



Rencontre avec de nouveaux objets à écrans tactiles à l'école et moments d'éducation technologique

► **Olivier GRUGIER** (ESPE de l'académie de Paris - Université Paris-Sorbonne ; Laboratoire EDA - Université Paris Descartes)

■ **RÉSUMÉ** • Les expériences avec le tableau interactif (TI), dans un milieu spécialement aménagé pour un enseignement collectif sont des moments privilégiés permettant aux enfants de construire un ensemble de connaissances. La familiarisation pratique implique que l'enfant puisse agir sur l'objet, sur ces phénomènes et développe un langage en effectuant des rencontres régulières. L'analyse d'entretiens permet d'affirmer que la curiosité a conduit les enfants à reconnaître une pratique manipulative de l'enseignant. Le TI n'est toutefois pas perçu comme un périphérique.

■ **MOTS-CLÉS** • tableau interactif, école maternelle, éducation technologique, familiarisation pratique

■ **ABSTRACT** • *One of the areas of learning in primary school, is the discovery of the world" of the objects. Experimenting with the IWB, in an environment specially designed for group instruction, is a privileged occasion to allow children to build a body of knowledge. In order to achieve practical familiarization, children must act on object and develop a language. The analysis of data shows that children are aware of the manipulative practice of the teacher. The IWB is mainly perceived as an object for storing information.*

■ **KEYWORDS** • *interactive whiteboard, school, education, technological education, practical familiarization*

1. Modification du monde technique des élèves de maternelle

En France, dès l'âge de 3 ans, les élèves sont accueillis dans des écoles maternelles et jusqu'à l'âge de 6 ans. L'école maternelle se distingue notamment par les parcours éducatifs qui sont proposés aux élèves. En effet, les apprentissages sont organisés non pas en disciplines comme c'est le cas un peu plus tard dans la scolarité obligatoire mais en domaines d'activités thématiques. Un des domaines prescrits dans les textes nationaux, est celui de la « découverte du monde » dont un des axes est celui des objets¹. Le texte précise que « l'enfant découvre le monde proche ». Dans ce monde proche, « les enfants découvrent les objets techniques usuels et comprennent leur usage et leur fonctionnement : à quoi ils servent, comment on les utilise ». La mise à disposition régulière de nouveaux objets entraîne des modifications du monde dans lequel vivent les enfants. Cet article s'intéresse à la construction de référents empiriques par la rencontre que font les élèves de maternelle avec ces objets techniques tactiles dont l'interface est l'écran. Cette technologie, présente dans les Smartphones, tablettes numériques, bornes interactives de billetteries de transport, *global positioning system* (GPS) ainsi que dans des objets domestiques et des jouets d'enfants, est introduite à l'école avec le Tableau Interactif. Ainsi, les élèves sont, à l'école, parfois utilisateurs de ces nouveaux objets ou témoins d'une utilisation par l'enseignant en classe. Les observations et les expérimentations qui sont menées sont, selon Albertini (1990), des moments favorisant, pour chacun, une représentation d'un monde, même si cette dernière peut être incomplète ou différente du monde réel.

Cette contribution présente les premiers résultats d'une recherche en didactique de la technologie concernant les représentations des élèves sur le fonctionnement, d'un point de vue interne, de ces objets numériques à écrans tactiles. Cette communication s'inscrit dans un travail de recherche centré sur les changements et les transformations des représentations des élèves pendant toute la scolarité à l'école. Elle s'inscrit dans une recherche initiée par Lebeaume et Perez (2012). Pour la suite de l'article, les représentations seront regardées comme une forme de connaissances provenant d'une pensée non fiable qui peut être considérée comme les fondations, non stabilisées, de connaissances scientifiques et techniques (Jodelet, 1999).

Le texte rappelle dans un premier temps le contexte d'introduction des tableaux interactifs dans les écoles maternelles françaises qui engendre de nouvelles questions didactiques. Il présente, ensuite, l'enquête centrée sur les représentations des élèves de maternelle de 3-6 ans et discute les résultats.

2. Introduction des tableaux interactifs à l'école : une volonté politique

Les ordinateurs avec un écran tactile, dans un but d'apprentissage, existent depuis les années 1970 avec notamment le PLATO IV de chez IBM (Buxton, 2010). Sans vouloir effectuer une analyse historique complète, nous retiendrons deux moments importants qui ont conduit au développement de l'équipement de tels objets dans les écoles. La première date, 1985, concerne la volonté nationale de former des élèves à l'utilisation de l'outil informatique avec la mise en place du plan « Informatique Pour Tous » (plan IPT). Ce plan IPT est sans nul doute un moment charnière (Archambault, 2005 ; Dimet, 2001), qui fait suite à un processus entamé dès les années 70 avec des recherches exploratoires en éducation et la mise en place de formations continues longues pour les enseignants (Baron et Bruillard, 1996). Avec ce plan, l'ensemble des établissements scolaires seront équipés par l'État.

Le développement s'accéléra dans les années 2000 avec une montée de l'intérêt des collectivités territoriales qui en ont la compétence. En effet, en France, les orientations politiques éducatives sont nationales mais le financement des équipements, pour les écoles, est local avec les communes ou les regroupements de commune. Il faut donc une politique locale pour mettre à disposition du matériel informatique dans des écoles. La seconde est l'apparition, dans les textes des programmes de l'école de 2002, de l'ordinateur comme « *un instrument fécond d'exploration du monde virtuel dès lors que l'usage en est correctement guidé par l'adulte* »². Le clavier de l'ordinateur est un support pédagogique utilisé pour découvrir les lettres « *avant même de savoir les tracer* ». Cette « informatique de l'usager », en opposition à la programmation (Béziat, 2013), a développé des savoirs faire et des usages chez les enseignants et les élèves dans les écoles.

En 2009, un plan intitulé « École Numérique Rurale » (plan ENR) a été institué pour inscrire l'école dans une dynamique de modernité (Villemonteix, 2007). Ainsi, 6700 écoles de communes de moins de 2000 habitants ont été équipées d'un tableau interactif et d'ordinateurs

portables (voir <http://eduscol.education.fr/cid56257/ecole-numerique-rurale.html>). Actuellement, en France, les élèves peuvent côtoyer des tableaux interactifs dans leur classe. Mais il ne s'agit pas d'une généralisation. En effet, d'une part, ils ne sont pas obligatoires dans les écoles et, d'autre part, le matériel scolaire est financé par les collectivités locales, ce qui est susceptible de créer des disparités d'une école à une autre.

Pour ces raisons, l'équipement présent dans les classes en France est loin derrière celui de la Grande Bretagne, qui selon le rapport de la *British Educational Communications and Technology Agency (BECTA, 2007)* a augmenté d'une manière exponentielle entre 2002 et 2007 pour arriver en moyenne à 8 tableaux interactifs dans les écoles primaires et 100 % des écoles équipées. Cette croissance, pour ce pays, serait due à une politique volontariste du gouvernement (Chaptal, 2007). Au Québec, au 30 juin 2013, plus de la moitié des classes disposent d'un tableau interactif faisant suite également à une volonté politique (Lefebvre et Samson, 2015). En France, selon les sources officielles (ETIC, 2010), 23 % des écoles primaires sont équipées d'au moins un tableau interactif. La volonté politique est arrivée plus tardivement et surtout plus modestement.

