement continu des connaissances et compétences professionnelles. Dans un deuxième temps, tout en gardant à l'esprit ce contexte, nous accordons au terme « accompagnement » la définition qu'en donne Cros quand elle parle de « processus d'émergence de ces [ses] compétences aux yeux mêmes de l'acteur pour qu'il puisse par la suite, non seulement, en prendre conscience mais les mobiliser et les développer » (Cros 2009, p. 47). Ainsi la question essentielle n'est pas tant d'intégrer ou non les technologies dans la pratique quotidienne de tel ou tel enseignant que de comprendre comment et pourquoi elles peuvent être utilisées, dans un contexte précis et multidimensionnel, et d'explicitier le sens qu'accorde l'enseignant lui-même à cette utilisation, au risque de descriptions peu généralisables.

La nature et les objectifs des politiques publiques, ici locales, font partie intégrante des multiples dimensions qui caractérisent un contexte d'usage ou de non usage. Ces éléments doivent être mis en perspective avec ce qui se passe, du point de vue de l'enseignant et de ses élèves, lorsqu'une technologie informatisée est convoquée au service de l'action pédagogique ou en est constitutive. À ce titre, notre matériel méthodologique, à savoir grille d'observation et guides d'entretien, ainsi que l'analyse des données recueillies, s'inscrit dans un cadre théorique précis qui est celui des registres de la médiation instrumentale, tels que définis par Peraya (2008) et enrichis des 5 catégories d'interactions culturelles identifiées par Cerisier (2016). L'approche de l'instrumentation de la communication humaine proposée par Peraya se situe dans une définition de l'objet technique comme « outil cognitif » inhérent à l'action de l'homme sur son environnement extérieur et social. Il prolonge en cela les travaux de Rabardel (1995) concernant les processus de genèse instrumentale, à savoir la transformation de l'artefact en instrument par l'utilisateur dans le cadre de son activité, en fonction des valeurs fonctionnelles et subjectives que l'artefact peut prendre au sein même de cette activité. Peraya souligne le fait que l'instrument contribue à déterminer et modeler les actions et les contenus qu'il médiatise. Dans cette perspective,

il délimite 5 registres de la médiation technologique, c'est-à-dire 5 catégories d'effet des formes de médiatisation sur les comportements humains (registres sémiocognitif, sensorimoteur, praxéologique, relationnel et réflexif). En s'appuyant sur ces registres de la médiation instrumentale et en les couplant aux 6 dimensions descriptives de la culture selon Certeau (1980), Cerisier (2016) spécifie pour sa part les interactions entre culture et médiation instrumentale selon les catégories suivantes :

- Rapport de l'individu à l'information et aux connaissances (interactions conceptuelles) ;
- Rapport de l'individu à l'espace et au temps (interactions spatiotemporelles) ;
- Rapport de l'individu à autrui (interactions relationnelles) ;
- Rapport de l'individu aux normes sociales (interactions sociales) ;
- Rapport de l'individu à la création (interactions poétiques).

Ce sont ces catégories qui nous ont été utiles pour la conception de notre matériel d'observation (grille d'observation et guides d'entretien) et d'analyse.

#### **4. Précisions méthodologiques**

Le protocole méthodologique imaginé et mis en œuvre, pour correspondre à la situation et être susceptible d'apporter des éléments de réponse à nos deux questions de recherche, s'articule autour d'une réflexion sur le dispositif d'accompagnement des enseignants, d'une part, et d'une réflexion sur les modalités d'analyse des situations, d'autre part. 13 enseignants se sont engagés dans le projet : 9 femmes et 4 hommes, dont 3 exerçant des fonctions de directeur d'école, enseignant dans 6 classes de cours moyens, 5 classes de cours élémentaire et 2 classes de cours préparatoire. Leur implication a consisté à participer à un entretien préliminaire, à deux séances de travail en présentiel (2 fois 3 heures), à un suivi à distance de l'activité de conception pédagogique et de mise en œuvre en classe (entretiens téléphoniques et journaux de bord). 4 de ces enseignants ont accueilli les chercheurs dans leur classe pour une étude de cas (observation critériée et captation, entretiens avec les différents types d'acteurs). À l'issue du projet, des scénarios très divers ont été élaborés, tels que : fêter les 100 jours de l'école, créer et animer un jardin, documenter et exploiter des classes découverte à la mer et à la montagne, créer un trombinoscope de l'école, concevoir une série d'exposés interactifs sur les 7 merveilles du monde, documenter la visite du musée de la Résistance

ainsi que le témoignage d'une déportée, créer une bande dessinée à partir des fables de La Fontaine.

#### 4.1. Cadrer et stimuler la scénarisation pédagogique : les activités iTEC

Pour ce qui concerne le dispositif d'accompagnement, nous avons fait le choix de proposer aux enseignants de réfléchir chacun à un scénario pédagogique intégrant les modalités concrètes et les objectifs précis d'utilisation en classe des technologies à disposition ou à venir. Afin de proposer un cadre de nature heuristique pour cette scénarisation pédagogique, nous nous sommes appuyés sur les résultats du projet européen de recherche-action, iTEC (*innovative Technologies for an Engaging Classroom*). Mené de 2010 à 2014, iTEC a permis de formaliser un ensemble d'activités pédagogiques, adaptables à chaque contexte ou niveau d'enseignement, visant à structurer le scénario pédagogique imaginé par l'enseignant (Aillerie, 2015 ; McNicol et Lewin, 2013). La pensée créatrice (*design thinking*) et l'action de l'élève sont au principe de ces activités (Brown, 2008 ; Cassim, 2013) : « Rêver », « Explorer », « Cartographier », « Réfléchir », « Faire », « Poser des questions », « Montrer », « Collaborer ». Elles peuvent être mises en œuvre de façon linéaire ou placées chacune à différents moments du scénario, notamment les activités « Collaborer » et « Réfléchir ». La figure 1 reprend la présentation visuelle de ces activités, telle qu'élaborée dans le cadre du projet iTEC.



Figure 1 • Les activités iTEC

Les activités iTEC nous ont paru judicieuses, car partant précisément de l'activité de l'élève et sollicitant l'outil technique en fonction d'objectifs pédagogiques explicités. Les travaux de Poyet cités plus haut nous permettent de dégager les ambitions de ce dispositif d'accompagnement (Poyet, 2015, p. 134) :

- Entrer par la scénarisation pédagogique, « travailler les activités et ce qu'en permettent les instruments » ;
- Placer l'enseignant en situation d'apprenant ;
- Encourager la réflexion collective ;

- Susciter la réflexion de l'enseignant sur ses pratiques, ses représentations ;
- Prendre en compte la situation, les parcours personnels ;
- Susciter un sentiment d'auto-efficacité.

Les enseignants concernés ont donc imaginé des scénarios pédagogiques sur la base de ces activités lors de deux séances de conception participative de 3 heures chacune. À l'issue de ces deux séances, un suivi à distance a été aménagé, pour la finalisation du scénario et pour documenter sa mise en œuvre.

## **4.2. Études de cas**

Afin de cerner la mise en œuvre de ces scénarios par les acteurs, enseignants et élèves, nous avons procédé à 4 études de cas dans 4 écoles différentes. L'étude de cas est une méthode de recherche qualitative, ne répondant pas à des objectifs de représentativité, mais visant le recueil d'un ensemble de données empiriques (Bichindaritz, 1995) sur une situation constituée comme unité d'analyse. L'objectif fondamental de l'étude de cas, de par son origine clinique, vise à approfondir des cas individuels, rapportés à des situations particulières. La dimension écologique de l'étude de cas, au sens de la prise en compte de l'environnement réel dans lequel le(s) sujet(s) évolue(nt) et mène(nt) l'activité étudiée, est cruciale. Les études de cas ici menées incluent l'observation d'une situation ainsi que des entretiens semi-directifs avec les acteurs. Ici, la situation renvoie à une séance pédagogique. Concrètement, 4 séances en classe ont été observées dans 4 classes et inscrites dans les scénarios pédagogiques suivants : concevoir une série d'exposés interactifs sur les 7 merveilles du monde (CM1/CM2), documenter la visite du musée de la Résistance ainsi que le témoignage d'une déportée (CE2, CM1-CM2), créer une bande dessinée à partir des Fables de La fontaine (CM1, CM1/CM2).

Le matériel de recueil était constitué d'une grille d'observation de la séance, d'un enregistrement, de notes libres et de photos. Basés sur deux guides d'entretien préalables, les entretiens semi-directifs individuels avec chacun des 4 enseignants et collectifs avec un petit groupe d'élèves par classe (3 à 5 élèves) ont été enregistrés puis retranscrits avant d'être analysés. Au total, pour ce qui concerne les études de cas, 4 enseignants (1 homme, 3 femmes) et 15 élèves du CE2 au CM2 ont été ainsi interrogés.

## 5. La réception du dispositif d'accompagnement

De manière générale, les participants n'ont initialement pas exprimé d'attentes préalables fortes à l'égard du dispositif d'accompagnement. Ils exposent des besoins de formation technique mais déclarent également souhaiter « dépasser » leurs pratiques habituelles pour réfléchir à la place des technologies, au quotidien, dans leur classe : « Moi, mon objectif, c'est de pouvoir faire vraiment entrer le numérique dans ma pratique pédagogique de tous les jours. Faire en sorte que ce soit quelque chose de naturel, et pas LA séance dans l'année, où, ô gloire, on va se servir de l'ordinateur ! »

À l'issue de sa mise en œuvre, les apports du dispositif d'accompagnement se situent en premier lieu autour de la découverte d'outils numériques directement utilisables en classe (par ex., Padlet, Wikidia, Qwant junior), palliant le manque de temps des enseignants pour effectuer ce type de veille. La participation au projet a fonctionné à ce titre comme un élément déclencheur, d'une part, pour utiliser le matériel existant ou tester le matériel récemment arrivé et, d'autre part, pour se poser la question de la pertinence pédagogique d'une technologie par rapport à une autre dans une situation d'apprentissage donnée : « Moi, ça m'a motivée, en tout cas, pour m'y mettre. Parce que, finalement, j'avais le matériel, mais là, j'ai commencé, voilà, à plus mettre le nez dedans, à entrer dedans. »

Un autre aspect positif du dispositif d'accompagnement tel qu'il a été perçu par les participants est relatif à sa dimension collective, aux échanges entre collègues.

Adapter les ressources et les outils existants en fonction des objectifs des enseignants et au sein d'un scénario structuré sur le long terme constituait l'un des objectifs initiaux du dispositif d'accompagnement. Cette perspective doit cependant tenir compte des contraintes parfois très fortes dans les écoles et qui orientent certains choix : l'équipement à disposition, le partage de ce matériel entre les classes, les contraintes de maintenance ou techniques telles que la connectivité faible ou aléatoire. C'est ici une limite imposée à la dimension créative revendiquée par notre dispositif.

L'implication des élèves est centrale dans les activités iTEC et elle est effectivement identifiée comme un objectif pédagogique notable par les participants : « Et puis surtout, là, ce qui est pour moi, entre guillemets,

révolutionnaire, c'est la possibilité pour les élèves de participer. C'est-à-dire qu'avant, un site, c'était juste fait pour regarder ce qu'on avait fait et ça s'arrêtait là. Tandis que là, ils peuvent participer.» La marge de décision accordée aux élèves renvoie au sentiment d'efficacité ou de maîtrise des objets techniques par l'enseignant lui-même. Par ailleurs, la formalisation d'un scénario, telle qu'envisagée par le dispositif d'accompagnement, oblige les enseignants à expliciter les compétences qu'impliquent les activités qu'ils envisagent. Le constat est unanime quant à l'hétérogénéité des élèves en termes de compétences numériques et d'autonomie, ce qui constitue une contrainte capitale quant aux objectifs fixés par l'enseignant, susceptible de freiner la participation effective des élèves.

La formalisation d'un scénario pédagogique à partir des activités ITEC constituait un attendu important du dispositif qui n'a pas été pleinement atteint. Ce travail de formalisation, jugé chronophage et parfois inutile, ne fait pas partie des pratiques quotidiennes de tous ces enseignants. Certaines des personnes interrogées insistent pourtant sur une nécessaire mémorisation/capitalisation de l'expérience: «Et ça me sert de guide à moi pour synthétiser le projet, parce qu'on oublie souvent des choses, en fait»; «C'est toutes les fois où... finalement, quand on fait ça, il y a énormément de ramifications auxquelles on ne pense pas et ce carnet c'est tout ce qui va me permettre à la fin de me dire "Ah ben, tiens, à tel moment, oui, j'ai raccroché dans telle matière, sur le projet..." et ça fait finalement une arborescence...»

## **6. Interactions conceptuelles**

### **6.1. Les compétences et usages numériques des élèves**

Les situations pédagogiques observées sont très diverses, en particulier quant à la fréquence du recours à l'outil numérique, utilisé tous les jours ou « sorti » à l'occasion d'une activité ponctuelle. Cela dit, au vu des données analysées, les activités que les élèves mènent au moyen des TIC à disposition se recourent essentiellement autour de la production écrite, de la recherche documentaire, d'exercices de mathématiques et de l'alimentation du site internet de l'école. Ces activités se rapportent à des activités scolaires classiques et à des compétences académiques préexistantes au déploiement des technologies dans les classes.

L'activité de recherche d'information est ainsi systématiquement évoquée par les participants, enseignants et élèves. Il s'agit pour ces

derniers de collecter des informations sur Internet (images et textes) qui viendront nourrir une leçon (par ex. répondre à un questionnaire) ou une production finale (par ex. exposé, billet sur le site de l'école). L'activité de recherche d'informations, si elle est envisagée comme une activité scolaire classique, mobilise toutefois des compétences exigeantes qui recourent celles traditionnellement listées par les référentiels de maîtrise de l'information (AASL, 2007 ; FADBEN, 1997). Dans les difficultés dont ils font part, enseignants et élèves font référence aux mêmes domaines de compétences : évaluer la pertinence des informations, les trier, juger de la fiabilité des sources, traiter l'information. Ainsi cette activité fait l'objet de stratégies de pré-sélection de sources par l'enseignant, ensuite mises à la disposition des élèves qui devront effectuer leurs recherches dans cet environnement dédié, via le site de l'école ou le portail de l'académie par exemple. Dans ce cas, l'aspect identification/validation des sources est minimisé au profit du traitement de l'information. Ce peut être aussi l'étape de sélection de l'information qui se trouve balisée, au moyen d'un questionnaire préétabli par l'enseignant et que l'élève devra suivre pour orienter sa recherche et son travail de restitution. Quant à cette activité courante, les enseignants émettent donc un fort besoin de baliser la démarche de l'élève. Aucun des enseignants interrogés ne considère que les élèves puissent agir en totale autonomie. Une dimension supplémentaire vient s'ajouter à ces exigences, liée à la gestion des systèmes d'information (par ex., gestion des dossiers de stockage ou de partage sur le serveur de l'établissement). L'élève doit alors organiser et gérer son environnement informationnel et de travail dans sa dimension individuelle mais aussi collective dans le cas d'un travail à plusieurs.

S'il est admis que les technologies numériques ont considérablement augmenté le nombre d'informations à disposition du public, la question de la possibilité cognitive d'en tirer bénéfice reste très prégnante (Brotcorne, Damhuis, Laurent, Valenduc et Vendramin, 2010). Ainsi, dans le discours des enseignants interrogés, la question du rapport à l'information et au savoir est rapidement abordée en termes de compétences ou de capacités. Or, il paraît difficile pour ces enseignants d'estimer le réel niveau de maîtrise des TIC par les élèves, au-delà du constat d'une grande hétérogénéité des compétences et des contextes d'acquisition : « ils se débrouillent », « mais, ça [un logiciel de carte heuristique], eux, ils ne l'utiliseront peut-être pas forcément, parce que je ne sais pas si c'est vraiment utilisable par les gamins facilement, ça, je n'en sais rien... ». La représentation des enfants « natifs du numérique » demeure

paradoxalement très présente: « Les gamins, tout ce qui est tablettes, ordinateurs, ils connaissent. »

Les compétences numériques que les élèves doivent acquérir sont essentiellement énoncées par les enseignants interrogés en référence aux items du B2L. Ces compétences sont dépendantes, dans les discours recueillis, d'une compétence plus globale, un savoir-être qui est l'autonomie, la capacité à utiliser tout seul les outils ou à solliciter de l'aide. Ainsi, les enseignants interrogés décrivent des séances pédagogiques avec le numérique, conçues et menées en fonction du degré d'autonomie qu'ils perçoivent chez les élèves. Dans le même ordre d'idées, ils constituent les équipes d'élèves, dans le cas de travaux de groupes, en fonction de cette autonomie perçue, veillant à associer des élèves perçus comme autonomes et d'autres perçus comme l'étant moins. Avec la réactivité ou l'état du matériel, c'est ici une des contraintes essentielles des activités pédagogiques impliquant le numérique.

Cette question des compétences, nous l'avons vu, ne concerne pas uniquement les élèves. Les enseignants eux-mêmes affirment avoir besoin au préalable d'acquérir des compétences suffisantes pour aider les élèves: « Et donc, moi, je vais utiliser des choses que je maîtrise. Et donc, après, je pourrai aider les enfants quand ils sont en difficulté. »

## **6.2. Primauté des disciplines**

Une certaine prévalence des savoirs disciplinaires, tant en termes d'objectifs pédagogiques que de critères d'évaluation, est à noter là où il est rarement fait mention de l'objet technique comme objet d'apprentissage. Les technologies viennent en appui, au service des disciplines, tel que cela est énoncé dans les instructions officielles (Béziat et Villemonteix, 2012), ou parfois assimilées au jeu, à une forme de récompense après l'effort que représente l'acquisition de savoirs disciplinaires. L'utilisation des objets techniques par les élèves dans certaines situations ou à certains moments de l'activité peut être parfois considérée par l'enseignant comme un obstacle à l'attention des élèves et donc aux acquis disciplinaires. C'est en ce sens que peut être fait le choix de ne pas laisser les élèves manipuler par eux-mêmes les outils, au risque que leur attention ne privilégie la seule dimension technique: « J'avais mon appareil photo, moi, j'ai pris des photos, et... non, en fait, je voulais qu'ils soient attentifs à ce qui se disait »; « [...] j'avais un dictaphone, que j'ai mis en place pour pouvoir faire ma trace écrite aussi, puisque j'écoutais mais je photographiais en même temps, donc... Déjà, c'était difficile pour moi de



tout faire, donc, je me dis que pour les enfants, ça n'aurait pas été possible, si je voulais qu'ils soient attentifs, surtout. »

### **6.3. Interactions spatiotemporelles**

Les situations de collaboration/coopération, lorsque les élèves sont amenés à utiliser un objet technique (tablette ou ordinateur) à plusieurs, peuvent amener l'enseignant à modifier les espaces physiques d'apprentissage (Brown, 2005). À ce titre, il est notable de constater que les 4 études de cas rendent compte de 3 dispositions spatiales différentes. Une enseignante différencie ce temps de travail par projet des autres séances de cours plus traditionnelles en demandant aux élèves de positionner deux tables en face à face de façon à pouvoir travailler par groupe de 4 élèves, en respectant un espace suffisant pour la circulation entre les îlots. Dans une autre classe, les tables restaient disposées en îlots en permanence et ce sont les élèves qui se déplaçaient pour le temps de travail collectif. Dans les deux salles de classes restantes, les élèves travaillaient par deux sur les tables situées en rangées, sans déplacement particulier.

L'utilisation d'un ordinateur ou d'une tablette à plusieurs peut induire des postures différentes des élèves (face à l'écran, sur le côté, derrière l'écran). En fonction de la position physique et symbolique dans le groupe, les élèves n'ont pas forcément les mêmes informations (derrière l'écran par exemple) ou le même rôle au sein du groupe (celui qui tape au clavier, par exemple). En parallèle, ils doivent gérer la multiplicité des supports de travail, par exemple un cahier de brouillon ou des feuilles volantes, souvent positionnés à côté de l'ordinateur, des fichiers de traitement de texte pour les questionnaires ou les consignes, des ressources en ligne, voire un affichage au tableau blanc interactif. Cette dimension est observée mais n'est pas évoquée lors des entretiens.

Lorsque la séance implique des outils synchronisés en ligne ou du matériel sans fil, les élèves peuvent prendre la main sans se déplacer. Les enseignants formulent à ce sujet beaucoup de remarques, évoquant les déplacements, qui prennent du temps et de l'attention : ceux des élèves qui peuvent se trouver fluidifiés par l'informatique et ceux de l'enseignant qui au contraire, et en particulier dans le cas de travaux de groupes, peuvent se multiplier : « Je dois toujours me déplacer de groupe en groupe pour les re-guider... voilà, leur redonner des précisions, sur ce qu'ils doivent écrire, ce qu'ils doivent chercher. »

Dans cette gestion des groupes, dans la sollicitation de l'attention de tous les élèves pour reformuler des consignes par exemple, on peut noter une dimension physique et corporelle importante, dimension plutôt décrite comme une contrainte et qui n'est sans doute pas inhérente aux technologies informatisées en tant que telles. On peut toutefois déceler là une situation paradoxale, entre les facilités permises par l'informatique et des contraintes matérielles très fortes, à la fois dans la manutention physique des machines, à la place qu'elles occupent physiquement dans la classe, et dans la circulation des personnes dans l'espace.

Du point de vue de la temporalité, les enseignants soulignent de manière générale la nécessité de délimiter un temps dédié à l'utilisation des technologies, temps incluant la préparation (sortir les machines, vérifier l'état des batteries, connecter les périphériques, etc.). Mais ils émettent aussi le souhait d'y recourir de manière plus constante, voire tout le temps, et de façon transversale, dans toutes les matières. La phase d'installation/désinstallation peut faire l'objet de responsabilités partagées avec les élèves et délimiter les temps d'apprentissage, de manière parfois très structurée (la durée d'une chanson diffusée sur l'ordinateur du professeur, par exemple).

Les activités impliquant une production à long terme par les élèves peuvent entraîner un allongement des temps de travail au-delà du temps de classe, ce que Rinaudo (2013) désigne par « l'extension du domaine de l'action pédagogique ». Les élèves continuent leur projet lors des récréations ou à la maison, mais cette décision est laissée à leur initiative. Dans le temps proprement imparti pour la classe, ces activités peuvent bouleverser l'organisation et le déroulé habituels des séances (par ex., mise en place d'ateliers tournants en fonction des tâches ou des équipements disponibles) et se poser potentiellement en concurrence avec les apprentissages disciplinaires. Nous l'avons évoqué pour ce qui concerne la logistique, mais les enseignants soulignent aussi le temps de prise en main et le temps de gestion de l'hétérogénéité constatée des compétences des élèves : « Si on fait la carte heuristique après tout ça, avec les enfants, c'est moi qui vais le faire, parce que le temps qu'ils maîtrisent... »

#### **6.4. Interactions relationnelles**

Les séances observées et les entretiens permettent de faire état de nombreux temps de travail individuels avec les technologies ou par binômes. Le travail en équipes n'est pas directement lié à l'usage de technologies informatiques, mais demande à l'enseignant des

compétences en gestion des groupes et en régulation des apprentissages individuels et collectifs. La responsabilité revient à l'enseignant quant à déterminer des groupes suffisamment hétérogènes en termes de compétences ou de profils des élèves comme gage de réussite de l'activité. À ce titre, l'enseignant peut choisir d'attribuer des tâches à chaque membre des groupes ou laisser les élèves se répartir librement le travail. La gestion des travaux de groupes et la régulation des dynamiques sont énoncées en termes de personnalités ou d'attitudes, même si cela implique pour les élèves de progresser en termes d'autonomie, d'organisation, de prise de décision ou d'écoute par exemple : « Mais justement, ça, ça fait partie des compétences à acquérir, être capable de travailler en groupe et d'écouter les autres, de prendre en compte ce qu'ils ont dit, ce n'est pas facile pour tout le monde. »

### **6.5. Interactions sociales**

La situation scolaire est associée au respect des normes sociales en vigueur dans l'école en tant qu'institution, liée au respect des statuts et des fonctions de chacun. L'usage des TIC en général et d'internet en particulier, peut venir bousculer le positionnement du maître devant ses élèves. L'enseignant met ainsi en place des stratégies pour garder le contrôle sur le déroulement de la classe (avoir la main, avoir les codes, maîtriser les outils avant que les élèves ne soient amenés à les utiliser, regarder ce qu'ils font, contrôler les sources). Le rôle assuré ici par l'enseignant relève en partie d'une dimension éducative qui, dans le discours des élèves, rejoint celui du parent : les garder d'un usage excessif ou irraisonné des technologies, contrer leur penchant « naturel » à en abuser. Les élèves sont en effet tout à fait conscients de ce contrôle exercé par l'enseignant, qui dans l'exemple ci-dessous consiste à maintenir les élèves concentrés sur l'activité en cours. À ce titre, nous retrouvons l'objet technique comme interférant potentiellement avec les objectifs disciplinaires : « Oui, il [le maître] passe derrière les tables et il regarde. Surtout pour voir si on ne va pas sur d'autres sites. Par exemple, comme d'autres... Il y en a qui sont allés sur des jeux. *Minecraft*. Oui. Qui regardent des vidéos. Sur *Youtube*, ils regardent les vidéos. Au lieu de... par exemple, de chercher des images sur Jean de la Fontaine, ils regardent des voitures... »

Relativement au fait de travailler en groupes et à la gestion de l'hétérogénéité des élèves, le rôle du pair peut apparaître comme tout à fait important et prolonger ou compléter l'action de l'enseignant. Ainsi, la nécessité pour l'enseignant de maintenir sa position s'accompagne de la

volonté de faire participer les élèves, de leur laisser une part d'initiative, de prendre en compte ce qu'ils sont susceptibles d'apporter à la classe, même si c'est en dernier lieu lui qui valide. L'enseignant peut aussi considérer que le chemin à parcourir en matière de numérique en classe est un parcours effectué avec les élèves, l'objet technologique obtenant ici le statut d'outil de travail commun : « Et puis, [...] pouvoir facilement manier l'outil numérique, que ça devienne assez... enfin, que ce ne soit pas exceptionnel et que ça devienne un outil de travail aussi [...] ».

### **6.6. Interactions poétiques**

Les activités iTEC visent à optimiser les tâches de gestion de projet et de création assumées par les élèves. Cette dimension est toujours liée, dans les activités iTEC, à la valorisation des productions au sein de la classe ou hors de l'école. Ce sont les productions finales essentiellement qui ont été ici valorisées, même si tout un cheminement (brouillon, mise au propre, validation, publication) se met en place au cours de l'activité et qu'un certain nombre de traces ou de productions intermédiaires sont collectées.

La participation des élèves est souvent décrite relativement aux travaux de groupes. Sont aussi évoquées là des compétences quant à la prise de décision, quant à la répartition des tâches et à l'organisation, dans leur dimension collective.

Les participants expriment le souci de multiplier les supports de communication. Susciter la créativité des élèves, par le biais d'exemples, constitue ainsi un objectif pédagogique sous-jacent : « En fait, j'ai fait exprès de leur montrer quelque chose où on a de tout, où on peut avoir du son, de la vidéo, des images, pour essayer que ça leur vienne à l'esprit. »

Et nous retrouvons pour ces enseignants la maîtrise préalable nécessaire des outils de création (logiciels en ligne par exemple) avant d'envisager concrètement la participation des élèves et de leur déléguer des tâches précises. Il y va du rôle de l'enseignant qui doit être en mesure d'aider les élèves et de leur donner des instructions claires, de pallier leurs difficultés ou d'étayer leurs tâtonnements. Il y va également de la qualité des productions finales, *a fortiori* lorsqu'elles sont destinées à être « montrées ». Ainsi, la participation réelle des élèves et leur contribution effective dans l'accomplissement de productions, depuis leur conception initiale jusqu'au produit fini, le « faire faire aux élèves », semble constituer un pallier réflexif important pour ces enseignants et qui dépasse

largement la simple maîtrise technique des outils : « [...] parce que je sais utiliser Internet, mais après comment le faire utiliser dans le quotidien par les enfants, là... voilà, c'est un peu plus... Faut y penser, quoi ».

## **7. Conclusion**

Les choix d'équipement des écoles primaires dépendent de décisions extérieures (communes ou communauté de communes) et auxquelles les enseignants ne peuvent être associés que de façon marginale. L'expérience de gestion publique ici décrite est à ce titre singulière, car elle a permis la conception d'un dispositif d'accompagnement, centré sur la scénarisation pédagogique et les activités de production des élèves, au-delà d'une liste de compétences à acquérir ou de la simple utilisation des outils informatiques. Ce dispositif révèle de forts besoins de formation technique complémentaire, mais il permet bien de travailler l'inscription des technologies numériques et des enjeux sociaux qu'elles posent au cœur des objectifs d'enseignement.

Du point de vue des pratiques de classe, les spécificités de ce dispositif (implication des élèves et formalisation notamment), permettent d'éclairer des zones d'ombres telles que les compétences et usages réels des élèves et les dynamiques de groupes. Nous constatons ainsi que les scénarios pédagogiques mis en place sont basés sur le profil scolaire des élèves et ce qu'ils savent faire, ou plus exactement sur ce que les enseignants imaginent que leurs élèves savent faire. Cette représentation des capacités des élèves vient enrichir les descriptions de la culture numérique enseignante en termes de « savoirs flottants » (Béziat et Villemonteix, 2012), c'est-à-dire de conceptions inexactes du fonctionnement des outils. Le degré de compétence des élèves et la nature de leurs usages quotidiens constituent dès lors une sorte de « boîte noire » qui, associée à une conscience toute relative de ses propres capacités par l'enseignant, gêne la mise en place des apprentissages et d'activités d'autonomisation des élèves.

## **RÉFÉRENCES**

Aillierie, K. (2015). Quel accompagnement pour quelles compétences médiatiques ? Entre innovation pédagogique et pratiques quotidiennes : le cas du projet européen iTEC (*innovative Technologies for an Engaging Classroom*). Dans M. Loicq et F. Rio (dir), *Les jeunes : acteurs des médias. Participation et accompagnements* (p. 98-107). Paris, France : Centre d'études sur les jeunes et les médias.

