

Effets de deux formations à l’usage des T.I.C. sur l’exploitation pédagogique du tableau blanc interactif auprès d’instituteurs en formation initiale

Luc Stavaux^a, Gaëtan Temperman^b, Bruno De Lièvre^b

^a Service de Métrologie et des Sciences du Langage, FPSE, Université de Mons, 18 Place du Parc, 7000 Mons.

^b Service de Pédagogie Générale et des Médias Éducatifs, FPSE, Université de Mons, 18 Place du Parc, 7000 Mons.

Résumé

Les bénéfices potentiels en terme d’apprentissage d’un dispositif technologique tel que le tableau blanc interactif dépendent largement des usages développés en classe par l’enseignant (Miller & Glover, 2010; Haldane, 2010; Duroisin, Temperman, & De Lièvre, 2011). Se pose alors la question de la formation initiale des enseignants à l’utilisation de ce nouvel outil : faut-il privilégier une approche technique ou une formation pédagogique est-elle préférable ? Cette question de recherche a été évaluée au travers d’un dispositif expérimental comparant deux groupes de futurs instituteurs ayant bénéficié d’une formation de nature différente. De plus, l’intégration des outils technologiques dans une pratique de classe requiert des compétences spécifiques chez l’enseignant (Desjardins, 2005). Afin d’évaluer l’effet de celles-ci, nous avons dressé, sur base du modèle T.P.A.C.K. de Koehler et Mishra (2009), le profil des futurs enseignants ayant participé à cette expérience. Nos résultats montrent qu’une formation pédagogique est pertinente à condition d’être précédée d’une initiation technique. Enfin, globalement, les différents profils dégagés expliquent peu les différences observées entre les deux groupes.

Mots clés : *tableau blanc interactif ; exploitation pédagogique ; formation initiale.*

Introduction

Le tableau blanc interactif, désigné sous l’acronyme *T.B.I.*, est de plus en plus présent dans les établissements scolaires : en 2013, on en dénombrait près de 2.000 en Fédération Wallonie Bruxelles (Belgique), principalement dans l’enseignement secondaire, soit un tableau pour 199 élèves du primaire et un tableau pour 83 élèves du secondaire (A.W.T., 2013). En France, le taux d’équipement en T.B.I. illustre bien cette tendance : il est passé de 2 en 2009 à 11,2 tableaux pour 1000 élèves en 2014 (Cormier & Rudolf, 2015). L’Angleterre est le pays qui a le plus investi dans cette technologie, beaucoup d’écoles en possèdent un par classe (Hennessy, Deane, & Tooley, 2010).

Toutefois, au début des années 2000, l’émergence de cet outil n’a pas conduit à une révolution des apprentissages en classe, son effet sur les résultats des élèves est loin de tenir toutes ses promesses (Higgins, 2010). En effet, les attentes liées à cet outil étaient très fortes, mais les effets bénéfiques révélés par les premières études doivent être relativisés : certaines ne sont pas de grande qualité : la plupart portent sur des entretiens informels ou des enquêtes pour lesquelles peu d’informations sur la méthodologie de recherche sont communiquées ; l’impact du tableau blanc interactif sur les apprentissages ou les interactions ne fait pas l’objet d’études rigoureuses ; les études ne discriminent pas assez ce qui est des apports des technologies de l’information et de la communication en général par rapport aux bénéfices spécifiques du tableau blanc interactif (Jeunier, Morcillo-Bareille, Camps, Galy-Marié, & Tricot, 2005).

Une piste d’explication vient du fait que le potentiel de ce dispositif est fortement lié à un changement de pratiques des enseignants amenés à les manipuler (Hennessy et al., 2010; Higgins, 2010; Duroisin et al., 2011). Pourtant, la formation des enseignants est le parent pauvre lors de l’installation d’un T.B.I. en classe : les enseignants eux-mêmes déplorent le fait que les formations assurées par les fabricants soient essentiellement techniques et que les vendeurs ne sachent pas vraiment quels usages peuvent apporter une plus-value à l’enseignement (Jeunier et al., 2005).

Face à ce constat, notre étude vise à comparer les effets d’une formation « classique », c’est-à-dire axée essentiellement sur les manipulations techniques à ceux d’une formation à visée plus pédagogique, intégrant les théories de l’apprentissage et suscitant les interactions entre les enseignants (Macedo-Rouet, 2010a). À l’issue de cette expérience, nous nous sommes intéressés à l’impact des compétences techniques, pédagogiques et didactiques sur les usages envisagés du T.B.I. chez les futurs instituteurs. Ainsi, nous avons construit une typologie et identifié 6 profils sur base du modèle T.P.A.C.K. (Koehler & Mishra, 2009) et en avons analysé leurs effets a posteriori.

Cadre conceptuel

D'un point de vue technique, un T.B.I. comporte plusieurs composants : tout d'abord, la surface du tableau blanc est généralement équipée d'un système de captation des mouvements : en fonction de celui-ci, les manipulations se font soit au doigt, soit au travers d'un stylo électronique. Il est souvent possible de travailler à deux simultanément. Il existe plusieurs combinaisons de technologies qui comportent toutes leurs avantages et leurs inconvénients. Ce périphérique de détection est l'élément principal de saisie des informations, néanmoins il reste possible d'interagir grâce à la souris, au clavier ou encore via une tablette optionnelle. Le dispositif captant les mouvements est connecté à un ordinateur qui interprète les informations en provenance de celui-ci à l'aide d'un pilote de périphérique et, la plupart du temps, d'un logiciel dédié. Il est à noter que des qualités comme l'intuitivité, la clarté, la puissance ou la fiabilité de ce logiciel jouent un rôle sur le ressenti de l'utilisateur.

L'ordinateur conserve un rôle central en traitant les requêtes et en les transformant en résultats visibles pour les utilisateurs. Enfin, l'ordinateur est également connecté à un projecteur vidéo qui affiche l'image en provenance de celui-ci vers le tableau blanc.

En ce qui concerne son usage en classe, nous pensons que le T.B.I. possède trois caractéristiques principales qui déterminent son potentiel : il est multimédia, interactif et collectif.

Multimédia

Le T.B.I. permet de projeter les informations qui sont contenues dans l'ordinateur auquel il est branché. Il hérite ainsi ses capacités comme le traitement de différents médias tels que du texte, des images, du son et de la vidéo au sein d'un même dispositif. Mieux, si le système est connecté à internet, il devient alors possible d'accéder à toutes les ressources en ligne en quelques opérations.

La présentation simultanée de deux représentations de type différent d'un même objet, par exemple un élément sonore et une image, demande un effort total de traitement en mémoire de travail moins important que l'utilisation d'une image et d'un texte qui mobilisent toutes deux la mémoire visuelle (Baddeley, 1986). Sur base de cette hypothèse, outre le fait que varier la nature des médias en classe favorise plusieurs styles d'apprentissage chez les élèves, leur combinaison serait bénéfique en terme de charge cognitive. Cette hypothèse ne se vérifie malheureusement pas dans toutes les situations, une expérience menée sur des étudiants universitaires a mis en évidence que tous les apprenants ne sont pas égaux face aux nouvelles connaissances : ceux disposant de moins de notions antérieures ont tendance à se focaliser sur une seule représentation, celle qui est la plus concrète (Seufert & Brünken, 2004). De plus, la multiplicité des informations peut provoquer une surcharge cognitive même chez les apprenants les plus performants (Schmid, 2008).