3. Les usages du tableau interactif à l'école

Dans les classes de l'école primaire, le tableau interactif, lorsqu'il est présent, est utilisé généralement comme un support pédagogique au service d'un enseignement disciplinaire. Karsenti, Collin et Dumonchel (2012) soulignent que le tableau interactif permet d'augmenter la motivation des élèves en classe. De même, Lisenbee (2009) constate que les élèves sont plus engagés et adhèrent plus facilement au processus d'apprentissage. Ce sont essentiellement les fonctions interactives, comme le précisent Yi-Fang Luo et Shu Ching Yang (2016) que les élèves apprécient, surtout lorsqu'ils sont acteurs et manipulent le tableau interactif. Toutefois, lorsque les enseignants utilisent le tableau interactif pour un usage basique, comme écrire au tableau, projeter, diffuser une vidéo, cela crée peu d'interactions entre l'enseignant et les élèves (Normand, 2015). De plus, les problèmes techniques rencontrés en classe pendant l'utilisation du tableau interactif peuvent contrarier le plaisir que les élèves avaient développé (Yáñez et Coyle, 2010). Ainsi, les usages restent parfois en deçà des attentes, comme le rappellent Villemonteix et Béziat (2014). Selon la perception que les enseignants peuvent avoir du tableau interactif, il se dessine un espace de possibles en classe. Les travaux

actuels sur les objets à écrans tactiles, comme le tableau interactif, portent majoritairement sur cette question des usages en classe et de l'exploitation pédagogique. Concernant les usages du tableau interactif (Ball, 2003; Baffico, 2009; Linder, 2012; Michau, 2008), il s'agit de repérer, de décrire puis d'analyser, dans le cadre d'un enseignement identifié comme celui des mathématiques, de l'histoire, de la géographie..., les pratiques faites pour en dégager des avantages pédagogiques. D'autres recherches (Legros, 2005; Villemonteix et Stolwijk, 2011) s'intéressent à l'appropriation du tableau interactif par les enseignants et à l'acquisition technique nécessaire pour exploiter en classe un tel objet dans le but parfois de développer et proposer des formations continues ou initiales (Boulc'h et Baron, 2011). Ces recherches sont centrées sur la question de l'impact du tableau interactif sur la réussite scolaire, mais elles n'apportent que des réponses partielles à ce sujet, difficile à mesurer dans le cadre d'un curriculum où les variables en termes de support et de pédagogie peuvent également influencer l'apprentissage.

Or, le tableau interactif pris dans le sens de nouvel objet, à l'usage duquel l'école permet la familiarisation pratique, intéresse aussi la didactique de la technologie, en particulier la visée de modélisation de ce système particulier qui traite une matière d'œuvre singulière: l'information.

4. Familiarisation pratique avec un tableau interactif

Comme Lebeaume (2013), nous tenons à souligner la nécessité de mieux connaître, au-delà de la construction des schèmes d'usage, les connaissances usuelles ou naïves mobilisées lors de l'explication du fonctionnement ainsi que les éléments pouvant être considérés comme appuis ou obstacles dans la perspective d'une analyse fonctionnelle. L'école maternelle, par la présence d'un tableau interactif, offre des moments permettant potentiellement aux élèves d'agir sur ces objets, d'apprendre à contrôler des actions et de maîtriser un langage propre.

Cette familiarisation pratique (Martinand, 1986) avec cet objet, les tâches qui lui sont associées pour la mise en œuvre et les procédés, se caractérisent sous la forme de connaissances techniques. Par l'observation des pratiques de l'enseignant ou d'autres élèves de la classe, par la manipulation personnelle dans le cadre d'une activité d'apprentissage, par l'observation de l'objet à distance ou proche en lien avec de la curiosité, la familiarisation pratique favorise le développement d'un questionnement

et la mise en place de rencontres avec l'objet technique constituant ainsi un référent empirique pour la compréhension technique et la définition d'un niveau de maîtrise. Il peut y avoir une familiarisation pratique au travers de quatre registres pouvant être indépendants les uns des autres mais aussi complémentaires pour cerner l'ensemble des contours de l'objet (figure 1).

Suivant le registre, les connaissances qui seront développées ne seront pas les mêmes, allant de la simple acquisition de mot à une expertise manipulative pouvant être complexe.

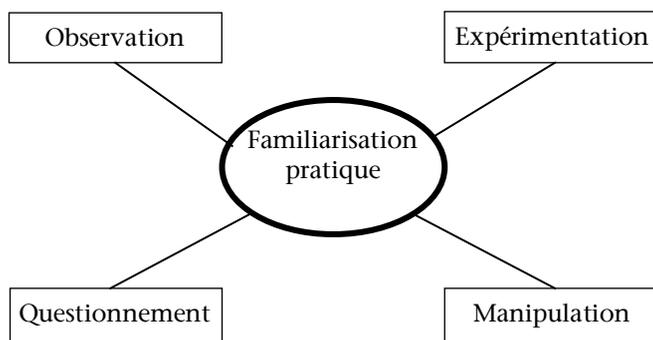


Figure 1 • Registre de la familiarisation pratique à l'école

Ce qui est en jeu dans la familiarisation pratique est l'amorce de processus d'instrumentalisation (Rabardel, 1995) générant une émergence ou une évolution des schèmes d'utilisation et d'action instrumentée. La familiarisation pratique commune aux objets techniques, du point de vue de la didactique de la technologie, met en jeu des formes de connaissances telles que : reconnaître un objet, savoir à quoi il sert et identifier son fonctionnement technique. Cette familiarisation qui initie le processus de domestication des choses devient par la suite de plus en plus rationnelle. Elle relève de la description structurale et de l'analyse fonctionnelle des objets utilisés par les élèves et l'enseignant. Cette familiarisation se caractérise sous la forme de connaissance technique (Lebeaume et Martinand, 1998).

L'éducation technologique, par les situations d'apprentissage, fournit à tous l'occasion d'acquérir un certain niveau de maîtrise ainsi que l'expérience nécessaire pour comprendre le monde technique

contemporain afin de s'insérer dans le monde social en tant que citoyen responsable.

Actuellement, comme le soulignait déjà Lasson (2004), les recherches en didactique de la technologie traitant de la familiarisation pratique comme « objet » d'étude sont toujours peu nombreuses. De plus, elles n'apportent pas de réponse concernant la familiarisation pratique des élèves avec le tableau numérique et donc de permettre d'identifier les connaissances acquises. Pour cela, notre étude propose d'identifier les constituants du référent empirique des jeunes enfants de maternelle concernant le fonctionnement du tableau interactif.

L'analyse des discours des très jeunes élèves, sur le fonctionnement d'un objet comme le tableau numérique, peut permettre d'identifier les connaissances de bases sur lesquelles un enseignement technologique et informatique pourrait prendre appui. Contrairement à l'ordinateur, le tableau numérique n'est pas présent dans le foyer familial. Il ne peut donc pas y avoir de conflit entre des pratiques domestiques et des pratiques scolaires dans l'usage de l'objet (Giannoula, 2004). Cependant, Komis (1994) montre qu'il y a des distinctions pour un même objet dans les représentations des élèves. Ainsi, l'auteur distingue les représentations conceptuelles liées à l'usage des représentations imagées liées à l'aspect des objets. En tenant compte des travaux de recherche cités, nous allons chercher à identifier les représentations partielles ou fausses des élèves sur le tableau interactif.