Alpe, Y. (2012). Performances scolaires et territoire rural en France. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 59, 113-124.

American Association of School Librarians (AASL). (2007). *Standards for the 21st century learner*. Chicago, IL : AASL.

Baron, G-L., Bruillard, E. (2004). Quelques réflexions autour des phénomènes de scolarisation des technologies. Dans L.-O. Pochon et A. Maréchal (dir.), *Entre technique et pédagogie: la création de contenus multimédia pour l'enseignement et la formation* (p. 154-161). Neuchâtel, Suisse : IRDP.

Béziat, J. (2012). Former aux TICE : entre compétences techniques et modèles pédagogiques. *International Journal of Technologies in Higher Education*, 9(1-2), 53-62.

Béziat, J. et Villemonteix, F. (2012). Les technologies informatisées à l'école primaire : déplacements et perspectives. Dans M. Sidir, E. Bruillard et G.-L. Baron (dir.), *Actes du colloque JOCAIR 2012* (p. 295-307). Amiens, France : Université de Picardie Jules Verne.

Bichindaritz, I. (1995). Incremental concept learning and case-based reasoning: For a co-operative approach. Dans I. D. Watson (dir.), *Progress in case-based reasoning* (p. 91-106). Berlin, Allemagne : Springer. [https://doi.org/10.1007/3-540-60654-8\\_25](https://doi.org/10.1007/3-540-60654-8_25)

Brice, L., Croutte, P., Jauneau-Cottet, P. et Lautié, S. (2015). *Baromètre du numérique 2015* (rapport CREDOC). CGE-ARCEP. Récupéré le 30 décembre 2018 de : [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/CREDOC-Rapport-enquete-diffusion-TIC-France\\_CGE-ARCEP\\_nov2015.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/CREDOC-Rapport-enquete-diffusion-TIC-France_CGE-ARCEP_nov2015.pdf)

Brotcorne P., Damhuis V., Laurent, V., Valenduc G. et Vendramin P. (2010). *Diversité et vulnérabilité dans les usages des TIC: la fracture numérique au second degré*. Gent, Belgique : Academia Press. Récupéré le 30 décembre 2018 de : <http://www.belspo.be/belspo/ta/publ/academia-usagesTIC-U1527.pdf>

Brown, M. (2005). Learning Spaces. Dans D. Oblinger et J. Oblinger (dir.), *Educating the Net Generation* (chap. 12). Educause. Récupéré le 30 décembre 2018 de : <https://www.educause.edu/ir/library/PDF/pub7101.PDF>

Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92.

Cassim, F. (2013). Hands on, hearts on, minds on: Design thinking within an education context. *International Journal of Art & Design Education*, 32(2), 190-202.

Cerisier, J-F. (2016). La forme scolaire à l'épreuve du numérique. *Questions de communication*. 34.

Certeau, M. de (1980). *L'Invention du quotidien: Vol. 1. Arts de faire*. Paris, France : Gallimard.

Chambat, P. (1994). Usages des technologies de l'information et de la communication. *Technologies et Société*, 6(3), 249-269.

Cros, F. (2009). Accompagner les enseignants innovateurs : une injonction ? *Recherche et formation*, 62, 39-50.

Depover, D. et Strebelle, A. (1997). Un modèle et une stratégie d'intervention en matière d'introduction des TIC dans le processus éducatif. Dans L.-O. Pochon et A. Blanchet (dir.), *L'ordinateur à l'école : de l'introduction à l'intégration* (p. 73-98). Neuchâtel, Suisse : IRDP.

Fédération des enseignants documentalistes de l'éducation nationale (FADBEN) (1997). *Référentiel: compétences en information-documentation*. Récupé le 30

décembre 2018 de :

<http://www.fadben.asso.fr/IMG/pdf/REFERENTIEL-COMPETENCES-1997-3.pdf>

IPSOS Media CT. (2011). *Etude sur les TICE et les enseignants* (Rapport - 10046717-01. IPSOS).

Jeanneret, Y. (2000). *Y a-t-il (vraiment) des technologies de l'information ?* Villeneuve d'Ascq, France : Presses Universitaires du Septentrion.

McNicol, S. et Lewin, C. (2013). *ITEC, Internal Deliverable 5.6 Cycle 4. Evaluation Report*. Récupéré le 30 décembre 2018 de : [http://itec.eun.org/c/document\\_library/get\\_file?uuid=6798a0b9-b417-4cf6-8b3a-4010d9d9e838&groupId=10136](http://itec.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=6798a0b9-b417-4cf6-8b3a-4010d9d9e838&groupId=10136)

Mishra, P. et Koehler, M.J. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. Communication présentée à *Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York City*. Récupéré de : [https://www.researchgate.net/publication/242385653\\_Introducing\\_Technological\\_Pedagogical\\_Content\\_Knowledge](https://www.researchgate.net/publication/242385653_Introducing_Technological_Pedagogical_Content_Knowledge)

Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (MEN) (2015). *Enquête PROFETIC auprès de 5 000 enseignants du premier degré*. (Synthèse). Récupéré le 30 décembre 2018 de : [http://cache.media.eduscol.education.fr/file/ETIC\\_et\\_PROFETIC/24/2/profetic-2015-synthese\\_496242.pdf](http://cache.media.eduscol.education.fr/file/ETIC_et_PROFETIC/24/2/profetic-2015-synthese_496242.pdf)

Peraya, D. (2008). Un regard critique sur les concepts de médiatisation et médiation. Nouvelles pratiques, nouvelle modélisation. *Les Enjeux de l'information et de la communication, Supplément 2008*. Récupéré de : <https://lesenjeux.univ-grenoble-alpes.fr/2008-supplement/Peraya/index.php>

Peraya, D., Viens, J et Karsenti, T. (2002). Formation des enseignants à l'intégration pédagogique des TIC: esquisse historique des fondements, des recherches et des pratiques. *Revue des sciences de l'éducation, 28(2)*, 243-264.

Poyet, F. (2015). *Technologies numériques et formation : freins et leviers*. Paris, France : L'Harmattan.

Poyet, F. et Régner, J-C. (2013). *Participation des enseignants à des réseaux sociaux et généralisation des usages des TIC dans l'enseignement secondaire*. Communication présentée à la 3ème Journée scientifique MONdes Numériques : Expérimentation et Innovation Technologique pour l'Humain et la Société (MONEITHS), Lyon, France.

Puentedura, R. (2014). *Frameworks for educational technology: SAMR and the EdTech Quintet*. Récupéré le 30 décembre 2018 de : [http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/04/08/FrameworksForEducationalTechnology\\_SAMRAndTheEdTechQuintet.pdf](http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/04/08/FrameworksForEducationalTechnology_SAMRAndTheEdTechQuintet.pdf)

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris, France : Armand Colin.

Rinaudo, J-L. (2013). Extension du domaine de la classe. Technologies numériques et rapport au temps des enseignants. *Connexions, 2(100)*, 89-98.

Rothenburger, C. et Champollion, P. (2013). Enseigner en école rurale: quels impacts sur la construction de l'identité professionnelle des enseignants? Etude comparative dans des territoires ruraux de quatre pays. Dans *Actes du Congrès international Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF)*, Montpellier, France.

Schmittsem, B. et Goffette-Nagotsem, F. (2000). Définir l'espace rural ? De la difficulté d'une définition conceptuelle à la nécessité d'une délimitation statistique. *Économie rurale, 257(1)*, 42-55.







# Modélisation didactique pour la conception d'étayages dans un EIAH : exemple d'une activité de conception expérimentale en biologie

► **Catherine BONNAT, Patricia MARZIN-JANVIER, Isabelle GIRAULT, Cédric d'HAM** (LIG, Université Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP – Université de Poitiers)

---

---

■ **RÉSUMÉ** • Nous présentons dans cet article une méthodologie de conception de situation d'apprentissage en biologie, étayée par l'EIAH LabNbook. La situation proposée aux élèves de lycée en France (16-17 ans) consiste à concevoir et rédiger un protocole expérimental dans LabNbook sur le thème de la fermentation alcoolique. Notre travail s'appuie sur des travaux de modélisation de l'activité de conception expérimentale et sur son étayage par un EIAH, dans le cadre de la théorie anthropologique du didactique et plus précisément la praxéologie. Nous présentons une transposition de cette modélisation et la situation d'apprentissage étayée par un EIAH.

■ **MOTS-CLÉS** • conception expérimentale, EIAH, praxéologie, transposition

■ **ABSTRACT** • *This paper presents a methodology to design learning situations in Biology, scaffold by the computer environment LabNbook. French students, aged 16-17, have to design an experiment about the alcoholic fermentation and write the corresponding experimental procedure in LabNbook. Our work is based on an experimental design activity model and its scaffold by a computer environment. We use the Anthropology Theory of the Didactic model and more specifically the praxeology. We present the transposition of this modeling, leading to a learning situation scaffold by a computer environment.*

■ **KEYWORDS** • *experimental design, TEL systems, praxeology, transposition*

## **1. Introduction**

Cet article présente une recherche sur l'étayage de l'activité de conception expérimentale en biologie par un environnement informatique pour l'apprentissage humain (EIAH). Plus précisément sont étudiées les conditions de mise en place d'un diagnostic automatique des erreurs des élèves, dans le but de proposer ultérieurement des aides personnalisées visant l'apprentissage.

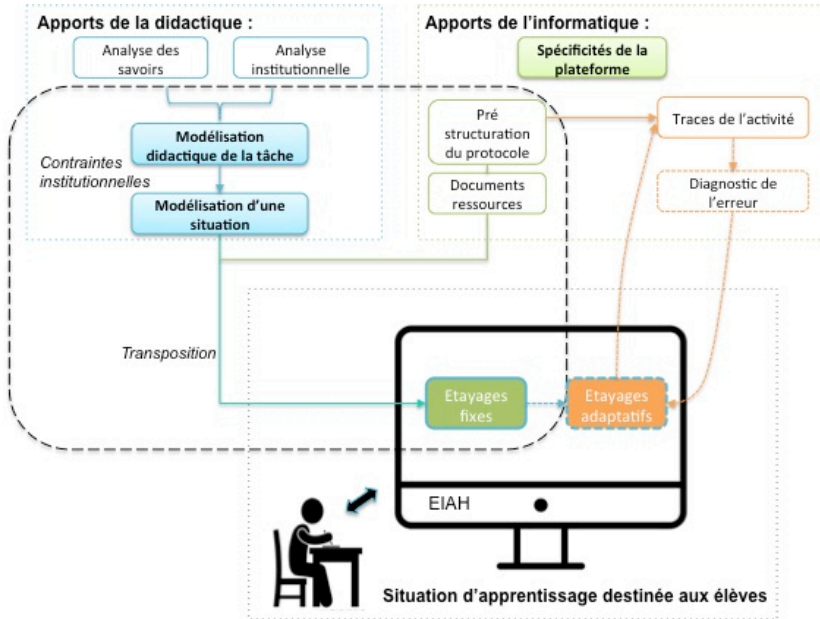
Nous proposons d'aider les élèves à concevoir un protocole expérimental en utilisant la plateforme numérique en ligne LabNbook (<https://labnbook.fr>). Cette plateforme permet de créer des rapports expérimentaux et comprend différents outils numériques, dont un éditeur de protocole (Copex) utilisé pour la conception expérimentale. LabNbook propose actuellement des étayages fixes, qui correspondent à une structuration de l'activité, ainsi qu'à la mise à disposition de ressources et de consignes pour l'élève.

Les étayages fixes (Azevedo, Cromley et Seibert, 2004) visent à aider les élèves dans leur activité, mais ces mêmes étayages fixes pourraient aussi permettre d'analyser l'activité des élèves et de diagnostiquer des erreurs récurrentes (obstacles) qui seraient prises en charge par un autre type d'étayage complémentaire adaptatif. La mise en place d'étayages fixes répond à un double objectif dans notre recherche : aider les élèves à concevoir un protocole communicable et pertinent (Girault, d'Ham, Ney, Sanchez et Wajeman, 2012) et préparer la mise en place d'un diagnostic automatique des erreurs à partir de l'analyse des traces de l'activité.

L'élaboration de l'ensemble de ces étayages nécessite un travail didactique préalable, dont la modélisation des connaissances en jeu dans l'activité. Pour cela, nous avons choisi le cadre théorique de la théorie anthropologique du didactique (TAD) (Chevallard, 1992, 1999) et plus précisément l'approche praxéologique (Bosch et Chevallard, 1999) qui permet de structurer l'activité.

Cet article présente cette analyse préalable nécessaire à l'élaboration d'une situation de conception expérimentale dans l'EIAH LabNbook. La figure 1 représente l'articulation des problématiques didactique et informatique dans un processus conjoint visant la conception d'une situation d'apprentissage implémentée dans l'EIAH LabNbook. Nous ne décrivons ici que la partie entourée par des pointillés noirs, qui est la première étape

du travail dont l'objectif est la conception d'étayages fixes, avant la conception d'étayages adaptatifs actuellement en cours d'élaboration.



**Figure 1 • Positionnement de l'article dans le contexte général de la recherche de l'équipe**

L'objectif de cet article est donc de montrer comment a été effectuée la transposition de la modélisation didactique des connaissances dans l'EIAH étudié afin d'étayer l'activité de conception expérimentale. Nous montrons la pertinence du cadre théorique choisi ainsi que la méthodologie utilisée pour effectuer cette transposition. Nous contextualisons ce travail à une situation de conception expérimentale en sciences de la vie et de la terre (SVT) de terminale scientifique (TS) de spécialité SVT (élèves de lycée de 17-18 ans, en France). L'activité proposée aux élèves consiste à concevoir et réaliser une expérience pour mettre en évidence le métabolisme fermentaire chez les levures. Il s'agit d'une activité proposée dans les programmes scolaires (Bulletin officiel de l'éducation national spécial n° 8 du 13 octobre 2011), à l'origine de difficultés chez les élèves (Bonnat, Marzin et Girault, sous presse) et qui nécessite des aides. Nous centrons l'étude sur la phase de conception de l'expérience par les élèves, expérience qu'ils exécuteront néanmoins dans un deuxième temps.

Dans cet article, nous présentons dans un premier temps notre analyse bibliographique présentant les principales références sur lesquelles nous nous sommes appuyés pour définir l'activité de conception expérimentale et son étayage par un EIAH. Puis nous présentons le cadre théorique utilisé pour modéliser la situation, la méthodologie de transposition appliquée à l'EIAH utilisé (LabNbook) et enfin les résultats obtenus.

## **2. Nécessité d'étayer l'activité de conception expérimentale (état de l'art)**

L'activité de conception expérimentale par les élèves est une étape d'une démarche expérimentale. Il existe différents modèles de cette démarche, l'un d'eux étant celui proposé par (Pedaste *et al.*, 2015) à partir d'une revue de la littérature. Ces auteurs décrivent cette démarche comme étant composée des phases d'orientation, de conceptualisation, d'investigation, de conclusion et de discussion. Pendant la phase d'investigation, les élèves conçoivent et réalisent des expériences. L'appropriation de cette démarche est un des objectifs d'apprentissage proposés aux élèves tout au long du parcours scolaire. Cette démarche est également à l'origine du canevas qui structure l'évaluation des capacités expérimentales au baccalauréat (ECE). La conception expérimentale est donc une activité au cœur des apprentissages scolaires, qui est cependant à l'origine de difficultés chez les élèves.

Plusieurs auteurs ont montré que les élèves sont davantage impliqués dans la démarche quand ils conçoivent leurs propres expériences et qu'ils en tirent personnellement des conclusions ; cela les aide à faire des liens entre les activités pratiques et les concepts en jeu (Coquidé, 2000 ; Etkina, Karelina et Ruibal-Villasenor, 2010). D'autres travaux montrent que les élèves apprennent alors des connaissances des domaines concernés et des aptitudes à mener des démarches d'investigation expérimentales. Néanmoins, les élèves rencontrent des difficultés pour mener ces démarches (Marzin-Janvier, 2013). La résolution de problèmes par la démarche expérimentale est une tâche complexe (Girault et d'Ham, 2014 ; Hmelo-Silver, Duncan et Chinn, 2007), où les élèves peuvent perdre de vue le problème posé, les objectifs à atteindre, et rencontrent des difficultés dans l'écriture des protocoles (Marzin et De Vries, 2008). Ces difficultés, à la fois méthodologiques et de nature épistémologique, nécessitent des aides qui peuvent être élaborées à partir de leur identification *a priori* (Quintana *et al.*, 2004).

La notion d'étayage a été largement utilisée dans les situations d'apprentissage impliquant une démarche d'investigation soutenue par des environnements informatiques. On trouve dans Zacharia *et al.* (2015) une synthèse de la littérature des différentes formes de guidage pour aider les élèves qui utilisent des laboratoires en ligne, qu'ils soient virtuels ou distants, dans le cadre d'une démarche expérimentale en science. Ces étayages peuvent être de forme fixes ou adaptatives (Azevedo *et al.*, 2004). Un étayage fixe est le même pour tous les élèves, alors qu'un étayage adaptatif permet de répondre à un besoin individuel d'un élève. La structuration de l'activité par un outil informatique, qui correspond à un étayage fixe, est un de ceux proposés par Reiser (2004, p. 283) : « une façon d'aider des apprenants est d'utiliser l'outil pour réduire la complexité et les choix, en fournissant une structure additionnelle à la tâche ». Il s'agit d'outils qui aident les élèves à mener à bien un processus d'apprentissage, en structurant et soutenant le processus dans l'activité impliquée. Ceci est souvent utilisé quand la démarche est trop complexe ou quand les élèves n'ont pas les compétences nécessaires pour la mener à bien par eux-mêmes. Il est par exemple utile d'impliquer les élèves dans des activités cognitives telles que planifier, justifier, contrôler, évaluer, questionner, afin de les faire réfléchir sur les actions qu'ils réalisent.

Nous focalisons notre étude sur l'activité de conception expérimentale, et la diversité des études sur les étayages est moindre pour cette activité. Puntambekar et Kolodner (2005) ont trouvé que les élèves ont besoin de plusieurs formes de support d'étayage pour apprendre des sciences avec succès lors d'activités de conception. Dans l'étude de McElhaney et Linn (2011), les élèves étudient les facteurs favorisant les blessures d'un conducteur lorsqu'un airbag est présent dans sa voiture. L'étayage aide les élèves à organiser leurs idées avant de les tester dans une simulation. Dans une autre étude, un étayage aide les élèves à définir les paramètres d'une simulation : il s'agit de l'outil "Experiment Design Tool" (van Riesen, Gijlers, Anjewierden et de Jong, 2018) dans lequel les élèves spécifient si une variable est indépendante, dépendante ou reste constante car elle agit comme une variable de contrôle. Une autre idée d'étayage de la conception expérimentale est proposée par Morgan et Brooks (2012) ; il s'agit d'une conception à rebours dans laquelle les élèves commencent par spécifier les données qui permettent de répondre à leur question, puis ils décident des mesures nécessaires et, à la fin, ils précisent la liste de matériel.

Dans de précédents travaux, nous avons étudié des EIAH permettant à des élèves de concevoir une expérience, avec une simulation intégrée. À l’inverse des laboratoires basés sur des simulations qui donnent une vue très simplifiée du processus expérimental – voir par exemple (van Riesen *et al.*, 2018), l’expérience n’est pas configurée par un jeu de paramètres définis, mais à travers l’écriture d’une procédure complète qui considère le matériel expérimental et ses contraintes. Ceci entraîne les élèves à concevoir des expériences qui seront ensuite réalisées soit par une simulation, soit de façon réelle au laboratoire. Dans l’environnement Copex-chimie (copex-chimie.imag.fr), l’étayage par structuration de la tâche aide les élèves à écrire des protocoles complets (Girault et d’Ham, 2014). Les résultats ont montré que lorsque la procédure est pré-structurée, les élèves réussissent mieux dans la tâche demandée que lorsqu’ils ne disposent pas de cet étayage.

### **3. Cadre théorique et questions de recherche**

La conception d’une situation dans l’EIAH et la mise en place des étayages nécessitent une analyse didactique préalable, dont une modélisation des connaissances en jeu que nous réalisons selon le modèle praxéologique (Bosch et Chevallard, 1999). Nous montrons ci-après comment l’approche praxéologique permet de décrire l’activité en la contextualisant à celle de notre étude.

#### **3.1. La praxéologie dans le cadre de la TAD**

La Théorie Anthropologique du Didactique (TAD) (Chevallard, 1999) permet d’analyser le processus de transposition didactique. Elle s’appuie notamment sur le concept d’objet et en distingue deux en particulier, l’individu et l’institution. Elle permet de décrire les positions que les individus occupent dans ces institutions, mais également l’organisation du savoir au sein d’une institution et les activités de l’élève en tant que sujet de l’institution. « Le *savoir (...)*, en tant que forme particulière de connaissance, est donc le fruit de l’action humaine institutionnelle : c’est quelque chose qui se produit, s’utilise, s’enseigne ou, plus généralement, se transpose dans des institutions. » (Bosch et Chevallard, 1999, p. 83). La notion d’*organisation praxéologique* ou *praxéologie* complète cette théorie par l’apport d’une méthode d’analyse descriptive des pratiques institutionnelles et des conditions de leur réalisation.

Cette approche considère que toute activité humaine consiste à accomplir une tâche  $t$  d’un certain type  $T$ , au moyen d’une technique  $\tau$ ,

justifiée par une technologie  $\theta$ , elle-même légitimée par une théorie  $\Theta$ . Une activité peut donc être décrite à l'aide d'une organisation  $[T ; \tau ; \theta ; \Theta]$  appelée praxéologie (ou organisation praxéologique) qui se compose :

- d'un bloc pratico-technique  $[T ; \tau]$  qu'on peut qualifier comme étant le savoir faire ;
- d'un bloc technologico-théorique  $\theta ; \Theta$  qu'on peut qualifier comme étant le savoir.

Nous proposons de décrire plus précisément ces différents éléments à l'aide d'exemples extraits de notre situation.

### **3.2. Éléments de la praxéologie**

Une tâche  $t$ , d'un certain type  $T$ , est ce qu'un sujet d'une institution doit accomplir. Elle prend la forme d'un énoncé dans un contexte précis. On fait l'hypothèse que tout type de tâches prescrit à un élève comme «  $T_1$  : porter et maintenir une solution à température » admet au moins une technique pour l'accomplir, par exemple «  $\tau_1$  : utilisation d'un bain marie ».

Prenant en compte le contexte des EIAH dans notre étude, nous utilisons le prolongement du modèle praxéologique proposé dans les travaux de Chaachoua (2018) qui permet de décrire plus précisément la technique afin de rendre le modèle calculable. En s'appuyant notamment sur les travaux de Castela (2008), Chaachoua définit la technique comme un ensemble de type de tâches. Par exemple, dans notre modélisation, la technique de  $T_1$  se décrit par un ensemble de trois types de tâches :

- $T_{11}$  : mettre la solution dans le dispositif ;
- $T_{12}$  : régler la température du dispositif ;
- $T_{13}$  : vérifier la stabilité de la température.

Une technologie  $\theta$  justifie « rationnellement » la technique et permet de la comprendre, et donc d'accomplir les types de tâches qui la constitue. On peut la modéliser par un ensemble d'énoncés qui portent sur les éléments du domaine ou non. Par exemple la technique  $\tau_1$  relative au type de tâches «  $T_1$  : porter et maintenir une suspension à température » se justifie par la technologie «  $\theta_1$  : La vitesse de réaction de la fermentation alcoolique est dépendante de la température. La température optimale dépend du micro-organisme étudié ».

Une théorie a également une fonction de justification. On passe ainsi à un niveau supérieur de justification-explication qui peut être modélisé par un ensemble d'énoncés. Dans notre exemple, la technologie énoncée

porte sur les éléments des domaines de la biologie (organisme vivant) et de la chimie (vitesse de réaction). Ils sont issus de théories que nous ne décrivons pas davantage dans cet article.

Dans notre étude nous faisons également deux distinctions qui prolongent le cadre de la TAD :

- Nous qualifions un type de tâches comme élémentaire si l'institution ou l'expert du domaine considère qu'il n'est pas nécessaire d'explicitier la ou les techniques pour ce type de tâches (Chaachoua, 2018). Il peut être relatif à un niveau scolaire. Par exemple dans notre étude, ces types de tâches élémentaires sont principalement en lien avec des gestes simples d'utilisation d'un matériel comme «  $\tau_1$  : utilisation d'un bain marie ». Pour un élève non novice, il n'est pas nécessaire de décrire la technique du type de tâches relatif («  $T_1$  : porter et maintenir une solution à température »), qui est donc élémentaire. L'apport de cette notion complémentaire est nécessaire dans notre étude pour la conception de la situation d'apprentissage et la mise en place d'étayages ciblés.

- Dans une situation de conception expérimentale, l'élève doit proposer une suite d'actions paramétrées. Il doit donc choisir une action et les valeurs des paramètres qui la composent. Par exemple, une action qui consiste à « prélever un volume de suspension » contient deux paramètres : le volume (qui peut prendre un nombre de valeurs infini) et la suspension (qui peut prendre différentes valeurs comme les levures ou les bactéries). Ainsi dans la modélisation praxéologique contextualisée à notre situation, nous appelons « paramètre d'un type de tâches », tout élément du type de tâches qui peut prendre différentes valeurs. De même nous appelons instantiation, la fixation d'une valeur d'un paramètre de type de tâches.

### **3.3. Praxéologies de référence et institutionnelle**

La praxéologie de référence élaborée par le chercheur repose sur un modèle épistémologique du savoir, c'est à dire qu'elle prend en compte les dimensions épistémologique, didactique et cognitive. Elle est générique et évolutive, c'est à dire qu'en fonction de l'évolution des programmes notamment, elle peut être enrichie et ou adaptée. Elle peut être également modifiée et complétée si nécessaire pour prendre en compte l'ensemble des contraintes (institutionnelle, informatique) liées à notre étude. Il s'agit d'une réinterprétation de la transposition didactique car elle permet de décrire les praxéologies à enseigner, enseignées ou enseignables, ce que Bosch et Gascon (2004) nomment MPR pour modèle praxéologique de



référence. Dans notre travail nous utilisons la praxéologie de référence comme point de départ de notre modélisation de situation d'apprentissage, néanmoins nous ne décrivons pas dans cet article le processus de son élaboration (Bonnat, 2017).

Pour la conception de notre situation d'apprentissage nous devons également décrire la praxéologie institutionnelle (à enseigner). Il s'agit d'une modélisation du rapport institutionnel des connaissances qui tient compte de ce qui est attendu par l'institution. Pour son élaboration nous faisons une analyse exploratoire des programmes d'enseignement et des manuels, afin de replacer le thème enseigné et d'identifier les tâches proposées aux élèves.

### **3.4. Questions de recherche**

La notion de praxéologie, issue des mathématiques, a fait l'objet de travaux en sciences expérimentales pour décrire l'activité de conception expérimentale, notamment en chimie (Girault, Wajeman et d'Ham, 2018). Cependant, elle a peu été mise à l'épreuve pour la conception de situation étayée par LabNbook. Notre article s'articule autour de la question de recherche suivante : l'utilisation du modèle praxéologique nous aide-t-elle à élaborer une situation de conception expérimentale étayée ? Et plus précisément, les sous-questions suivantes :

- Cette modélisation didactique est-elle transposable dans l'environnement informatique étudié ?
- Les étayages proposés prennent-ils en compte les difficultés des élèves de nature conceptuelle, mais aussi les difficultés liées à la rédaction d'un protocole ?

### **4. Méthodologie**

Nous présentons dans cette partie la méthodologie utilisée pour la conception d'une situation dans l'environnement informatique LabNBook, et qui répond aux objectifs de notre recherche (figure 1), c'est à dire :

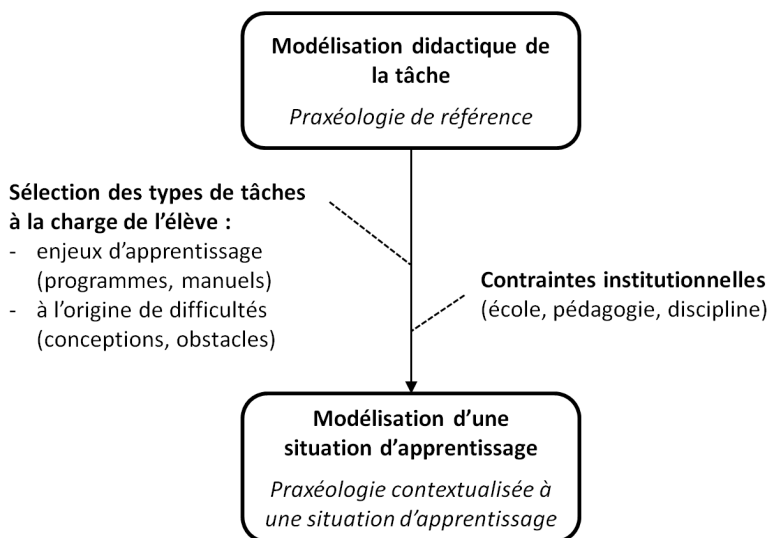
- élaborer une situation de conception de protocole expérimental étayée par l'EIAH étudié ;
- élaborer des étayages fixes qui permettent la prise en charge des erreurs récurrentes ;
- proposer une méthodologie générique, transposable à d'autres situations d'apprentissage intégrant une activité de conception expérimentale.

Nous développons la méthode de transposition d'une situation de conception expérimentale dans l'environnement numérique LabNBook. Nous la scindons en trois parties : tout d'abord nous présentons le travail de modélisation didactique de la tâche contextualisée à une situation d'apprentissage sur la fermentation alcoolique, puis nous décrivons brièvement les spécificités de la plateforme numérique qui doivent être prises en compte pour enfin concevoir des étayages fixes dans l'EIAH.