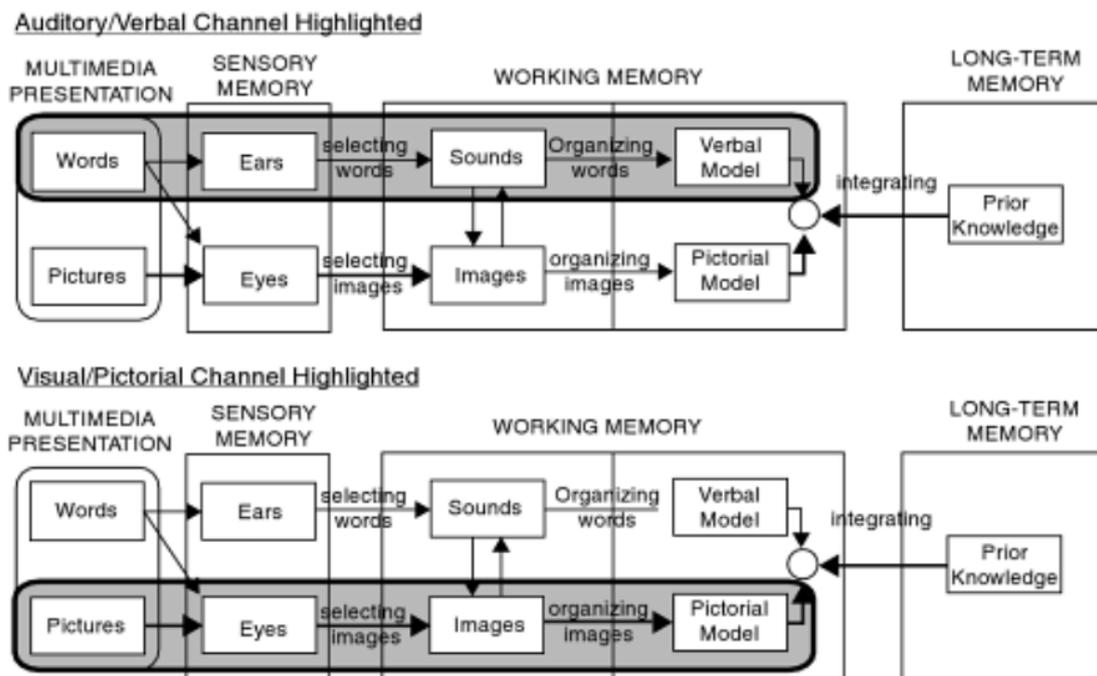


FIGURE 1 – Théorie de l'apprentissage multimédia de Mayer (2009, p. 64)

De fait, l'apprentissage avec des contenus multimédia doit respecter certaines règles que Mayer (2009) a synthétisées dans sa théorie de l'apprentissage multimédia. Celle-ci, dont le schéma est présenté à la figure 1, illustre le passage des informations par deux canaux sensoriels, la vue et l'ouïe, vers les mémoires visuelles et auditives pour être ensuite traitées en mémoire de travail et confrontées aux informations en provenance de la mémoire à long terme. Il identifie trois types de difficultés dans l'apprentissage multimédia et propose pour chacune des solutions au travers de principes.

Le premier problème concerne la surcharge dans les processus extrinsèques, c'est-à-dire la surcharge cognitive qui est engendrée par le fait que certains médias, comme le texte par exemple, sont perçus par les deux canaux sensoriels s'ils sont lus et vus. C'est cette double entrée qui est à l'origine de la surcharge cognitive, car elle monopolise des ressources en mémoire au détriment d'éléments plus pertinents. Mayer (2009) suggère de réduire les processus externes à l'aide de 5 principes : la cohérence, c'est-à-dire la suppression des médias non pertinents ; la signalisation qui consiste en la mise en évidence des informations essentielles ; la redondance qui vise à éviter la présentation d'un même média sur les deux canaux sensoriels ; la continuité spatiale entre les mots (comme une légende) et l'image ; et la continuité temporelle qui vise à présenter simultanément les informations visuelle et sonore.

Le deuxième problème identifié par Mayer (2009) relève de ce qu'il appelle la surcharge des processus essentiels, il s'agit d'un phénomène dû à une difficulté trop élevée des contenus présentés. Afin de réduire celle-ci, il émet trois principes : la segmentation qui consiste à diviser les informations en plusieurs unités qui sont présentées progressivement ; le pré-entraînement qui veille à s'assurer que la terminologie et les concepts ont été évoqués auparavant ; et la modalité qui indique que l'apprentissage est plus profond lorsque les mots sont utilisés oralement plutôt qu'à l'écrit lorsqu'ils sont associés à une image.

Le dernier problème soulevé par Mayer (2009) a trait aux processus cognitifs génératifs non valorisés, ou autrement dit, au non-engagement de l'apprenant dans l'apprentissage. Il préconise deux principes pour renforcer l'engagement dans l'activité : le premier prône l'intégration de contenu multimédia car cela est plus efficace pour les apprentissages que la présentation d'un seul média et le second consiste en la personnalisation des contenus, dans un style conversationnel, avec l'affichage d'une image représentant l'interlocuteur et l'emploi d'une voix humaine plutôt qu'une voix d'ordinateur.

Interactif

Comme son nom l'indique, le T.B.I. est un dispositif proposant de l'interactivité à l'utilisateur. Nous concevons ici ce concept comme «*un moyen technique destiné à développer les interactions humaines*» (Guéneau, 2005, p. 122). Cette interaction, définie comme «*l'influence réciproque de deux phénomènes ou de deux personnes*» (Guéneau, 2005, p. 122), est supportée, dans le cas de l'interactivité, par un système informatisé tel que le T.B.I.

Ainsi, la nature de l'interactivité varie en fonction des acteurs concernés : une communication entre l'utilisateur du tableau et le système tient plus de la réactivité que de l'interaction, car le contenu est fermé (les fonctions ont été programmées strictement) tandis qu'un échange entre l'utilisateur du tableau et les autres personnes présentes dans le local relève véritablement de l'influence réciproque, car le contenu est ouvert à toutes les réactions des uns et des autres. Un usage de type «*présentation*», dans lequel l'enseignant projette du contenu et le manipule grâce au T.B.I. tout en restant devant les élèves, ou une situation dans laquelle les élèves notent leurs idées sur le T.B.I. font tous deux appel à de l'interactivité, mais à des niveaux différents : le premier cas se centre essentiellement sur une communication entre l'enseignant et le système tandis que la seconde activité table sur des interactions entre les élèves, le tableau devenant alors le support de celles-ci.

Dans ce deuxième scénario, le T.B.I. offre plusieurs avantages : le contenu des échanges peut être sauvegardé, imprimé, partagé entre tous les élèves, ré-affiché lors du cours suivant et être manipulé à loisir : ajout a posteriori, déplacement, suppression, annotation, catégorisation... Les pratiques pédagogiques de l'enseignant jouent ici un rôle prépondérant : une étude sur la dynamique d'apprentissage et la progression en géométrie chez des élèves du début du secondaire a montré que une utilisation partagée du T.B.I. entre l'enseignant et les apprenants augmente le nombre d'interactions sociales dans la classe et engendre des progrès plus importants s'expliquant par un engagement plus prononcé des élèves dans l'activité en comparaison à une utilisation exclusive de la part du professeur (Duroisin et al., 2011).

Collectif

Nous considérons le T.B.I. comme l'ordinateur de la classe avec un grand écran visible par tous en même temps. Cela le distingue de la tablette tactile dont la taille la destine avant tout à une ou deux personnes, même s'il est bien sûr envisageable de partager son contenu avec d'autres via un projecteur ou divers périphériques.

Le T.B.I., étant un outil de l'ensemble de la classe, est compatible avec une approche socio-constructiviste : les élèves ont la possibilité d'y consigner leurs idées et de les illustrer grâce à des dessins ou encore, ce que ne permet pas le tableau noir, à l'aide d'images ou de ressources en provenance d'internet. L'enseignant alimente et régule les débats au travers de ces mêmes fonctions. La confrontation des représentations des apprenants conduit à l'apparition de conflits socio-cognitifs et la proposition d'activités renforce l'implication de ceux-ci dans la tâche. De plus, le T.B.I. est perçu par certains apprenants, notamment les plus faibles, comme une source de motivation intrinsèque (Jeunier et al., 2005).

Rôles de l'enseignant

En exploitant les potentiels collectif, interactif et multimédia du T.B.I., une amélioration des résultats scolaires des élèves est plausible mais cela requiert plusieurs années d'expérience chez l'enseignant : celle-ci amène le professeur à modifier ses pratiques pédagogiques pour concevoir des usages experts du tableau en classe en renforçant l'interactivité et l'engagement des élèves (Macedo-Rouet, 2010b). En effet, l'intégration d'un T.B.I. en classe a souvent été associée à l'idée que celui-ci allait révolutionner les pratiques enseignantes. Pourtant, une étude observant des professeurs placés dans des conditions identiques a montré que certains d'entre-eux ont peu adapté leurs pratiques alors qu'une autre l'a fait énormément : ce qui la distingue de ses collègues est son enthousiasme, sa volonté d'essayer de nouvelles techniques. (Cogill, 2010). Certains professeurs ont tendance à ne pas changer leurs habitudes et se contentent souvent d'utiliser le T.B.I. comme un simple support de projection, ce qui enlève une large part de son intérêt. Pire, le T.B.I. peut prendre la place d'autres pratiques pédagogiques pourtant très efficaces, car les enseignants se concentrent plus sur l'aspect technologique de l'objet que sur son côté pédagogique (Miller & Glover, 2010).