5. Clarification du fonctionnement d'un tableau interactif

Pour recueillir puis interpréter les représentations des élèves sur le fonctionnement interne d'un objet comme le tableau interactif, il convient d'abord d'en clarifier le fonctionnement (Denhière et Baudet, 1992).

Le tableau interactif peut être considéré comme une tablette graphique connectée à un ordinateur et transformée en tableau (Petitgirard *et al.*, 2011). La souris est remplacée soit par un stylet soit par un doigt, avec le périphérique qu'est le vidéoprojecteur. Ce dernier a pour fonction de projeter l'image présente sur l'écran de l'ordinateur, sur une surface plane, celle du tableau. Pour fonctionner, le tableau interactif doit être alimenté électriquement et être paramétré. Ce paramétrage vise à synchroniser l'image projetée avec le déplacement du doigt ou du stylet.

Le recueil des informations émanant de l'utilisateur est effectué par l'intermédiaire d'une surface composée d'un quadrillage permettant ainsi de localiser la position du doigt ou du stylet.

Ce quadrillage est composé suivant les marques et les modèles de plus de 6000 lignes horizontales et autant en verticales. Un calculateur permet ensuite de transmettre des informations numériques vers l'ordinateur par l'intermédiaire d'un câble USB, d'un port série ou par une connexion sans fil par exemple du type Wifi. Le tableau interactif ne stocke pas de données. Il est seulement une interface de communication entre l'humain et l'ordinateur.

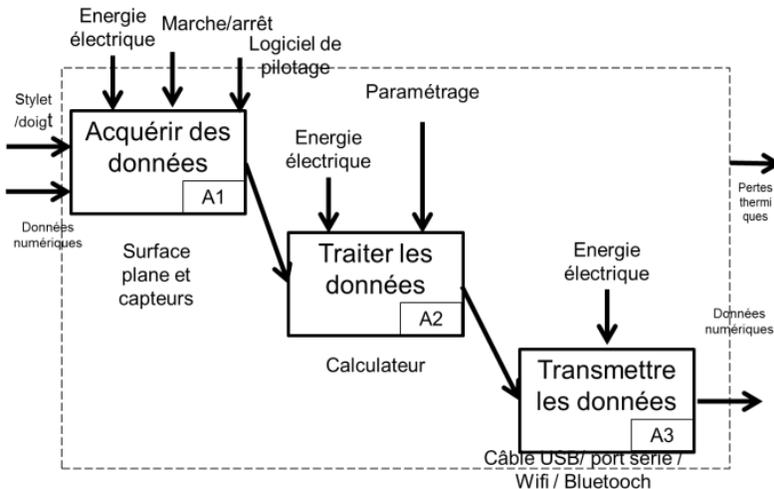


Figure 2 • Analyse fonctionnelle d'un tableau interactif³

Chaque bloc fonctionnel qui compose le tableau interactif (figure 2), « acquérir des données », « traiter des données » et « transmettre des données », traite des informations et les transmet comme valeur d'entrée au suivant. Le bloc fonctionnel transforme une matière d'œuvre d'entrée en une matière d'œuvre de sortie, représentée par les flèches à gauche et à droite de chacun des blocs. Pour assurer cette transformation, un bloc fonctionnel a besoin d'énergie ou d'ordre (représentés par les flèches du dessus).

Le tableau interactif est un objet technique dialoguant avec d'autres objets comme l'ordinateur, le vidéoprojecteur dont l'ensemble forme un système technique plus complexe.

6. Questionnement et hypothèses

Cet article s'inscrit dans une recherche qui rend compte d'une étude exploratoire examinant, par la familiarisation pratique des objets à écrans tactiles à l'école, les connaissances techniques acquises par des élèves de maternelle entre 3 et 6 ans. Afin de recueillir les représentations, le corpus a été constitué de discours d'enfants très jeunes, il est donc vraisemblable que ces derniers ne se soient jamais posé de questions concernant le fonctionnement interne d'un tableau interactif. De plus, les tableaux interactifs ne sont pas présents dans les milieux familiaux, ce qui permet de supposer, a priori, qu'il n'y a pas d'acquisition de connaissances dans le cercle familial sur cet objet comme cela pourrait être le cas avec un ordinateur (Holo, 2010) ou une tablette. Les élèves étant dans leurs trois premières années de scolarisation, les activités scolaires avec le tableau interactif, les éventuelles manipulations et les usages de l'enseignant en classe sont des situations sociales (Vygotski, 1997) permettant aux élèves de constituer une base de connaissances qui, en fonction de l'âge et de la maturité cognitive (Piaget, 2003) peut évoluer. Ainsi, différents travaux de recherche dont les résultats sont soulignés par Cordier et Tiberghien (2002), ont montré que des connaissances naïves sont acquises par des jeunes enfants à partir des expériences qu'ils vivent dans leurs environnements. Comme le précise Hatano (1990), les apprentissages se font au quotidien par des pratiques, par de l'observation de pratiques et par le langage.

Cependant, les élèves peuvent rencontrer des difficultés conceptuelles dans la construction des notions en lien avec le tableau interactif. Avec les spécificités des composants matériels et logiciels, des difficultés d'ordre technique sont susceptibles d'être générées (Levy, 1992). De plus, pour comprendre un objet inconnu certains élèves vont effectuer, spontanément, des analogies avec des dispositifs plus familiers comme l'ordinateur ou encore la tablette, qui peuvent être utilisés dans le cadre familial. Mais, l'acquisition de connaissances par analogie peut être un obstacle épistémologique qui résistera à tout apprentissage (Bachelard, 2004).

L'usage de l'objet mais sans enseignement spécifique sur cet objet peut, comme le soulevaient Giannoula et Baron (2002) concernant l'utilisation de l'ordinateur à la maison en absence d'enseignement, limiter la conceptualisation des élèves et retrouver uniquement dans le discours de ces derniers un inventaire des parties extérieures du tableau interactif sans

en saisir son fonctionnement. De plus, Peyssonneaux (2001) affirme que les élèves peuvent avoir une conception assez large des usages de certains objets numériques et une bonne connaissance du matériel même s'ils connaissent mal le fonctionnement de la machine.

Ainsi, nous supposons que les rencontres scolaires avec un objet technique non familier permettent d'acquérir des connaissances langagières mais aussi techniques, servant de bases à des connaissances scientifiques et techniques disciplinaires.

Cette recherche propose donc d'apporter des réponses aux questions suivantes : d'une part, y a-t-il une éducation technologique avec l'objet tableau interactif par les rencontres que l'école propose directement ou indirectement aux élèves ? Et d'autre part, quelle base de connaissance technique est constituée ?