#### **4.1. Méthodologie de modélisation didactique de la situation**

Nous présentons ici le travail didactique préalable pour l'élaboration d'une situation de conception expérimentale dans l'EIAH (cf. figure 1 « apports de la didactique »). La méthodologie utilisée se découpe en deux temps :

- la modélisation didactique des savoirs par l'élaboration d'une praxéologie de référence (non présentée dans cet article) ;
- la modélisation d'une situation d'apprentissage qui précise les éléments praxéologiques attendus par l'institution scolaire dans laquelle nous nous plaçons (figure 2).



**Figure 2 • Méthodologie de modélisation didactique d'une situation d'apprentissage**

Nous présentons le travail pour le type de tâches relatif à notre étude qui est de « proposer une expérience qui met en évidence le métabolisme de la fermentation alcoolique ». L'objectif est de modéliser une situation d'apprentissage à destination des élèves. Pour cela, à partir de la praxéologie de référence (Bonnat, 2017) qui prend en compte l'ensemble des institutions, nous décrivons la praxéologie à enseigner en se plaçant dans le cadre d'une classe de lycée (figure 2). Cette phase consiste à extraire les types de tâches de la praxéologie de référence qui pourraient être à la charge d'un élève de TS spécialité SVT. Ce processus se réalise en deux temps :

- identifier les types de tâches qui sont enjeux d'apprentissage dans la classe ciblée, et qui pourraient être à l'origine de difficultés ;
- prendre en compte les contraintes institutionnelles qui se situent au niveau de l'école, de la pédagogie ou de la discipline.

L'élaboration de la praxéologie institutionnelle nous a notamment permis d'identifier les enjeux d'apprentissages. Dans le cadre de l'enseignement de spécialité SVT au lycée en France (Bulletin officiel de l'éducation nationale spécial n°8 du 13 octobre 2011), la fermentation alcoolique est un des métabolismes étudiés. La réaction se caractérise par une consommation de glucose et une production d'alcool et de dioxyde de carbone, par exemple par des levures (organismes unicellulaires). La réalisation optimale de la fermentation alcoolique par la levure est dépendante de deux conditions du milieu qui sont la température (autour de 25°C) et l'anaérobiose stricte. À cela, s'ajoute une analyse de la cohérence verticale des programmes (collège et lycée), afin de définir les prérequis des élèves sur le thème abordé. L'identification claire de ces enjeux d'apprentissage nous a permis de sélectionner les types de tâches, techniques et technologies à la charge de l'élève dans le contexte d'une classe de TS. Nous écartons les éléments que l'institution ne considère pas nécessaire d'expliquer (techniques des types de tâches élémentaires). Enfin, nous distinguons les types de tâches qui se réfèrent à des technologies dont les concepts font appel à des connaissances acquises dans les classes antérieures. Cette distinction est nécessaire dans l'élaboration des étayages conceptuels.

De plus, pour pouvoir aider les élèves et proposer des étayages fixes ciblés, nous avons réalisé en amont une analyse des conceptions et obstacles sur le thème de la fermentation alcoolique (Bonnat *et al.*, sous presse). Nous avons donc identifié, pour chaque élément praxéologique sélectionné, les possibles difficultés conceptuelles des élèves.

**Catherine BONNAT, Patricia MARZIN-JANVIER,  
Isabelle GIRAULT, Cédric d'HAM**

Enfin, nous avons également pris en compte, dans le choix des types de tâches et de leurs valeurs de paramètres que nous mettons à la charge de l'élève, certaines contraintes institutionnelles liées à l'école, aux mises en œuvre pédagogiques et à la discipline. En effet, au niveau de l'école certaines règles en termes de choix de matériels s'appliquent. Par exemple, un produit comme le dichromate de potassium, qui permet de mettre en évidence la présence d'alcool dans une solution, est interdit en classe. Nous ne pouvons donc pas proposer ce type de matériel aux élèves et nous proposons un dispositif alternatif (l'alcootest) qui remplit les mêmes fonctions et que les élèves pourront utiliser lors de la phase de manipulation en classe. Toujours en rapport au matériel, certains dispositifs coûteux et spécifiques de la discipline sont rarement présents dans les établissements, ce qui est le cas notamment des sondes à  $\text{CO}_2$  et à l'éthanol. Nous faisons le choix de ne pas les intégrer dans notre situation, ce qui se traduit par la non sélection de ces types de tâches ou valeurs de paramètres. Une autre contrainte découle des attentes institutionnelles en termes de structuration du protocole expérimental qui restent implicites dans les programmes. En effet, l'institution ne propose pas de modèle de référence alors qu'elle précise un canevas général de la démarche d'investigation qui peut être suivi par les enseignants. Nous prenons donc en compte cette lacune institutionnelle dans les étayages relatifs à la structuration du rapport expérimental (cf. 5.2) et du protocole.

Cette méthodologie permet l'élaboration d'une modélisation praxéologique de la situation qui répond aux attentes institutionnelles et aux contraintes qui s'y réfèrent (Bonnat, 2017). L'identification des difficultés des élèves liées aux objectifs d'apprentissages, permet de cibler les aides apportées par l'EIAH. Cependant, pour pouvoir transposer la situation dans l'environnement informatique nous devons prendre en compte ses spécificités et ses contraintes, ce qui nous amène à présenter la plateforme numérique utilisée, LabNbook.

#### **4.1.1. Spécificités de la plateforme LabNbook**

La plateforme numérique LabNbook, développée par l'équipe du LIG (Laboratoire d'Informatique de Grenoble) est un cahier de laboratoire en ligne. L'espace de travail des élèves est constitué de leurs rapports expérimentaux dont la structure est définie par l'enseignant. Les étayages proposés par la plateforme sont des étayages fixes. À l'aide d'une interface de suivi, les enseignants peuvent consulter l'état des rapports produits par

les élèves. Pour le chercheur, le système trace l'ensemble des activités effectuées par les élèves dans la plateforme.

Dans de précédents travaux sur l'étayage de la démarche d'investigation avec la plateforme LabNbook, Saavedra (2015) a permis notamment de tester les types d'étayages proposés pour aider les élèves dans une situation de démarche expérimentale sur la génétique. Il a montré que la structuration apportée par la plateforme aide les élèves à mener à bien leur tâche.

Dans notre étude, nous nous centrons sur la phase de rédaction du protocole. Nous présentons donc plus précisément les fonctionnalités liées à cette activité, c'est à dire les types d'étayages fixes proposés par plateforme.

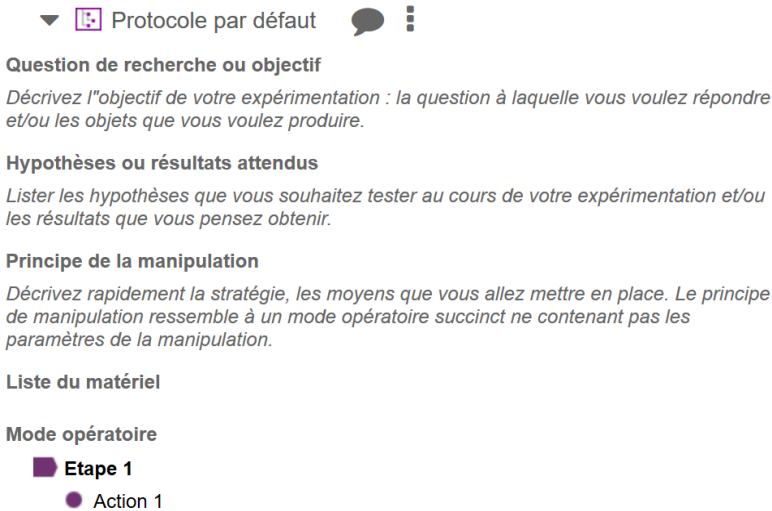
#### **4.1.2. Présentation générale de l'éditeur de protocole Copex**

Pour produire leurs rapports dans LabNbook, les élèves disposent de plusieurs outils dont Copex, qui leur permet d'écrire de façon structurée des protocoles expérimentaux. Cet outil de conception expérimentale est le support de notre étude. Copex permet au concepteur (ici le chercheur) de mettre à disposition des utilisateurs (ici les élèves) un « protocole » constitué de cinq parties inhérentes à une démarche expérimentale en sciences (figure 3) :

- la question de recherche ou objectif ;
- les hypothèses ou résultats attendus ;
- le principe de la manipulation ;
- la liste de matériel ;
- le mode opératoire.

Chaque partie est composée d'un contenu et de commentaires. La figure 3 présente la procédure proposée par défaut dans Copex que le concepteur peut choisir de modifier : ajouter ou supprimer des parties, changer leurs intitulés, ou les pré-remplir, au niveau du contenu ou des commentaires.

Le « mode opératoire » constitue la dernière partie du protocole. C'est dans cette partie que l'élève décrit la procédure de son expérience. Le mode opératoire est composé d'étapes et d'actions organisées séquentiellement et hiérarchiquement (Girault *et al.*, 2012) que l'utilisateur peut ajouter, déplacer, modifier ou supprimer.



### **Figure 3 • Structuration de la démarche expérimentale d'investigation par l'éditeur de protocole Copex**

À l'intérieur du mode opératoire, le concepteur peut pré-remplir des étapes et pré-structurer des actions. Grâce à cette pré-structuration des actions, le système a accès à la sémantique de la procédure.

#### **4.1.3. Pré-structuration des actions**

Le concepteur peut définir des actions pré-structurées à partir de plusieurs modèles :

- L'« action libre » est la forme la plus simple. Elle propose une action qui est à compléter entièrement par l'utilisateur, dans les champs « contenu » et « commentaire ».

- L'« action avec titre imposé et contenu libre » ajoute un titre fixe à l'action mais laisse l'utilisateur libre de définir les champs « contenu » et « commentaire » comme pour l'action libre.

- L'« action avec titre imposé et contenu structuré » (figure 4) est identique à la précédente avec un contenu structuré : l'utilisateur ayant choisi l'action par son titre, il peut alors modifier son contenu uniquement au niveau de ses paramètres accessibles par des boîtes de dialogue.

- Les paramètres de l'action peuvent être de trois types : « valeur libre », « valeur numérique », ou « liste à choix ». Les listes à choix (menus déroulants) peuvent soit contenir les éléments présents dans la liste de matériel, soit des unités de grandeurs. Une action peut produire un

nouveau matériel qui apparaîtra alors dans les menus déroulants des actions suivantes.

Enfin, le commentaire de l'action peut être défini en y ajoutant une ou plusieurs phrases que l'utilisateur peut garder, modifier ou supprimer.

La pré-structuration de la partie mode opératoire du protocole permet à la fois d'aider les élèves dans la rédaction d'un protocole communicable (Girault *et al.*, 2012 ; Girault et d'Ham, 2014), mais aussi d'avoir des traces très fines de l'activité de l'élève : choix des actions et des valeurs de leurs paramètres. Nous faisons donc le choix dans la conception de la situation d'utiliser uniquement le modèle d'action qui permet de tracer les choix des élèves, c'est à dire du type « action avec titre imposé et contenu structuré » (figure 4).

Titre imposé et contenu structuré (2)  
 Je fais une action avec un paramètre libre  + une grandeur avec unité  nm  + un matériel de type "chemical" qui devient inutilisable | Eau de source  . Cette action produit un nouveau matériel de types "chemical" + "solution" dont le nom est spécifié par l'étudiant ici :   
 Commentaire :  
 Ceci est le commentaire par défaut  
 Valider Annuler

**Figure 4 • Pré-structuration de l'action dans Copex**

La proposition des paramètres d'actions dans les menus déroulants est contrainte par la liste du matériel, mais peut être croisée avec l'analyse *a priori* des difficultés issues de l'analyse didactique. Cela permettrait de révéler des possibles erreurs, que nous avons identifiées *a priori*.

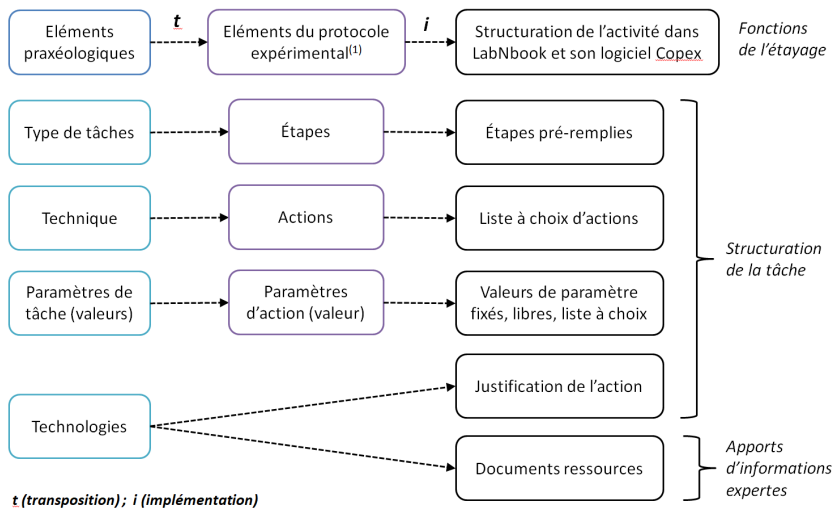
Nous allons donc développer dans la partie suivante, la méthodologie de transposition du modèle didactique de l'activité de conception expérimentale en une situation d'apprentissage étayée dans l'EIAH étudié.

## **4.2. Méthodologie de transposition et élaboration des étayages fixes**

La figure 5 présente la méthodologie de transposition des éléments praxéologiques sélectionnés en éléments du protocole, puis son implémentation dans l'EIAH.

Les types de tâches sont transposés en étapes du protocole.

La technique relative à un type de tâches est composée de types de tâches, chacun étant transposé sous la forme d’une action qui contient un titre générique et un contenu pré-structuré. Les paramètres du sous-type de tâches sont transposés en paramètres d’actions qui peuvent prendre différentes valeurs. Les valeurs de paramètres peuvent être fixées ou laissées à la charge de l’élève. Les propositions de choix de valeurs de paramètres des actions, laissées à la charge des élèves, sous la forme de menus déroulants se réfèrent à des difficultés *a priori*.



**Figure 5 • Méthodologie de transposition du modèle didactique en une situation d’apprentissage étayée par l’EIAH étudié**

Les technologies qui justifient la technique sont transposées en justifications de l’action, et/ou peuvent être apportées dans les documents ressources selon les concepts en jeu. Nous choisissons d’implémenter les justifications dans la partie commentaire de chacune des actions (figure 4) afin de les distinguer des actions du fait de leur fonction.

Nous avons élaboré des documents ressources pour les élèves, à partir de l’analyse des programmes, des manuels et des attentes par rapport à l’évaluation des capacités expérimentales au baccalauréat. L’analyse précise des technologies, c’est à dire des savoirs en jeu, nous amène à proposer différents niveaux d’information :

- si le concept en jeu est considéré comme acquis, alors nous ne donnons pas d’information dans les ressources sur le choix des valeurs de



paramètres concernées, comme par exemple le choix du dispositif de chauffe (le bain-marie);

- si le concept en jeu n'est pas un des objectifs d'apprentissage, alors nous donnons des informations au niveau des choix de valeurs de paramètre d'action, par exemple la température du milieu (25°C) ou bien le dispositif de mesure de l'alcool (alcootest);

- si le concept en jeu est un des objectifs d'apprentissage, alors nous donnons des informations dans les ressources au niveau des technologies c'est-à-dire des savoirs, comme par exemple ce qui définit le concept d'anaérobie.

Les informations de nature conceptuelle devraient aider l'élève dans sa stratégie de résolution à choisir précisément des valeurs de paramètre.

L'implémentation de ces éléments du protocole dans l'EIAH et la prise en compte de ses spécificités nous amènent à proposer deux types d'étayages qui ont comme fonction :

- de structurer la tâche avec l'éditeur de protocole Copex ; nous faisons le choix de pré-remplir les étapes du protocole, de proposer des actions pré-structurées dont le choix sera justifié par l'élève (figure 4) ;

- d'apporter un guidage scientifique expert sous la forme de documents ressources.

## **5. Résultats**

Nous présentons tout d'abord les résultats de la modélisation didactique de la situation, sous forme de praxéologie, à partir de quelques exemples. Nous exposons ensuite les résultats de la transposition de la modélisation en une situation d'apprentissage étayée dans Copex, en nous appuyant sur la présentation de l'interface élève.

### **5.1. Sélection des éléments praxéologiques à l'origine de la situation d'apprentissage**

La modélisation didactique du type de tâches « mettre en évidence le métabolisme de la fermentation alcoolique » a abouti à la production d'une praxéologie de référence sur le thème d'étude que nous ne développons pas dans cet article (Bonnat, 2017). Afin de proposer aux élèves une situation d'apprentissage pertinente, nous avons contextualisé la praxéologie de référence en sélectionnant uniquement les éléments qui répondent aux attentes de l'institution scolaire en France et plus précisément celles d'une classe de TS de spécialité SVT conformément à la méthodologie exposée.

Pour chacun de ces éléments sélectionnés, nous avons précisé les technologies relatives, c’est à dire les savoirs en jeu, pour lesquels nous avons identifié de possibles difficultés d’élèves à partir d’une analyse des conceptions et des obstacles.

Nous présentons un extrait de ces résultats dans le tableau 1. Nous distinguons, en gras, les types de tâches que nous sélectionnons dans notre situation et, en italique, leurs paramètres à instancier. Nous associons pour chacun de ces éléments les technologies relatives (numérotées de 1 à 5), c’est-à-dire les savoirs en jeu, pour lesquelles nous avons identifié de possibles difficultés dans la littérature.

**Tableau 1 • Éléments praxéologiques à l’origine de la situation d’apprentissage sur le thème de la fermentation alcoolique**

Éléments praxéologiques	
*Type de tâches	<b>T<sub>2</sub> : placer les microorganismes dans les conditions du milieu (2)</b>
*Technique associée <i>En gras, les types de tâches à la charge des élèves En italique gras les paramètres à instancier</i>	T <sub>21</sub> : placer les microorganismes en anaérobie (1) T <sub>211</sub> : maintenir l’agitation au minimum T <sub>212</sub> : supprimer le bulleur <b>T<sub>213</sub> : fermer le contenant avec un matériel (3)</b> <b>T<sub>22</sub> : placer les microorganismes à température optimale (4) à l’aide d’un dispositif</b>
*Technologies relatives (savoirs en jeu)	La fermentation alcoolique est réalisée par des microorganismes tels que les levures (1) selon des conditions spécifiques: la température et l’anaérobie stricte du milieu (2). La diminution de l’agitation et la mise en place d’un bouchon hermétique permettent de limiter les apports en dioxygène. Les gaz présents dans le milieu se dissolvent dans les liquides (3). La vitesse de réaction de la fermentation alcoolique des levures est dépendante de la température (4). Elle est optimale à 25°C. En dessous la vitesse ralentit, au dessus de 50°C les levures meurent.
Difficultés identifiées a priori relatives aux éléments praxéologiques	
(1) Confusion levures/bactéries et difficulté à associer les levures au vivant (2) Conception vitaliste (3) Obstacle aperceptif du gaz (matérialité) dans le phénomène de dissolution (4) Difficulté à associer les levures au vivant ; concept de chimie (vitesse de réaction)	

Certains types de tâches comme les  $T_{211}$  et  $T_{212}$  disparaissent dans l'institution scolaire du fait des contraintes matérielles qu'elle suscite. En effet le dispositif d'agitation magnétique, peu présent dans les lycées, n'est pas compatible avec les matériels de chauffe disponibles (bain-marie). Ces types de tâches ne seront donc pas pris en compte dans l'élaboration de la situation proposée aux élèves.

La technique du type de tâches  $T_{22}$  n'est pas détaillée car elle est considérée comme élémentaire par l'institution. En effet, la technique de mise en route et d'utilisation du bain-marie est supposée connue des élèves et ne nécessite pas d'être détaillée.

L'identification des types de tâches à la charge de l'élève, permet de préciser les savoirs en jeu modélisés par les technologies. Le croisement avec l'analyse préalable des conceptions et des obstacles recensés dans la littérature a permis de distinguer, dans les technologies, les concepts à l'origine de difficultés pour les élèves. Par exemple, le concept de gaz mobilisé dans le type de tâches  $T_{21}$ , est un obstacle fort identifié dans les travaux de Stavy (1990) et Laugier et Dumont (2004). Les auteurs révèlent une difficulté chez les élèves à considérer les gaz comme étant de la matière du fait de son imperceptibilité. Les gaz ne sont donc pas pris en compte dans les échanges de matières constitutifs des métabolismes, ni même dans certains phénomènes comme la dissolution. Ce dernier obstacle qualifié d'aperceptif renvoie à d'autres travaux plus anciens. En effet, dans son étude, Séré (1986) a relevé chez des élèves de 6<sup>e</sup> l'idée que les gaz n'agissent que lorsqu'ils sont en mouvement, si bien que pour eux, les gaz présents dans une enceinte fermée ne se dissolvent pas. Nous faisons l'hypothèse que ces difficultés pourraient se traduire dans les protocoles des élèves par une stratégie de résolution ou bien des choix de valeurs de paramètres erronés comme par exemple des contenants non bouchés ou des volumes de solution non adéquats. Nous avons réalisé ce travail de mise en relation des éléments praxéologiques avec l'analyse des conceptions et des obstacles pour l'ensemble des tâches relatives à la situation. Cette analyse *a priori* a été utilisée dans l'élaboration d'étayages conceptuels sous la forme de documents ressources qui ont comme fonction d'apporter des informations scientifiques expertes.

Cette étape de modélisation a permis l'élaboration d'une praxéologie contextualisée à la situation d'apprentissage destinée à des élèves de TS spécialité SVT. La deuxième phase de conception de la situation consiste à transposer ce travail didactique dans l'environnement numérique en

prenant en compte ses fonctionnalités spécifiques. Nous présentons à présent les résultats de cette transposition.

**Tableau 2 • Transposition du modèle praxéologique**

(A) Éléments de la praxéologie sélectionnés		(B) Éléments du protocole dans la situation d'apprentissage	
<b>Type de tâches T</b>	T <sub>2</sub> : Placer les microorganismes dans les conditions du milieu.	<b>Étape</b>	Placer les microorganismes dans les conditions du milieu.
<b>Techniques de T</b>	T <sub>213</sub> : Fermer le contenant avec un matériel adapté. T <sub>22</sub> : Placer les microorganismes à température optimale à l'aide d'un dispositif.	<b>Actions*</b>	(1) <b>Fermer un contenant</b> : Je place (a) sur le tube à essai de la (b). (2) <b>Porter et maintenir une solution à température</b> : Placer (a) à (b)°C. Pour cela j'utilise (c).
<b>Technologies</b>	La diminution de l'agitation et la mise en place d'un bouchon hermétique permettent de limiter les apports en dioxygène. Les gaz présents dans le milieu se dissolvent dans les liquides.	<b>Documents ressources*</b>	(1) Chez les levures, lorsqu'elles sont placées en condition anaérobie (privées de dioxygène), le métabolisme fermentaire va prendre le pas sur celui de la respiration. (2) La fabrication d'une bière est favorisée par une température proche de 25°C.
	La vitesse de réaction de la fermentation alcoolique des levures est dépendante de la température. Elle est optimale à 25°C. En dessous la vitesse ralentit, au-dessus de 50°C les levures meurent.	<b>Justifications de l'action/paramètre***</b>	(1) Je réalise cette action afin de (limiter/augmenter) les apports en dioxygène : la suspension est en (aérobie/anaérobie). (2) J'ai choisi cette température car il s'agit de la température (létale/optimale).

\*les titres des actions (en gras) sont numérotés et les paramètres d'actions à choisir sont représentés par une lettre.

\*\* Extrait d'un des documents ressources. Les apports d'informations portent sur les concepts en jeu de certaines actions (numéro de l'action concernée).

\*\*\* les justifications portent sur certaines actions (numéro de l'action concernée).

## **5.2. Résultats de la transposition du modèle praxéologique en une situation d'apprentissage étayée par LabNbook**

Nous avons décrit en 4.1.2 le logiciel Copex qui permet de structurer des protocoles expérimentaux en étapes et en actions paramétrées. Les résultats de la transposition nous amènent à proposer aux élèves une structuration de l'activité de conception de protocole expérimental sur la mise en évidence de la fermentation alcoolique en cinq étapes, pour lesquelles nous avons défini dix actions pré-structurées.

Nous exposons dans le tableau 2 un exemple de transposition sur un type de tâches, c'est-à-dire la correspondance entre les éléments de la modélisation praxéologique (colonne A) et les éléments implémentés (une étape et deux actions) dans Copex (colonne B). Pour chaque action, des valeurs de paramètres (indiqués par des lettres) sont à choisir dans une liste de propositions. De plus, certains choix d'action et/ou de valeurs de paramètres sont à justifier.

Nous explicitons à présent ces choix de structuration en lien avec nos questions de recherche. Nous illustrons nos propos avec la présentation de l'interface destinée aux élèves.

### **5.2.1. Pré-structuration des étapes du protocole**

Nous avons fait le choix d'imposer aux élèves les cinq étapes du protocole afin de leur donner la structure du protocole qu'ils doivent décrire (figure 6).

#### **Mode opératoire**

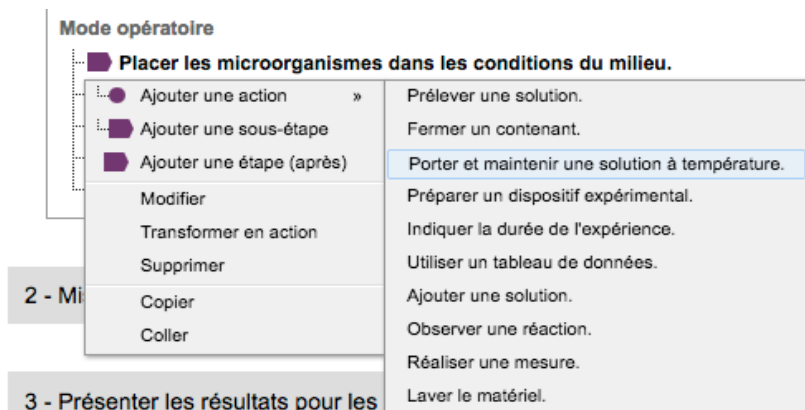
- Placer les microorganismes dans les conditions du milieu.**
- Préparer les dispositifs expérimentaux de mesure.**
- Initier l'expérimentation.**
- Recueillir les données.**
- Laver le matériel.**

**Figure 6 • Les 5 étapes du protocole**

Il revient aux élèves d'ajouter les actions qu'ils estiment nécessaires pour réaliser chacune des étapes.

### **5.2.2. Pré-structuration des actions du protocole**

Pour l'ajout d'actions, les élèves disposent d'une liste de dix actions sélectionnables par leurs titres (figure 7).



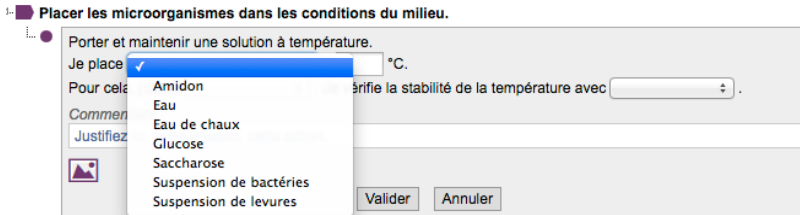
**Figure 7 • Actions proposées pour l'ensemble des étapes**

Nous expliquons à présent les écarts de formulation constatés entre les éléments praxéologiques de la modélisation et les éléments du protocole de la situation. Lors de la conception des actions pré-structurées, nous avons parfois fait le choix de regrouper des types de tâches de la praxéologie de référence dans une même action, comme « prélever et verser une solution dans un contenant ». Nous le discutons en 6.1. De plus, nous avons adapté les intitulés des types de tâches correspondants de la praxéologie. En effet, les titres des actions doivent être suffisamment génériques pour être utilisés dans différentes étapes. Par exemple, les actions « prélever une solution » ou « fermer un contenant » peuvent être utilisées dans plusieurs étapes du protocole. L'élève choisit dans cette liste d'actions celle(s) qu'il souhaite faire apparaître dans son protocole.

### **5.2.3. Pré-structuration des paramètres de l'action**

Une fois l'action sélectionnée, l'élève la complète en remplissant les champs laissés à sa charge. Les valeurs de paramètres peuvent être fixées ou laissées à la charge de l'élève. Nous avons adapté le contenu de certaines actions afin de répondre à des contraintes institutionnelles liées à l'expérimentation en classe. Par exemple, nous avons fixé certaines valeurs de paramètres en lien avec le matériel disponible en classe, comme le contenant « tube à essai de 40 mL », car c'est le seul contenant disponible en grande quantité.

Les propositions de choix de valeurs de paramètres, pour les actions laissées à la charge des élèves, se réfèrent à des difficultés *a priori* identifiées dans la littérature. Ces propositions sont présentées sous la forme de menus déroulants. Nous en présentons un exemple en figure 8.



**Figure 8 • Exemple de valeurs du paramètre « nature de la solution », proposées pour l’action “porter et maintenir une solution à température”**

Dans la figure 8, l’action «porter et maintenir une solution à température» contient un menu déroulant pour le choix de la solution (a). Les valeurs mises à disposition sont en lien avec des difficultés recensées dans la littérature (tableau 1). En effet nous proposons deux types de suspensions, l’une contenant des levures (réponse attendue), l’autre des bactéries. Cette dernière proposition fait référence à une confusion chez les élèves entre les microorganismes, relevée notamment dans les travaux de Schneeberger et Rodriguez (1999). Nous proposons aussi des solutions dépourvues de microorganismes, ce qui fait référence cette fois-ci à un obstacle épistémologique sur la nature du vivant (Schneeberger et Rodriguez, 1999 ; Simard, Harvey et Samson, 2014).

Ainsi, à chaque difficulté identifiée *a priori*, correspond une ou des actions pré-structurées, comportant des choix de valeurs de paramètres proposées en conséquence. Ceci nous permettra par la suite, en fonction des différentes combinaisons choisies, de réaliser un diagnostic plus fin des erreurs sur les difficultés identifiées *a priori*.