Il existe donc des différences individuelles importantes qui sont liées aux croyances, aux valeurs et aux compétences des enseignants (Cogill, 2008 ; Haldane, 2010 ; Miller, Glover, & Averis, 2008). Dans le même ordre d'idées, le modèle T.P.A.C.K. (Technological, Pedagogical, Content Knowledge) de Koehler et Mishra (2009), reproduit à la figure 2, distingue trois domaines interconnectés : les connaissances techniques, pédagogiques et disciplinaires.

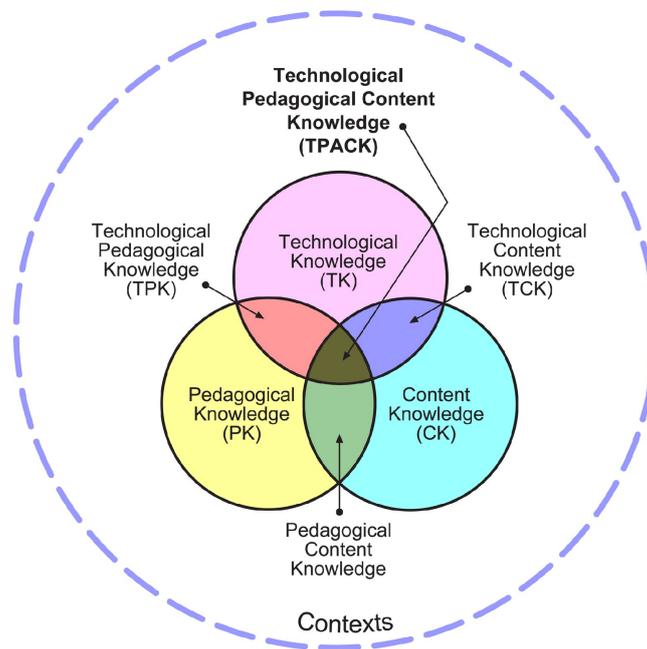


FIGURE 2 – Modèle T.P.A.C.K. de Koehler et Mishra (2009), “Reproduced by permission of the publisher, © 2012 by tpack.org”

Les connaissances techniques (T.K.) sont liées aux aptitudes en technologies de l'information et de la communication (T.I.C.) que l'enseignant a acquises en manipulant des objets numériques. Celles-ci englobent 4 domaines : les compétences d'ordre technique (manipulations des périphériques, utilisation du système symbolique d'icônes, langage spécifique...); les compétences d'ordre social (messagerie électronique, réseaux sociaux...); les compétences d'ordre informationnel (recherche d'informations, analyse...); les compétences d'ordre épistémologique (formatage et traitement des données dans des logiciels spécifiques comme un tableur...) (Desjardins, 2005).

Les connaissances pédagogiques (P.K.) sont l'ensemble de principes et de stratégies permettant d'organiser la classe et de centrer son attention sur le sujet d'apprentissage (Cogill, 2008).

Les connaissances disciplinaires sont présentées comme la maîtrise qu'a l'enseignant de la matière et de leurs difficultés potentielles. Cette connaissance est indispensable pour que le professeur soit en mesure de choisir les ressources adéquates comme des manuels ou des textes (Cogill, 2008).

A l'intersection de ces trois domaines de connaissances, Koehler et Mishra (2009) identifient la zone T.P.A.C.K. qui place la technologie au service des apprentissages en les rendant plus efficaces et en apportant des solutions aux problèmes rencontrés par les étudiants. Nous pensons qu'une formation pertinente à l'usage d'un T.B.I. doit s'inscrire dans cette logique en abordant les manipulations techniques mais surtout en intégrant une sensibilisation à l'utilisation de ressources multimédia en adéquation avec les principes de la théorie cognitive de l'apprentissage multimédia (Mayer, 2009) ainsi qu'une réflexion sur la participation de tous les élèves à l'aide de questions, d'activités et d'échanges d'idées.

Sur base de ces éléments, nous émettons 2 hypothèses principales : la première soutient qu'une formation pédagogique conduit les futurs instituteurs à envisager davantage d'usages du T.B.I. qui sont susceptibles d'améliorer les résultats des élèves comparés à ceux qui bénéficient seulement d'une formation technique conventionnelle ; la seconde, évaluée a posteriori, postule qu'il existe des profils chez les futurs enseignants susceptibles d'exploiter un T.B.I. plus efficacement en classe.

Méthodologie

Notre échantillon est constitué de 43 étudiants inscrits en 2e année de bachelier pédagogique, section instituteur primaire sur l'implantation de Mons (Belgique). Ils sont répartis en 2 groupes ($N_1 = 17, N_2 = 26$). Le groupe 2 ayant déjà suivi une succincte initiation technique à l'utilisation du T.B.I. avant le début de l'expérimentation, il a été choisi pour suivre la formation pédagogique.

Afin de tester nos hypothèses, nous avons retenu 4 variables indépendantes. La première, la seule à être manipulée dans le cadre de l'expérimentation, est la nature des formations dispensées aux étudiants. Elle comporte deux modalités : une formation technique versus une formation pédagogique. Chacune avait une durée de 8 heures, étalées sur 4 semaines et recourrait à des exemples issus du champ disciplinaire d'éveil scientifique.

La formation technique visait à répondre à la question : *comment faire avec le T.B.I. ?* Pour y répondre, la majorité des fonctionnalités du logiciel de gestion du T.B.I. (Active Inspire, édité par Promethean) telles que les manipulations de base du T.B.I. (connexion de l'ordinateur au tableau, installation du programme et des pilotes, lancement de l'application, insertion d'une zone de texte, d'une forme géométrique, d'une grille, mise en forme, groupement et verrouillage des objets, sauvegarde et récupération des fichiers...), l'insertion des médias, la gestion des événements (affichage d'un corrigé, comportement des objets), la gestion des couches (masquer ou superposer à l'aide des outils "magiques"...), la gestion des zones interactives (conteneurs, associations), l'annotation des ressources dans et hors du logiciel ont été étudiées selon une approche classique, dirigiste suivant ce schéma : démonstration par le formateur, explication des fonctionnalités, illustration de la mise en œuvre, réalisation d'un exercice et correction collective de celui-ci.

La formation pédagogique visait quant à elle à répondre à la question *que faire avec un TBI en classe ?* Elle était beaucoup plus ouverte aux idées des étudiants et a été abordée sous un angle isomorphe : elle a été animée par le formateur/modérateur en respectant les principes du socio-constructivisme qu'il souhaite développer chez les futurs instituteurs : utilisation partagée du T.B.I. entre les étudiants/élèves et le formateur, stimulation des interactions entre les étudiants/élèves, analyse par les étudiants/élèves de la qualité de médias grâce à l'élaboration collective (émergence de conflits socio-cognitifs) d'une grille inspirée par les principes de la théorie cognitiviste de l'apprentissage multimédia (Mayer, 2009), intégration des ressources et des fonctionnalités du T.B.I. dans des activités sollicitant une participation active des étudiants/élèves (brainstorming, exercices, synthèse collective...), partage de réflexions sur les niveaux taxonomiques ciblés dans les activités proposées, sur l'exploitation des traces (captures d'écran).

A l'issue de ces formations, nous avons demandé à tous les étudiants de concevoir une préparation de leçon sur un sujet en éveil scientifique incluant le T.B.I., ceux-ci devaient fournir deux documents numériques : une fiche de préparation méthodologique et un fichier "flipchart" contenant les ressources et activités développées à l'aide du logiciel ActiveInspire. Ensuite, chaque étudiant a été rencontré au cours d'une entrevue semi-dirigée afin de discuter de sa préparation de leçon et de préciser ses intentions. Enfin, un questionnaire d'opinions clôturait le dispositif.