7. Méthodologie

En prenant appui sur les travaux de Luquet (1927) concernant les différents stades dans l'évolution des dessins, le réalisme des représentations graphiques des jeunes enfants est éloigné de la réalité d'une part à cause d'une motricité pas entièrement maîtrisée et d'autre part car les tracés sont souvent polysémiques. De plus, obtenir des représentations sur le fonctionnement interne d'un objet technique, comme le tableau interactif, semble difficile à représenter par un dessin. D'ailleurs Pelpel (2000) souhaitant recueillir les représentations des élèves de 10 ans concernant l'ordinateur énonçait déjà les limites suivantes : « *Les dessins ne permettent pas de saisir les représentations que les enfants ont du fonctionnement de l'ordinateur... le dessin n'est pas nécessairement, pour répondre à la question donnée, la forme la mieux adaptée pour tous* ». Toujours pour des raisons liées à l'âge des enfants, l'expression écrite, non encore maîtrisée, ne peut être utilisée pour le recueil de données.

En conséquence, l'enquête s'est basée sur des entretiens. Un guide d'entretien semi-directif constitué de questions ouvertes avec des relances a été utilisé. Ainsi, la libre expression était favorisée tout en permettant le recueil de réponses spontanées. Il s'agissait donc de recueillir les propos des élèves qui constituaient des traces de leurs représentations, de leurs connaissances mobilisées spontanément face à une question posée. Le guide tendait à inciter la prise de parole, favorisait la libre expression et surtout permettait de recentrer et recadrer pour éviter la dispersion. Il était constitué de quatre parties :

- Quelle connaissance de l'objet ?
- Comment ça marche ?
- Comment l'utiliser ?
- Quel exemple d'utilisation ?

Le guide, utilisé auprès des élèves, permettait de limiter la durée des entretiens entre 6 et 12 minutes, suivant les groupes. En effet, après avoir testé notre guide (Grugier, 2014) nous avons constaté, face à la population concernée, que ce temps permettait à la fois de recueillir suffisamment de données et de garder l'attention des élèves interrogés pendant le temps de la récréation. En effet, nous nous sommes aperçus qu'au bout de 7 à 8 minutes, l'attention des élèves diminuait surtout pour les plus jeunes.

Afin de rassurer les élèves, nous les avons rencontrés à plusieurs reprises dans le cadre de sorties scolaires et pendant les récréations. De plus, les entretiens se sont déroulés dans leur propre classe et à côté du tableau interactif ce qui leur permettait d'être dans un environnement connu. Enfin, afin de permettre à tous les élèves de s'exprimer, les entretiens se sont déroulés sous la forme d'un débat entre trois enfants animé par le chercheur. Les groupes ont été constitués à partir de l'ordre alphabétique tout en préservant les tranches d'âge.

8. Rencontre avec des élèves de maternelle

8.1. Terrain de recherche

Le choix de l'école maternelle a été arrêté par rapport à l'équipement dans les classes. Ainsi l'école choisie est équipée d'un tableau interactif dans chaque classe.

Ce matériel, identique dans toutes les classes de cette école, est fixé au mur sur un support permettant au tableau interactif de monter et descendre jusqu'à 20 cm du sol sans modifier les réglages du vidéo projecteur. Cette action se fait par la simple pression d'un bouton. Le tableau interactif fait ainsi partie de l'environnement scolaire des élèves au même titre qu'un tableau classique. Ces conditions sont susceptibles de favoriser la mise en place de moments d'enseignement-apprentissage avec et sur le tableau interactif.

L'école où nous avons mené notre enquête se situe dans un village rural de la grande banlieue orléanaise. Elle est composée de 5 classes accueillant des enfants de 3 ans à 11 ans. Les enfants sont issus d'un milieu

socioprofessionnel moyen composé de cadres, de fonctionnaires, de professions libérales, de commerçants et d'ouvriers. L'école accueille entre 100 et 110 élèves, de la petite section de maternelle au cours moyen de deuxième année.

Tableau 1 • Composition du corps

Niveau	Dénomination des trinômes interrogés	Durée des entretiens
Petite Section : enfants de 3 à 4 ans	PS 1	8 min10
	PS 2	6 min42
	PS 3	7 min40
Moyenne Section : enfants de 4 à 5 ans	MS 1	9 min40
	MS 2	9 min40
	MS 3	6 min45
	MS 4	9 min24
	MS 5	10 min35
	MS 6	12 min10
Grande Section : enfants de 5 à 6 ans	GS 1	9 min30
	GS 2	8 min34
	GS 3	9 min
	GS 4	7 min18

La collectivité territoriale en charge de l'école a profité du plan Ecole Numérique Rurale pour introduire ces objets numériques dans les classes. Les enseignants ont suivi différentes formations, techniques et pédagogiques pour exploiter ce matériel.

Après une première approche durant l'année scolaire 2012-2013, dont le corpus était constitué de 12 enfants de première année de maternelle provenant d'une classe à deux niveaux, une seconde série d'entretiens s'est déroulée durant l'année scolaire 2013-2014 auprès de 39 élèves (tableau 1) allant de la petite section à la grande section de maternelle.

8.2. Description de la pratique des enseignants

Dans cette école, les deux classes de maternelle constituées sont à double niveau PS-MS et MS-GS. Dans la première classe, deux enseignants interviennent chacun deux journées par semaine : un enseignant de plus de 50 ans et une enseignante d'une trentaine d'années. Le premier a suivi une formation technique et pédagogique sur et avec le tableau interactif. Le TI est utilisé régulièrement pour visualiser des images et des

photographies mais aussi pour faire participer les élèves à des activités de manipulations d'objets sur l'écran. Par contre, l'enseignante de cette même classe n'a pas suivi de formation sur le tableau interactif.

Dans la seconde classe, deux enseignantes d'une trentaine d'années se répartissent la responsabilité des élèves dans la semaine. L'une des enseignantes a suivi la même formation que son collègue, de la classe de PS-MS, sur le TI. Ce n'est pas le cas pour la seconde enseignante. L'utilisation du tableau interactif est moins importante que dans la première classe. Il s'agit pourtant du même objet qui permet les mêmes fonctionnalités. Les élèves manipulent peu et les fonctionnalités d'interactivité sont par conséquent peu utilisées.

9. Ce que nous disent les élèves : présentation des résultats et discussion

Chaque entretien a été enregistré sur un support audio afin de pouvoir en effectuer une retranscription écrite et analysable. La difficulté, dans les discours, est de pouvoir faire une distinction entre le n'importe quoi, ce que Piaget (1947) désigne par le terme « commode », ou encore les fabulations des croyances de l'enfant et les réactions liées au sujet de l'étude. Les discours décalés ou hors champ ne sont donc pas étudiés, dans cet article.

Nous choisissons de présenter l'analyse du discours des élèves dans l'ordre des thèmes abordés pendant les entretiens, sachant que le vocabulaire utilisé par ces derniers, à la fin, émane d'un travail d'émergence effectué au début de l'entretien. Le discours des élèves ainsi que le vocabulaire utilisé sont donc présentés dans l'ordre chronologique des entretiens.

9.1. Dénomination de l'objet technique

Pour introduire le débat, la première question posée aux élèves leur demandait d'identifier l'objet sur lequel nous avons discuté. Pour cela, le tableau interactif disponible dans la classe est montré du doigt tout en posant la question suivante : comment appelez-vous cet objet ?

Deux réponses apparaissent : le terme de tableau et celui de TBI (tableau 2).