Par ailleurs, pour certains choix de valeurs de paramètres qui mobilisent des connaissances non requises, nous proposons un étayage fixe à travers quatre documents ressources que l’élève peut consulter à tout moment et qui proposent différents niveaux d’information, selon la méthodologie présentée en 4.2.

### **5.2.4. Pré-structuration de la justification de l’action**

Les technologies, c’est-à-dire les savoirs en jeu, ne sont pas uniquement apportées sous la forme d’informations à disposition des élèves dans les documents ressources, mais sont également mobilisées par les élèves pour justifier des choix d’action ou de valeur de paramètre.

En effet, pour certaines actions, une justification est demandée. Dans l’interface, elles se distinguent des actions à la fois par leur localisation dans l’action pré structurée, mais également par la couleur (bleue). Elles se présentent uniquement sous la forme de phrases, dont les termes, à choisir par les élèves, se trouvent entre parenthèses. Il n’est actuellement pas possible de pré-structurer avec des champs vides ou des menus déroulant la partie commentaire de l’action.

Nous avons fait le choix de proposer entre parenthèses des éléments de savoir qui traduisent des connaissances mobilisées par les élèves, ou bien des conceptions identifiées *a priori* (cf. tableau 2). Par exemple, l’action (3) présentée en figure 9, « Porter et maintenir une solution à température », propose de fixer la valeur de la température sous la forme d’un champ libre à compléter. Il ne s’agit pas d’une connaissance requise, nous mettons à disposition de l’élève la valeur du paramètre température dans les documents ressources. Néanmoins, nous demandons à l’élève de justifier l’importance du choix de la température avec la justification pré-structurée « J’ai choisi cette température car il s’agit de la température (létale/optimale) ». Après avoir spécifié la température, l’élève devra choisir l’un des mots proposés dans la justification (létale ou optimale). Nous faisons donc l’hypothèse que la pré-structuration des justifications inciterait les élèves à faire du lien entre les connaissances et participerait à la production d’un protocole pertinent.

Mode opératoire

- Placer les microorganismes dans les conditions du milieu.
- Préparer les dispositifs expérimentaux de mesure.
- Porter et maintenir une solution à température.**

Je place [ ] à [ ] °C.

Pour cela, j'utilise [ ] . Je vérifie la stabilité de la température avec [ ] .

Commentaire :

J'ai choisi cette température car il s'agit de la température (létale / optimale).

Valider Annuler

**Figure 9 • Exemple de justification pré-définie pour l’action  
« porter et maintenir une solution à température »**



## **6. Discussion**

Nous discutons les résultats obtenus au regard de la question principale de recherche : l'utilisation du modèle praxéologique nous aide-t-il à élaborer une situation de conception expérimentale étayée par un EIAH ?

### **6.1. Utilisation du cadre de la praxéologie pour la conception d'une situation**

L'objectif de notre recherche était de proposer une situation d'apprentissage dans LabNbook afin d'aider les élèves à concevoir une expérience en biologie. Nous nous sommes appuyés pour cela sur une modélisation praxéologique des connaissances, novatrice dans ce domaine. Nous avons fait l'hypothèse qu'il s'agit d'un modèle compatible pour décrire l'activité de conception expérimentale et transposable dans l'EIAH choisi. Les résultats de notre étude ont montré la pertinence de ce modèle pour concevoir une situation d'apprentissage étayée par l'EIAH. En effet, ce cadre permet de décrire finement l'activité, ce qui rend possible l'identification des tâches destinées aux élèves au sein d'une institution. L'analyse croisée des conceptions et des obstacles avec la modélisation praxéologique rend compte des possibles difficultés des élèves, ce qui participe à la réalisation d'étayages ciblés sur certains concepts. Même si nous avons centré notre étude uniquement sur la mise en évidence du métabolisme de la fermentation alcoolique, nous envisageons d'étendre la praxéologie de référence au secteur afin de prendre en compte l'ensemble des métabolismes étudiés, ce qui permettrait un meilleur diagnostic des difficultés rencontrées par les élèves.

Les résultats de la transposition de la modélisation praxéologique en une situation d'apprentissage ont cependant mis en avant certaines limites. Nous avons pointé en 5.2.2 des écarts entre le modèle praxéologique et la situation implémentée, ce qui révèle une des limites de la méthodologie de transposition proposée. En effet, la praxéologie décrit précisément l'activité sous la forme de types de tâches « simples », correspondant à un geste manipulateur indépendant (par exemple, T : fermer le contenant). La transposition stricte de ce modèle aurait dû nous conduire à proposer une liste à choix d'actions « simples ». Or dans notre situation nous avons proposé une action « double » qui résulte de la transposition de deux types de tâches distincts (T : prélever une solution et T : verser une solution dans un contenant). Nous justifions ce choix par une contrainte liée au type d'activité proposée. En effet, la conception

**Catherine BONNAT, Patricia MARZIN-JANVIER,  
Isabelle GIRAULT, Cédric d'HAM**

expérimentale peut traduire des gestes manipulateurs dépendant des contraintes du milieu. Dans cet exemple, le geste qui consiste à prélever avec une pipette un certain volume de solution est couplé au geste qui consiste à verser ce volume dans un contenant. Concrètement en salle de travaux pratiques, la rétroaction du milieu (pipette remplie) associe implicitement deux gestes manipulateurs ce qui rend les deux actions dépendantes l'une de l'autre. Nous faisons l'hypothèse que les élèves ne décomposent pas ce geste qu'ils considèrent comme étant une seule et même action. Nous avons donc fait le choix, dans un premier temps, de regrouper et de transposer ces deux gestes manipulateurs dépendants sous la forme d'une seule action du protocole afin de donner davantage de sens à l'action. Cette limite de notre modèle de transposition a fait l'objet d'expérimentations en classe (Bonnat, 2017). Nous avons en effet testé deux types de transpositions : l'une avec des actions dites « simples » (une seule tâche) et l'autre avec des actions « multiples » (qui regroupent plusieurs tâches). Les résultats montrent que pour cette action (prélever une solution), les élèves s'approprient davantage l'action double pour produire des protocoles pertinents. Pour les autres actions, les résultats sont plus mitigés, ce qui ne nous permet pas actuellement de généraliser nos propos.

## **6.2. Étayages de l'activité de conception expérimentale dans LabNbook**

À partir d'une modélisation didactique, nous avons conçu une situation d'apprentissage étayée dans l'outil Copex qui permet de rédiger un protocole expérimental.

Nous attribuons à la pré-structuration du protocole dans Copex, un premier rôle qui est d'amener les élèves à rédiger un protocole communicable, et plus spécifiquement nous nous intéressons à la structuration, selon les critères d'évaluation développés dans (Girault *et al.*, 2012). Il est à noter qu'il n'existe actuellement aucune référence institutionnelle, dans les programmes de SVT au lycée, permettant de définir ce qui est attendu des élèves. Nous nous posons donc la question de l'appropriation par les élèves d'une telle pré-structuration pour la production de leur protocole. Cette question est discutée dans (Hmelo-Silver *et al.*, 2007 ; Kirschner, Sweller et Clark, 2006). En effet, le type d'étayage proposé, qui ferme la situation, pourrait nuire à la créativité et à la réflexion recherchées dans ce type d'activité (Arce et Betancourt, 1997).

Toujours en rapport avec l'interface proposée, mais cette fois-ci au niveau de la structuration des actions, nous pourrions aussi nous poser la question de la surcharge cognitive. En effet, l'élève doit mobiliser des connaissances à la fois pour choisir des valeurs de paramètres et pour rédiger des justifications. Nous avons proposé cette activité dans le but d'aider les élèves à faire des liens entre les savoirs pour donner du sens à l'activité (Etkina *et al.*, 2010 ; Tiberghien, 2000), mais ce niveau de pré-structuration aide-t-il les élèves dans cette tâche complexe qui sollicite la matrice cognitive (Coquidé, 2000) ?

À la suite de cette remarque, nous étudions un deuxième rôle des étayages fixes mis en place, qui est d'aider les élèves à concevoir un protocole pertinent qui permette de répondre aux objectifs de la situation. Nous faisons l'hypothèse que la liste de choix des actions et de certains paramètres les aide à mobiliser des connaissances et ainsi à proposer un protocole pertinent.

Enfin, la prise en compte des difficultés *a priori* dans la pré-structuration, sous la forme de propositions de valeurs de paramètre, pourrait, par le choix de certaines valeurs erronées, faire apparaître des conceptions d'élèves. En effet, comme le montrent les résultats de travaux en biologie (Azevedo *et al.*, 2004) et en chimie (Girault et d'Ham, 2014), les étayages fixes n'aident pas suffisamment les élèves dans leurs démarches de résolution, contrairement aux étayages adaptatifs. Cela conforte la mise en place d'un étayage complémentaire sous la forme de rétroactions personnalisées dans Copex. L'analyse des erreurs récurrentes permettrait alors de cibler ces étayages adaptatifs, afin de décharger l'enseignant qui pourrait se focaliser sur d'autres aspects non pris en charge par la plateforme.

Cependant, la question de la place respective des étayages informatiques et des étayages proposés par l'enseignant dans ce type de situation de conception expérimentale se pose. Nous nous demandons en effet comment l'activité de conception expérimentale pourrait être étayée par l'environnement informatique en tenant compte des rétroactions apportées par la manipulation et par l'enseignant.

## **7. Perspectives**

Les questions soulevées dans cette discussion, notamment sur l'appropriation de la pré-structuration et les apprentissages, ont été traitées lors de la mise en œuvre de la situation en classe en 2016. En effet,

**Catherine BONNAT, Patricia MARZIN-JANVIER,  
Isabelle GIRAULT, Cédric d'HAM**

ce travail a permis l'élaboration de trois situations proposant des niveaux d'étayages différents portés sur la pré-structuration des étapes, des actions et des justifications. Nous avons testé ces trois situations dans des classes de terminale scientifiques de spécialité SVT, avec comme objectifs de valider l'utilisation par les élèves des pré-structurations proposées, de montrer leur impact sur les apprentissages, sur la pertinence et la communicabilité des protocoles produits par les élèves (Bonnat et Marzin, 2017). Les résultats ont également permis de repérer des erreurs tenaces identifiées dans la littérature et qui nécessitent la mise en place d'un étayage complémentaire.

Le cadre de la praxéologie utilisé permettrait également la mise en place d'un étayage adaptatif. Pour cela, nous nous appuyons sur le modèle de praxéologies personnelles décrit en mathématiques dans Croset et Chaachoua (2016). En effet, il prend en compte les erreurs *a priori* des élèves en modélisant, pour un type de tâches, les techniques et les technologies alternatives que pourraient proposer des élèves. Nous avons par ailleurs réalisé ce travail pour la situation d'apprentissage sur la fermentation alcoolique (Bonnat, 2018). Ce travail participera à l'élaboration d'un diagnostic automatique des erreurs, à partir des traces de l'activité de l'élève correspondant à un choix de valeur de paramètre erronée, et à l'élaboration de rétroactions personnalisées.

L'ensemble de ces résultats a conduit à l'élaboration d'une nouvelle simulation en ligne développée dans le cadre d'un projet de recherche et en cours de réalisation. La simulation propose à l'élève une activité de conception expérimentale sur la fermentation alcoolique. L'élève choisit son matériel et rédige son protocole expérimental, les résultats expérimentaux correspondant au protocole de l'élève étant fournis par la simulation. Nous avons implémenté des étayages adaptatifs complémentaires aux étayages fixes. Les étayages adaptatifs sous la forme de rétroactions personnalisées à l'élève sont proposés à partir d'un diagnostic automatique des erreurs des élèves issu de l'analyse des traces de l'activité, comme les choix des actions et des paramètres d'actions. Cette simulation sera mise prochainement à l'épreuve dans des classes de lycée. Cela permettra de valider la modélisation didactique utilisée. Nous avons également le projet d'élargir les situations proposées à l'ensemble des métabolismes cellulaires en nous basant sur la même méthodologie.

## RÉFÉRENCES

- Arce, J. et Betancourt, R. (1997). Student-designed experiments in scientific lab instruction. *Journal of College Science Teaching*, 27(2), 114-118.
- Azevedo, R., Cromley, J. G. et Seibert, D. (2004). Does adaptive scaffolding facilitate students' ability to regulate their learning with hypermedia? *Contemporary Educational Psychology*, 29, 344-370.
- Bonnat, C. (2017). Etayage de l'activité expérimentale par un EIAH pour apprendre la notion de métabolisme cellulaire en terminale scientifique (thèse de doctorat, Université Grenoble-Alpes, France).
- Bonnat, C. (2018). Modélisation de praxéologies personnelles a priori dans une situation de conception expérimentale en biologie. Dans *Préactes du 6ème Congrès International de la Théorie Anthropologique du Didactique* (p. 467-481).
- Bonnat, C. et Marzin, P. (2017). Pré-structuration dans un EIAH d'un protocole expérimental en biologie. Dans *Actes de la 8<sup>ème</sup> édition de la conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH)* (p. 376-378).
- Bonnat, C., Marzin, P. et Girault, I. (sous presse). Analyse des conceptions d'élèves sur le vivant, dans une situation de conception expérimentale avec un environnement informatique. *Recherche en didactique des sciences et technologies, Varia*.
- Bosch, M. et Chevallard, Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique. *Recherche en didactique des mathématiques*, 19(1), 77-124.
- Bosch, M. et Gascon, J. (2004). La praxéologie comme unité d'analyse des processus didactiques. Dans A. Mercier (dir.), *Balises pour la didactique des mathématiques. Actes de la 12<sup>e</sup> Ecole d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble, France : La Pensée Sauvage.
- Castela, C. (2008). Travailler avec, travailler sur la notion de praxéologie mathématique pour décrire les besoins d'apprentissages ignorés par les institutions d'enseignement. *Recherches en didactique des mathématiques*, 28(2), 135-182.
- Chaachoua, H. (2018). T4TEL, un cadre de référence didactique pour la conception des EIAH. Dans J. Pilet et C. Vendeira (dir.), *Préactes du séminaire national de l'ARDM* (p. 5-22). Récupéré du site de l'ARDM : <https://ardm.eu/wp-content/uploads/2018/10/Pr%C3%A9actes-ARDM-fevrier2018.pdf>
- Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12(1), 73-112.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique de mathématiques*, 19(2), 221-265.
- Coquidé, M. (2000). Le rapport expérimental au vivant (Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Paris-Sud, Orsay, France).
- Croset, M. C. et Chaachoua, H. (2016). Une réponse à la prise en compte de l'apprenant dans la TAD : la praxéologie personnelle. *Recherche en didactique des mathématiques*, 36(2).

**Catherine BONNAT, Patricia MARZIN-JANVIER,  
Isabelle GIRAULT, Cédric d'HAM**

Etkina, E., Karelina, A. et Ruibal-Villasenor, M. (2010). Design and reflection help students develop scientific abilities: Learning in introductory physics laboratories. *Journal of the Learning Sciences*, 19, 54-98.

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.

Girault, I., d'Ham, C., Ney, M., Sanchez, E. et Wajeman, C. (2012). Characterizing the experimental procedure in science laboratories: a preliminary step toward student experimental design. *International Journal of Science Education*, 34(6), 825-854.

Girault, I., Wajeman, C. et d'Ham, C. (2018). Modèle de construction d'un EIAH pour une activité de conception expérimentale. Dans *Préactes du 6<sup>e</sup> Congrès International de la Théorie Anthropologique du Didactique* (p. 442-455).

Hmelo-Silver, C., Duncan, R. G. et Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.

Kirschner, P.A., Sweller, J. et Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

Laugier, A. et Dumont, A. (2004). L'équation de réaction : un nœud d'obstacles difficilement franchissable. *Chemistry education: Research and practice*, 5(1), 51-68.

Marzin-Janvier, P. (2013). Comment donner du sens aux activités expérimentales ? (Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Joseph-Fourier, Grenoble I, France).

Marzin, P. et De Vries, E. (2008). How can we take into account student conceptions of the facial angle in a palaeontology laboratory work? Dans *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on learning science*, 567.

McElhaney, K. W. et Linn, M. C. (2011). Investigations of a complex, realistic task: Intentional, unsystematic, and exhaustive experimenters. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 745-770. <https://doi.org/10.1002/tea.20423>

Morgan, K. et Brooks, D. W. (2012). Investigating a method of scaffolding student-designed experiments. *Journal of Science Education and Technology*, 21(4), 513-522. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9343-y>

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

Puntambekar, S. et Kolodner, J. L. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185-217.

Quintana, C., Reiser, B., J., Davis, E., A., Krajcik, J., Fretz, E. et Duncan, R., G. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 337-386.

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).

Schneeberger, P. et Rodriguez, R. (1999). Des lycéens face à une investigation à caractère expérimental : un exemple de première S. *Aster*, 28, 79-105.

Séré, M. G. (1986). Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. *European Journal of Science Education*, 8(4), 413-425.

Simard, C., Harvey, L. et Samson, G. (2014). Regard multidimensionnel des conceptions du vivant : situation en contexte québécois. *Recherche en didactique des sciences et technologies*, 9, 79-102.

Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: From liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-266.

Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. Dans R. Millar, J. Leach et J. Osborne (dir.), *Improving science education: The contribution of research* (p. 27-47). Buckingham, UK : Open university press.

van Riesen, S. A. N., Gijlers, H., Anjewierden, A. et de Jong, T. (2018). The influence of prior knowledge on experiment design guidance in a science inquiry context. *International Journal of Science Education*, 66(2), 1-18.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1477263>

Zacharia, Z. C., Manoli, C., Xenofontos, N., de Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S., ...Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: A literature review. *Educational Technology Research and Development*, 63(2), 257-302.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-015-9370-0>







## Les mots de la recherche sur les EIAH, enjeux et questions

► **Nicolas BALACHEFF** (LIG, Université Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP)

---

---

■ **RÉSUMÉ** • Le contexte international et la nature essentiellement pluridisciplinaire de la recherche sur les Environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) soulèvent des problèmes d'intercompréhension entre les disciplines, et entre les différentes langues à travers le filtre d'une langue de travail commune - l'anglais. Au-delà des problèmes de mots, c'est la compréhension partagée des concepts qui est en question. Après une présentation des principales caractéristiques de ces problèmes, cet article présente un projet de dictionnaire des termes et expressions de la recherche sur les EIAH et en décrit l'état actuel de réalisation.

■ **MOTS-CLÉS** • dictionnaire de la recherche sur les EIAH, vocabulaire de la recherche sur les EIAH, pluridisciplinarité

■ **ABSTRACT** • *The international context and the fundamentally multidisciplinary nature of Technology Enhanced Learning (TEL) research raise problems of inter-comprehension between disciplines, between different languages through the filter of a common working language - English. Beyond problems with the translation of words, what is in question is a shared understanding of concepts. After a presentation of the main features of these problems, this paper presents the project of a dictionary of TEL research terms and expressions and describes its current state of realization.*

■ **KEYWORDS** • *TEL research dictionary, TEL research vocabulary, multidisciplinary*

## **1. Le dictionnaire, instrument pour la construction d'une référence commune**

La recherche sur les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) est, comme toutes les activités scientifiques contemporaines, largement internationale. La langue dominante de communication est l'anglais. Elle est aussi la langue de travail des projets internationaux, notamment dans la communauté européenne, alors que les recherches sont pensées et conduites dans les langues nationales des différents pays. Par ailleurs, la recherche sur les EIAH est par nature pluridisciplinaire. Elle ne peut progresser que par l'intégration profonde de plusieurs disciplines que l'on peut, dans une forme de raccourci, identifier à l'informatique et aux sciences humaines. Au sein de chacune, il s'agit de plusieurs spécialités qui elles-mêmes diffèrent par leurs concepts et leurs méthodes. Ces deux caractéristiques, internationalisation et pluridisciplinarité, sont à la source de ce qui est le plus souvent repéré comme un problème de communication, mais qui est en fait bien plus critique que cela. Les difficultés rencontrées lors des échanges (collaborations, exposés, articles) ne sont pas que des « problèmes de mots » et de maîtrise d'une forme discursive, ce sont aussi celles que soulève la circulation des concepts d'une langue à l'autre, d'une discipline à l'autre ; en d'autres termes, il s'agit de la question du sens et de la capacité à le partager au-delà des barrières linguistiques et disciplinaires.

De façon plus large, depuis les débuts de l'expérience des projets de recherche collaborative dans le cadre des programmes de la communauté européenne, les problèmes soulevés par la pluridisciplinarité, par l'éclectisme des problématiques et de leurs fondements épistémologiques étaient manifestes et assez généralement reconnus. La création du réseau d'excellence Kaléidoscope (2004-2007) dans le cadre du 6<sup>e</sup> Programme Cadre de recherche et développement (PCRD) relevait le défi de saisir frontalement ces problèmes. En affichant l'objectif partagé de rechercher la convergence sur les « *Concepts and methods for exploring the future of learning with digital technologies* », ce réseau affirmait un objectif ambitieux : « *The role of Kaleidoscope is to overcome this complexity by addressing it directly in search of a common ground, a shared theoretical and methodological framework beyond disciplinary specificities, but clearly and firmly rooted in the disciplines.* » (Collectif, 2003, p. 6).

Les nombreuses équipes du réseau appartenait à des traditions et des organisations de la recherche très diverses. Nombre d'entre elles n'avaient pas encore eu d'occasions de collaborer. Aussi la priorité a-t-elle été donnée, lors du lancement du réseau, à la création de relations scientifiques par le moyen de projets communs limités, mais concrets. Les efforts et l'énergie nécessaires à cette construction ne permirent pas d'engager d'emblée le travail au cœur de l'objectif fondateur<sup>1</sup>.

Coordinateur du réseau, constatant la difficulté à susciter les échanges aux niveaux théorique et méthodologique, j'ai pris l'initiative de mettre l'accent sur une approche pragmatique partant des textes des publications pour identifier les mots et expressions de la recherche, faire leur inventaire et poser la question de *leurs définitions*, c'est-à-dire questionner la nature des concepts auxquels elles renvoient. Il s'agissait de mettre en évidence la diversité des significations selon les disciplines et les cultures scientifiques, et celle de la richesse lexicale spécifique de la recherche sur les « *Technology Enhanced Learning* » (TEL). Ainsi pourrait-on toucher du doigt les points de convergence et de divergence entre les problématiques, les concepts, les méthodes et les pratiques en incluant la complexité liée à la diversité des disciplines et des langues. La constitution de ce lexique multidisciplinaire et international n'était donc pas une fin en soi mais une proposition tactique, dont la visée était d'initier la construction d'un socle scientifique de référence à la fois explicite, divers et collectif.

La première pierre de ce projet fut la constitution d'un entrepôt de publications, disponibles en libre accès, issues des travaux des équipes membres du réseau Kaléidoscope. La deuxième phase fut de réaliser l'inventaire des termes de ce corpus et de leurs relations telles que leur coprésence dans les textes les suggère. La phase finale a consisté en la rédaction d'un dictionnaire pour un échantillon de termes les plus significatifs, en laissant à un projet futur la tâche de le compléter. Cette dernière phase, visant à apporter « une preuve de concept », a été pour une large part réalisée dans le cadre du réseau d'excellence STELLAR du 7<sup>e</sup> PCRD. Le produit encore inachevé est le « dictionnaire EIAH » accessible sur le site de l'Association des Technologies de l'Information pour l'Éducation et la Formation (ATIEF, <http://atief.fr/>).

---

1 Il y eut cependant des exceptions notables, comme le projet TELMA dont l'objectif était de relier et d'intégrer les cadres théoriques utilisés par différentes équipes dans le domaine des EIAH pour l'apprentissage des mathématiques (Artigue *et al.* 2009).

La suite de cet article présente les réalisations de ces différentes phases. Au préalable, les sections 2 et 3 abordent respectivement le cas particulier et emblématique du nom du domaine, puis le problème de la définition, affirmé comme l'un des requis du développement scientifique. Les sections 4 et 5 décrivent la construction du corpus des termes, le prototype du thésaurus et enfin la construction du dictionnaire.

## **2. Jalons d'une histoire, le nom du domaine**

Le nom d'un domaine de recherche tient une place bien particulière dans son vocabulaire, il est une métadonnée indispensable à son identification dans le champ scientifique et à celle de ses produits, notamment les publications. Son histoire reflète ses évolutions internes comme celles de ses relations avec son environnement institutionnel et social. Ainsi, l'expression « *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* » (EIAH), aujourd'hui largement utilisée en France, a-t-elle succédé à d'autres désignations pour refléter l'évolution de son contexte, notamment technologique, ou pour des besoins de structuration interne. C'est un peu de cette histoire qui est décrite dans les lignes qui suivent, en précisant les principaux jalons qui illustrent la complexité et la diversité des influences qui orientent l'évolution de la recherche.

Le nom du domaine dans lequel nous nous inscrivons aujourd'hui a son origine dans la restructuration de la recherche en informatique et mathématiques appliquées à Grenoble. Dans ce contexte, l'enjeu pour l'équipe, qui avait alors pour nom « Didactique et technologies cognitives en mathématiques », était d'affirmer clairement l'articulation de la recherche en informatique, alors essentiellement représentée par le projet Cabri-géomètre (Laborde, 2003), et de la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage, alors essentiellement représentée par la didactique des mathématiques. Le choix s'est porté sur « *Environnements informatiques d'apprentissage humain* »<sup>2</sup>, permettant une meilleure lisibilité de l'orientation scientifique pour la communauté informatique sans pour autant se détacher des sciences cognitives en plein développement à l'époque. Le qualificatif « humain » permettait en outre de se distinguer de l'appren-

---

2 Le problème du projet scientifique de l'équipe dans la communauté informatique a été posé à la suite de son audition par la Commission scientifique de l'institut IMAG en octobre 1993. Le nouveau nom et le projet associé ont été validés en 1995 dans le cadre de la restructuration quadriennale de l'institut. Pour la période quadriennale 1995-1999, l'équipe EIAH a rejoint le Laboratoire Leibniz fondé par Philippe Jorrand.

tissage machine. Quant à « environnement » il permettait une ouverture assez large pour inclure des projets logiciels, d'ingénierie didactique ou des problématiques d'enseignement à distance. L'introduction de la préposition « *pour* » est apparue un peu plus tard, sur une suggestion de Monique Baron, corrigeant la formulation initiale maladroite. Outre un équilibre renforcé entre les disciplines, cette préposition fait clairement apparaître le problème scientifique : créer les connaissances et les méthodes pour concevoir, réaliser et utiliser des environnements informatiques *pour* susciter, accompagner et évaluer des apprentissages humains. L'expression « *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* » est reprise en 1997 dans une contribution collective au colloque PRC IA de Grenoble (Balacheff, Baron, Desmoulins, Grandbastien et Vivet, 1997).

Dans les années 90, en France, la recherche était organisée en deux grands pôles. D'une part, la communauté « *Environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur* » (EIAO)<sup>3</sup> et, d'autre part, la communauté « *Hypermédiat et apprentissages* ». Des chercheurs en informatique, éducation, psychologie et didactique participaient aux deux communautés avec une coloration informatique plus forte du côté de l'EIAO, et une coloration recherche en éducation plus forte du côté de « *Hypermédiat et apprentissages* ». La séparation de ces deux communautés avait pour conséquence une dispersion des forces qui affaiblissait la lisibilité du domaine pour les institutions. Le rapprochement s'est concrétisé, à l'initiative de l'ATIEF, par la fusion de la conférence « *Hypermédiat et Apprentissages* » et des « *Journées Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur* » en une conférence commune, « *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain* », dont la première édition a été organisée à Strasbourg en 2003 (<http://archive.ieiah.univ-lemans.fr/EIAH2003>). L'ambition était clairement fondatrice :

*« Cette dynamique de rassemblement scientifique porte une ambition qui va plus loin que la fusion des participants et des problématiques. Avec cette nouvelle conférence, construite sur les expériences et les acquis des conférences d'origine, il s'agit tout d'abord de bâtir les contours d'un domaine nécessitant des recherches spécifiques que ne peuvent conduire chacune des disciplines qui contribuent à ses travaux (didactique des*

---

3 Cette déclinaison du sigle EIAO date de 1990 (Baron *et al.*, 1991). Elle succède à « *Enseignement intelligemment assisté par ordinateur* » qui désignait un courant de recherche en IA, né dans les années 80 dans le sillage des travaux sur la représentation des connaissances (Baron, 1994).

*disciplines, informatique, psychologie cognitive, sciences de l'éducation, sciences de la communication, etc.*)» (Desmoulins, Marquet et Bouhineau, 2003).

L'expression « *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* » n'a pas de correspondance immédiate parmi les désignations du domaine en anglais. Bien que la traduction « *Informatic environments for human learning* » soit correcte, son adoption par la communauté internationale est peu probable. Un équivalent possible serait « *Computer-based learning environment* » dont la signification littérale a quelque proximité avec celle d'EIAH : « *[it] refers to a broad array of uses of technology that are aligned with theories that support learning* » (Lajoie et Naismith, 2011, p. 716) ; cependant, l'accent mis sur l'usage laisse de côté la part de recherche informatique ou technologique propre au domaine. En fait, comme pour les autres termes de la recherche, il s'agit moins de traduire que de trouver dans le vocabulaire anglo-saxon les désignations qui correspondraient le mieux à EIAH ; en tout cas, il est nécessaire de trouver un appariement meilleur que celui proposé par Wikipedia qui, pour son équivalent en anglais, redirige la page « Environnements informatiques pour l'apprentissage humain » ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Environnements\\_informatiques\\_pour\\_l%27apprentissage\\_humain](https://fr.wikipedia.org/wiki/Environnements_informatiques_pour_l%27apprentissage_humain)) vers la page « *Intelligent Tutoring Systems* »<sup>4</sup>.