Pour évaluer les usages envisagés du T.B.I. dans les préparations de leçon, nous avons mesuré 7 indices portant sur le partage du tableau entre l'instituteur et les élèves, l'utilisation des fonctionnalités du logiciel

de gestion du T.B.I., le nombre d'activités interactives, c'est-à-dire les tâches invitant l'élève à manipuler le tableau, à échanger avec le professeur ou avec ses pairs, le niveau taxonomique moyen des activités proposées, chaque activité prévue a reçu un score sur base de la taxonomie de D'Hainaut (1983), (reproduction : 1; conceptualisation : 2; application : 3; exploration : 4; mobilisation : 5; résolution de problème : 6), la place accordée aux idées des élèves, la diversité des ressources multimédia et le nombre de ressources construites par l'enseignant. La méthode calcul de ces indices est présentée dans la table 1.

Indices	Descriptions	Formules
1	Partage du tableau	$ind1 = \frac{\text{temps prévu d'utilisation du TBI par les élèves}}{\text{temps total prévu d'utilisation du TBI}} \times 100$
2	Nombre de fonctionnalités employées	$ind2 = \sum(\text{différents outils intégrés dans la leçon})$
3	Proportion d'activités interactives	$ind3 = \frac{\text{nombre d'activités interactives prévues}}{\text{nombre total d'activités prévues}} \times 100$
4	Niveau taxonomique moyen de la leçon	$ind4 = \frac{\sum(\text{niveaux taxonomiques ciblés})}{\text{nombre total d'activités}}$
5	Place accordée aux idées des élèves	$ind5 = \frac{\text{nombre d'activités intégrant les idées des élèves}}{\text{nombre total d'activités}} \times 100$
6	Diversité des ressources multimédia	$ind6 = \sum(\text{différents médias intégrés dans la leçon})$
7	Proportion de ressources construites	$ind7 = \frac{\text{nombre de ressources construites personnellement}}{\text{nombre total de ressources proposées dans la leçon}} \times 100$

TABLE 1 – Indices mesurant les usages envisagés du T.B.I. en classe

Afin de tester la seconde hypothèse, une typologie du profil des étudiants futurs instituteurs est construite à partir d'une analyse par classification hiérarchique en clusters. Celle-ci est réalisée a posteriori sur trois variables indépendantes invoquées. Le choix de celles-ci s'appuie sur la zone T.P.A.C.K. du modèle Koehler et Mishra (2009) : les connaissances techniques (T.K.) ont été évaluées à l'aide d'un score calculé sur un questionnaire portant sur la perception des compétences en T.I.C. (Desjardins, 2005); les connaissances pédagogiques (P.K.) ont été obtenues grâce à la note du premier stage de 2e année réalisé par les étudiants; enfin les connaissances disciplinaires (C.K.) ont été acquises grâce à la note de l'examen final de première année (BAC1) en sciences. Les profils ainsi obtenus ont été comparés à l'aide des sept indices présentés dans la table 1.

Résultats

Pour l'analyse statistique des différences entre les groupes, nous avons opté pour des tests non paramétriques car la distribution de chacun de nos indices ne satisfait pas à une loi normale ou à une homogénéité des variances. Les tests ont été calculés à l'aide du logiciel SPSS (17.0 fr).

Effets de la formation

Deux groupes d'étudiants futurs instituteurs ont été comparés pour chacun des 7 indices présentés dans la table 1 : le groupe 1 (N=17) a suivi une formation technique, le groupe 2 (N=26) a suivi une formation pédagogique.

Indices	Groupes	\bar{X}	σ	Rangs moyens	U de Mann-Whitney	Sig.
2	G1	11.27	2.22	33.26	29.500	.000
	G2	7.27	1.25	14.63		
4	G1	3.79	.88	16.41	126.000	.018
	G2	4.29	.54	25.65		
5	G1	34.66	26.14	16.53	128.000	.020
	G2	55.39	31.68	25.58		
6	G1	2.71	.69	27.29	131.000	.015
	G2	2.12	.77	18.54		
7	G1	17.85	11.40	27.44	128.500	.018
	G2	9.56	11.69	18.44		

TABLE 2 – Statistiques des indices significatifs

Comme l'illustre la table 2, nous observons des différences significatives entre les deux groupes pour 5 des 7 indices : les étudiants du groupe 1 intègrent en moyenne 4 fonctionnalités supplémentaires dans leurs préparations de leçon, proposent des médias plus variés et construisent en moyenne deux fois plus de ressources personnelles. Les étudiants du groupe 2 ciblent un niveau taxonomique moyen plus élevé dans les activités qu'ils prévoient de proposer aux élèves et accordent une place centrale à leurs idées dans plus d'une activité sur deux envisagées.

Bien que les futurs instituteurs des deux groupes envisagent de partager le tableau avec les élèves, les entretiens semi-dirigés ont mis en évidence une différence notable : les étudiants ayant suivi une formation pédagogique prévoient d'utiliser le T.B.I. pour la plupart des activités du cours alors que les étudiants du groupe 1 le cèdent essentiellement pour la synthèse et les exercices. Les résultats du questionnaire final, rempli par 29 étudiants ($N_1 = 15, N_2 = 14$), indiquent que les futurs instituteurs du groupe 2 souhaitent faire manipuler davantage le tableau par les élèves (figure 3a) mais cette différence d'opinion ne s'est pas traduite significativement dans les préparations de leçon.

La formation technique était essentiellement axée sur les fonctionnalités du logiciel de gestion du T.B.I., les étudiants l'ayant suivie ont mis à profit leurs apprentissages tandis que les futurs instituteurs du groupe 2 ont souffert d'un manque de maîtrise technique qu'ils ont exprimé lors des entretiens. Concrètement, ce sont les fonctionnalités liées aux actions, aux conteneurs, à l'encre "magique" et à la capture d'écran qui distinguent les fichiers "flipchart" des deux groupes (figure 3b).