Sur les dix groupes d'élèves, le nom de TBI est cité dans huit groupes et celui de tableau dans six. Il s'agit du vocabulaire employé par les

enseignants des classes. D'ailleurs les petites sections précisent que c'est Monsieur B. qui le désigne ainsi.

Tableau 2 • Dénomination de l'objet par les enfants

Niveau	Nom groupes	Dénomination	Argumentation développée
P. Section : 3 à 4 ans	PS 1	TBI	Monsieur B., il dit ça !
	PS 2	Tableau	
	PS 3	TBI	C'est monsieur B.
M. Sec- tion : 4 à 5 ans	MS 1	TBI, écran	Moi parfois, je l'appelle l'écran
	MS 2	Tableau	
	MS 3	Tableau	Parce que c'est un tableau pour regarder des choses
	MS 4	Tableau, TBI	Un tableau car il y a des crayons. TBI, parce que monsieur B. Il l'appelle TBI
	MS 5	TBI	C'est la maîtresse qui l'appelle TBI
	MS 6	TBI, ordina- teur	C'est Séverine qui l'appelle TBI
G Section : 5 à 6 ans	GS 1	Tableau	
	GS 2	TBI	C'est la maîtresse qui le dit.
	GS 3	Tableau	
	GS 4	TBI	Parce que la maîtresse, elle nous l'a déjà dit.

Le terme tableau semble être plus lié à l'usage qui est fait du tableau interactif. En effet, les élèves précisent :

MS 3 : Tableau parce que c'est un tableau pour regarder des choses.

MS 4 : Tableau, parce qu'il y a des crayons.

Pour un groupe, l'appellation TBI est associée au terme d'écran. Par contre la justification se fait par rapport à l'usage de l'objet :

MS 1 : Moi parfois, je l'appelle l'écran

Aucune différence n'apparaît, entre les enfants de 3 ans et ceux de 6 ans, dans la dénomination de l'objet et l'argumentaire.

Deux groupes font un lien avec le terme ordinateur pour préciser que c'est un tableau mais différent.

MS 5 : C'est un TBI

Chercheur : Comment le sais-tu ?

MS 5 : Parce que, à mon avis, ça ressemble à un ordinateur mais c'est un TBI.

Pour les plus grands :

GS 3 : C'est un tableau

GS 3 : Non c'est... Parce que c'est avec un ordinateur et un tableau, il ne fait pas avec l'ordinateur.

Il y a donc eu l'acquisition de mots, provenant du vocabulaire employé par les enseignants de ces classes.

9.2. Qui utilise le tableau interactif ?

Les enfants sont unanimes : les utilisateurs principaux du tableau interactif sont les enseignants.

Cependant, dans les discours des enfants nous pouvons supposer qu'il existe une utilisation ponctuelle par les élèves :

MS 1 : On l'utilise un peu pour s'entraîner. Pas beaucoup.

MS 5 : Pas les enfants, c'est que la maîtresse qui l'utilise. Avant dans la classe des petits, on pouvait écrire sur le TBI mais pas là. On ne peut plus.

GS 4 : On y a déjà touché quand on était en petite section.

9.3. Des usages en classe

Le tableau interactif se réduit à un usage se rapportant davantage à celui d'un vidéoprojecteur associé à un écran qu'à un usage faisant appel à des activités de manipulation et d'interactivité homme-interface. Il semble être majoritairement utilisé comme un support pédagogique permettant d'utiliser des ressources facilement. Cependant, le discours des élèves montre également un usage où l'élève est acteur en agissant sur des objets virtuels afin de les modifier comme le coloriage ou encore le déplacement de lettres de l'alphabet. La figure 3 reprend les différents usages déclarés par les élèves.

PS 1 : (en parlant de l'utilisation du TBI en classe par l'enseignant). Il a montré plein de choses. Il a montré plein d'images. On a vu des lapins. Il y a plein de dessins animés. Il nous a montré des choses de Pâques.

MS 5 : On regarde des photos de peintre.

MS 6 : Il montre des peintres et des dessins qu'ils font. Aussi, il y a des photos où on est allé.

GS 4 : On regarde des choses. La maîtresse nous montre des tableaux.

Le côté ludique est également nommé à travers des activités :

PS 3 : Il y a des jeux de lettres.

GS 2 : On fait des jeux dessus.

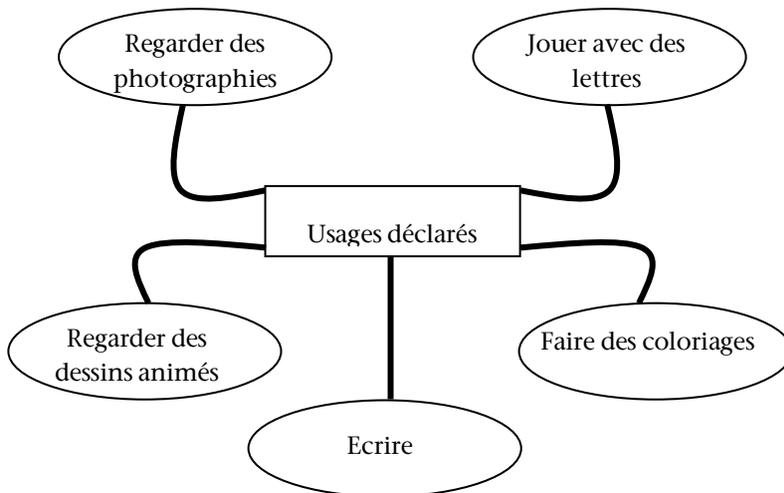


Figure 3 • Usages déclarés avec le tableau interactif

D'autres indices laissent supposer que les élèves de moyennes et de grandes sections utilisent ponctuellement l'objet pour des moments d'apprentissage :

GS 2 : On écrit, on apprend à écrire.

GS 3 : On fait des vagues.

GS 4 : On a fait des coloriages.

Pendant certaines activités, les élèves vont pouvoir manipuler le tableau interactif.

MS 1 : Avec la souris on fait des trucs. Tout à l'heure quand on fait avec les fleurs, on prenait avec le doigt pour les remettre dans l'ordre sur le tableau.

Les activités déclarées par les élèves avec le tableau interactif sont centrées sur de la visualisation d'images, de photographies ou encore d'animations. Quelques activités manipulatoires, comme l'écriture et le coloriage, sont également évoquées.

9.4. Procédure de mise en œuvre de l'objet

Malgré une posture de spectateur plutôt qu'acteur les élèves décrivent des procédures de mise en fonctionnement de l'objet. Ce discours s'appuie sur de l'observation de pratiques régulières.

Une histoire de télécommande et de bouton vert :

PS 2 : Il faut appuyer. Le vert (bouton). Le vert tout en bas.

MS 1 : On appuie sur des boutons. Il y a une télécommande. On voit un petit rond avec un trait.

MS 4 : T'appuie sur un bouton du TBI.

GS 2 : On appuie sur un bouton. Il y a une télécommande. Il y a plein de boutons mais faut pas appuyer dessus.

GS 4 : Il y a une petite télécommande et on doit appuyer sur le bouton vert.

Si les enfants de moyenne et de grande section de maternelle ont tous décrit une procédure pour allumer le tableau interactif, ce n'est pas le cas pour l'ensemble des groupes des petits.