Les dénominations dominantes dans le monde anglophone sont : « *Educational Technology* » ou « *Instructional Technology* » aux États-Unis et en Australie, « *Learning Technology* » en Grande-Bretagne et « *Technology Enhanced Learning* » en Europe. Ces expressions ont une signification assez large, il en existe d'autres pour des thématiques plus spécifiques (par ex. *Artificial Intelligence in Education* - AIED, *Intelligent Tutoring Systems* - ITS, *Learning Analytics and Knowledge* - LAK, *Computer supported collaborative learning* - CSCL, *Mobile Learning* - ML).

La plus ancienne association aux États-Unis, « *Association for Educational Communication and Technology* » (AECT), a une tradition de veille sur la terminologie du domaine et notamment reconsidère régulièrement sa définition et son nom. Ainsi a-t-elle décidé en 2008 d'abandonner la dénomination « *Instructional technology* » pour revenir à

---

<sup>4</sup> Redirection vérifiée le 6 juillet 2018 à 17:18.

« *Educational Technology* » (Hlynka, 2013, p. 103). Cette décision ne fait pas l'unanimité (Lowenthal et Wilson, 2010). Il est en particulier remarqué que si les deux expressions sont utilisées de façon interchangeable, « *Educational Technology* » renverrait plutôt à l'enseignement (de la maternelle à la fin du lycée) alors que « *Instructional Technology* » serait plus générique en couvrant éducation et formation (Lowenthal et Wilson, 2010, p. 41). Mais surtout, cette dernière apparaît plus fréquemment dans les profils de postes et dans le libellé des cursus universitaires (Lowenthal et Wilson, 2010). La critique du changement de nom ne se fait donc pas essentiellement sur le terrain de la recherche, mais sur celui de la lisibilité pour le monde extérieur. Elle ouvre la discussion sur d'autres possibilités, notamment :

*« We are not arguing necessarily for the adoption of one label over another. While there are a growing number of people who recommend adopting a label that includes the word "learning" – such as "Learning Design" – there are others like Reiser and colleagues (e.g., Reiser, 2007) who have for years made a compelling case for the label instructional design and technology. »* (Lowenthal et Wilson, 2010, p. 54).

Le terme « *learning* » a été mis en avant dans le discours de la recherche européenne très tôt dans les années 2000. Ainsi, l'expression « *Technology Enhanced Learning* » (TEL), utilisée communément en Europe, est apparue lors du lancement du 6<sup>e</sup> PCRD de la Communauté européenne. Le document support de la journée d'information sur ce programme, le 5 décembre 2002 à Luxembourg, l'introduit discrètement :

*« Under the 6th RTD Framework program (FP6), the Technology Enhanced Learning (e-learning) has been set as strategic objective in the thematic priority "Information Society Technologies" of the Specific Program "Integrating and Strengthening the European Research Area". The text of the FP6 specifies that "Work on eLearning will focus on personalised access to, and delivery of, eLearning as well as on advanced learning environments at school, university and in the workplaces that take advantage of the development of ambient intelligence". »* (European Commission 2002, p. 32).

TEL apparaît donc comme un synonyme de *e-learning* (ou *eLearning*). Pourtant, l'objectif de la nouvelle dénomination est de donner un signe politique fort avant d'être scientifique. Il s'agit d'infléchir la recherche dans une direction mettant en avant l'apprentissage pour des décideurs politiques peu convaincus par les avancées du *e-learning* (trop focalisées

sur les ressources). La recherche « centrée apprenant » était alors une injonction en écho au mot d'ordre de la fin des années 90 : « mettre l'élève au centre du système éducatif ». À la fin du 6<sup>e</sup> PCRD, le nouveau nom du domaine est largement adopté. Sa signification n'est pas très précise, mais se cherche dans une direction cohérente avec l'orientation à l'origine du consensus en France sur l'expression EIAH. Ainsi Pat Manson<sup>5</sup> affirme-t-elle en 2007 :

*« Technology-enhanced learning may not flow readily off the tongue or be easily translated as a brand name, but it very consciously reflects what it is: Using ICT to secure advancement in learning. [...] Technology Enhanced Learning combines but places equal emphasis on all three elements - on technologies, on learning and on enhancement or improvements in learning. »* (Manson, 2007).

« *Technology Enhanced Learning* » n'a donc pas son origine dans une réflexion de la communauté scientifique sur sa propre évolution, mais dans la volonté politique de la Commission européenne d'infléchir l'orientation de la recherche et de l'innovation. L'accent mis sur l'apprentissage (*learning*) est toutefois cohérent avec l'évolution du domaine et avec le choix fait par la communauté française. TEL est ainsi un bon candidat pour un appariement dans le vocabulaire anglophone avec EIAH.

Le choix du nom du domaine, c'est-à-dire la clarification et l'affirmation de son identité, est un acte fondateur difficile, complexe et souvent source de tension. Il est nécessaire d'une part pour situer le domaine dans l'ensemble du champ scientifique et relativement aux organisations qui le structurent. Il est aussi nécessaire à sa structuration interne. Plus largement, ce travail de définition et de dénomination doit être entrepris pour l'ensemble des concepts que la recherche forge, souvent de façon originale, pour avancer dans son travail de connaissance.

---

<sup>5</sup> Directrice de l'unité « *Cultural Heritage and Technology Enhanced Learning* » de la direction générale « *Information Society and Media* » (Commission Européenne).



### **3. Définir, un acte nécessaire au développement scientifique**

#### **3.1. Complexité et enjeux de la langue**

La recherche sur les EIAH implique des prises de positions épistémologiques, théoriques ou philosophiques marquant un rapport aux savoirs, une conception de l'apprentissage voire, plus généralement, une vision de l'éducation. Qu'ils soient explicites ou non, conscients ou non, ces positionnements se manifestent lors de la présentation des problématiques ou de l'argumentation pour affirmer l'intérêt des approches et de leurs résultats. Ainsi la maîtrise de la langue naturelle et, dans une certaine mesure, celle de la rhétorique jouent-elles un rôle important dans ce domaine qui, au moins dans son état actuel, ne dispose pas de cadres théoriques ou de modèles assez formalisés ni de méthodes suffisamment normalisées. Par ailleurs, poussée par la technologie et tirée par le marché ou la demande des politiques publiques, la recherche doit intégrer des courants de pensée et développer des stratégies d'adaptation rapide, qui se traduisent notamment par des évolutions et une instabilité du vocabulaire qui rendent plus fragile la construction scientifique. L'irruption des MOOC, produit technologique et innovation institutionnelle (voire pédagogique), en est un exemple particulièrement évident. Elle a, par exemple, propulsé sur le devant de la scène médiatique et scientifique les mots clés « connectivisme », « *learning analytics* », « classe inversée », et suscité un effet de priorité dans les choix et les soutiens institutionnels.

Les mots clés sont des marqueurs significatifs de l'histoire de la recherche sur les EIAH. Des mots tels que « tuteur », « micromonde », « *e-learning* », « jeux sérieux » ou « MOOC » se sont imposés à diverses époques pour exprimer l'orientation de programmes scientifiques nés sous des impulsions diverses qui vont des avancées de l'informatique – l'intelligence artificielle – à des espoirs économiques – l'émergence d'un modèle de formation massif et ouvert. Des thèmes de recherche sont renouvelés au fil de ces évolutions, comme celui de la prise en compte de l'apprenant auquel renvoient successivement des expressions telles que « modélisation de l'apprenant », « fouille de données éducatives », « *learning analytics* ». Chacune marque une évolution, sans cependant être accompagnée de la disparition de ce qui existait jusque-là : « modélisation de l'apprenant » s'appuyait sur des modèles que l'on pourrait qualifier de psychologiques, « fouille de données éducatives » reflétait la

reconnaissance du progrès des techniques d'analyse exploratoire des données, enfin « *learning analytics* » importe dans le champ de l'éducation des techniques d'analyse de grands ensembles de données (corpus d'usage, traces massives) qui font leurs preuves ailleurs. Dans ces deux derniers cas, les relations entre le nouveau et l'ancien terme ne sont pas clairement précisées. Alors que la « fouille de données éducatives » se trouve dans le fil du développement de la recherche sur les tuteurs intelligents (Bourdeau et Grandbastien, 2011, p. 4), les « *learning analytics* » marquent l'impact sur la recherche en EIAH d'avancées dans des domaines assez éloignés, mais centrés sur l'utilisateur humain, tel le commerce électronique (Balacheff et Lund, 2012).

Un très grand nombre de termes, ont été forgés dans le contexte de la recherche anglophone. Certains ont été traduits, certains ne l'ont pas été, d'autres enfin ont été importés mais cohabitent avec une traduction. Ainsi « *educational data mining* » est-il traduit par « fouille de données éducatives », thème par exemple de la Journée EIAH & IA 2015 (<http://pfia2015.inria.fr/journees-bilaterales/journee-eiah-ia>). Au contraire, la traduction de « *overlay* », terme qui désigne une approche particulière de la modélisation de l'apprenant dans les « tuteurs intelligents » (Carr et Goldstein, 1977), par « expertise partielle » proposée par Vivet et Nicaud (1988), bien qu'elle soit fidèle à la définition originelle, ne sera pas adoptée. En revanche, « *serious game* » et sa traduction « jeux sérieux » cohabitent dans le vocabulaire francophone comme en atteste le sommaire du numéro spécial « Évaluation dans les jeux sérieux » de la revue STICEF (volume 21, 2014, [http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2014/sticef\\_2014\\_som.htm#evajs](http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2014/sticef_2014_som.htm#evajs)). Cette cohabitation semble relever d'une tendance assez fréquente de préférer l'anglicisme sans qu'il y ait de justification sémantique. Il n'en va pas de même de la cohabitation dans l'usage du terme « *e-learning* » avec sa traduction « formation en ligne » entrée dans la terminologie française en 2005<sup>6</sup> (Journal officiel, 2005). L'origine de cette cohabitation serait plutôt à rechercher dans l'acception très générale de l'expression « formation en ligne » qui inclut des catégories difficilement acceptées sous le terme *e-learning*, par exemple celle des MOOC. Cette situation soulève la question de ce que serait une définition

---

6 Journal officiel du 14/05/2005 : « Définition - Formation faisant appel à des moyens de communication électroniques. Note: Le terme "e-formation" est à éviter. » Le français canadien a retenu « apprentissage en ligne » (Pavel 2002).

précise de « *e-learning* » qui distinguerait ce terme de celui de « formation en ligne ». L'analyse de la littérature anglophone (Moore *et al.*, 2011) atteste à la fois de la grande variété de définitions disponibles et de l'impossibilité de donner une définition les incluant toutes qui ne serait pas finalement trop générale (Sangrà, Vlachopoulos et Cabrera, 2012). Le terme *e-learning* est donc polysémique, ce qui est rare dans la pratique scientifique, mais peut être toléré si à une définition particulière peut être associée une problématique précise et spécifique.

Le problème de la traduction n'a véritablement d'importance que si l'origine, la raison d'être et le choix des termes jouent un rôle effectif dans la pratique scientifique. Un exemple en mathématique, quoiqu'anecdotique, est éclairant : le terme « corps » est utilisé en français pour désigner une structure algébrique forte dont la traduction pour les mathématiciens anglophones n'est pas « *body* » mais « *field* », écart étrange que seule explique la « petite » histoire du concept et celle de sa dénomination<sup>7</sup>. Mais cet écart importe peu dans la pratique ; en effet, le couplage explicite, technique et précis entre termes et définitions permet en mathématique un appariement rigoureux entre les termes des différentes langues. Il n'en va à l'évidence pas de même pour la recherche en EIAH. Le locuteur francophone prend particulièrement conscience de cette situation lorsqu'il souhaite s'exprimer dans une autre langue que la sienne, le plus souvent l'anglais. Cela vaut *a priori* pour d'autres langues sources, cependant toutes n'ont pas la même politique. Les universitaires hollandais, par exemple, considèrent l'anglais comme leur langue (naturelle) de travail, ainsi cette langue est-elle utilisée pour la rédaction des thèses.

Si l'anglais est devenu la *lingua franca* du domaine, il ne s'agit pas – ou pas simplement – de la conséquence d'une forme d'impérialisme comme on le suggère parfois. Trois autres raisons doivent être évoquées : (i) l'antériorité et le nombre significatif des travaux sur le continent

---

7 « C'est [Dedekind] qui introduit le mot *corps* (*Körper* en allemand, d'où la notation K toujours très utilisée) pour un ensemble où, à l'instar des rationnels ou des réels, on a une addition, une multiplication et une division. Ce nom est motivé par la richesse de cette structure. L'intention de Dedekind est d'évoquer un organisme vivant. Les anglo-saxons, les français et les russes traduisent *Körper* par le mot passe-partout de *champ*. Mais les francophones finissent par adopter le mot *corps* (est-ce l'influence de Bourbaki, très marqué à ses débuts par l'école allemande ?), alors que jusqu'aujourd'hui, "*field*" subsiste en anglais, "*polié*" ["Поле "] en russe » (Lafontaine, 2011).

américain - voir à ce sujet (Bruillard, 1997), (ii) la productivité de la recherche anglo-saxonne dans le sillage du développement académique, industriel et économique de l'informatique et en particulier de l'intelligence artificielle, (iii) le contexte institutionnel et professionnel de l'enseignement ou la formation plus favorable aux relations entre recherche, industrie et usages.

L'enjeu de la langue n'est pas qu'une question de mots, comme on l'entend trop souvent affirmé, mais celui de l'expression et de la circulation du sens. C'est un enjeu scientifique car seules les problématiques, les modèles et leurs fondements théoriques précisément explicités et les mots précisément définis permettent le progrès de la connaissance par l'examen critique des résultats, le débat sur leur validité et finalement leur indispensable capitalisation. La nature et l'importance scientifique des problèmes de langue sont révélées lors de l'expression dans une langue différente de la langue de travail du locuteur, notamment à des fins de publication. C'est donc aussi un enjeu de politique scientifique parce que la maîtrise de la langue est un élément déterminant de l'intégration dans la communauté scientifique. On peut pourtant relever le peu d'appétence pour traiter ces problèmes – et ce n'est pas une spécificité française ou francophone – comme en témoigne cette conclusion d'une étude sur l'importance des différences de signification entre les termes « *e-Learning* », « *online learning* » et « *distance learning environments* » :

*« The findings show great differences in the meaning of foundational terms that are used in the field, but also provide implications internationally for the referencing, sharing, and the collaboration of results detailed in varying research studies. » [...] « The lack of consistency in terminology inevitably affects not only the researchers who would like to build upon the findings, but also impacts designers who are creating similar types of environments. Terminology also poses a problem when the specific context of the learning environment is not described in sufficient detail or when its identification is not very prominent in both the discussion of the methods and the other sections of the paper. »* (Moore, Dickson-Deane et Galyen, 2011, p. 134).

### **3.2. Note sur la réticence à définir**

L'idée de s'astreindre à définir les termes du vocabulaire de la recherche sur les EIAH et de les utiliser, sauf à justifier une évolution ou un rejet, est considérée avec réticence par de nombreux chercheurs. Cette

défiance reflète la perception d'un risque attaché au travail définitoire, ou plus largement à la formalisation des connaissances et des théories. Cela ne signifie pas que ce travail soit ignoré, mais il n'est conçu que dans le cadre local de projets spécifiques et non comme une entreprise collective qui lierait les chercheurs entre eux en créant une obligation d'usage et de référence. Il est tout à fait plausible qu'il s'agisse là d'une réaction protectrice pour échapper au dogmatisme ou à l'orthodoxie dont Edgard Morin (1991, p. 129-sqq) rappelle qu'elles sont des tendances humaines naturelles. Il est vrai que l'usage de certaines références prend parfois une allure d'allégeance à une doxa; ce fut largement le cas pour le *constructivisme* qui a dominé la recherche au siècle dernier, le plus souvent pour invoquer une perspective ou un cadre général de pensée (l'apprenant construit sa connaissance) sans entrer dans la complexité de ses concepts spécifiques et de ses modèles.

Moins qu'une défiance, ce peut être un manque d'intérêt qui tient au grand écart que doivent gérer les projets entre recherche scientifique et innovation technologique. En effet, la recherche sur les EIAH a les caractéristiques d'une recherche fondamentale qui a pour but de contribuer à accroître la connaissance sur l'apprentissage et l'enseignement (ou la formation) et celles d'une recherche « visionnaire » qui explore les voies qui permettront de produire des technologies innovantes pour apprendre et enseigner plus efficacement. Il y a dans cette activité une part *d'invention* dont les sources sont des idées, des intuitions, des convictions aux origines multiples soutenues par des arguments dont la force tient moins à la rigueur des méthodes et à la solidité des théories qu'à la réussite revendiquée des réalisations. C'est d'ailleurs cette invitation à l'innovation qui domine le discours accompagnant les appels à projets européens qui, pour une grande part, tirent la recherche par les opportunités de financements importants qu'ils offrent. Il en va de même pour les appels à projet de l'Agence nationale de la recherche (ANR). La politique de financement de ces institutions pousse la recherche en EIAH au-delà de la distinction classique entre recherche fondamentale et recherche appliquée, vers la recherche-développement (R&D). Cette compétition, alors que les fondements et les outils sont peu assurés, a pour effet de favoriser les courants et les modes accompagnés de la création rapide de journaux et workshops avec leurs vocabulaires propres comme marques distinctives. La formalisation et l'approfondissement des cadres théoriques et des modèles apparaissent, dans ce contexte, moins importants que des indicateurs de l'efficacité potentielle des technologies proposées

et ceux de la rapidité avec laquelle elles « vont » sur le marché. Au fond, comme le remarque Moore à propos de la définition de *e-learning* :

*« What is abundantly obvious is that there is some uncertainty as to what exactly are the characteristics of the term, but what is clear is that all forms of e-Learning, whether they be as applications, programs, objects, websites, etc., can eventually provide a learning opportunity for individuals. »* (Moore et al., 2011, p. 130).

En d'autres termes, ce qui importe n'est pas le discours qui accompagne les technologies d'apprentissage, mais l'évidence de leur utilité. On peut concevoir que cela suffise lorsque le discours a pour principale fonction de permettre de situer un projet, de le relier à d'autres, ou de convaincre de son caractère innovant ou de son efficacité. Ce ne l'est plus lorsque le discours a une valeur d'usage et non d'échange, c'est-à-dire lorsqu'il permet l'analyse critique, le jugement de validité, la reprise des concepts ou des méthodes, qu'il s'agisse de la conception, de la réalisation ou des usages. Les mots sont alors des outils. Leurs définitions sont nécessaires pour, en quelque sorte, en objectiver le sens et le discuter en référence à leurs utilisations dans la construction de modèles, de théories ou dans la prétention de résultats. Cette explicitation est indispensable pour mettre en relation les travaux, examiner la réalité de progrès et constituer un socle sur lequel la recherche peut avancer. Dans la construction de la connaissance une première étape est de nommer, sans quoi toute communication scientifique est impossible, puis il faut au fil des échanges s'assurer de la portée des accords ou désaccords et pour cela expliciter le sens, c'est-à-dire définir. Pour autant, les définitions ne sont pas des objets figés ou intouchables. Elles seront travaillées pour être précisées, reformulées. De nouveaux termes seront éventuellement forgés. Le consensus sur les définitions doit s'entendre comme un état provisoire ; il ne referme pas mais prépare l'approfondissement qu'initiera la vigilance critique qui conduira à des remises en question, des évolutions, refontes ou abandons.

#### **4. Le corpus et le thésaurus des termes et expressions de la recherche sur les EIAH**

Cette section et la suivante présentent la construction, respectivement, du thésaurus et du dictionnaire, leurs structures et leurs organisations éditoriales.

#### **4.1. La construction d'un corpus, les archives ouvertes TeLearn**

Les archives ouvertes, dans les années 2004-2007, étaient considérées avec réserve par les chercheurs et les équipes partenaires du réseau européen Kaléidoscope, notamment par ceux appartenant aux communautés de Sciences humaines et sociales. Le statut juridique du libre accès leur paraissait incertain au regard des droits d'auteur ou d'éditeur. Par ailleurs, le risque d'usage abusif, celui de voisiner avec des publications médiocres et l'attachement aux formes classiques de publication chez des éditeurs historiquement reconnus freinaient l'adoption de ce mode nouveau de diffusion. Pour sa part, la France avait en Europe une relative avance avec la création, sur la plate-forme Hyper-Article en Ligne (HAL) du Centre pour la communication scientifique directe (CCSD), du portail EIAH à l'initiative du RTP39, réseau thématique pluridisciplinaire du CNRS et du portail EduTICE dans le cadre du programme expérimental TemaTice du Ministère de la recherche. Mais les outils proposés à l'époque par le CCSD ne permettaient pas de mettre en place une exploration fine du corpus, ni d'identifier les sources avec la souplesse que nous souhaitions dans le cadre de la construction du réseau (notamment l'utilisation de mots clés standards éventuellement complétés par des mots clés libres).

La solution fut de créer une instance privée de HAL, nommée TeLearn (Min, Balacheff et Zeiliger, 2008), en assurant la compatibilité nécessaire pour pousser dans l'entrepôt du CCSD les documents réunis dans l'archive locale. Cette instance fut augmentée des fonctionnalités nécessaires au projet (que nous ne détaillerons pas ici). La première présentation publique de l'archive a eu lieu lors de la conférence IST2006 à Helsinki. Très favorablement reçue, la nouvelle fut largement relayée par la Commission européenne. Le portail TeLearn (<https://telearn.archives-ouvertes.fr/>) a été intégré à la plate-forme HAL en 2010 dans le cadre du réseau Stellar.

#### **4.2. La constitution du vocabulaire**

La liste des termes du vocabulaire est le résultat d'une analyse lexicale limitée aux publications de langue anglaise alors disponibles dans l'archive TeLearn, soit 1068 fichiers, avec le logiciel AntConc (Anthony, 2010); le choix de l'anglais tient aux raisons évoquées plus haut (sous-section 2.1).

AntConc est une boîte à outils sous licence logiciel libre (Anthony, 2004) qui permet de constituer assez simplement un lexique (termes simples et composés) à partir d'un corpus textuel en relevant notamment le nombre des occurrences. Sa capacité de traitement le limite à de petits volumes, mais cela ne constituait pas un obstacle à cette étape du projet.

Trois ensembles de termes sont distingués : d'une part, les termes disciplinaires généraux (par exemple : « schème » en psychologie, « système multi-agents » en informatique, « professeur » en pédagogie), d'autre part, les termes disciplinaires ayant un rôle significatif dans la recherche sur les EIAH (par exemple : « conflit sociocognitif » en psychologie, « environnement auteur » en informatique, « évaluation formative » en pédagogie) et enfin les termes spécifiques de la recherche sur les EIAH (par exemple : « script de collaboration », « système de gestion des apprentissages », « apprentissage nomade »). La priorité a été donnée à ce dernier ensemble, avec le projet, dans une seconde phase, d'étendre la liste aux termes importés des diverses disciplines qui ont une contribution originale ou spécifique. Les termes du premier ensemble ne sont considérés que dans la mesure où ils sont d'un usage fréquent et potentiellement problématique pour les chercheurs n'ayant pas de formation dans la discipline dont ils sont issus.

Cette analyse a produit un ensemble de 611 termes simples, retenus au seuil de 1000 occurrences, et un ensemble de 729 expressions au seuil de 100 occurrences. Ces seuils respectifs de 1000 et 100 occurrences ont été déterminés empiriquement, en vérifiant qu'ils n'écartaient pas de termes importants pour le domaine<sup>8</sup> ; les 10 termes et les 10 expressions de plus haute fréquence sont présentés dans le tableau 1.

Les listes obtenues ont été analysées pour en retirer les termes trop génériques (par exemple : « *email* », « *website* », « *research* ») ou trop spécifiques tels que les noms propres (par exemple : « *Algebrista* », « *European Commission* »). Le résultat de ce désherbage a été la constitution d'une liste de 471 termes parmi lesquels on retrouve 99 mots clés proposés par les auteurs au moment du dépôt de leurs publications.

---

<sup>8</sup> Ces réglages empiriques, dépendant de l'expertise des personnes qui conduisent l'analyse, est une limite classique de la construction d'un vocabulaire (Aussenac-Gilles *et al.*, 2000).



**Tableau 1 · Termes et expressions de plus haute fréquence dans l'archive TeLearn**

Termes de haute fréquence		Expressions de haute fréquence	
104974	learning	6903	learning environments
58379	students	5246	e-learning
37548	knowledge	5174	collaborative learning
31379	system	4340	problem solving
28488	learners	3647	learning process
27141	technology	2905	higher education
25874	computer	2580	learning activities
25301	teachers	2514	teaching and learning
23164	environment	2015	networked learning
23048	research	1789	knowledge construction

Ce vocabulaire a été le matériau à partir duquel ont été construits le thésaurus et le dictionnaire présentés ci-après.

### 4.3. Le thésaurus

L'intérêt de la construction du thésaurus est de constituer le réseau des relations entre les termes du vocabulaire du domaine et de préciser les concepts associés. À cela nous avons ajouté l'objectif d'établir les relations entre les lexiques dans différentes langues (anglais, arabe, bulgare, chinois classique, chinois simplifié, coréen, danois, espagnol, estonien, français, grec, hollandais, hongrois, italien, japonais, portugais, russe, slovaque, turc, vietnamien).

Cette construction a été réalisée avec le logiciel libre TemaTres (<http://www.vocabularyserver.com/>), retenu parce qu'il permet la création de thésaurus multilingues et multi-hiérarchiques. Ce logiciel a de plus la caractéristique d'être multi-utilisateurs, permettant une construction collaborative. Enfin, il respecte les standards SKOS (<http://www.w3.org/2004/02/skos/>), Dublin-Core et RDF - dans l'éventualité d'un passage à une ontologie.

L'ambition de disposer d'un thésaurus multilingue (figure 1) a posé le problème de la normalisation des termes, qui n'a pas de réponse simple car les normes sont différentes selon les langues. Ainsi, pour la langue anglaise, selon la norme ISO, une distinction doit être faite entre ce que

L'on peut dénombrer (*how many ?*), qui requiert le pluriel, et ce qui ne peut l'être (*how much ?*), qui requiert le singulier. En français, au contraire, le singulier est privilégié, sauf pour les termes utilisés naturellement au pluriel. Nous avons respecté au mieux cette norme pour ces deux langues.

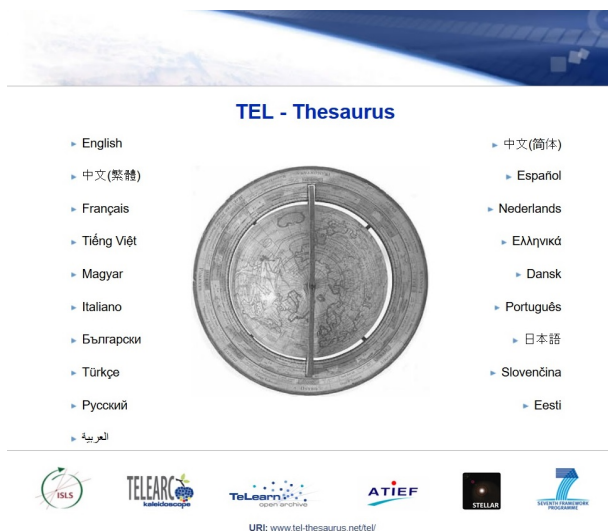


Figure 1 • Page d'accueil du thésaurus

La hiérarchisation du thésaurus rend compte de plusieurs types de relations.

- Les *relations hiérarchiques* formalisent un rapport de subordination entre les notions et facilitent une navigation verticale : passage du général (*broader term*, noté BT) au spécifique (*narrower term*, noté NT).

- Les *relations d'équivalence* relient les synonymes et quasi-synonymes : l'un des termes est préféré (le descripteur), les autres équivalents ne sont alors pas retenus pour l'indexation (les non-descripteurs); nous avons eu recours à ce type de relation pour le thésaurus danois (*i.e.* « *udvidet læringsmiljø* » comme descripteur et « *berigende læringsmiljø* » comme non-descripteur).

- Les *relations associatives* marquent les analogies entre des termes ayant une proximité sémantique (*related term*, noté RT).

Les *relations inter-linguistiques* qui associent les thésaurus des diverses langues sont traitées comme des relations d'équivalence. Nous avons retenu le thésaurus anglais pour pivot de la construction multilingue, pour les raisons évoquées ci-dessus. Il contient donc tous les termes

retenus, les autres thésaurus contiennent la traduction ou les termes appariés (voir un exemple en figure 2). Cette approche n'exclut pas la prise en compte, dans les divers thésaurus, de termes qui n'auraient pas de traduction en anglais, mais auraient une existence liée à l'originalité de travaux conduits dans d'autres contextes linguistiques. Ainsi peut-on trouver en français ou en allemand l'expression « ingénierie didactique », mais pas en anglais. Il est à noter que la mise en relation inter-linguistique n'étant pas symétrique dans TemaTres, les liens réciproques du terme cible vers le terme source sont créés manuellement.



**TEL thesaurus - English**

Home My account  Search

**learning management systems (LMS)**

Home / learning management systems (LMS)

Term Notes (1) Metadata

**learning management systems (LMS)**

Related terms

[RT course management systems \(CMS\)](#)  
[RT integrated learning systems](#)  
[RT personal learning environments \(PLE\)](#)  
[RT virtual learning environments](#)

Tiếng Việt hệ quản lí học tập  
 Nederlands leermanagementsysteem  
 Dansk læringsplatform  
 Português sistema de gestão da aprendizagem  
 Español sistema de gestión de aprendizaje  
 Italiano sistemi per la gestione di corsi  
 Français système de gestion des apprentissages  
 Magyar tanulás menedzsel rendszer  
 Ελληνικά συστήματα διαχείρισης μάθησης  
 Български системи за управление на обучението  
 中文(简体) 学习管理系统 / 网络教学平台 / 网络教学平台 (cn) 学习管理系统 (sg)  
 中文(繁體) 學習管理系統 (tw / hk)

**Figure 2 • Exemple d'entrée du thésaurus**

Pour des raisons pratiques, la priorité a été donnée aux langues des équipes des réseaux Kaléidoscope puis du réseau Stellar, suivies des langues pour lesquelles existent une communauté d'usage scientifique ou une pratique significative. Pour la plupart des langues, il est rapidement apparu que de nombreux termes n'ont en fait pas de traduction, soit en raison de l'absence de recherches correspondantes dans la communauté considérée, soit en raison de l'utilisation du vocabulaire anglais pour ces recherches.