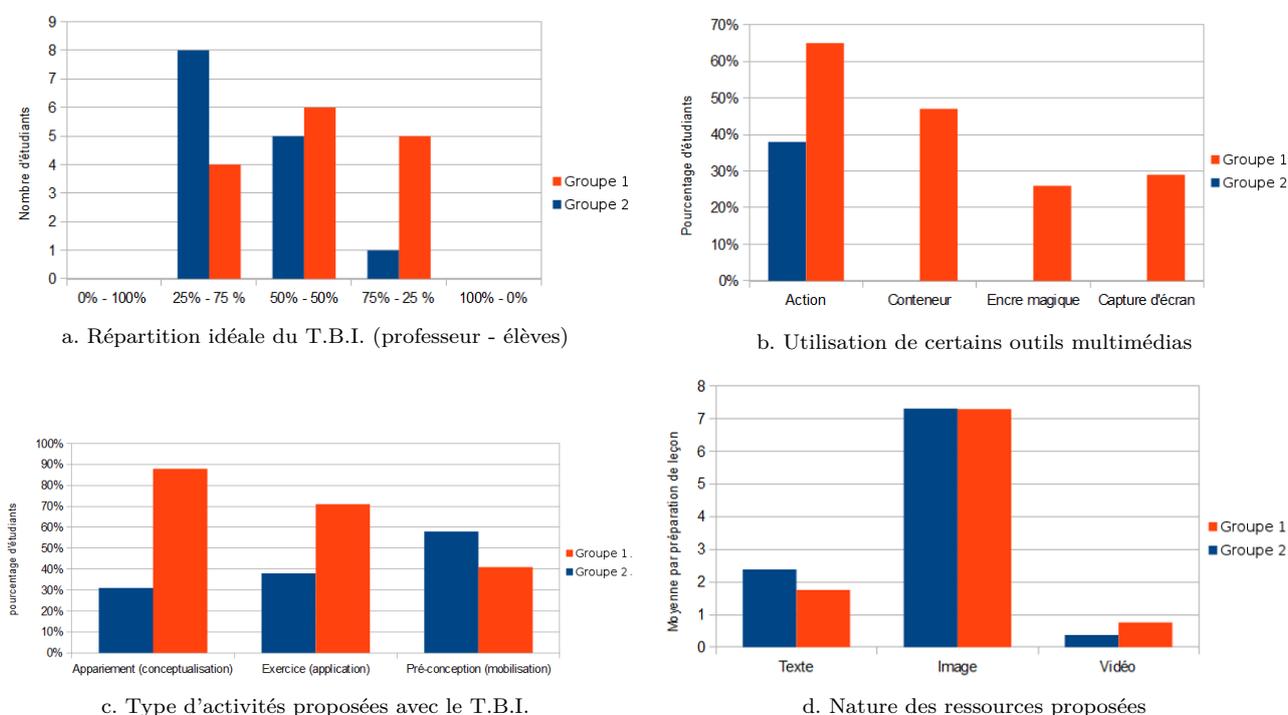


FIGURE 3 – Utilisations envisagées du T.B.I. par les futurs instituteurs

De manière générale, la majorité des étudiants ($\frac{38}{43}$), quelle que soit la formation au T.B.I. suivie, adopte une approche socio-constructiviste dans laquelle les apprenants sont actifs et travaillent en groupe ou sont amenés à interagir les uns avec les autres par des questions posées par le professeur, par l'exploitation de ressources pertinentes ou encore par la confrontation de leurs réponses. Les craintes de voir les étudiants ayant bénéficié d'une formation technique s'approprier exclusivement le tableau et se placer au centre de l'apprentissage sont infondées dans le cas des futurs instituteurs en formation initiale. L'analyse de toutes les préparations de leçon met en évidence que les quelques activités qui ne sont pas interactives sont des synthèses qui sont proposées « clé en main » aux élèves ou des ressources sous exploitées car elles ne font l'objet d'aucun travail explicite.

L'examen approfondi des fichiers "flipchart" apporte un éclairage sur l'origine de la différence significative du niveau taxonomique moyen ciblé dans les activités entre les 2 groupes : les étudiants du groupe 1 ont préparé davantage d'exercices d'appariement et d'exercices avec une correction automatique grâce aux actions, ce qui se traduit par un indice tiré vers le bas (figure 3c) avec des démarches de classement (conceptualisation : 2) et d'application (application : 3) tandis que les étudiants du groupe 2 ont laissé plus de place pour les

pré-conceptions des élèves (mobilisation : 5) et ont prévu plus de zones vides pour accueillir les réponses des apprenants. D'ailleurs, 5 étudiants, tous issus du groupe 2, n'ont inséré aucun texte dans leur fichier "flipchart".

Cela se manifeste également au travers de l'indice qui évalue la place accordée aux échanges et aux idées des apprenants : les activités proposées dans les préparations de leçon ont été considérées comme des tâches prenant en compte l'avis et les idées des élèves si ceux-ci sont à l'origine du contenu. Il s'agit essentiellement de l'émission des pré-conceptions ou des hypothèses, des travaux de groupes, des expériences en classe pour lesquelles les observations sont consignées librement par les apprenants, des moments d'échanges entre les élèves ou entre l'instituteur et les élèves, les exercices et les synthèses ouvertes, c'est-à-dire dans lesquels ce sont les élèves qui proposent les réponses.

Alors que les futurs instituteurs du groupe 2 ont été largement sensibilisés à l'intérêt de varier les représentations pour individualiser et favoriser les apprentissages, ce sont pourtant les étudiants de l'autre groupe qui prévoient le plus de diversité dans les médias. Ce qui explique en grande partie cette différence est la vidéo près de $\frac{2}{3}$ des étudiants du groupe 1 en ont intégré au moins une contre à peine $\frac{1}{3}$ pour l'autre groupe (figure 3d). Globalement, quelque soit la formation suivie, les futurs instituteurs intègrent le même nombre de médias dans leur préparation de leçon mais les étudiants du groupe 1 conçoivent deux fois plus de ressources personnelles à l'aide des outils de dessin intégrés dans le logiciel de gestion du T.B.I..

La nature de la formation suivie influence significativement les préparations de leçon conçues par les étudiants futurs instituteurs.

Profilage des futurs instituteurs

Afin de déterminer si les différences observées entre les formations s'expliquent aussi par des caractéristiques individuelles des étudiants, nous avons construit, a posteriori, leur profil sur base de données recueillies dans les trois domaines du modèle T.P.A.C.K. de Koehler et Mishra (2009). Afin d'accorder un même poids à chacune des variables, les scores ont été standardisés à l'aide de leur note Z, c'est-à-dire en les remplaçant par leur valeur centrée réduite. Notre échantillon a été réduit à 40 étudiants ($N_1 = 16, N_2 = 24$) car certaines informations étaient manquantes.

Nous avons opté pour une procédure d'analyse de classification hiérarchique, également appelée analyse en clusters (Beaulieu-Prévost, Vachon, Ouellette, & Achille, 2005). Elle a été calculée avec la méthode d'agrégation de Ward qui semble être la plus adéquate en sciences humaines car elle a tendance à créer des classes relativement égales et présente une faible variance entre les sujets d'une même classe (Beaulieu-Prévost et al., 2005). Cette méthode d'agrégation a été combinée au carré de la distance euclidienne comme mesure de similarité pour former les groupes puisque cette association offre une bonne performance (Beaulieu-Prévost et al., 2005).

Le choix du nombre de classes dépendant de la taille de l'échantillon et de l'interprétabilité de celles-ci, nous avons testé l'affectation de 3 à 9 classes. Au final, c'est l'analyse de classification hiérarchique en 6 profils qui nous semble la plus pertinente. En guise de vérification, nous avons comparé les 6 groupes ainsi déterminés à l'aide d'une analyse de variance pour chacune des trois variables du modèle T.P.A.C.K. de Koehler et Mishra (2009). Celles-ci se sont révélées très significatives (T.K. : $F = 17.214, p < .001$; C.K. : $F = 24.085, p < .001$; P.K. : $F = 19.214, p < .001$) ce qui confirme la dissimilarité entre les 6 profils dans chacun des domaines. Ceux-ci sont représentés sous la forme d'un dendrogramme reproduit à la figure 4.

Le premier profil comprend 5 futurs instituteurs qui sont dans la moyenne pour leur confiance dans leurs compétences en T.I.C. (T.K.) et en éveil scientifique (C.K.) mais qui éprouvent des difficultés d'ordre pédagogique (P.K.) lorsqu'ils sont en stage. Pour ces raisons, nous appelons ce profil les *instituteurs instructeurs*.

Le deuxième profil est le plus représentatif, il réunit 12 étudiants qui obtiennent des scores proches de la moyenne en pédagogie (P.K.) et en T.I.C. (T.K.) alors qu'ils enregistrent des performances supérieures de plus d'un écart-type en maîtrise du contenu (C.K.). Cette haute performance dans le domaine disciplinaire nous a amené à baptiser ce profil les *instituteurs didacticiens*.

Le troisième profil rassemble 9 étudiants qui se caractérisent par une confiance supérieure à la moyenne en T.I.C. (T.K.), un niveau proche de la moyenne en pédagogie (P.K.) et un score moyen en éveil scientifique inférieur (C.K.), ce qui nous a conduit à les nommer les *instituteurs techniciens*.

Le quatrième profil est le moins représentatif avec seulement 3 étudiants qui se démarquent des autres par des scores moyens inférieurs de plus d'un écart-type dans les trois domaines. Nous avons attribué à ce groupe, sans aucune connotation péjorative, le nom des *instituteurs limités*.

Le cinquième profil comporte 7 étudiants qui se caractérisent par des scores compris à moins d'un écart-type de la moyenne pour chaque dimension. Etant donné que ce profil ne présente aucun score moyen "remarquable", nous l'avons appelé les *instituteurs ordinaires*.