En effet, un groupe de trois élèves ne s'est pas exprimé sur ce sujet. De plus, l'objet télécommande n'est pas évoqué systématiquement alors que pour les moyennes sections, il revient régulièrement.

À partir de 4 ans, un groupe d'élèves sur les six, de moyenne section et tous ceux de grande section ont identifié un lien entre l'ordinateur et le tableau interactif.

MS 5 : Pour le faire marcher, on appuie sur un truc. On attend un peu et après ça ouvre. Elle (la maîtresse) appuie sur les boutons de l'ordinateur est après ça ouvre. Après, on appuie sur un bouton, je ne sais pas lequel et après ça s'allume.

GS 1 : L'ordinateur. En fait, on l'allume, après on allume le TBI. Et quand on clique, il y a plein d'images et ça commence à apparaître. La télécommande, elle sert pour allumer en haut. Si on voit le vert, ça s'allume.

GS 3 : En fait, on utilise l'ordinateur pour l'allumer. Après, on appuie sur un des carrés avec la souris. Il y a aussi une petite télécommande.

La maturité des enfants, le développement cognitif mais surtout la confrontation à des situations d'observation d'une pratique des enseignants a permis aux élèves d'acquérir des connaissances concernant la mise en fonctionnement du tableau interactif de la classe. Ainsi, après deux années scolaires dans une classe de maternelle en présence d'un tableau interactif, les élèves ont observé, par rapport à la pratique de l'enseignant, un élément supplémentaire et qui leur semble nécessaire pour la mise en fonctionnement de l'objet (figure 4).

Il s'agit de l'ordinateur. Au fur et à mesure des rencontres, le tableau interactif n'est plus perçu comme un objet isolé mais comme un objet

faisant partie d'un système plus large dont les limites ne sont pas encore connues.

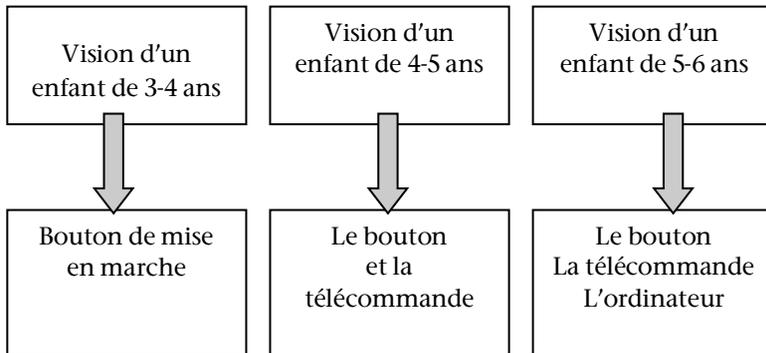


Figure 4 • Évolution des représentations des élèves dans l'identification des éléments utilisés pour la procédure de mise œuvre d'un tableau interactif

9.5. Tableau interactif et ses périphériques

Comme pour la procédure de mise en œuvre d'un tableau interactif, les différents périphériques qui entourent le tableau interactif sont identifiés au cours des années. Peu à peu le tableau interactif s'inscrit dans un système composé d'autres objets en interaction entre eux.

L'ordinateur et ses fonctions :

PS 1 : L'ordinateur sert à faire des trucs.

MS 1 : Il y a un ordinateur et une souris. Comme ça, on voit les deux images en parallèle.

MS 2 : (l'ordinateur). C'est pour voir. Il (l'enseignant) voit sur l'ordi et après sur le tableau.

MS 3 : ça (l'ordinateur), c'est pour mettre des trucs sur le tableau.

MS 5 : C'est l'ordinateur qui le fait marcher.

GS 3 : L'ordinateur sert à voir la même photo. S'il n'y a pas d'ordinateur, il ne marche pas.

Peu de jeunes élèves ont identifié la présence d'un ordinateur à côté du tableau interactif. Pour les enfants de 4 à 6 ans, l'ordinateur permet d'avoir un double écran.

Naturellement, plus les élèves sont grands et plus ils identifient d'objets faisant partie du système à côté du tableau interactif. Les enfants

de 3 à 4 ans citent l'ordinateur et la souris, ceux de 4 à 6 ans mentionnent aussi la clé USB et le son.

Même s'il y a une identification d'autres objets, les fonctions de ces derniers ne sont pas bien maîtrisées :

MS 1 : Avec la souris, on fait des trucs.

MS 6 : (Comment ça fonctionne un TBI ?) Avec le truc (vidéoprojecteur) en haut. En haut du TBI, de l'écran. Il y a un truc.

Il y a bien une acquisition de vocabulaire mais, ce dernier, n'est pas forcément bien maîtrisé par les élèves :

MS 1 : La souris c'est la flèche.

MS 5 : On utilise la télécommande USB.

9.6. Utiliser le tableau interactif

Les jeunes élèves de 3 à 4 ans ne décrivent aucune procédure pour utiliser le tableau interactif alors que l'ensemble des groupes de grandes sections se sont exprimés. C'est, en partie, lié à l'âge des élèves avec un manque de maturité cognitive pour comprendre et mettre en mot ce qu'ils observent. Car, il apparaît dans le discours des plus grands que c'est en petite section qu'ils ont utilisé le plus le tableau interactif.

MS 1 : Tout à l'heure, quand on a fait avec des fleurs, on prenait avec le doigt pour remettre dans l'ordre sur le tableau. Il faut mettre le doigt sur le tableau.

MS 6 : On prend les crayons.

GS 4 : On peut prendre le crayon ou le doigt. Que les crayons comme là (il montre ceux dédiés au TBI). On choisit des couleurs.

De plus, les élèves qui se sont exprimés pour décrire comment utiliser le tableau interactif soulèvent des contraintes techniques qu'ils ont identifiées en le manipulant :

MS 1 : Il ne faut pas mettre la main.

MS 6 : On met sa main derrière son dos et après on dessine. Si on ne met pas sa main derrière son dos et ben, ça n'écrit pas. Si, ça écrit mais, on fait du gribouillibouilla.

GS 3 : Il faut prendre le crayon mais pas poser la main, sinon ça fait un petit point. Par exemple, je veux dessiner un cœur, je prends le crayon et je mets ma main sur le tableau et ça fait un trait. On n'a pas le droit d'écrire avec la main sinon ça fait du gribouillage.

La manipulation, même faible, a permis aux élèves de définir certaines conditions d'utilisation du tableau interactif. Des stratégies, comme

mettre une main dans le dos, ont été développées soit d'une manière instinctive soit en suivant les consignes des enseignants.

9.7. Dedans, comment ça fonctionne ?

Lorsque la discussion aborde ce qu'il y a à l'intérieur et de quoi est composé le tableau interactif, les réponses des élèves sont évidemment moins précises. Les enfants de 3 à 4 ans ne formulent aucune réponse par contre, les moyennes sections et surtout les grandes sections formulent des hypothèses. Le terme d'électricité, comme réponse spontanée, apparaît comme si ce mot regroupait une solution évidente mais, qu'il conviendrait d'explorer spécifiquement :

MS 1 : Il y a une batterie. De l'électricité.

MS 2 : Des piles. Une batterie. Moi je sais parce que c'est ma mère qui me l'a dit.