Le travail de traduction consiste à appairer les termes utilisés par une même communauté internationale ayant une langue de communication et des langues de travail différentes. Cet appariement peut être immédiat parce la langue de travail a adopté un terme de la langue de communication. Ainsi, par exemple, le terme « *e-learning* », lorsqu'il est pris dans une acception technique précise, est-il simplement importé par les locuteurs français ou italien. Dans certains cas des équivalents naturels sont disponibles, par exemple « système auteur » en français ou « *strumento autore* » en italien pour « *authoring tool* », mais l'usage ne les retient pas toujours : la communauté italienne préfère l'expression hybride « *strumento di authoring* ».

En l'absence d'appariement sur la base d'usage attesté, l'exercice de traduction est hasardeux. Par exemple, l'expression « *animated pedagogical agent* » est traduite en français par l'expression « agent pédagogique animé », dont la signification est celle du rapprochement des concepts d'agent pédagogique et d'agent conversationnel animé. En revanche cette expression surprend le traducteur pour le chinois simplifié qui hésite entre deux possibilités : « 动态教学代理 » (agent pédagogique dynamique) et « 动画教学代理 » (agent d'animation pédagogique). Un test minimal sur Google Scholar ne renvoie pas de publications pour la première proposition et seulement une soixantaine pour la seconde ; les deux possibilités seront finalement conservées, laissant la décision à l'utilisateur. En revanche, pour la traduction en chinois classique « 動畫型教學代理人 » (en français : Agents d'animation pédagogiques), Google Scholar ne renvoie pas de publications ; c'est cependant cette expression que le traducteur recommande de retenir. L'expression « *Augmented learning environment* » présente la même difficulté, mais cette fois la traduction proposée « 增量学习环境 » (environnement d'apprentissage incrémental) induit un contresens : en fait, les articles utilisant cette expression portent sur l'apprentissage machine. Dans la même situation, le choix se porte en vietnamien sur « Môi trường học tập cải tiến » (Amélioration de l'environnement d'apprentissage) bien que Google Scholar ne renvoie aucune ressource, laissant ainsi penser qu'il n'y a pas de recherche en vietnamien liée au concept d'environnement d'apprentissage augmenté (à prendre au sens de réalité augmentée) ; l'interprétation littéraire induit un faux sens. C'est en fait une situation fréquente. Ainsi « *buddy system* » n'a pas de traduction en estonien, ou encore « *Agent-based learning environment* » est traduit en italien par « *Ambiente di apprendimento basato sull'uso di agenti* » mais n'est retrouvé dans aucune publication par Google Scholar, ce qui

suggère l'absence d'utilisation de ce concept dans les publications en italien. L'expression « *seamless learning environment* » n'a pas d'équivalent dans le vocabulaire de la recherche française, constat que font aussi les traducteurs hollandais qui envisagent la traduction littérale « *naadloze leeromgeving* », mais observent qu'elle ne renvoie à aucune publication lors de leur recherche de publications (sur internet). La solution peut être de proposer pour traduction une phrase qui explicite le sens de l'expression. Par exemple, en arabe « *على يـبنـي الـذي التـعلم* » (apprentissage qui se fonde sur l'enquête) est proposée pour « *Inquiry learning* ».

Le projet a par ailleurs été l'occasion de mettre en évidence que certaines communautés linguistiques, actives dans le contexte international, n'avaient que peu développé la communication dans leur contexte national; tel est le cas des communautés allemande et hollandaise. Cependant, les traducteurs hollandais, d'abord sceptiques, ont reconnu la richesse du questionnement suscité par cette tâche et ont découvert l'existence d'une communication à l'écart du monde académique. Le même constat a été fait pour le danois.

## **5. Le dictionnaire**

Comme pour toute autre activité collective, les pratiques discursives de la recherche se stabilisent par la force des choses, la collaboration imposant la constitution d'un espace linguistique assez stable et partagé. Au fil du temps, les incertitudes sur les mots sont oubliées alors que paraissent s'imposer des références et des manières de faire communes. Le problème de leur sens ressurgit lorsqu'il s'agit de s'adresser à de nouveaux venus, chercheurs ou étudiants, voulant s'engager dans le domaine. Il se manifeste aussi lorsqu'il s'agit de communiquer avec des interlocuteurs extérieurs à la recherche sur les EIAH, mais utilisateurs potentiels de ses résultats. Il est enfin une circonstance, la formation, dans laquelle il est nécessaire de fixer un lexique et d'explicitier le sens des mots. Dans tous les cas, l'enjeu est celui d'assurer une communication cohérente et stable avec les divers interlocuteurs - qu'ils soient industriels, formateurs ou enseignants, ou bien décideurs du monde de l'enseignement ou de la formation. Le dictionnaire est un instrument au service de cet enjeu.

## 5.1. Les principes

La création d'un dictionnaire est une tâche complexe dont la réalisation n'a pas de solution canonique. Il faut en premier lieu faire le choix de principes et d'une méthode.

Préciser les sens des termes en explorant la littérature est beaucoup moins simple qu'il n'y paraît. D'une part, peu de textes apportent des réponses explicites et précises et, de plus, ils peuvent révéler une importante variété (p. ex. les nombreuses définitions de « *learning object* »). D'autre part, les dictionnaires sont rares et faiblement documentés. Ils reflètent souvent plus le point de vue d'un auteur qu'un point de vue partagé. La ressource la plus fameuse et fréquemment utilisée, Wikipedia, ne permet pas de combler ce manque en raison de sa conception même. Des points de vue s'y affrontent sans que l'on puisse comprendre les enjeux, ou des définitions sont proposées sans possibilité solide d'évaluer leur validité ou leur singularité. Ainsi, l'expression « *learning design* », qui est attachée à un ensemble de chercheurs assez large, se voit-elle renvoyée pour sa définition à « *instructional design* », créant ainsi une relation de dépendance conceptuelle tout à fait discutable ([https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Learning\\_design&redirect=no](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Learning_design&redirect=no)<sup>9</sup>). Par ailleurs certains termes ont des significations différentes mais aussi des proximités dont il faut rendre compte, c'est le cas par exemple des termes « *scenario* », « *script* » et « *orchestration* ». Le terme « *script* », notamment, utilisé en psychologie et en informatique, a un sens particulier qui s'est forgé dans le cadre des recherches sur le CSCL (« *collaboration script* », « *external script* », « *internal script* ») et qu'il est important de saisir pour éviter les contresens. En effet, le terme « *script* » n'a pas, dans la recherche en EIAH, le sens donné en programmation. Il est importé de l'IA où il signifie une séquence d'actions qui caractérise une situation bien définie, mais sa signification est proche de celle forgée par la psychologie cognitive. La recherche sur les CSCL a introduit dans sa définition la possibilité de degrés de liberté de l'apprenant ([http://www.tel-thesaurus.net/wiki/index.php/Collaboration\\_script](http://www.tel-thesaurus.net/wiki/index.php/Collaboration_script)).

Par ailleurs, dans un domaine dont les cadres théoriques propres sont peu formalisés et peu stabilisés, et dans lequel les emprunts à diverses

---

9 Vérifié à 18:19 le 28 décembre 2017.

disciplines sont importants, le travail de définition apporte une contribution à la conceptualisation et à la différenciation des notions clés. C'est ainsi le cas de l'expression « *educational affordance* » forgée pour préciser ce que le concept d'affordance, très présent dans les recherches mettant au premier plan les interactions personnes-systèmes, a de spécifique et de productif dans un contexte d'apprentissage. Les affordances éducatives peuvent être définies comme les relations entre les propriétés d'une intervention éducative et les caractéristiques de l'apprenant qui permettent la réalisation de certains d'apprentissage ([http://www.tel-thesaurus.net/wiki/index.php/Educational\\_affordance/fr](http://www.tel-thesaurus.net/wiki/index.php/Educational_affordance/fr)). C'est aussi le cas de l'expression « *epistemic feedback* » dont la définition permet de distinguer explicitement les feedbacks qui jouent un rôle dans la construction du sens d'une connaissance ou d'une compétence. Ce concept a été introduit dans le cadre de la conception et de l'étude de réalités virtuelles et de simulations pour la formation professionnelle, pour caractériser les feedbacks qui permettent à l'apprenant d'analyser son action en relation avec la connaissance en jeu ([http://www.tel-thesaurus.net/wiki/index.php/Epistemic\\_feedback](http://www.tel-thesaurus.net/wiki/index.php/Epistemic_feedback)).

Dans ce contexte, la construction du dictionnaire EIAH a pris pour principe de partir de définitions publiées dans des revues ou des actes de conférence, avec la double contrainte de retrouver les racines historiques et de rendre compte de leur diversité éventuelle et de leurs évolutions. Chaque définition proposée est consolidée par une documentation permettant de préciser, chaque fois que cela est possible, les circonstances dans lesquelles elle a été forgée, d'attester les sources, les usages de référence. Les questions ou remarques soulevées par la définition - soit au sein de la recherche en EIAH, soit dans les disciplines associées - sont documentées dans la mesure où il est possible de les retrouver sous la forme de publications accessibles. Enfin, les traductions dans diverses langues sont indiquées accompagnées de commentaires éventuels. Des termes associés sont proposés en lien avec la construction du thésaurus. Un exemple d'entrée type du dictionnaire est donné en Annexe 1.

Wikimedia (<http://commons.wikimedia.org/>) s'est imposé de façon naturelle pour construire le dictionnaire, en raison de la facilité d'édition collaborative exigeant peu de compétences informatiques de la part des auteurs et fournissant de bons moyens de traçabilité des évolutions des textes. Cependant, la politique éditoriale adoptée ne se conforme pas totalement à la philosophie wiki. Elle exploite la possibilité de définir des niveaux de droits d'écriture ne permettant pas l'intervention de tout

internaute, la consultation étant bien sûr ouverte. Un effet de bord de ce choix est la restriction du droit d'accès à l'espace de discussion pour le visiteur de base, mais elle peut être compensée par la création d'un forum associé : (<http://www.linkedin.com/groups/TEL-dictionary-initiative-3880196>).

## **5.2. Le choix des mots**

Choisir les entrées du dictionnaire est le résultat d'un processus empirique, dont le point de départ est la liste des mots clés associés par les auteurs au moment du dépôt de leurs publications dans l'archive TeLearn, complétée par le vocabulaire effectivement utilisé dans les textes. Nous avons constaté que les mots clés ne rendent pas compte aussi précisément qu'on pourrait l'imaginer du contenu effectif des textes ; l'analyse lexicale a révélé un ensemble de termes significatifs plus large. Comme cela est très généralement le cas, les fréquences sont très variables ; celles des termes potentiellement les plus significatifs pour le domaine sont faibles. Il s'agit donc, lors du choix, de prendre en compte ce qui est explicité par les auteurs, ce que l'analyse lexicale fait remonter à un certain seuil de fréquence, ainsi que des termes plus rares mais scientifiquement forts. Aussi l'approche a-t-elle été pragmatique : rassembler les termes à la fois les plus spécifiques et les plus fréquents.

Pour la première version du dictionnaire, preuve de concept, une liste de 100 termes a été retenue (Annexe 2). Le dictionnaire se déploiera ensuite pour inclure les entrées pertinentes qu'elles soient spécifiques des EIAH ou qu'elles correspondent à des concepts importants venant des domaines associés.

## **5.3. Structure éditoriale**

Afin d'assurer un niveau de qualité aussi élevé que possible, une structure éditoriale a été constituée pour accompagner l'ensemble du projet et ses principales composantes. Le schéma présenté en figure 3 résume cette organisation.

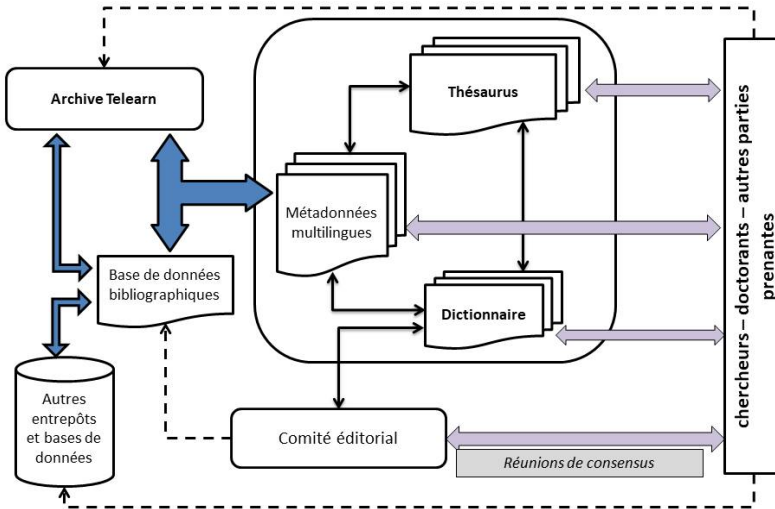
Un conseil scientifique réunissant 19 chercheurs de divers horizons disciplinaires et culturels<sup>10</sup> a été mis en place, attestant essentiellement

---

<sup>10</sup> Rosy Bottino (IT), Paul Brna (UK), Tak-Wai Chan (TW), Charles Crook (UK), Ton de Jong (NL), Antonio Dias de Figueiredo (PT), Frank Fischer (DE), Monique Grandbastien (FR), Yasmin Kafai (USA), Judy Kay (AU), Stefanie Lindstaedt (AT), Marcia Linn (USA), Chee Kit Looi (SG),



l'intérêt pour l'initiative et, pour les plus actifs, apportant des idées pour les premiers développements. L'équipe éditoriale du dictionnaire est formée des auteurs des entrées ; elle évolue au fil de la construction. Il en est de même de l'équipe éditoriale multilingue qui réunit les représentants régionaux responsables des traductions des termes et, éventuellement, des entrées correspondantes.



**Figure 3 • Structure éditoriale du projet**

## 6. Conclusion : un chantier nécessaire et ouvert

La pression sociale et économique, qui exige des résultats concrets et un impact tangible, est telle que la priorité de la recherche sur les EIAH est trop souvent donnée aux réalisations effectives au détriment du travail sur ce qui les fonde. Pourtant, ce sont ces fondements qui permettront le mieux de forger les moyens de concevoir et d'évaluer solidement les réalisations et, plus encore, de comprendre et de résoudre les problèmes qui réapparaissent de façon récurrente, quels que soient les progrès et innovations technologiques ou pédagogiques. Comprendre et modéliser les conditions d'un apprentissage efficace, caractériser opérationnelle-

---

Sten Ludvigsen (NO), Richard Noss (UK), Mike Sharples (UK), George Siemens (CA), Hans Spada (DE), Beverly Woolf (USA).

ment les compétences et les significations, comprendre et décrire les conditions d'usage des EIAH au-delà d'une réalisation technique particulière, que la prochaine avancée technologique balayera sans pour autant résoudre ces problèmes fondamentaux, sont autant de questions pour lesquelles les réponses sont aujourd'hui trop partielles ou trop dispersées dans les divers champs disciplinaires pour pouvoir être mises en relation et intégrées. La constitution d'un cadre théorique ne signifie pas l'abandon de la pluralité, mais sa structuration par la mise en relation des concepts, des modèles et des théories associées souvent issus de diverses disciplines. Ce qui est en jeu est le statut de ces théories et méthodes dans le travail de la recherche et dans la formation des jeunes chercheurs. Ne pas saisir ce problème pour ce qu'il est conduit à une sorte de balkanisation en des écoles qui ont du mal à communiquer entre elles, et donc ont du mal à tirer le meilleur bénéfice des efforts réalisés sur ce qui, de fait, est un projet commun.

Travailler le vocabulaire, c'est-à-dire le sens des mots, leurs relations et leurs usages, est une première étape. L'enjeu est bien de travailler les concepts sous-jacents et ainsi d'avancer d'une façon pragmatique sur le terrain théorique. C'est aussi de faciliter et de consolider la circulation des idées et le partage des résultats de la recherche.

Cependant, travailler le vocabulaire c'est travailler la part explicite de la conceptualisation sous-jacente aux publications. L'analyse textuelle et ontologique montre qu'il ne faut pas, surtout dans un domaine jeune, en rester là. La construction d'une ontologie a été explorée en s'appuyant, d'une part, sur l'ontologie de l'éducation OMNIBUS et la méthode associée (Bourdeau, Mizoguchi, Hayashi, Psyche et Nkambou, 2007) et, d'autre part, sur la version initiale du vocabulaire anglophone. L'objectif était de relier les termes du vocabulaire et de proposer l'ébauche d'une modélisation du domaine « *Technology Enhanced Learning* » (Bourdeau et Balacheff, 2014). Selon la méthodologie OMNIBUS, la première tâche a été de cerner la signification de « *enhancement* » et de ses articulations avec « *technology* » et « *learning* ». La proposition, dans le cadre d'OMNIBUS, est de définir TEL comme un « *enhancing mechanism* » dont il reste à créer les catégories, à les relier et à les classer. La construction de cette ontologie en partant d'une autre dénomination du domaine pourrait avoir un autre résultat. Ce constat n'est pas singulier, il est fait pour d'autres domaines. Il signifie que, d'une part, le thésaurus, le dictionnaire et l'ontologie doivent être construits de façon collaborative et que, d'autre part, *leur fonction est*

*descriptive et non normative* (Aussenac-Gilles, Biébow et Szulman, 2000, section 5).

La mise en ligne du dictionnaire et du thésaurus, dont la réalisation actuelle est partielle, a suscité un intérêt dont attestent les scores des pages les plus populaires et les statistiques de fréquentation (1 375 905 pages depuis 2011<sup>11</sup>). La fréquentation des pages traduites en chinois est particulièrement soutenue (chinois classique et simplifié) ainsi que celles traduites en français et en bulgare, pour lesquelles sont disponibles à la fois le vocabulaire et les entrées du dictionnaire.

Quoique le projet soit bien reçu, il est remarquable qu'il ne suscite jusqu'ici qu'un engagement limité des chercheurs. Une objection fréquente est l'existence de Wikipédia et, de fait, cette ressource est largement utilisée notamment par les doctorants. Cependant, la disparition de l'entrée « *e-learning* » et l'absence d'une entrée « *Technology Enhanced Learning* », expressions redirigées vers « *Educational technology* », montre de façon suffisamment évidente les limites de cette ressource. Dans ce domaine pas encore solidement fondé au plan scientifique, dans lequel l'intime conviction peut parfois se substituer à la preuve rationnelle, le contenu et l'organisation d'une encyclopédie sur le modèle Wikipédia peut souffrir de jeux d'influence au détriment de la qualité scientifique. La création d'une ressource ouverte, mais modérée, est nécessaire, c'est une responsabilité importante de la communauté de recherche. Le chantier est ouvert, déjà bien engagé, le mener à bien est moins une question de moyens que celle d'un engagement collectif. L'accueil du projet sur la plateforme de l'ATIEF et les effets de synergie que peut susciter l'association sont, dans cette perspective, très favorables.

## **REMERCIEMENTS**

La conception et les premières réalisations de l'archive ouverte Telearn, du dictionnaire et du thésaurus ont été financées par le Réseau d'excellence Kaleidoscope (Communauté européenne, 6<sup>e</sup> PCRD-IST, Projet N° 507838, 2004-2007), puis par le Réseau d'excellence STELLAR

---

<sup>11</sup> Vérifié à 10:21 le 19 octobre 2018.

(European Community, 7<sup>e</sup> PCRD-ICT, Projet N° 231913, 2009-2012). Équipe technique: Sophie Min puis Émilie Manon pour l'expertise documentaliste, Jérôme Zeiliger pour la réalisation informatique. Une première présentation du projet a été publiée dans *TD Technologie Didattiche* (Balacheff *et al.*, 2012).

## **RÉFÉRENCES**

Anthony, L. (2004). AntConc: A learner and classroom friendly, multi-platform corpus analysis toolkit. Dans L. Anthony, F. Shinichi et H. Yasunari (dir.), *Proceedings of IWLeL 2004: An Interactive Workshop on Language e-Learning* (p. 7-13). Tokyo, Japon : Waseda University. Récupéré de [https://www.researchgate.net/profile/Laurence\\_Anthony/publication/267631346\\_Proceedings\\_of\\_IWLeL\\_2004\\_An\\_Interactive\\_Workshop\\_on\\_Language\\_E-learning\\_2004/links/5458cd870cf26d5090acf212.pdf#page=7](https://www.researchgate.net/profile/Laurence_Anthony/publication/267631346_Proceedings_of_IWLeL_2004_An_Interactive_Workshop_on_Language_E-learning_2004/links/5458cd870cf26d5090acf212.pdf#page=7)

Anthony, L. (2010). AntConc, A freeware corpus analysis toolkit for concordancing and text analysis [logiciel]. Récupéré du site de l'auteur : <http://www.laurenceanthony.net/software/antconc/>

Artigue, M., Cerulli, M., Haspekian, M. et Maracci, M. (2009). Connecting and Integrating Theoretical Frames: The TELMA Contribution. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14(3), 217-240.

Aussenac-Gilles, N., Biébow, B. et Szulman, S. (2000). Modélisation du domaine par une méthode fondée sur l'analyse de corpus. Dans P. Tchounikine (dir.), *Actes de la 9e Conférence Francophone d'Ingénierie des Connaissances (IC 2000)* (p. 93-104). Toulouse, France : Université Paul Sabatier. <hal-00510453>

Balacheff, N., Baron, M., Desmoulins, C., Grandbastien M. et Vivet, M. (1997). Conception d'environnements informatiques d'apprentissage avec ordinateur. Dans S. Pesty, P. Siegel (dir.), *Actes des 6<sup>e</sup> journées nationales PRC-GDR Intelligence artificielle* (p. 315-337). Paris, France : Hermès.

Balacheff, N. et Lund, K. (2012). Multidisciplinary vs multivocality, the case of "learning analytics". Dans *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (p. 5-13). New-York, NY : ACM. [hal-00805362]

Balacheff, N., Manon, E. et Zeiliger, J. (2012). Per un dizionario della ricerca sul Technology Enhanced Learning. *TD Technologie Didattiche*, 20(3), 155-161. [hal-00986096]

Baron, M. (1994). EIAO, quelques repères. *Terminal*, 65. Récupéré de [http://www.revue-terminal.org/www/terminal-archives/articles/65/multimedia\\_baron.html](http://www.revue-terminal.org/www/terminal-archives/articles/65/multimedia_baron.html)

Baron, M., Gras, R. et Nicaud, J.-F. (1991). Introduction. Dans *Actes des Deuxièmes Journées EIAO* (p. 7-8). Cachan, France : Éditions de l'École Normale Supérieure de Cachan.

Bourdeau, J. et Balacheff, N. (2014). Technology-Enhanced Learning: From thesaurus and dictionary to ontology. Dans J. Jovanović et R. Chi-ong. (dir.),

*Technological and Social Environments for Interactive Learning* (p. 1-33). Santa Rosa, CA : Informing Science. Récupéré de <http://r-libre.telugu.ca/785/>

Bourdeau, J. et Grandbastien, M. (2011). La modélisation du tutorat dans les systèmes tutoriels intelligents. *Sciences et technologies de l'information et de la communication pour l'éducation et la formation*, 18. Récupéré de [http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2011/02-bourdeau-tice/sticef\\_2011\\_tice\\_bourdeau\\_02.htm](http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2011/02-bourdeau-tice/sticef_2011_tice_bourdeau_02.htm)

Bourdeau, J., Mizoguchi, R., Hayashi, Y., Psyche, V. et Nkambou, R. (2007). When the domain of the ontology is education. Dans *Proceedings of the 4th Conference on Intelligent, Interactive Learning Objects Repository Networks (I2LOR'07)*, Montréal. Récupéré de [http://www.lornet.ca/Portals/10/I2lor07\\_Proceedings/Tuesday/Papers/4-2.pdf](http://www.lornet.ca/Portals/10/I2lor07_Proceedings/Tuesday/Papers/4-2.pdf)

Bruillard, E. (1997). *Les machines à enseigner*. Paris, France : Hermès.

Carr, B. et Goldstein, I. P. (1977). *Overlays: a theory of modelling for computer aided instruction*. AI Memo 406. Cambridge, MA : Massachusetts Institute of Technology. Récupéré de <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/5772/AIM-406.pdf?Sequence=2>

Collectif. (2003). *Concepts and methods for exploring the future of learning with digital technologies*. Kaleidoscope, initial proposal part B. European Commission, 6<sup>th</sup> Framework Program Network of excellence (IST-507838—2003-2007).

Desmoulins, C., Marquet, P. et Bouhineau, D. (2003). Introduction. Dans *Actes de la conférence Environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH 2003)*. Paris, France : INRP. Récupéré de <http://archiveseiah.univ-lemans.fr/EIAH2003/>

European Commission (2002). Report on the evaluation of expression of interest in the research priority 1.1.2i "Societal and economic challenges", sub-priority "Research addressing work and business challenges", Domain: Technology Enhanced Learning (pp. 31-39). Dans European Commission DG IST (dir.), *A European Research Area for Technology Enhanced Learning*. Information day 5 December 2002, Luxembourg.

Hlynka, D. (2013). Educational technology. Dans C. R. Richey (dir.), *Encyclopedia of terminology for educational communications and technology* (p. 102-104). New York, NY : Springer.

Journal officiel (2005, 14 mai). Formation en ligne. Récupéré du site : <http://www.culture.fr/franceterme/result?francetermeSearchTerme=elearning&francetermeSearchDomaine=0&francetermeSearchSubmit=rechercher&action=search>

Laborde, J.M. (2003). Des connaissances abstraites aux réalités artificielles, le concept de micromonde Cabri. Dans *Actes de la conférence Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur* (tome 2, p. 29-41). Paris, France : Eyrolles.

Lafontaine, J. (2011). Quelques mots de l'algèbre. Récupéré du site *Images des mathématiques* : <http://images.math.cnrs.fr/Quelques-mots-de-l-algebre.html>

Lajoie, S. P. et Naismith, L. (2011). Computer-based learning. Dans N. M. Seel (dir.), *Encyclopedia of the science of learning* (p. 716-718). Berlin, Allemagne : Springer.

Lowenthal, P. et Wilson, B. G. (2010). Labels DO Matter! A critique of AECT's redefinition of the field. *TechTrends*, 54(1), 38-46. <https://doi.org/10.1007/s11528-009-0362-y>

Manson P. (2007). Technology Enhanced Learning: Supporting learning in the 21<sup>st</sup> century. *ERCIM News - Special Technology-Enhanced Learning*, 71, 3 (Keynote). Récupéré de <https://ercim-news.ercim.eu/images/stories/EN71/EN71-web.pdf>

Min, S., Balacheff, N. et Zeiliger, J. (2008). TeLearn, une archive ouverte multilingue dans le domaine des technologies pour l'apprentissage. *AMETIST: Appropriation, Mutualisation, Expérimentations des Technologies de l'IST*, INIST, 2008, 2. <hal-00962047>

Moore, J. L., Dickson-Deane, C. et Galyen, K. (2011). e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? *Internet and Higher Education*. 14(2), 129-135.

Morin, E. (1991). *La méthode 4. Les idées. Leur habitat, leur vie, leurs mœurs, leur organisation*. Paris, France : Seuil.

Pavel, S. (2002). Lexique de l'apprentissage en ligne (bilingue Anglais-Français). Bulletin de terminologie, 251. Ottawa: Travaux publics et Services gouvernementaux Canada. Récupéré de <http://publications.gc.ca/pub?id=9.582458&sl=1>

Reiser, R. A. (2007). What field did you say you were in? Defining and naming our field. Dans R. A. Reiser et J. V. Dempsey (dir.), *Trends and issues in instructional design and technology* (2nd ed., pp. 2-9). Upper Saddle River, NJ : Pearson.

Sangrà, A., Vlachopoulos, D. et Cabrera, N. (2012). Building an inclusive definition of e-learning: An approach to the conceptual framework. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning (IRRODL)*, 13(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v13i2.1161>

Vivet, M. et Nicaud, J.F. (1988). Les tuteurs intelligents : réalisations et tendances de recherches. *Technique et Sciences Informatiques*, 7(1), 21-45.

## ANNEXE 1 – Un exemple d’entrée du dictionnaire

### Fouille de données éducatives

#### Version 1

Édition : Michel C. Desmarais, Polytechnique Montréal

Contribution : Ryan S.J.d. Baker, Worcester Polytechnic Institute

#### Définition

La fouille de données éducatives est un processus conçu pour l’analyse de données issues de situations éducatives pour mieux comprendre les élèves et les situations dans lesquelles ils apprennent.

#### Jalons historiques

Cette expression est apparue dans le cadre d’une série de workshops sur le thème de l’analyse des usages (log data) par des élèves, dont le premier remonte à la conférence ITS 2000 à Montréal. En 2005, le premier workshop intitulé « Educational Data Mining » (EDM, Fouille de données éducatives) a été organisé à Pittsburgh conjointement à la conférence AAAI (Association for the Advancement of Artificial Intelligence). Depuis 2008, EDM désigne une conférence internationale organisée annuellement. Par ailleurs, une conférence sur la thématique voisine des Learning analytics (LAK2011) est apparue en 2011. En 2009 a été publié le premier numéro du journal international EDM, publication en accès direct disponible à l’URL <[www.educationaldatamining.org/JEDM](http://www.educationaldatamining.org/JEDM)>. La société Educational Data Mining a été fondée en 2011 pour organiser la conférence et le journal.

#### Termes et expressions associés

Analytique des données éducationnelles, analyse des usages, données sur l’apprenant, donné d’usage de l’apprenant, découverte de la connaissance, fouille de données, apprentissage automatique statistique, psychométrie, modélisation de l’apprenant, classification, régression, classification, analyse factorielle, recherche de règles associatives, visualisation, découverte dirigée par les modèles, base de données.