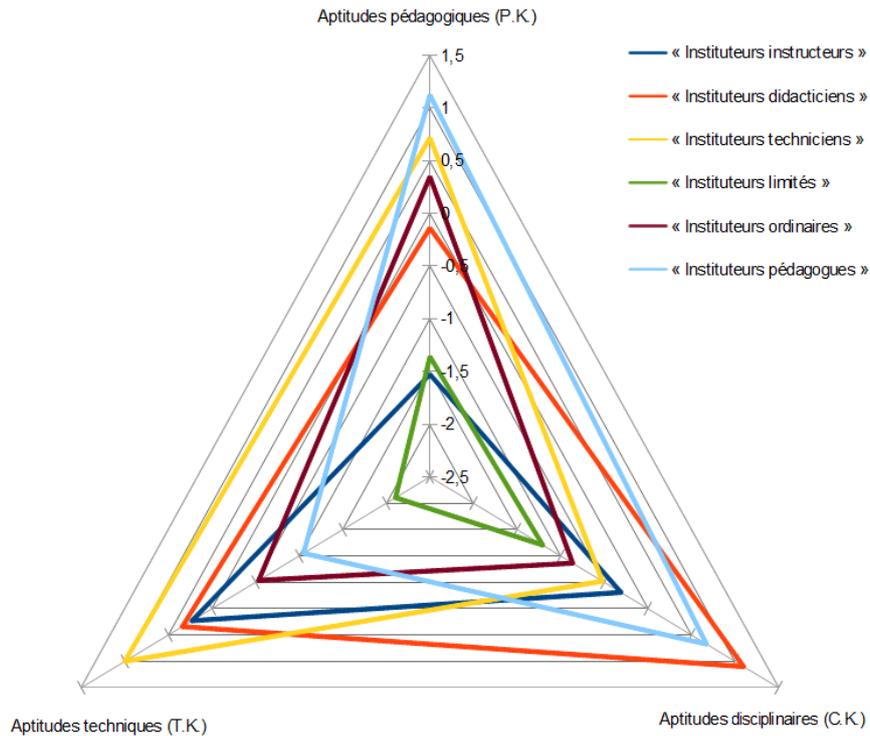


FIGURE 4 – Représentation des 6 profils de futurs instituteurs

Enfin, le dernier profil, bien que peu représentatif avec 4 sujets, réunit les futurs instituteurs qui obtiennent des performances supérieures à plus d'un écart-type de la moyenne en pédagogie (P.K.) et de bons résultats en éveil scientifique (C.K.) alors qu'ils ne se sentent pas du tout confiants vis-à-vis de leurs compétences en T.I.C.. C'est le groupe qui a obtenu le score moyen le plus élevé en pédagogie, c'est pourquoi nous l'avons nommé les *instituteurs pédagogues*. La répartition des étudiants au sein des 6 profils est représentée à la figure 5 a.

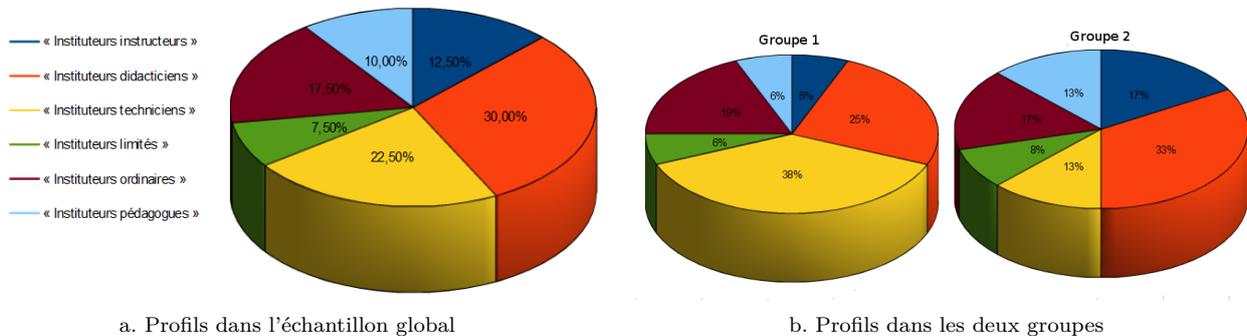


FIGURE 5 – Répartition des profils des futurs instituteurs

Effets des profils

Comme le montre la figure 5 b, nous avons étudié la répartition de ces profils au sein des deux groupes et il apparaît, à la lumière des 6 tests binomiaux avec proportion théorique de 40% ($N_1 = 16, N_2 = 24$, soit $p = \frac{16}{40} = 40\%$), que les différences de répartition observées sont le fruit du hasard. Dès lors, nonobstant la formation suivie, nous avons comparé les préparations de leçon des 6 profils à l'aide des 7 indices présentés dans la table 1.

Seul l'indice mesurant le niveau taxonomique moyen de la leçon s'est révélé significatif lors des tests ($\chi^2 = 12.481, p = .029$), les statistiques liées à cet indice sont proposées dans la table 3 .

Profils	Moyenne	Ecart-type	N	χ^2	Sig.
<i>Instituteurs instructeurs</i>	3.94	.64	5	12.481	.029
<i>Instituteurs didacticiens</i>	4.15	.71	12		
<i>Instituteurs techniciens</i>	4.02	.51	9		
<i>Instituteurs limités</i>	3.39	.35	3		
<i>Instituteurs ordinaires</i>	3.77	1.18	7		
<i>Instituteurs pédagogues</i>	5.21	.30	4		

TABLE 3 – Niveau taxonomique moyen ciblé en fonction des profils

Les six profils ont été comparés deux à deux à l'aide de tests de Mann-Withney. Il en ressort que les *instituteurs pédagogues* ciblent un niveau taxonomique moyen significativement plus élevé que tous les autres profils (comparaison entre les *instituteurs pédagogues* et les autres profils pris dans l'ordre d'affichage de la table 3 : $U = 1.000, p = .027$; $U = 3.500, p = .013$; $U = 1.000, p = .008$; $U = .000, p = .034$; $U = 1.000, p = .014$), lesquels ne présentent pas de différences significatives entre eux.

Certaines différences entre des profils spécifiques ont été observées : les *instituteurs techniciens* s'accaparent plus le T.B.I. que les *instituteurs ordinaires* ($U = 1.000, p = .026$), les *instituteurs limités* manipulent moins de fonctionnalités que les profils *technicien* et *didacticien* ($U = 1.000, p = .013$; $U = .000, p = .012$), les *instituteurs instructeurs* proposent moins d'activités interactives aux élèves, les *instituteurs pédagogues* consacrent plus d'importance aux idées des élèves et aux échanges que les profils *technicien* et *limité* ($U = 2.500, p = .016$; $U = .000, p = .032$), les *instituteurs pédagogues* conçoivent plus de ressources personnelles que les *instituteurs didacticiens* ($U = 3.500, p = .009$).

Hormis le niveau taxonomique moyen ciblé dans les activités, le profil des futurs instituteurs n'explique pas les différences observées dans les préparations de leçon.

Discussion

Quelle que soit la formation suivie, les futurs instituteurs accordent une place importante aux élèves pour la manipulation du T.B.I. avec en moyenne 70 % du temps d'utilisation réservé à ceux-ci. Ce large espace laissé aux élèves cadre totalement avec le principe d'activité de l'apprentissage multimédia (Mayer, 2009) et avec l'engagement des élèves dans la tâche (Duroisin et al., 2011; Haldane, 2010).

Il existe toutefois des différences sensibles quant à la perception du partage du T.B.I. entre les élèves et le professeur en fonction de la nature de la formation suivie : les étudiants ayant suivi une formation pédagogique font manipuler le T.B.I. par les élèves pour la plupart des activités du cours alors que les étudiants ayant suivi la formation technique le partagent essentiellement pour la synthèse et les exercices. Cela suggère que les étudiants ayant suivi la formation pédagogique intègrent plus le T.B.I. dans leurs pratiques (Miller & Glover, 2010). De plus, ils conçoivent que l'usage efficace du T.B.I. repose sur une plus grande participation des élèves que les étudiants de l'autre groupe. Une piste plausible d'explication de cette différence de perception est fournie par (Coupal, 2004) au travers de l'approche socio-constructiviste adoptée dans la formation pédagogique : ce sont les futurs instituteurs qui ont manipulé le tableau dans la majorité des activités, l'objectif principal de celles-ci étant de stimuler les interactions et la construction collective des apprentissages.