MS 4 : Il faut de l'électricité pour le TBI. Beaucoup d'électricité.

MS 5 : Des prises d'électricité et puis ça vibre et c'est ça qui fait marcher.

Pour les grandes sections, les représentations sont sensiblement identiques :

GS 1 : Des prises. Il y a des fils qui se branchent.

GS 2 : Des fils d'électricité. De l'électricité. Ça vient de la centrale nucléaire.

GS 4 : Il y a des fils pour allumer.

La familiarisation pratique des élèves avec le tableau interactif constitue, ici, un référent empirique pour l'enseignement du concept d'électricité. Difficile, par rapport à la taille du corpus, d'affirmer que les représentations ont évolué entre ceux qui évoquent les piles ou les batteries et l'élève de grande section qui cite la centrale nucléaire. Ce qui peut être noté, c'est que les élèves de petite section ne se sont pas posé de question sur ce qu'il pouvait y avoir derrière l'écran, d'un point de vue technique. Alors que dès la deuxième année de scolarité, les élèves formulent des hypothèses qui mériteraient d'être explorées (piles, batteries, fils électriques, centrale nucléaire).

9.8. Tableau interactif : une unité de stockage pour les élèves

En effectuant des relances, par rapport à l'usage décrit par les élèves, le tableau interactif est considéré comme un lieu de stockage de

l'information tout comme l'ordinateur. Cependant, comme précédemment, les élèves ne s'expriment pas tous à ce sujet.

PS 1 : Les petits lapins, ils sont dans le TBI et l'ordinateur aussi.

MS 1 : Les œufs de Pâques restent dedans parce que quand on rallume, ils restent dedans.

MS 5 : Elles (les photos) sont dans l'ordinateur et dans le TBI. Elles sont dans les deux.

D'autres émettent des hypothèses différentes :

GS 1 : Il faut aller sur Internet.

GS 2 : Dans la clé USB.

Mais, le manque d'expérimentation conduit les élèves à avouer leur ignorance :

GS 3 : On ne sait pas parce que c'est la maîtresse qui les met.

Autant, l'observation de la pratique enseignante par les élèves leur permet de décrire une procédure de mise en fonctionnement du tableau interactif autant, le manque de manipulation de l'objet les conduit à formuler des affirmations fausses quant à la notion de lieu de stockage des données.

Finalement les enfants, dans l'ensemble, ont attribué un nom à cet objet : tableau ou TBI. Il s'agit des termes utilisés par les enseignants. D'ailleurs, selon les déclarations des enfants, c'est bien l'enseignant qui utilise principalement le tableau interactif pour projeter des photographies et des images. Ainsi, l'usage qui est fait du tableau interactif laisse peu de place aux fonctions tactile et interactive.

10. Conclusion et perspectives

Cette contribution permet d'affirmer que l'objet tableau interactif, dans son fonctionnement externe et son usage n'est pas complètement cerné par ces élèves mais ils commencent à en avoir une vision en termes de mise en fonctionnement. Le travail de recherche qui se poursuit auprès d'élèves de cours élémentaires de cette même école devrait permettre de préciser encore plus les connaissances et les compétences acquises par la manipulation ou l'observation.

Toujours d'un point de vue externe, il est identifié qu'il faut agir sur des boutons et qu'il est nécessaire d'avoir de l'électricité pour le faire fonctionner. De même les enfants ont repéré un autre objet qui est placé à côté, l'ordinateur, mais sans faire de lien, technique, entre les deux. Il s'agit

d'avoir un double écran. Cette perception générale d'autres organes a déjà été identifiée auprès d'élèves de collège (Lebeaume et Perez, 2012) ce qui conforte le constat du masquage du fonctionnement par l'observation d'usage.

Les savoirs et les connaissances sont acquis essentiellement par l'observation de pratiques enseignantes. Les élèves ont également développé des techniques manipulatoires de l'objet en tant qu'utilisateur. Ils savent, en effet, qu'avec un doigt, il est possible de déplacer des éléments ou de laisser des traces sur le tableau interactif avec des crayons spécifiques. Par contre, ils ne se posent pas de question entre l'action de leur main sur l'objet et l'interprétation faite par ce dernier.

Les élèves émettent l'hypothèse que le tableau interactif peut-être un endroit de stockage. La notion de stockage qui renvoie plus tard à la question de l'arborescence de fichiers sera peut-être un obstacle dans leurs scolarités à venir. En effet, certains élèves de maternelle font des analogies entre artefacts et notamment entre le tableau interactif et la tablette (Grugier, 2014).

Pour conclure, il apparaît que les élèves sont curieux et se posent des questions pour mettre en fonctionnement et utiliser le tableau interactif. Par contre, ils restent sur le registre d'observateur-utilisateur, et peu d'interrogations sont faites concernant un fonctionnement interne qui nécessite une posture différente. En effet, la familiarisation avec l'objet ne s'opère que sur le registre de l'observation et non de la manipulation. Un usage centré sur du déplacement d'objet virtuel, sur de la conception collaborative avec l'écran tactile, sur de l'exploitation de document d'une séance à une autre peut favoriser une meilleure compréhension de cet objet. Une entrée par l'usage est une autre approche pour mieux comprendre le fonctionnement d'un objet.

Les trois blocs fonctionnels du tableau interactif indiqués en figure 2 (acquérir, traiter et transmettre des données) ne sont pas perçus par ces élèves de maternelle comme les fonctions du tableau interactif. Cependant, les rencontres régulières avec l'objet à écran tactile ont permis aux élèves l'acquisition d'un vocabulaire spécifique et l'acquisition de premières connaissances techniques. Mais ces connaissances ont encore des bases fragiles : les usages qui sont effectués en classe ne permettent pas d'avoir une réelle éducation technologique puisque l'objet est considéré comme un support d'enseignement et non un objet d'étude.

NOTES

- 1 Ministère de l'éducation nationale (2008). Programme de l'école maternelle. Petite section, moyenne section, grande section. *BOEN hors-série n°3 du 19 juin 2008*.
- 2 Ministère de l'éducation nationale (2002). Programme de l'école primaire. Ecole maternelle. *BOEN n°1 du 14 février 2002*.
- 3 Représentation inspirée du modèle SADT (Structured Analysis and Design Technique).

BIBLIOGRAPHIE

Albertini, J.-M. (1990). Le développement des multimédias suppose des recherches de base. Dans M. Grandbastien (dir.), *Les technologies nouvelles dans l'enseignement général et technique : situation au terme des années 80 et propositions d'orientations pour la décennie à venir*. Paris : La Documentation Française.

Archambault, J.-P. (2005). 1985, vingt ans après... Une histoire de l'introduction des TIC dans le système éducatif français. *EpiNet*, 78. Récupéré de : <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0509a.htm#encart>

Bachelard, G. (2004). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.

Baffico, P. (2009). L'utilisation du tableau blanc interactif pour enseigner la géographie au lycée. *L'Information géographique*, 73(3), 65-83.

Ball, B. (2003). Teaching & learning mathematics with an interactive whiteboard. *Micromaths*, 19, 4-7.

Baron, G.-L. et Bruillard, E. (1996). *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*. Paris : PUF.