#### Traduction

*English*: Educational data mining

#### Remarques disciplinaires

Le domaine de la fouille de données éducative (EDM) s’appuie sur des méthodes et théories issues de de nombreuses disciplines telles que la fouille de donnée, la découverte de connaissance, la psychométrie et l’apprentissage statistique. Il a pour but de construire des modèles et produire des résultats qui puissent aider à la conception et la réalisation d’applications et d’environnements innovants pour l’apprentissage, ainsi que d’apporter une contribution théorique à la psychologie de l’éducation ou d’autres domaines en éducation. Les méthodes pour l’EDM incluent (sans y être limité) la classification, la régression, l’analyse factorielle, la fouille de relation, la prédiction de connaissances, la fouille de corrélations, la recherche de règles associatives, la visualisation, la découverte de structure de domaine, la découverte dirigée par des modèles.

#### Principales références

- Baker R., Yacef K. (2009) The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*, 1, 3-17.
- Baker R.S.J.d. (2010) Data Mining for Education. In: Mcgaw B, Peterson P., Baker R. (eds.) *International Encyclopedia of Education* (3rd edition) (7, 112-118). Oxford, UK: Elsevier.
- Romero C., Ventura, S. (2007) *Educational Data Mining: A Survey from 1995 to 2005*. *Expert Systems with Applications*, 33, 125-146.
- Romero C., Ventura S. (2010) *Educational Data Mining: A Review of the State-of-the-Art*. *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, 6, 601 - 618.
- Koedinger K.R., Cunningham K. A. S., Leber B. (2008) An open repository and analysis tools for fine-grained, longitudinal learner data. In: *Proceedings of the 1st International Conference on Educational Data Mining*, 157-166.
- EDM, International Working Group on Educational Data Mining: Educational data mining. <http://www.educationaldatamining.org/> (2009)

**ANNEXE 2 – Vocabulaire initial**

<p><b>A</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adaptive learning environment</li> <li>2. Agent-based tutoring system</li> <li>3. Agent-based learning environment</li> <li>4. Ambient learning environment</li> <li>5. Animated pedagogical agent</li> <li>6. Artificial learning environment</li> <li>7. Augmented learning environment</li> <li>8. Authoring system</li> <li>9. Authoring tool</li> <li>10. Automatic diagnosis</li> <li>11. Automatic generation of exercises</li> </ol> <p><b>B</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>12. Blended learning</li> <li>13. Buddy systems</li> </ol> <p><b>C</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>14. Cognitive diagnosis</li> <li>15. Cognitive engineering</li> <li>16. Cognitive modeling</li> <li>17. Cognitive tutor</li> <li>18. Collaborative learning</li> <li>19. Computational mathetic</li> <li>20. Computational thinking</li> <li>21. Computer-assisted examination</li> <li>22. Computer-assisted instruction</li> <li>23. Computer-assisted language learning</li> <li>24. Computer-assisted learning</li> <li>25. Computer-based instruction</li> <li>26. Computer-based learning environments</li> <li>27. Computer-based laboratory</li> <li>28. Computer programming in support of learning</li> <li>29. Computer-supported collaborative learning</li> <li>30. Constructionism</li> <li>31. Course management system</li> <li>32. Courseware</li> </ol>	<p><b>D</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>33. Didactical engineering</li> <li>34. Distance learning</li> <li>35. Distributed learning</li> <li>36. Distributed learning environments</li> <li>37. Dynamic geometry</li> </ol> <p><b>E</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>38. e-Assessment</li> <li>39. Educational affordance</li> <li>40. Educational data mining</li> <li>41. Edutainment</li> <li>42. e-learning</li> <li>43. Embedded phenomena</li> <li>44. Epistemic affordance</li> <li>45. Epistemic feedback</li> <li>46. e-portfolio</li> <li>47. Experiential learning</li> </ol> <p><b>G</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>48. Game-based learning</li> </ol> <p><b>I</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>49. Inclusive e-learning</li> <li>50. Informal learning</li> <li>51. Inquiry learning</li> <li>52. Intelligent scaffolding system</li> <li>53. Intelligent tutoring system</li> <li>54. Interactive learning environment</li> <li>55. Interactive white board</li> <li>56. Integrated learning system</li> </ol> <p><b>L</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>57. Learner modeling</li> <li>58. Learning analytics</li> <li>59. Learning companion</li> <li>60. Learning design</li> <li>61. Learning environment</li> <li>62. Learning grid</li> <li>63. Learning management systems</li> <li>64. Learning objects</li> <li>65. Learning scenario</li> <li>66. Learning space</li> <li>67. Learning trail</li> </ol> <p><b>M</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>68. Microworld</li> <li>69. Mobile learning</li> <li>70. Multimedia learning</li> </ol>	<p><b>N</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>71. Narrative learning environments</li> <li>72. Networked learning</li> <li>73. --- communities</li> <li>74. --- environment</li> </ol> <p><b>O</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>75. On-line learning environment</li> <li>76. Overlay</li> </ol> <p><b>P</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>77. Pedagogical agent</li> <li>78. Personal learning environment</li> <li>79. Pervasive learning environment</li> <li>80. Programmable computer-based learning environment</li> <li>81. Programmable course</li> </ol> <p><b>R</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>82. Remote laboratories</li> </ol> <p><b>S</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>83. Script ...</li> <li>84. --- collaboration</li> <li>85. --- external</li> <li>86. --- internal</li> <li>87. Seamless learning environment</li> <li>88. Self-regulated learning</li> <li>89. Simulation games</li> <li>90. Simulation-based learning environment</li> <li>91. Situated learning</li> </ol> <p><b>T</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>92. Tangible learning environment</li> <li>93. Technology Enhanced Learning</li> <li>94. Techno-mathematical literacies</li> </ol> <p><b>U</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>95. Ubiquitous learning</li> </ol> <p><b>V</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>96. Virtual campus</li> <li>97. Virtual learning environment</li> <li>98. Virtual pedagogical agent</li> <li>99. Virtual universities</li> </ol> <p><b>W</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>100. Web-lecturing technologies</li> </ol>
---	---	---





## Les Grands Challenges issus des ateliers thématiques des ORPHÉE-RDV'2017

► **Nathalie GUIN** (LIRIS, Université Lyon 1), **Christine MICHEL** (LIRIS, INSA de Lyon), **Marie LEFÈVRE** (LIRIS, Université Lyon 1), **Gaëlle MOLINARI** (TECFA, Université de Genève et UniDistance)

---

---

■ **RÉSUMÉ** • Cette rubrique présente les *Grands Challenges* identifiés lors des ateliers thématiques organisés dans le cadre des ORPHÉE-RDV'2017. Six ateliers thématiques ont réuni des chercheurs, des praticiens et des entrepreneurs dans le domaine de la e-éducation. Huit Grands Challenges ont émergé de ce travail collaboratif et interdisciplinaire. Ils posent des questions sur l'intégration de nouvelles méthodes et technologies dans les dispositifs d'enseignement, sur les moyens de favoriser le développement de nouvelles compétences par l'apprenant, et sur les systèmes à mettre en œuvre pour analyser l'activité des apprenants, permettre leur suivi et personnaliser les parcours d'apprentissage.

■ **MOTS-CLÉS** • apprentissage tout au long de la vie, personnalisation et adaptation de l'apprentissage, évaluation formative, analytique de l'apprentissage, réalité virtuelle, apprentissage de la pensée informatique

■ **ABSTRACT** • *This paper presents the Grand Challenges identified during the thematic workshops organized during the ORPHÉE-RDV' 2017. Six thematic workshops brought together researchers, practitioners and entrepreneurs in the field of e-education. Eight Grand Challenges emerged from this collaborative and interdisciplinary work. They raise questions about the integration of new methods and technologies into teaching arrangements, about how to foster the development of new skills by learners, and about the systems to be implemented to analyze learners' activity, enable their monitoring and personalize learning paths.*

■ **KEYWORDS** • *lifelong learning, personalization and adaptation of learning, formative evaluation, learning analytics, virtual reality, learning computational thinking*

## **1. Les ORPHÉE-RDV 2017**

Le réseau ORPHÉE <http://atief.fr/content/bienvenue-sur-le-reseau-orphee-de-la-e-education> a organisé en janvier 2017 une manifestation scientifique de trois jours, les ORPHÉE-RDV, dont l'objectif était de structurer le réseau d'acteurs investiORPHs dans la e-éducation autour de quelques grands challenges actuels de la recherche, aussi bien au niveau national qu'au niveau international (<http://atief.fr/content/orphee-rendez-vous-2017-0>). Par e-éducation, nous entendons des dispositifs intégrant des contenus ou méthodes utilisant des technologies pour de la formation à distance ou en présence, individuellement ou en groupe et en mode connecté ou non. Parce que les problèmes fondamentaux auxquels la société et le monde de l'Éducation doivent faire face sont sociotechniques, le réseau ORPHÉE a cherché à faire collaborer des chercheurs, des praticiens, des entrepreneurs et des décideurs, dans une approche interdisciplinaire. Dans le cadre des ORPHÉE-RDV, les différents acteurs ont été invités à travailler de concert pour, d'une part, discuter autour de quelques problèmes actuels rencontrés en e-éducation et, d'autre part, développer des programmes d'action à moyen-terme (étapes de recherche et objectifs mesurables à chaque étape) dont la visée est d'améliorer les dispositifs d'enseignement-apprentissage et par conséquent d'apporter des bénéfices à long-terme pour la société.

Une centaine de personnes se sont ainsi rassemblées à Font-Romeu pendant 3 jours en janvier 2017 pour échanger dans le cadre de 6 ateliers thématiques proposés en amont par les participants du réseau ORPHÉE :

- L'apprenant, acteur principal de son parcours tout au long de sa vie ;
- Personnalisation et adaptation dans les environnements d'apprentissage ;
- L'évaluation formative pratiquée en classe ou en amphithéâtre ;
- Méthodologies et outils pour le recueil, l'analyse et la visualisation des traces d'interaction ;
- Réalités mixtes, virtuelles et augmentées pour l'apprentissage ;
- Apprentissage instrumenté de l'informatique.

Huit Grands Challenges ont émergé de ce travail collectif. Leur description complète est accessible en ligne (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02046920>), ainsi que sur les sites de chaque groupe de travail, où l'on peut trouver également l'ensemble des articles des participants aux ateliers qui ont servi de support à la réflexion. Une version synthétique de chaque Grand Challenge est présentée dans la suite de cette rubrique.

## **2. Les grands challenges issus de cette manifestation**

### **2.1. Comment créer des environnements d'apprentissage formels, non formels, informels au service des apprenants pour accroître leur pouvoir d'agir ?**

Ce grand challenge a été rédigé<sup>1</sup> à l'issue de l'atelier « L'apprenant, acteur principal de son parcours tout au long de sa vie » (<https://aapptlv.wordpress.com>). Il a été motivé par le constat que la société contemporaine est caractérisée par une forte évolutivité qui amène les personnes à effectuer de nombreux changements en termes d'emplois, projets ou objectifs de vie à moyen ou long terme.

L'Apprentissage Tout au Long de la Vie (ATLV) vise à proposer des moyens pour apprendre régulièrement, acquérir de nouvelles compétences pour s'adapter et se développer sur les plans cognitifs, affectifs et sociaux. Il est réalisé dans des cadres formels, mais aussi dans des contextes informels. Pour en tirer parti, les personnes doivent développer une capacité d'action, c'est-à-dire un pouvoir d'agir sur leurs environnements au sens de (Rabardel, 2005). Le pouvoir d'agir est dépendant, pour une part, de la capacité individuelle d'agir et surtout, d'autre part, des opportunités qu'il est possible de saisir en situation. La capacité individuelle d'agir est fortement liée au sentiment d'efficacité personnelle, définie par Bandura (2003) comme « la croyance en la capacité d'un individu d'organiser et d'exécuter la ligne de conduite requise pour produire des résultats souhaités ». Elle est aussi liée à la mise à disposition de ressources adéquates permettant aux personnes apprenantes de transformer leur environnement et, par voie de conséquence, de se transformer elles-mêmes. Le challenge dans ce contexte consiste donc à définir des moyens directs et indirects permettant de développer l'auto-efficacité des apprenants, sur un plan individuel et collectif (Nagels, 2011), et plus globalement ce pouvoir d'agir.

Les limites et verrous actuels des propositions éducatives sont liés à l'aspect fragmenté (par âge, moyen de financement, établissement ou organisation...) des moyens proposés alors qu'ils devraient pouvoir être

---

1 par Jean-Marie Gilliot, Marc Nagels, Marie-Hélène Abel, Laurie Acensio, Nathalie Alglave, Serge Garlatti, Nathalie Guin, Christine Michel et Fatiha Tali.

**Nathalie GUIN, Christine MICHEL,  
Marie LEFÈVRE, Gaëlle MOLINARI**

rendus accessibles, de manière transversale ou personnalisée, directement aux personnes souhaitant se former ou évoluer. Quelques actions vont dans ce sens, par exemple structurer les offres de formation par compétences et développer l'usage des outils de gestion des emplois en compétences, mettre en place un compte personnel d'activité, développer les auto-formations en ligne (MOOC ou tutoriels) centrées sur l'activité professionnelle ou le développement personnel, agir sur le niveau d'ouverture des formations pour stimuler l'engagement (Jézégou, 2005), développer les stratégies numériques sociales ou ludiques pour la formation ou celles permettant la capitalisation personnelle des compétences, comme l'usage de portfolios. Ces actions restent limitées car peu harmonisées sur la base de référentiels communs, non pérennisées sur la durée d'une vie et souvent exclusivement orientées vers la formation formelle (Carré, 2005). Une autre limite est le manque de formation visant à développer le pouvoir d'agir, la proactivité et la gestion autonome de ses formations et de son parcours de vie.

## **2.2. Aide à la gestion de l'hétérogénéité dans un groupe d'apprenants accompagné par un enseignant tuteur**

Ce grand challenge a été rédigé<sup>2</sup> à l'issue de l'atelier « Personnalisation et adaptation dans les environnements d'apprentissage : un regard interdisciplinaire sur les perspectives de recherche » (<https://orpheerdvperso.wordpress.com>).

La personnalisation de l'apprentissage est cruciale afin de favoriser un apprentissage effectif, actif, efficace et satisfaisant (Kravcik, Santos, Boticario, Bielikova et Horvath (2015). Mettre en place une personnalisation est une tâche complexe, et lorsqu'elle est mise en place par les équipes enseignantes, cette tâche est chronophage. Par ailleurs, l'apprentissage ne se fait plus uniquement dans un contexte scolaire classique. Celui-ci est complété par un apprentissage autonome, qui peut prendre la forme, pour les élèves de l'enseignement primaire et secondaire, de soutien scolaire.

---

2 par Chihabeddine Bouchenaki, Yolaine Bourda, Ronan Champagnat, Nathalie Colombier, Cyrille Desmoulin, Sébastien Jolivet, Marie Lefèvre, Jean-Charles Marty, Baptiste Monterrat et Laurent Polèse.

Dans ce contexte, la problématique de l'assistance à l'enseignant pour la gestion de l'hétérogénéité de ses apprenants lors de leur apprentissage, doit être considérée aussi bien au sein de la classe que lors de son prolongement hors la classe. La condition *sine qua non* à une personnalisation de l'apprentissage est une modélisation pertinente de l'apprenant. En utilisant l'analyse des traces d'interaction des apprenants, des informations précises sur les apprenants concernant leurs connaissances, leurs compétences, leurs savoir-faire peuvent être regroupées dans un *modèle de l'apprenant* (Self, 1990). Ces informations peuvent ensuite être exploitées pour proposer des ressources et des parcours d'apprentissage personnalisés. Cette recommandation de ressources pédagogiques (exercices, cours, vidéos, logiciel...) nécessite de pouvoir les choisir en fonction de leurs caractéristiques, et notamment de pouvoir les relier à des objectifs pédagogiques, et d'identifier les variables didactiques mises en jeu permettant de les adapter à l'activité qui sera construite avec ces ressources.

De nombreux travaux ont été proposés pour modéliser les apprenants, pour capturer les informations qui les concernent (voir par ex. le projet HUBBLE, <http://hubblelearn.imag.fr/>), pour définir des référentiels de compétences et des ressources pédagogiques associées (Chaachoua et Desmoulin, 2014) et enfin pour définir des stratégies pédagogiques (Lefevre *et al.*, 2012) et des systèmes de recommandation (Chan, Roussanaly et Boyer, 2009) permettant de mettre en place cette personnalisation. Néanmoins, de nombreuses questions restent en suspens. Comment intégrer au mieux les équipes enseignantes afin de leur proposer des solutions qui les assistent lors de la mise en place de la personnalisation ? Comment rendre les ressources pédagogiques existantes plus accessibles aux enseignants et donc, comment mettre en place une interopérabilité et une indexation des ressources pertinentes de leur point de vue mais également du point de vue des programmes d'enseignement officiels (qui varient dans le temps) ? Comment combiner les traces issues de diverses ressources et l'observation des apprenants par les enseignants, afin d'avoir une vue plus pertinente et complète d'un apprenant ? Comment considérer l'apprenant dans son ensemble, en prenant en compte ses connaissances, ses compétences mais également ses besoins, son comportement, ses états affectifs ? Comment proposer des tableaux de bord permettant aux enseignants de prendre en compte cette diversité ? Comment prendre en compte les situations

**Nathalie GUIN, Christine MICHEL,  
Marie LEFÈVRE, Gaëlle MOLINARI**

changeantes dans lesquelles l'apprenant se trouve lors de son apprentissage (apprentissage en autonomie, ubiquitaire et informel) ?

Fournir des réponses à ces différentes questions permettrait de proposer des outils de personnalisation qui prendraient en compte les apprenants dans toute leur diversité et dans toutes leurs inclusions, et d'améliorer ainsi les situations d'apprentissage. De plus, si les enseignants s'approprient ces outils qui les assistent dans la gestion de la diversité des apprenants, cela leur permettrait de libérer du temps pour se concentrer sur leur mission principale qui est l'accompagnement des apprenants et pour mettre en place une continuité pédagogique et éducative entre les séances d'apprentissage qui se déroulent en classe et celles qui ont lieu en dehors du cadre scolaire.

### **2.3. Outils pour le suivi de groupes dans une formation à distance**

Ce grand challenge a été rédigé<sup>3</sup> à l'issue de l'atelier « Personnalisation et adaptation dans les environnements d'apprentissage : un regard interdisciplinaire sur les perspectives de recherche » (<https://orpheerdvperso.wordpress.com>).

Le travail de groupe, de par les bénéfices qu'il apporte sur l'apprentissage, est une méthode pédagogique de plus en plus encouragée dans différents contextes d'éducation (en classe comme dans les formations à distance). Fréquemment, le travail de groupe est mis en œuvre dans les situations d'apprentissage par projet (Johnson et Johnson, 2002), situations dans lesquelles les enseignants sont amenés à suivre les projets de groupe sur une longue période. Actuellement, les outils technologiques disponibles ne répondent pas aux besoins des enseignants en termes de suivi de groupe (Zumbach, Reimann et Koch, 2006). Ces besoins sont d'être capables de caractériser non seulement la dynamique du groupe, mais également la façon de travailler de chaque membre au sein du groupe (l'unité d'analyse pour le diagnostic et le suivi étant alors soit le groupe, soit l'individu). Il s'agit notamment d'identifier les difficultés rencontrées tant sur le plan cognitif que sur le plan relationnel (Molinari, G., Avry et Chanel, 2017) pour proposer des recommandations adaptées.

---

<sup>3</sup> par Gaëlle Molinari, Carolina Garcia-Moreno, Isabelle Girault et Azim Roussanaly.

Le soutien au suivi de groupe va permettre de maintenir l'engagement mutuel des apprenants à mener à bien leur projet commun. L'objectif est également de favoriser la réussite individuelle des apprenants impliqués dans le travail de groupe. Un bon suivi de groupe peut avoir des impacts positifs aussi bien sur les développements des connaissances disciplinaires que sur l'acquisition de compétences transversales comme les compétences interpersonnelles et socio-émotionnelles (Reiser, 2002).

La visée est de développer trois types d'outils favorisant le suivi de groupe : un tableau de bord pour les enseignants, de la prescription automatique (plus ou moins sous contrôle de l'enseignant) aux apprenants en situation de groupe, et un baromètre permettant aux apprenants de se positionner dans le groupe (Sclater, Peasgood et Mullan, 2016).

#### **2.4. Portfolio dans la formation tout au long de la vie**

Ce grand challenge a été rédigé<sup>4</sup> à l'issue de l'atelier « Personnalisation et adaptation dans les environnements d'apprentissage : un regard interdisciplinaire sur les perspectives de recherche » (<https://orpheerdvperso.wordpress.com>).

Chaque personne devrait avoir la possibilité d'apprendre tout au long de sa vie afin d'acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour réaliser ses aspirations et contribuer à la société (« Forum mondial sur l'éducation », 2015). Dans son rapport sur la stratégie pour l'éducation 2014-2021, l'UNESCO stipule que l'un des objectifs stratégiques de la fin de la décennie est le développement de systèmes éducatifs favorisant un tel apprentissage, à la fois inclusif et de qualité (UNESCO, 2014). Dans ce contexte se pose la question cruciale du suivi et de l'agrégation des compétences de chaque apprenant, accompagnant son développement personnel tout au long de sa vie : comment permettre à un apprenant d'avoir et de présenter l'ensemble de ses compétences et comment permettre aux diverses institutions concernées (centres de formation, employeurs...) d'y accéder totalement ou partiellement pour les consulter ou pour les mettre à jour ?

---

4 par Mohammed Baidada, Simon Carolan, Nour El Mawas, Franck Poirier et Mourad Rabah.

Le portfolio électronique ou ePortfolio est un moyen pour faciliter l'accès aux compétences d'un apprenant, d'une manière unifiée et pendant toute sa vie. Le ePortfolio, déjà préconisé par de nombreuses études comme prometteur pour le développement et la valorisation de l'apprenant (Cambridge, 2010), peut être vu comme une collection d'éléments divers reflétant les efforts, les progrès et les réalisations d'une personne. Il représente une fenêtre publique pour mettre en valeur les réalisations personnelles. Il existe de nombreux avantages à avoir un ePortfolio, par exemple une communication facilitée et une source d'évaluation des compétences pour les formateurs et d'éventuels employeurs. Cependant cet outil est sous-utilisé. Kimball (2005) identifie trois problèmes: il est nécessaire d'accompagner les usagers dans l'élicitation de leurs compétences; les outils sont axés sur la valorisation et non sur le développement personnel; les outils ne permettent pas aux usagers de valider les compétences acquises hors des cadres formels de l'éducation et de l'emploi. À cela s'ajoute le fait que les différents outils ne sont pas interopérables avec les systèmes existants et ne mettent pas forcément le contrôle des données entre les mains des usagers.

Pour répondre à ces problèmes, il serait pertinent d'étendre la notion de ePortfolio à toutes les compétences acquises tout au long de la vie et de permettre sa connexion aux diverses entités nécessitant d'y accéder à travers des formats d'échanges ouverts. Le développement d'un ePortfolio « intelligent », capable d'aider les apprenants à prendre connaissance des compétences acquises au cours de leurs parcours éducatifs, professionnels et personnels, de faire des recommandations aux usagers en fonction de leur situation et de permettre aux usagers de faire valoir leurs compétences auprès des institutions et des employeurs, permettrait les avancées sociétales suivantes :

- prendre en compte la personnalisation grandissante des parcours éducatifs et la multiplicité des canaux de formation formels (école, université, institution) et informels (lieu de travail, MOOC, associations, musées...);
- avoir un dossier unifié contenant les éléments représentatifs de l'accomplissement de compétences obtenues et que l'on peut faire valoir auprès des différentes structures et personnaliser en fonction du résultat escompté;
- passer de la simple reconnaissance du diplôme à la reconnaissance du diplôme et des compétences acquises, afin de faciliter ainsi les évaluations, les accréditations et les certifications additionnelles;



- donner une vision plus complète à l'apprenant de ses propres compétences et lui permettre de prendre des décisions quant au développement et à la valorisation de ses savoirs ;
- faire des recommandations à l'apprenant en fonction des données du portfolio pour qu'il puisse accéder à d'autres formations et ainsi compléter ses compétences en fonction de son projet personnel.

### **2.5. L'informatique au service de la démocratisation des enseignements fondés sur l'évaluation formative**

Ce grand challenge a été rédigé<sup>5</sup> à l'issue de l'atelier « L'évaluation formative pratiquée en classe ou en amphithéâtre » (<https://evaluationformative.wordpress.com>).

L'OCDE indique en 2016 que la France doit faire face à différents défis afin d'améliorer son système éducatif, notamment le développement de pratiques pédagogiques prenant en compte les particularités de chaque apprenant (OCDE, 2016). De nombreuses recherches démontrent l'efficacité de l'évaluation formative pour relever ce défi (Black et Wiliam, 2009). « L'évaluation formative se réfère aux processus collaboratifs mis en œuvre par les éducateurs et les étudiants dans le but de comprendre l'apprentissage et l'organisation conceptuelle des élèves, l'identification des points forts, le diagnostic des faiblesses, les domaines d'amélioration, et comme une source d'information que les enseignants peuvent utiliser pour la planification pédagogique et que les étudiants peuvent utiliser pour approfondir leur compréhension et l'amélioration de leur performance » (Cizek, 2010, p. 6). Cependant, sa mise en œuvre est complexe, chronophage et non applicable sans assistance technologique dans des contextes d'enseignement de masse. Ainsi, elle est souvent pratiquée de manière informelle et approximative, si bien qu'il est difficile d'en mesurer l'efficacité (Andersson et Palm, 2017 ; Herman, Osmundson, Ayala, Schneider et Timms, 2006).

Dès lors, comment l'informatique peut-elle aider à concevoir, mettre en œuvre et démocratiser les enseignements fondés sur l'évaluation formative ? Les questions scientifiques sous-jacentes sont relatives au rôle,

---

<sup>5</sup> par Franck Silvestre, Michel Joseph, Philippe Dessus, Jean-François Parmentier, Lionel Poujet, Issam Rebai et John Tranier.

à la nature, à la conception ainsi qu'à l'évaluation des technologies informatiques comme soutien à l'évaluation formative. En effet, la capacité des étudiants à auto-évaluer avec exactitude l'état de leurs connaissances actuelles et l'efficacité de leurs méthodes de travail est cruciale pour une régulation optimale de leurs apprentissages (Dunlosky et Rawson, 2012). Cependant, la recherche montre que cette estimation est souvent imprécise (Dunlosky et Nelson, 1994). Par conséquent, les étudiants ne peuvent pas s'autoréguler efficacement et ont besoin d'un feedback externe pour y arriver. Toutefois, face à l'augmentation des effectifs, il devient de plus en plus difficile pour les enseignants d'établir des diagnostics exhaustifs et individuels. En prenant en charge ce diagnostic, les outils informatiques peuvent faciliter la mise en œuvre de l'évaluation formative et apporter différents bénéfices au système éducatif, comme :

- l'optimisation de la charge de travail des enseignants ;
- le développement des habiletés d'autorégulation des apprenants ;
- la promotion de l'utilisation des stratégies d'apprentissage en profondeur ;
- le renforcement et le maintien de la motivation des apprenants.

## **2.6. Traces numériques d'interaction, un nouveau paradigme méthodologique pour la recherche en e.Éducation et e.Formation ?**

Ce grand challenge a été rédigé<sup>6</sup> à l'issue de l'atelier « méthodologies et outils pour le recueil, l'analyse et la visualisation de traces numériques d'interaction » (<https://analysedestracess.wordpress.com>).

L'analyse et la visualisation de traces numériques d'interaction est un champ en émergence représenté par deux communautés : Educational Data Mining (EDM) et Learning Analytics (LAK). Tandis que la communauté EDM s'intéresse à l'analyse d'une grande quantité de données afin d'extraire de manière automatique des patterns significatifs, la communauté LAK vise à outiller l'analyste avec des données et des outils adaptés pour comprendre le processus d'apprentissage (Siemens et Baker, 2012). La formalisation d'un paradigme méthodologique autour de la collecte et de

---

<sup>6</sup> par Éric Sanchez et Vanda Luengo. L'atelier a réuni 16 chercheurs : Vanda Luengo, Eric Sanchez, Alain Mille, Nadine Mandran, Rémi Casado, Béatrice Fuchs, Sébastien Iksal, Slouma Maher, Alexis Lebis, Laëtitia Pierrot, Philippe Daubias, Antoine Pigeau, Louis Galindo, Guillaume Bonvin, Aurélien Nguyen, Valérie Fontanieu.

L'analyse des traces numériques d'interaction est un défi en raison de la nature même du processus d'apprentissage.

En particulier, en situation d'apprentissage, l'erreur possède un statut singulier qui est différent du statut qu'elle occupe pour d'autres activités humaines. C'est un point de passage obligé qui ne traduit pas un manque de connaissances, mais plutôt un trop plein de « connaissances erronées » qui font obstacle à l'apprentissage. De plus, par définition, l'apprentissage se traduit par une évolution de l'état cognitif du sujet. Les caractéristiques de ce sujet apprenant évoluent au cours du temps et cela complique le processus d'analyse. Par ailleurs, une autre difficulté est liée au fait que l'apprentissage résulte d'interactions entre un sujet et le système informatique qu'il utilise pour apprendre. Pour comprendre le processus il est donc nécessaire de tracer le sujet apprenant mais également le système avec lequel il apprend et dont l'état varie également au cours du temps.

L'atelier a permis de pointer trois catégories de problèmes dont la communauté EIAH<sup>7</sup> devrait se saisir. Il est nécessaire d'inscrire les méthodes de collecte, d'analyse et de visualisation des données dans un processus qualité, d'assurer les conditions de leur capitalisation et de leur réemploi. Les problématiques et questions de recherche travaillées doivent être explicites et renvoyer à des modèles théoriques qui guident la conception des dispositifs et l'analyse de leurs usages. Les questions éthiques devraient être prises en compte durant l'ensemble du processus de recherche et rendues visibles dans les publications.