En situation de formation initiale, la nature de la formation à l'usage du T.B.I. n'a pas d'effet sur le nombre d'activités interactives prévues : la très grande majorité des tâches proposées dans les préparations de leçon invite les élèves à interagir soit avec le tableau, soit avec le professeur, soit avec leurs pairs. Les futurs instituteurs ayant bénéficié uniquement de la formation technique ont mobilisé leurs aptitudes pédagogiques pour concevoir leur leçon. Cela signifie qu'une formation exclusivement technique ne favorise pas nécessairement l'appropriation du tableau par le futur instituteur, ce constat va à l'encontre de l'idée affirmant que le T.B.I. renforce l'adoption d'une démarche frontale (Jeunier et al., 2005; Miller & Glover, 2010). Cependant, le profilage des étudiants montre que les *instituteurs instructeurs* prévoient moins d'interactions dans les apprentissages et que les *instituteurs techniciens* envisagent de faire moins manipuler le T.B.I. par les élèves. Nous pensons que ces profils spécifiques sont les plus susceptibles d'intégrer le T.B.I. dans une approche frontale, car plus en adéquation avec leurs pratiques initiales (Cogill, 2002; Miller & Glover, 2010).

Il apparaît que la formation pédagogique augmente le niveau taxonomique moyen ciblé dans les activités d'apprentissage : les étudiants se sont focalisés sur la nature de la tâche demandée aux élèves alors que les étudiants ayant suivi la formation technique se sont davantage attachés à concevoir des supports comprenant

plus de fonctionnalités du logiciel de gestion du T.B.I.. De plus, les étudiants ayant suivi la formation pédagogique intègrent davantage les idées des élèves dans le déroulement de la leçon : ils souhaitent laisser les élèves s'exprimer, incorporer leurs idées dans le cours et leur permettre d'échanger leurs points de vue (Hennessy et al., 2010). Le profil des étudiants joue également un rôle : les *instituteurs pédagogues* ciblent des niveaux taxonomiques plus élevés que les autres et accordent plus d'importance aux idées des élèves. Ce fait confirme l'idée que l'usage efficace du T.B.I. relève plutôt d'une caractéristique de l'enseignant que du tableau en lui-même (Cogill, 2010 ; Higgins, 2010). Néanmoins, les profils d'étudiants étant équitablement répartis dans les deux formations, c'est la nature de celles-ci qui explique les différences observées.

Il est clair que les étudiants ayant bénéficié de la formation technique maîtrisent mieux l'ensemble des fonctionnalités du logiciel de gestion du T.B.I. : ils conçoivent non seulement des supports intégrant plus d'outils, mais construisent aussi plus de ressources personnelles et proposent des médias plus variés. Les étudiants ayant suivi la formation pédagogique ont souffert d'un manque de maîtrise de l'outil : ils l'ont exprimé lors des entretiens semi-dirigés et au travers du degré de satisfaction de la formation.

Il est très probable que l'initiation technique suivie par les étudiants du groupe 2 avant l'expérimentation n'a pas suffi pour qu'ils maîtrisent le premier niveau du modèle S.P.O.R.E. (*Skill, Pedagogy, Opportunity, Reflection, Evolution*) de Miller et al. (2008). Cela signifie que la maîtrise technique est bien un pré-requis comme l'affirment les modèles S.P.O.R.E. (Miller et al., 2008) et pyramidal du développement des aptitudes à l'utilisation du T.B.I. (Haldane, 2010). Cela confirme également que l'utilisation d'un outil technologique requiert des compétences techniques (Cogill, 2010 ; Desjardins, 2005). Ces aptitudes techniques constituent aussi une caractéristique de l'enseignant : le profilage réalisé met en évidence que les *instituteurs limités* manipulent moins d'outils que les *instituteurs techniciens*.

La diversité des médias proposés ainsi que la construction personnelle des ressources ont aussi été affectées par la nature de la formation suivie et les lacunes techniques des étudiants. Globalement, les profils établis n'expliquent pas les différences observées. Cela permet de répondre à l'interrogation sur l'intérêt de dispenser une formation technique : elle est effectivement bien nécessaire, mais pas suffisante, car employer plus de fonctionnalités ou mettre à disposition plus de ressources ne garantit pas de rendre les apprentissages plus efficaces. Par contre, la construction de ressources personnelles peut s'avérer bénéfique si l'instituteur adapte le contenu au niveau de maturation des élèves. Il est d'ailleurs judicieux de relever le fait que les *instituteurs pédagogues* conçoivent deux fois plus de ressources personnelles que les *instituteurs techniciens*. Cela va à nouveau dans le sens de ce que Bressoux (2001) nomme *l'effet maître*, c'est-à-dire que ce sont les caractéristiques de l'enseignant qui influencent le plus l'efficacité des apprentissages.

Enfin, il est interpellant que les étudiants, qui pourtant se disent confiants en leurs compétences informationnelles (Desjardins, 2005), n'aient pas été capables de combler leurs lacunes au travers des aides disponibles sur Internet. En fait, très peu d'entre eux ont consulté le cours (en ligne sur une plate-forme) ainsi que les tutoriels proposés par l'éditeur du logiciel ActivInspire. Cela sous-entend que cette compétence doit aussi être travaillée : une approche proactive de la formation, c'est-à-dire le recours à des interventions spontanées auprès des apprenants, renforce l'usage des outils d'aide (De Lièvre & Depover, 2001). La capacité d'utilisation des aides disponibles et d'auto-formation a donc tout intérêt à être abordée tout comme le partage d'expériences (Miller et al., 2008), d'autant plus qu'une communauté d'utilisateurs existe et est soutenue par l'éditeur du logiciel.

En conclusion, la meilleure formation est probablement celle qui combine les formations technique et pédagogique, car elles apportent toutes deux des éléments cruciaux à la mise en œuvre efficace et pertinente d'un T.B.I. en classe. Il convient cependant de traiter les aspects techniques en premier lieu et de favoriser l'auto-formation des apprenants dans ce domaine.

Les profils établis concordent avec les zones du modèle T.P.A.C.K. de Mishra et Koehler (2009) : alors que les *instituteurs limités* sont sous-performants dans les trois ordres du modèle, il n'existe pas de profil sur-performant dans les trois domaines en même temps. Les étudiants les plus performants sont répartis dans trois profils distincts : les *instituteurs pédagogues* s'illustrent dans le domaine P.C.K. (connaissances pédagogique et disciplinaire), les *instituteurs techniciens* brillent dans le domaine T.P.K. (connaissances technique et pédagogique) tandis que les *instituteurs didacticiens* se démarquent par leurs bons scores en T.C.K. (connaissances technique et disciplinaire). Un profil regroupe les étudiants « moyens » dans les trois domaines sous l'appellation d' *instituteurs ordinaires*. Enfin, les *instituteurs instructeurs* ont obtenu les résultats les moins élevés en pédagogie. Il apparaît que parmi les 80 % des étudiants ayant obtenu un score proche ou supérieur à la moyenne en pédagogie, aucun n'est sur-performant simultanément dans les deux autres domaines. Au contraire, les étudiants les plus performants dans ce domaine comptent parmi les moins confiants en leurs aptitudes techniques.

S'il semble évident que ce sont les *instituteurs limités* et *instructeurs* qui présentent, de par leurs difficultés sur le plan pédagogique, le moins de chance de tirer profit d'un T.B.I. pour les apprentissages, il est par contre plus difficile de déterminer quel profil est le plus susceptible de développer des usages pertinents de ce dispositif

en classe. Cela est d'autant plus délicat que, hormis pour le niveau taxonomique moyen ciblé dans activités par les *instituteurs pédagogiques*, les profils, contrairement à la nature des formations, n'expliquent pas les différences observées dans les préparations de leçon.

Limites et perspectives

Les analyses portent exclusivement sur les intentions pédagogiques des futurs instituteurs, c'est-à-dire sur la phase préparatoire de l'acte d'enseignement. Les éléments dégagés sont basés sur le discours des étudiants et non sur la pratique effective en classe.

La qualité des préparations de leçon est évaluée grâce à sept indices de nature quantitative. Hélas, la quantité ne garantit pas nécessairement la qualité : par exemple, la présence de nombreuses ressources n'est pas un gage d'une bonne leçon. De plus, ces indices offrent qu'une vision limitée de la complexité de la pratique enseignante.