Béziat, J. (2013). Les TIC à l'école primaire en France: informatique et programmation. *EpiNet*, 157. Récupéré de : <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1311d.htm>

British educational communications and technology agency (BECTA). (2007). *Harnessing Technology Review 2007: Progress and impact of technology in education*. Récupéré de : http://dera.ioe.ac.uk/1426/1/becta_2007_htreview_summary.pdf

Boulc'h, L. et Baron, G.-L. (2011). *Connaissances et représentations du tableau numérique interactif chez les futurs professeurs des écoles : réflexion sur la formation aux technologies éducatives*. Communication présentée au quatrième colloque international DIDAPRO 4. Université de Patras, Grèce.

Buxton, A. (2010). A Touching Story: A Personal Perspective on the History of Touch Interfaces Past and Future. *Society for Information Display (SID) Symposium Digest of Technical Paper*, 41, 444-448.

Chaptal, A. (2007). *Usages prescrits ou annoncés, usages observés. Réflexions sur les usages scolaires du numérique par les enseignants, Document en ligne*. Récupéré de : <http://www.cairn.info/revue-document-numerique-2007-3.htm>.

Cordier, F. et Tiberghien, A. (2002). Connaissances « naïves » sur le monde matériel du bébé à l'adulte. Dans, A. Tiberghien (dir.), *Des connaissances naïves au savoir scientifique*. (p.10-30). Synthèse commandée par le programme « École et

sciences cognitives». Récupéré de : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/edutice-00000285/document>

Denhière, G. et Baudet, S. (1992). *Lecture, compréhension de texte et science cognitive*. Paris : PUF.

Dimet, B. (2001). *Contribution à l'étude de l'informatique comme objet de formation à l'école obligatoire* (Thèse de doctorat). Université Paris V, Paris.

Giannoula, E. (2004). Ordinateur familial face à l'ordinateur scolaire : analyse des représentations des enfants à travers leurs dessins. *Sciences et Techniques éducatives*, 9(3-4), 437-456.

Giannoula, E. et Baron, G.-L. (2002). *Pratiques familiales de l'informatique versus pratiques scolaires : représentations de l'informatique chez les élèves d'une classe de CM2. Lyon. 7^e Biennale de l'éducation et de la formation. Actes des contributions*. Récupéré de : <http://www.inrp.fr/biennale/7biennale/Contrib/longue/7244.pdf>

Grugier, O. (2014). *Dis-moi comment ça fonctionne un TBI ?* Marseille. Colloque de l'ARDIST. Récupéré de : <http://www.ardist.org>

Hatano, G. (1990). The nature of everyday science: A brief introduction. *British Journal of Developmental Psychology*, 8, 245-250.

Holo, A. (2010). *Les Technologies de l'Information et de la Communication dans l'enseignement du premier degré en France. Contribution à l'étude des compétences des élèves de l'école élémentaire en TIC, les origines et modes d'acquisition de celles-ci* (Thèse de doctorat). Université Paris Descartes.

Jodelet, D. (1999). *Les représentations sociales*. Paris : PUF

Karsenti, T., Collin, S. et Dumonchel, G. (2012). L'envers du tableau : ce que disent les recherches de l'impact des TBI sur la réussite scolaire. *Vivre le primaire*, 25, 30-32.

Komis, V. (1994). Discours et représentations des enfants autour des mots informatique et ordinateur. *Revue de l'EPI*, 73, 75-87.

Lasson, C. (2004). *Ruptures et continuités dans la familiarisation pratique en technologie de l'école pré-élémentaire au collège* (Thèse de doctorat). ENS Cachan, Cachan.

Lebeaume, J. et Martinand, J.-L. (dir.) (1998). *Enseigner la technologie au collège*. Paris : Hachette.

Lebeaume, J. et Perez, W. (2012). How do the Interactive White Board and the Radio Frequency Identification and tracking system work? Exploration of pupils' spontaneous knowledge and didactical proposals for Technology Education. Dans T. Ginner et al. (dir.), *Proceedings of Patt Conference 26* (p. 293-300). Linköping : University Electronic Press.

Lebeaume, J. (2013). Technologie. *VRS La vie de la recherche scientifique*, 392, 26-27.

Lefebvre, S. et Samson, G. (2015). *Le tableau numérique interactif*. Canada : Presses de l'Université du Québec.

Legros, V. (2005). Représentation des TICE chez les enseignants : impact de la prise de fonction. Dans G.L. Baron, C. Caron et M. Harrari (dir.), *Le multimédia dans la classe à l'école primaire* (p. 41-63). Paris : INRP.

Linder, S. (2012). Interactive whiteboards in early childhood Mathematics. Strategies for Effective Implementation in Pre-K-Grade 3. *Young children*, 26-35.

Récupéré de : <http://echd430-f13-love.wikispaces.umb.edu/file/view/InteractiveWhiteboard.pdf>

Lisenbee, P. (2009). Whiteboards and Web Sites: Digital Tools for the Early Childhood Curriculum. *National Association for the Education of Young Children*, 64 (6), 92-95.

Luquet, G.-H. (1927). *Le dessin enfantin*. Récupéré de : <http://luquet-archives.univ-paris1.fr/archive.php?domaine=psychologie>

Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière: des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Berne : Peter Lang.

Michau, C. (2008). Pythagore se mesure au tableau. *Médialog*, 67, 10-14.

Normand, R. (2015). La cohabitation des outils technologiques : perceptions et réflexions sur la diversité des outils en contexte scolaire. Dans S. Lefebvre et G. Samson (dir.). *Le tableau numérique interactif* (p. 105-120). Canada : Presses de l'Université du Québec.

Pelpel, N. (2000). Dessine-moi une souris. Etude comparative de représentations d'élèves. *Revue de l'EPI*, 100, 133-146. Récupéré de : <http://www.epi.asso.fr/revue/100/ba0p133.htm>.

Petitgirard, J.-Y., Abry, D. et Brodin, E. (2011). *Le tableau Blanc interactif*. Paris : CLE International.

Peyssonneaux, C. (2001). Les représentations de l'ordinateur chez les élèves de CM2. *Revue de l'EPI*, 103, 139-149.

Piaget, J. (2003, 1^{re} édition 1947). *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris : PUF.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : A. Colin.

Villemonteix, F. (2007). *Les animateurs TICE à l'école primaire: spécificités et devenir d'un groupe professionnel. Analyse de processus de professionnalisation dans une communauté de pratiques en ligne* (Thèse de doctorat). Université René Descartes - Paris V.

Villemonteix, F. et Béziat, J. (2014). Le TNI à l'école primaire : entre contraintes et engagement. *STICEF*, 20, 327-350.

Villemonteix, F. et Stolwijk, C. (2011). *Processus d'adoption du TNI : quelle part de soi ?* Communication présentée au quatrième colloque international DIDAPRO 4. Université de Patras, Grèce.

Vygotski, L. (1997). *Pensée et Langage*, Paris : La Dispute.

Yáñez, L. et Coyle, Y. (2010). Children's perceptions of learning with an interactive whiteboard. *ELT Journal*, 9.

Yi-Fang Luo et Shu Ching Yang (2016). The Effect of the Interactive Functions of Whiteboards on Elementary Students' Learning. *Journal of Educational Computing Research (sous-press)*.