Des échanges qui ont eu lieu lors de l'atelier ont émergé une question plus transversale qui est celle de la place de l'utilisateur (apprenant ou enseignant) pour répondre à ces problèmes. Un consensus fort s'est cristallisé autour de l'idée que l'utilisateur devait être placé au centre de ces questions : prise de pouvoir de l'utilisateur sur les données et sur les méthodes de traitement qui le concernent, implication de l'utilisateur dans les travaux de recherche et en-capacitation de cet utilisateur en ce qui concerne les questions éthiques (éthique par conception).

Les enjeux sont considérables. Il s'agit de renforcer la crédibilité des travaux de recherche de la communauté EIAH auprès des praticiens, des décideurs et des autres communautés de recherche. Les bénéfices attendus

---

7 Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain.

sont en premier lieu une clarification du positionnement épistémologique de ces travaux. Quels types de questions peuvent être traités ? Quels sont les critères de scientificité des résultats produits ? En second lieu, ce sont également des impacts sociétaux qui sont visés. Les choix effectués par les décideurs, en termes de politiques publiques d'intégration du numérique dans l'éducation et la formation, devraient pouvoir s'appuyer sur les résultats de la recherche en EIAH. Enfin, des bénéfices sont attendus du point de vue de la prise en considération des questions éthiques dans les travaux de recherche.

### **2.7. (Se) former entre réel et virtuel à l'heure de la démocratisation des technologies immersives**

Ce grand challenge a été rédigé<sup>8</sup> à l'issue de l'atelier « Réalités mixtes, virtuelles et augmentées pour l'apprentissage : perspectives et challenges pour la conception, l'évaluation et le suivi » (<https://orphee-rv.hds.utc.fr>).

Jugée comme une technologie très prometteuse pour la formation dès les années 80, la « Réalité Virtuelle » a fait l'objet de nombreux travaux. Toutefois, si des succès ont vu le jour, d'autres espoirs n'ont pas été suivis d'effets. Le terme de « Réalité Augmentée » (RA) a été introduit plus récemment, au début des années 1990, afin de désigner une forme spécifique d'interaction humain-machine (IHM) fondée sur l'association sémantique et spatiale d'objets réels et d'objets générés par un ordinateur. Dans ce domaine aussi, les usages à objectif de formation et d'apprentissage n'ont pas tenu les promesses de rupture annoncées. Les attentes sont fortement relancées aujourd'hui avec la mise sur le marché de nouveaux casques et dispositifs, la diffusion de nombreuses technologies à faible coût (par ex. kinect, QR code), le développement accru d'applications pour des situations de mobilité et/ou de collaboration en réseau et l'engouement du grand public pour ces technologies immersives. Ainsi, l'émergence de technologies immersives (réalité virtuelle, augmentée) transparentes et centrées-humains est l'une des trois tendances clefs à 5-10 ans annoncées dans (Gartner, 2016).

Ce grand challenge porte sur la manière de (se) former entre réel et virtuel à l'heure de cette démocratisation des technologies immersives. Comment faire en sorte que la démocratisation de ces technologies

---

<sup>8</sup> par Jean-Marie Burkhardt et Domitile Lourdeaux.

immersives et l'attrait qu'elles suscitent auprès du public soit une opportunité réelle pour concevoir des outils pertinents et efficaces en soutien des activités de formation et d'apprentissage ? Comment favoriser l'émergence et l'adoption de ces solutions au bénéfice de l'apprentissage et du développement humain, tout en anticipant les risques inhérents à ces technologies ?

Les barrières sont nombreuses : absence d'un corpus cohérent de connaissances scientifiques commun aux différentes disciplines et aisément mobilisables, dispersion des travaux dans la littérature et entre plusieurs disciplines, manque ou fragilité des articulations et des collaborations interdisciplinaires, avec les terrains et la pluralité des utilisateurs concernés (formateurs/enseignants/tuteurs ; apprenants/ formés ; autres), faiblesse des (trop) rares évaluations publiées en matière de méthodologie, de mesures, de pertinence pour l'apprentissage et la formation, etc. Du côté de l'utilisation, l'engouement enthousiaste qu'engendre « l'effet whaou » des technologies immersives, ou encore la sur-confiance dans la technologie, malgré l'absence de preuves, sont des phénomènes qui résistent difficilement à l'épreuve du terrain et du temps. Le faible intérêt pour les questions de pédagogie et d'éthique dans la conception du contenu des simulations mêlant réel et virtuel, et dans leur utilisation dans les situations d'éducation et de formation, ou encore pour les questions de santé et de sécurité associées à l'utilisation de ces technologies, peut affecter leur acceptation.

Ce challenge vise à poser les bases scientifiques et méthodologiques pour que les attentes en termes de besoins d'apprentissage et de formation soient réellement satisfaites par les dispositifs fondés sur le mélange entre réel et virtuel. Ceux-ci peuvent apporter de nombreux bénéfices – voir par ex. (Burkhardt, Lourdeaux et Mellet-D'Huart, 2003). Leur spécificité réside dans l'engagement du corps, du mouvement et du geste dans ce type d'environnements. L'usage combiné de différentes modalités sensorielles et motrices, ainsi que la possibilité de présenter et d'articuler l'information selon de multiples formats et points de vue, des plus symboliques aux plus concrets, constituent deux approches prometteuses pour faciliter l'apprentissage. Réussir ce challenge devrait aboutir à :

- une montée en puissance d'outils centrés sur les besoins pédagogiques des apprenants et des enseignants/formateurs ;
- une conception simplifiée de contenus « situés » adaptables et flexibles, valorisant le capital numérique (maquettes) ;

**Nathalie GUIN, Christine MICHEL,  
Marie LEFÈVRE, Gaëlle MOLINARI**

- un continuum entre approches globales et analytiques de l'apprentissage en manipulant la complexité et le degré de réalisme de la situation ;

- la prise en compte des enjeux de santé, de sécurité et éthiques.

## **2.8. Vers une massification de l'apprentissage instrumenté de l'informatique et une intégration des instruments et de leur évaluation**

Ce grand challenge a été rédigé<sup>9</sup> à l'issue de l'atelier « Apprentissage instrumenté de l'informatique »

(<https://apprentissageinstrumentedelinformatique.wordpress.com>).

L'apprentissage instrumenté de l'informatique est un enjeu de recherche depuis de nombreuses années (McCracken et al., 2001 ; A. Robins, Rountree et N. Rountree, 2003 ; Winslow, 1996). En particulier, l'apprentissage de la pensée informatique et de la programmation soulève de nombreuses questions : Quels objets physiques ou numériques ? Quelles plateformes pour porter les concepts, partager le code entre les élèves et avec l'enseignant ? Comment accompagner les enseignants ? Comment évaluer ces dispositifs ?

De nombreux outils existent : chercheurs et enseignants créent des outils pour la visualisation, la définition d'algorithmes et l'initiation à la programmation (Rongas, Kaarna et Kalviainen, 2004). Quelques initiatives de référencement de ressources existent (par ex. <https://pixees.fr>, <https://pixees.fr/classcode/accueil>), mais ne suffisent pas à accompagner l'enseignant jusque dans la classe. À cela s'ajoute le manque de méthodologies et de résultats de leur évaluation (López, Valenzuela, Nussbaum et Tsai, 2015 ; Twining, Heller, Nussbaum et Tsai, 2017). Or, l'évaluation de ces outils est un véritable enjeu de leur développement : comment convaincre de leur bien fondé et de leur pertinence ? Quels sont leurs bénéfices éducatifs ? Quels sont les publics qu'ils visent ? Comment accompagner les enseignants dans ce travail d'instrumentation ? Il est indispensable d'indiquer que ces outils ont été dûment évalués pour assurer leur utilisabilité et convaincre de leur utilité.

---

<sup>9</sup> par Fahima Djelil, Charles Boivert, Yvan Peter, Yann Secq, Julien Broisin et Colin De La Higuera.

L'intégration de ces dispositifs et de leurs moyens d'évaluation faciliterait le choix d'un outil, son appropriation par l'apprenant au niveau des concepts manipulés, l'accompagnement de l'enseignant dans son utilisation, et son déploiement en classe.

La pensée informatique est reconnue comme un acquis fondamental, qui ne doit pas être limité aux seuls informaticiens (Wing, 2006). Elle désigne un ensemble d'habiletés utilisables dans différentes disciplines : décomposition, identification de motifs récurrents et abstraction amenant à la définition d'un algorithme de traitement d'un problème (Wing, 2006). Elle est incluse dans les savoirs fondamentaux que l'école doit transmettre aux élèves et s'ajoute à la lecture, l'écriture et l'arithmétique, dès le très jeune âge. Il s'agit de former les nouvelles générations à l'informatique afin de les préparer aux métiers de demain, et de leur donner une chance équitable pour réussir. C'est dans cette perspective qu'en France, le plan numérique pour l'éducation, lancé en 2015, comprend un enseignement généralisé de l'informatique. À la rentrée 2016, ce plan concernait environ 12 millions d'élèves et 861 000 enseignants de premier et de second degrés ([http://www.education.gouv.fr/cid195/les-chiffres-cles-du-systeme-educatif.html#Les\\_personnels](http://www.education.gouv.fr/cid195/les-chiffres-cles-du-systeme-educatif.html#Les_personnels)). Aujourd'hui, ces enseignants sont confrontés au manque de ressources et au manque d'accompagnement à l'utilisation de celles qui existent. De plus, les outils existants ne font pas toujours l'objet d'une évaluation, et quand elle existe elle reste dépendante du contexte de conception de ces outils. Ce qui, en pratique, rend difficile le choix d'un outil par l'enseignant.

L'intégration des outils, de méthodes et de résultats de leur évaluation offrirait un référentiel associé à des communautés de pratique, permettant le partage et le transfert des connaissances entre les enseignants, les apprenants, les chercheurs ou d'autres praticiens. Enfin, du point de vue de l'apprenant, cela permettrait d'explorer et d'évaluer des approches d'apprentissage collaboratives et ludiques, par l'utilisation de jeux, d'interfaces tangibles ou de tuteurs intelligents, ceci dans la perspective de favoriser le développement de connaissances et de compétences chez l'apprenant.

### **3. Discussion**

En termes de thématiques, nous pouvons constater que les Grands Challenges s'organisent autour de 3 grandes questions.

**Nathalie GUIN, Christine MICHEL,  
Marie LEFÈVRE, Gaëlle MOLINARI**

- Comment intégrer dans les dispositifs d'enseignement actuels de nouvelles méthodes et technologies pour l'apprentissage actif, comme l'évaluation formative par les pairs ou les applications de la réalité virtuelle/augmentée/mixte ?

- Comment favoriser le développement des compétences de demain, comme l'autonomie et le pouvoir d'agir, indispensables à l'apprentissage tout au long de la vie ou encore celles associées à la programmation informatique ?

- Comment développer des systèmes d'analyse et de suivi personnalisé des compétences et des comportements (individuels ou en groupe, pour des formations en présence, à distance ou hybrides), de manière à favoriser l'adaptation et la personnalisation ou améliorer la gestion des traces d'interaction ?

Ces questions ne couvrent évidemment pas toutes les thématiques de recherche importantes autour de l'e-éducation. Par exemple la formation des enseignants, ses liens avec la recherche, les recherches participatives intégrant des praticiens mériteraient aussi des développements. De plus les textes produits étaient volontairement courts et orientés vers des propositions d'actions, ils ne contiennent donc pas les analyses historiques ni les mises en perspectives qu'il faudrait développer dans une phase ultérieure.

Cependant, certaines régularités sont observables concernant les actions identifiées dans les challenges :

- Faire des diagnostics ou des cartographies pour garantir de disposer d'une vision systémique de l'existant ;

- Développer des systèmes de capitalisation, échange, partage, adaptation des données utilisées ou produites dans les contextes d'utilisation pour servir les objectifs de formation, mais aussi des données de la recherche, en particulier concernant les traces d'observation (small et big data) et les analyses produites, pour améliorer l'efficacité des chercheurs autour de ces questions et rendre possible des analyses globales des contextes ;

- Centrer les recherches sur les utilisateurs - apprenants, enseignants, collaborateurs dans les entreprises - et ainsi favoriser des résultats empiriquement construits et validés ;

- Formuler des cadres théoriques unifiés sur des questions liées à l'éducation, en particulier concernant les processus sociaux et cognitifs (assistés ou non par les technologies) et les méthodes d'évaluation, les processus qualité et les indicateurs.



Aucune contrainte n'a été imposée concernant la production de ces Grands Challenges, ce qui explique que les challenges sont relativement hétérogènes : certains sont assez généraux, d'autres plus spécifiques. Cette diversité est représentative de la pluridisciplinarité de la communauté et de la diversité des acteurs ayant participé aux ORPHÉE-RDV. Il est intéressant de noter que les participants n'avaient, pour beaucoup d'entre eux, jamais eu l'occasion de travailler ensemble.

Les ORPHÉE-RDV ont ainsi rempli leur objectif de structuration du réseau des acteurs de la e-éducation de plusieurs manières : en faisant collaborer et discuter des acteurs issus de mondes différents, en identifiant des thématiques de recherche partagées, et en formalisant des éléments de méthodes de travail transversaux aux disciplines et aux contextes d'application. La route est encore longue pour réaliser ces objectifs, mais quelques pierres ont été posées à Font-Romeu.

## **Remerciements**

Le travail relaté dans cette rubrique n'aurait pu avoir lieu sans les organisateurs des ORPHÉE-RDV : Julien Broisin, Rémi Venant et Franck Silvestre. Merci également aux porteurs d'ateliers pour leur travail d'animation et de synthèse scientifique : Franck Amadiou, Jean-Marie Burkhardt, Fahima Djelil, Jean-Marie Gilliot, Michel Joseph, Marie Lefevre, Domitile Lourdeaux, Vanda Luengo, Gaëlle Molinari, Marc Nagels, Martin Quinson, Eric Sanchez, Franck Silvestre, sans oublier l'ensemble des participants aux différents ateliers thématiques, qui ont contribué à l'émergence des grands challenges. Merci enfin à Monique Grandbastien pour son aide dans la finalisation de ce texte.

## **RÉFÉRENCES**

Andersson, C. et Palm, T. (2017). The impact of formative assessment on student achievement: A study of the effects of changes to classroom practice after a comprehensive professional development programme. *Learning and Instruction*, 49, 92-102.

Bandura, A. (2003). *Auto-efficacité. Le sentiment d'efficacité personnelle*. Paris, France : De Boeck Université.

**Nathalie GUIN, Christine MICHEL,  
Marie LEFÈVRE, Gaëlle MOLINARI**

Black, P. et Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>

Burkhardt, J.-M., Lourdeaux, D. et Mellet-D'Huart, D. (2003). La conception des environnements virtuels pour l'apprentissage. Dans P. Fuchs et G. Moreau (dir.), *Le traité de la réalité virtuelle*. Paris, France : Presses de l'Ecole des Mines. Récupéré de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01434545>

Cambridge, D. (2010). *Eportfolios for Lifelong Learning and Assessment*. San Francisco, CA : Jossey-Bass.

Carré, P. (2005). *L'apprenance : vers un nouveau rapport au savoir*. Paris, France : Dunod.

Chaachoua, H. et Desmoulins, C. (2014). Utilisation du modèle praxéologique de référence dans un EIAH. Dans *3e congrès pour la Théorie Anthropologique du Didactique*. Toulouse, France. Récupéré de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01088769>

Chan, N. N., Roussanaly, A. et Boyer, A. (2009). Studying relations between E-learning resources to improve the quality of searching and recommendation. Dans *Proceedings of the 7th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)* (vol. 1, p. 119-129). <https://doi.org/10.5220/0005454301190129>

Cizek, G. J. (2010). An introduction to formative assessment: History, characteristics, and challenges. Dans G. J. Andrade et H. L. Cizek (dir.), *Handbook of Formative Assessment*. New York, NY : Routledge.

Dunlosky, J. et Nelson, T. O. (1994). Does the sensitivity of Judgments of Learning (JOLs) to the effects of various study activities depend on when the JOLs occur? *Journal of Memory and Language*, 33(4), 545-565.

Dunlosky, J. et Rawson, K. A. (2012). Overconfidence produces underachievement: Inaccurate self evaluations undermine students' learning and retention. *Learning and Instruction*, 22, 271-280.

Forum mondial sur l'éducation. (2015). *Éducation 2030: Vers une éducation inclusive et équitable de qualité et un apprentissage tout au long de la vie pour tous* (Déclaration d'Incheon). Récupéré de <https://www.prisme-asso.org/event/forum-mondial-sur-leducation-2015-19-22-mai-2015-incheon-republique-de-coree>

Gartner, Inc. (2016). *Gartner's 2016 Hype Cycle for Emerging Technologies*. Récupéré de <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2016-08-16-gartners-2016-hype-cycle-for-emerging-technologies-identifies-three-key-trends-that-organizations-must-track-to-gain-competitive-advantage>

Herman, J. L., Osmundson, E., Ayala, C., Schneider, S. et Timms, M. (2006). *The nature and impact of teachers' formative assessment practice* (CSE Technical Report No. 703). Los Angeles, CA : CRESST.

Jézégou, A. (2005). *Formations ouvertes. Libertés de choix et autodirection de l'apprenant*. Paris, France : L'Harmattan.

Johnson, D. W. et Johnson, R. T. (2002). Cooperative learning and social interdependence theory. Dans R. S. Tindale et al. (dir.), *Theory and Research on Small Groups. Social Psychological Applications to Social Issues* (vol 4, p. 9-35). Boston, MA : Springer. [https://doi.org/10.1007/0-306-47144-2\\_2](https://doi.org/10.1007/0-306-47144-2_2)

Kimball, M. (2005). Database e-portfolio systems: A critical appraisal. *Computers and Composition*, 22(4), 434-458. <https://doi.org/10.1016/j.compcom.2005.08.003>

Kravicik, M., Santos, O. C., Boticario, J. G., Bielikova, M. et Horvath, T. (2015). Preface. Dans *Proceedings of the 5th International Workshop on Personalization Approaches in Learning Environments (PALE), held in conjunction with UMAP 2015* (p. 1-7). CEUR. Récupéré de <http://ceur-ws.org/Vol-1388/PALE2015-preface.pdf>

Lefevre, M., Broisin, J., Butoianu, V., Daubias, P., Daubigney, L., Greffier, F., ...Terrat, H. (2012). Personnalisation de l'apprentissage : comparaison des besoins et approches à travers l'étude de quelques dispositifs. *STICEF, 19*. Récupéré de [http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2012/06-lefevre-individualisation/sticef\\_2012\\_NS\\_lefevre\\_06p.pdf](http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2012/06-lefevre-individualisation/sticef_2012_NS_lefevre_06p.pdf)

López, X., Valenzuela, J., Nussbaum, M. et Tsai, C.-C. (2015). Some recommendations for the reporting of quantitative studies. *Computers & Education, 91*, 106-110. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.09.010>

McCracken, M., Almstrum, V., Diaz, D., Guzdial, M., Hagan, D., Kolikant, Y., ...Wilusz, T. (2001). A multi-national, multi-institutional study of assessment of programming skills of first-year CS students. Dans *Working group reports from ITiCSE on Innovation and technology in computer science education - ITiCSE-WGR 01* (p. 125-180). New York, NY : ACM. <https://doi.org/10.1145/572133.572137>

Molinari, G., Avry, S. et Chanel, G. (2017). Les émotions dans les situations de collaboration et d'apprentissage collaboratif médiatisées par ordinateur. *Raisons éducatives, 21*, 123-134.

Nagels, M. (2011). Améliorer l'auto-efficacité collective des équipes de cadres formateurs en IFSI par la didactique professionnelle. *Recherche en soins infirmiers, 104*, 30-50. <https://doi.org/10.3917/rsi.104.0030>

OCDE. (2016). *PISA 2015. Les défis du système éducatif français et les bonnes pratiques internationales*. Récupéré de <http://www.oecd.org/fr/france/PISA-2015-Brochure-France.pdf>

Rabardel, P. (2005). Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir. Dans P. Rabardel et P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (p. 11-29). Toulouse, France : Octarès.

Reiser, B.J. (2002). Why scaffolding should sometimes make tasks more difficult for learners. Dans *Proceedings of the Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community (CSCL '02)* (p. 255-264). International Society of the Learning Sciences. Récupéré de <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1658616.1658652>

Robins, A., Rountree, J. et Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education, 13*(2), 137-172. <https://doi.org/10.1076/csed.13.2.137.14200>

Rongas, T., Kaarna, A. et Kalviainen, H. (2004). Classification of computerized learning tools for introductory programming courses: Learning approach. Dans *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2004)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/icalt.2004.1357618>

Sclater, N., Peasgood, A. et Mullan J. (2016). *Learning analytics in higher education, A review of UK and international practice* (Rapport). Jisc. Récupéré de <https://www.jisc.ac.uk/sites/default/files/learning-analytics-in-he-v3.pdf>

Self, J. A. (1990). Bypassing the intractable problem of student modelling. Dans C. Frasson et G. Gauthier (dir.), *Intelligent Tutoring Systems: At the crossroads of artificial intelligence and education* (p. 107-123). Norwood, NJ : Ablex. Récupéré de

**Nathalie GUIN, Christine MICHEL,  
Marie LEFÈVRE, Gaëlle MOLINARI**

<https://pdfs.semanticscholar.org/4751/4a8c1444089c4894d4b2f531b0568d13e06e.pdf>

Siemens, G. et Baker, R. S. J. d. (2012). Learning analytics and educational data mining. Dans *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '12)* (p. 252-254). New York, NY : ACM.

<https://doi.org/10.1145/2330601.2330661>

Twining, P., Heller, R. S., Nussbaum, M. et Tsai, C.-C. (2017). Some guidance on conducting and reporting qualitative studies. *Computers & Education, 106*, A1-A9. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.002>

UNESCO. (2014). *Stratégie de l'UNESCO pour l'éducation 2014-2021*. Récupéré de <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002312/231288f.pdf>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Winslow, L. E. (1996). Programming pedagogy—a psychological overview. *ACM SIGCSE Bulletin, 28*(3), 17-22. <https://doi.org/10.1145/234867.234872>

Zumbach, J., Reimann, P. et Koch, S. C. (2006). Monitoring students' collaboration in computer-mediated collaborative problem-solving: Applied feedback approaches. *Journal of Educational Computing Research, 35*(4), 399-424. Récupéré de <https://www.learntechlib.org/p/69476>



# Comités

---

---

## 1. Rédacteur en chef

Sébastien GEORGE • LIUM, Le Mans Université, Laval

## 2. Comité de rédaction

Georges-Louis BARON • EDA, Université Paris Descartes

Monique BARON • LIP6, Sorbonne Université

Laetitia BOULC'H • EDA, Université Paris Descartes

Éric BRUILLARD • EDA, Université Paris Descartes

Pierre-André CARON • CIREL, Université Lille

Christophe DESPRÈS • LIUM, Le Mans Université

Sébastien GEORGE • LIUM, Le Mans Université, Laval

Monique GRANDBASTIEN • LORIA, Université de Lorraine

Richard HOTTE • LICEF, Télé-université, Université du Québec,  
Montréal, Canada

Pierre JACOBONI • LIUM, Le Mans Université

Élise LAVOUÉ • IAE de Lyon, Université Jean Moulin Lyon 3

Vanda LUENGO • LIP6, Sorbonne Université

Agathe MERCERON • Université de Berlin, Allemagne

Gaëlle MOLINARI • TECFA, Unidistance, Genève, Suisse

Chrysta PÉLISSIER • Praxiling, Université Montpellier 3

Jean-Luc RINAUDO • Civiic, Université de Rouen

## 3. Comité de parrainage scientifique

Nicolas BALACHEFF • Laboratoire d'Informatique de Grenoble, CNRS

Stefano CERRI • LIRMM & Université de Montpellier 2

Christian DEPOVER • Université de Mons, Belgique

Alain DERYCKE • TRIGONE, Université de Lille

Pierre DILLENBOURG • École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse

Claude FRASSON • Université de Montréal, Canada

Catherine GARBAY • CNRS, laboratoire d'Informatique de Grenoble

Gilles GAUTHIER • UQAM, Canada

Guy GOUARDÈRES • ISIHM, Université de Pau

Ulrich HOPPE • Université de Duisbourg, Allemagne  
Jean-Marc LABAT • LIP6, Sorbonne Université  
Patrick MENDELSON • LSE, IUFM de Grenoble  
Jean-François NICAUD • LIG, Université Grenoble Alpes  
Gilbert PAQUETTE • LICEF, Télé-université, Université du Québec,  
Montréal, Canada  
Jacques PERRIAULT • Université Paris Nanterre  
Janine ROGALSKI • Laboratoire « Cognition et activités finalisées »,  
Université de Vincennes-Saint-Denis  
Maria Felisa VERDEJO • Universidad nacional de educación a distancia,  
Espagne

#### **4. Comité de lecture**

Michel ARNAUD • Université Paris Nanterre  
Mireille BÉTRANCOURT • TECFA, Université de Genève, Suisse  
Jacques BÉZIAT • CIRNEF, Université de Caen Normandie  
Bernard BLANDIN • CREF, Université Paris Nanterre et CESI  
Julien BROISIN • IRT, Université de Toulouse Paul Sabatier  
Thibault CARRON • LIP6, Sorbonne Université et Université de Savoie  
Mont-Blanc  
Ullrich CARSTEN • EdTec Lab, DFKI GmbH, Sarrebrück, Allemagne  
Thierry CHANIER • LRL, Université Clermont Auvergne  
Ghislaine CHARTRON • CNAM, Paris  
Christophe CHOQUET • LIUM, Le Mans Université, Laval  
Philippe COTTIER • CREN, Université de Nantes  
Jacques CRINON • ESPÉ, Université Paris Est Créteil  
Bruno DE LIÈVRE • Université de Mons, Belgique  
Nicolas DELESTRE • LITIS, INSA de Rouen  
Élisabeth DELOZANNE • LIP6, Sorbonne Université  
Michel DESMARAIS • École polytechnique de Montréal, Canada  
Cyrille DESMOULINS • LIG, Université Grenoble Alpes  
Philippe DESSUS • LSE, Université Grenoble Alpes  
Angélique DIMITRACOPOULOU • LTEE, Université d'Egée, Grèce  
Béatrice DROT-DELANGÉ • ACTÉ, Université Clermont Auvergne  
Aude DUFRESNE • ESI, Université de Montréal, Canada  
Cédric FLUCKIGER • Théodile-CIREL, Université Lille  
Serge GARLATTI • Lab-STICC, IMT Atlantique, Brest  
Viviane GUÉRAUD • LIG, Université Grenoble Alpes  
Brigitte GRUGEON • LDAR, ESPÉ, Université Paris Est Créteil  
Nicolas GUICHON • ICAR, Université Lumière Lyon 2

Nathalie GUIN • LIRIS, Université Lyon 1  
France HENRI • LICEF, Télé-université, Université du Québec,  
Montréal, Canada  
Pierre JARRAUD • FOAD, Sorbonne Université  
Michelle JOAB • LIRMM, Université Montpellier 2  
Céline JOIRON • MIS, Université de Picardie Jules Verne, Amiens  
Mehdi KHANEBOUBI • STEF, ENS Paris-Saclay  
Vassilis KOMIS • Université de Patras, Grèce  
Thérèse LAFERRIÈRE • TACT, Université Laval, Canada  
Françoise LE CALVEZ • LIP 6, Sorbonne Université  
Dominique LENNE • Heudiasyc, Université de Technologie de  
Compiègne  
Pascal LEROUX • CREM, Le Mans Université  
Paul LIBBRECHT • Leibniz Institute for Research and Information in  
Education, Allemagne  
Cabral LIMA • Université Fédéral de Rio de Janeiro, Brésil  
Domitile LOURDEAUX • Heudiasyc, Université de Technologie de  
Compiègne  
Pascal MARQUET • LISEC, Université de Strasbourg  
Jean-Charles MARTY • LIRIS, Université de Savoie  
André MAYERS • Université de Sherbrooke, Canada  
Roger NKAMBOU • GDAC, Université du Québec à Montréal, Canada  
Thierry NODENOT • LIUPPA, Université de Pau et des Pays de l'Adour,  
Bayonne  
Daniel PERAYA • TECFA, Université de Genève, Suisse  
Yvan PETER • LIFL, Université Lille, Villeneuve d'Ascq  
Julia PILET • LDAR, ESPÉ, Université Paris Est Créteil Val de Marne  
Dominique PY • LIUM, Université du Maine, Le Mans  
Christophe REFFAY • ELLIAD, ESPÉ, Université de Franche-Comté  
Éric SANCHEZ • CERF, Université de Fribourg, Suisse  
Nicolas SZILAS • TECFA, Université de Genève, Suisse  
Pierre TCHOUNIKINE • LIG, Université de Grenoble  
André TRICOT • CERFI, ESPE de Midi-Pyrénées & Université Le-Mirail-  
Toulouse 2  
Nicolas VAN LABEKE • Learning Sciences Research Institute,  
University of Nottingham, UK  
Jean VANDERDONCKT • ISYS, Université catholique de Louvain,  
Belgique  
Kalina YACEF • Université de Sydney, Australie

**En mémoire d'anciens membres de comités :**

Erik DUVAL • Université de Louvain, Belgique

François VILLEMONTÉIX • CIREL, Université de Lille

**Nous remercions les personnes extérieures aux comités  
qui ont relu pour ce numéro :**

Jacques AUDRAN, LISEC, INSA de Strasbourg

François BOUCHET, LIP6, Sorbonne Université

Virginie DEMULIER, LIMSI, Université Paris Sud

Catherine FARON-ZUCKER - I3S, University of Nice Sophia Antipolis

Sébastien IKSAL - LIUM, Le Mans Université, Laval

Marie LEFÈVRE - LIRIS, Université Lyon 1

Alain MILLE - LIRIS, Université Lyon 1

Daniel SCHNEIDER - TECFA, Université de Genève











ISBN 978-2-901384-00-7

DOI:10.23709/sticef.25.2