Le dispositif expérimental s'est déroulé dans un contexte réel, en situation, ce qui implique que certains résultats peuvent être biaisés : tous les étudiants n'ont pas assisté à l'ensemble des cours en présence. Le taux d'absence n'était pas important, mais il a peut-être influencé certains résultats. Bien que cela ne soit pas apparu au grand jour lors des entretiens individuels, il n'est pas impossible que des étudiants ayant suivi une formation de nature différente aient échangé leurs points de vue et collaboré pour la préparation de leçon.

La variable mesurant la maîtrise technologique des étudiants est fondée sur la perception que ceux-ci ont de leurs compétences et non sur une évaluation objective de celles-ci. Le recours à un test d'aptitudes au lieu d'un questionnaire pourrait modifier sensiblement les résultats et par conséquent la définition théorique des profils.

Le choix de retenir 6 classes dans l'analyse hiérarchique en cluster requiert, en théorie, un échantillon de taille plus importante que celui disponible dans cette étude. Le profilage des instituteurs en fonction de leurs compétences dans les trois domaines du modèle de Mishra et Koehler (2009) gagnerait en robustesse si l'échantillon est plus large.

Enfin, le développement d'usages experts du T.B.I. demande de la pratique et de l'expérience, plusieurs années selon les études mentionnées dans la revue de la littérature (Macedo-Rouet, 2010b ; Miller & Glover, 2010). Il est probable que les futurs instituteurs composant l'échantillon développeront de nouveaux usages avec le T.B.I. au fur et à mesure de leur évolution dans le métier. Ainsi, une piste de prolongement serait de suivre, de façon longitudinale, l'évolution de ces instituteurs dans leur début de carrière afin d'évaluer l'impact des formations à long terme.

Une deuxième piste de recherche serait de proposer une formation technique différente de celle dispensée dans le dispositif expérimental : celle-ci est basée sur l'étude des fonctionnalités du logiciel spécifique au fournisseur du T.B.I. Une autre approche consisterait, à l'image de ce que proposent Denis et Vandeput (2005), à fournir une autonomie plus large aux étudiants en visant l'acquisition de savoirs, de savoir-faire et de comportements leur permettant une adaptation aux évolutions des logiciels et de leurs usages.

Enfin, la majorité des T.B.I. étant actuellement déployés dans l'enseignement secondaire, il serait sans doute instructif de reproduire cette expérience avec un public de futurs régents et de confronter leurs résultats avec ceux obtenus ici.

Références

- A.W.T. (2013). *Équipement et usage des TIC 2013 des écoles de Wallonie*. Agence Wallone des Télécommunications.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory* (Vol. 11). Oxford University Press.
- Beaulieu-Prévost, M., Vachon, D., Ouellette, A., & Achille, M. (2005). Analyse de classification hiérarchique et qualité de vie. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology, 1*, 25–30.
- Bressoux, P. (2001). Réflexions sur l'effet-maître et l'étude des pratiques enseignantes. *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation : «Les pratiques enseignantes : contributions plurielles(5)*.
- Cogill, J. (2002). How is the interactive whiteboard being used in the primary school and how does this affect teachers and teaching.
- Cogill, J. (2008). *Primary teachers' interactive whiteboard practice across one year : changes in pedagogy and influencing factors* (Thèse de doctorat non publiée). EdD thesis King's College University of London.
- Cogill, J. (2010). A Model of Pedagogical Change for the Evaluation of Interactive Whiteboard Practice. In M. Thomas & E. C. Schmid (Eds.), *Interactive Whiteboards for Education : Theory, Research and Practice* (pp. 162–178). Hershey, PA, USA : IGI Global.
- Cormier, G., & Rudolf, M. (2015). *L'équipement informatique a doublé en dix ans dans les collèges publics* (D.E.P.P., Ed.). Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche.

- Coupal, L. V. (2004). Constructivist learning theory and human capital theory : shifting political and educational frameworks for teachers' ict professional development. *British Journal of Educational Technology*, 35(5), 587–596. Consulté sur <http://dx.doi.org/10.1111/j.0007-1013.2004.00415.x> doi: 10.1111/j.0007-1013.2004.00415.x
- De Lièvre, B., & Depover, C. (2001). Apports d'une modalité de tutorat proactive ou réactive sur l'utilisation des aides dans un hypermédia de formation à distance. In *Hypermédiat et apprentissages 5* (pp. 323–330).
- Denis, B., & Vandepuit, E. (2005). Une démarche innovante de formation à l'intégration des TICE dans la pratique des futurs enseignants du supérieur. Communication présentée au XXe colloque de l'AIPU, L'enseignement supérieur du XXIe siècle : de nouveaux défis à relever, Genève. In *22e Congrès de l'AIPU : L'enseignement supérieur du XXIe siècle : de nouveaux défis à relever*. Consulté le 2015-08-05, sur <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/11675>
- Desjardins, F. (2005). Les représentations des enseignants quant à leurs profils de compétences relatives à l'ordinateur : vers une théorie des TIC en éducation. *Canadian Journal of Learning and Technology / La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 31(1). Consulté le 2015-08-05, sur <http://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/148>
- D'Hainaut, L. (1983). *Des fins aux objectifs de l'éducation : un cadre conceptuel et une méthode générale pour établir les résultats attendus d'une formation*. Paris ; Bruxelles : F. Nathan ; Labor.
- Duroisin, N., Temperman, G., & De Lièvre, B. (2011). Effets de deux modalités d'usage du tableau blanc interactif sur la dynamique d'apprentissage et la progression des apprenants. In *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Conférence EIAH'2011* (pp. 257–269). Editions de l'UMONS, Mons 2011. Consulté le 2015-08-05, sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00692008/>
- Guéneau, C. (2005). L'interactivité : une définition introuvable. *Communication et langages*, 145(1), 117–129. doi: 10.3406/colan.2005.3365
- Haldane, M. (2010). A New Interactive Whiteboard Pedagogy through Transformative Personal Development. In M. Thomas & E. C. Schmid (Eds.), *Interactive Whiteboards for Education : Theory, Research and Practice* (pp. 179–196). Hershey, PA, USA : IGI Global.
- Hennessy, S., Deane, R., & Tooley, C. (2010). Using the Interactive Whiteboard to Stimulate Active Learning in School Science. In M. Thomas & E. C. Schmid (Eds.), *Interactive Whiteboards for Education : Theory, Research and Practice* (pp. 102–117). Hershey, PA, USA : IGI Global.
- Higgins, S. E. (2010). The Impact of Interactive Whiteboards on Classroom Interaction and Learning in Primary Schools in the UK. In M. Thomas & E. C. Schmid (Eds.), *Interactive Whiteboards for Education : Theory, Research and Practice* (pp. 86–101). Hershey, PA, USA : IGI Global.
- Jeunier, B., Morcillo-Bareille, A., Camps, J., Galy-Marié, E., & Tricot, A. (2005). Expertise relative aux usages du tableau blanc interactif en école primaire. *Rapport remis à la direction de la Technologie/SDTICE ministère de l'Éducation nationale, dans le cadre du projet PrimTICE*.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60–70. Consulté le 2015-08-05, sur <http://www.editlib.org/p/29544/>
- Macedo-Rouet, M. (2010a). L'usage du TBI : formation et étapes à franchir. *Agence des usages en TICE*.
- Macedo-Rouet, M. (2010b). L'usage du tbi : une amélioration des résultats des élèves. *Agence des usages en TICE*.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed éd.). Cambridge ; New York : Cambridge University Press.
- Miller, D., & Glover, D. (2010). Interactive Whiteboards : A Literature Survey. In M. Thomas & E. C. Schmid (Eds.), *Interactive Whiteboards for Education : Theory, Research and Practice* (pp. 1–19). Hershey, PA, USA : IGI Global.
- Miller, D., Glover, D., & Averis, D. (2008). Enabling enhanced mathematics teaching with interactive whiteboards.
- Schmid, E. C. (2008). Potential pedagogical benefits and drawbacks of multimedia use in the english language classroom equipped with interactive whiteboard technology. *Computers & Education*, 51(4), 1553–1568. Consulté sur <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131508000419> doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.02.005>
- Seufert, T., & Brünken, R. (2004). Supporting coherence formation in multimedia learning. In *Instructional design for effective and enjoyable computer-supported learning. Proceedings of the first joint meeting of the EARLI SIGs Instructional Design and Learning and Instruction with Computers* (pp. 138–147).