

## Rapport de recherche

### Analyse de l'appropriation des XO en classe par les enseignants à l'école primaire



*Sandra Nogry\*, Françoise Decortis\*\*, Carine Sort, Stéphanie Heurtier*

*\*Equipe CRAC, Laboratoire paragraphe, Université Cergy-Pontoise,*

*\*\*Equipe C3U, Laboratoire Paragraphe, Université Paris 8*

*Contact : [sandra.nogry@u-cergy.fr](mailto:sandra.nogry@u-cergy.fr)*

## Table des Matières

1. Projet OLPC : quels usages ?.....	3
1.1 Usages du XO par les enfants .....	4
1.2 Usages du XO par les enseignants .....	5
1.3 Usages des ordinateurs portables en classe.....	6
2. Comment analyser l'appropriation des XO par les enseignants ?.....	7
3. Présentation de l'étude .....	8
3.1 Terrain.....	8
3.2 Matériel .....	9
3.3 Procédure.....	9
3.4 Analyse de l'activité dans une perspective systémique.....	9
4. Résultats généraux .....	10
4.1 Déterminants de l'activité .....	10
4.2 Utilisabilité .....	11
4.3 Utilisation des ordinateurs en classe .....	12
4.4 Principales transformations de l'activité des enseignants.....	13
4.5 Etude de cas 1 : Production d'écrit.....	14
4.6 Etude de cas 2 : Calcul mental .....	17
4.7 Effets sur l'attitude des enfants .....	20
5. Discussion.....	20
5.1 Des résultats en accord avec les études déjà réalisées.....	20
5.2 Une transformation de l'activité en classe .....	21
5.3 Différentes transformations du système d'instruments .....	23
6. Conclusion.....	24
7. Remerciements.....	26
8. Bibliographie .....	26
Auteurs de l'étude.....	29

## Introduction

Permettre à chaque enfant, quel que soit son pays d'origine et son milieu social, d'apprendre et d'acquérir les compétences du 21<sup>ème</sup> siècle en lui offrant la possibilité d'utiliser un ordinateur portable adapté à ses conditions de vie, tel est l'objectif du projet OLPC (One Laptop Per Child) développé à partir de 2005 sous l'impulsion de Nicholas Negroponte au Massachusetts Institute of Technology. Dans ce but, le MIT a conçu le XO, un ordinateur conçu pour les enfants de 6 à 12 ans. Cet ordinateur est conçu pour favoriser la mobilité et la connectivité. Il propose une interface spécifiquement conçue pour les enfants et des activités éducatives favorisant un apprentissage constructionniste (Harel & Papert, 1991), le XO propose notamment de nombreuses activités de programmation dans différents domaines.

Des programmes de déploiement ont été mis en place partout dans le monde. Les évaluations réalisées (voir Hirji et al., 2010 ; Nugroho & Lonsdale, 2010 ; Varly, 2010<sup>1</sup> pour une synthèse) ont beaucoup à nous apprendre sur les usages des XOs par les enfants. Elles montrent notamment que le rôle à jouer par les enseignants et l'entourage de l'enfant (Warschauer & Ames, 2010). "*teachers participation is still essential to the success of any deployment project, mainly because deployments to students are carried out through schools.*" (Nugroho & Lonsdale, 2010).

En effet, comme le rappellent Yarosh et al. (2011), "*an entire social ecology needs to be in place for the child to successfully learn and connect*". De notre point de vue, l'idée d'une écologie sociale a deux conséquences principales. En premier lieu, la conception et l'évaluation des technologies à visée éducative demande à adopter un point de vue systémique qui inclut tous les acteurs qui contribuent à l'activité, à l'école, les enfants et les enseignants. Deuxièmement, la technologie transforme l'activité du sujet, l'apprentissage, mais le sujet lui-même transforme aussi la technologie en fonction de son activité, de la situation, de ses façons d'agir, de penser. Ce double mouvement se met en place durant le processus d'appropriation.

L'objectif de notre recherche est d'analyser le processus d'appropriation du XO dans une perspective longitudinale en étudiant à la fois la façon dont son introduction fait évoluer les formes d'apprentissage, mais aussi la façon dont il est ajusté par rapport à l'activité des utilisateurs. Peu d'études ont été menées sur l'utilisation et l'appropriation de XO par les enfants, mais aussi par leur entourage, en particulier les enseignants. De plus, ces études ne sont pas explicitement inscrites dans un cadre théorique bien défini. Ainsi, dans cette perspective, nous proposons de mobiliser la théorie instrumentale (Rabardel, 1995) afin de mettre en évidence ce processus d'appropriation.

Pour des raisons pratiques, une première étude a été conduite en France, à travers la mise en place d'un déploiement en région parisienne dans une école située en éducation prioritaire. Dans ce rapport, nous présentons d'abord ce qu'on sait à l'heure actuelle sur les usages des XOs par les enfants et leur entourage. Puis, après avoir présenté succinctement notre cadre théorique, nous présenterons l'étude menée à Saint-Denis sur l'appropriation du XO et la façon dont l'introduction de ces ordinateurs en classe transforme l'activité de l'enseignant et des enfants.

## 1. Projet OLPC : quels usages ?

De nombreux déploiements existent à travers le monde. Actuellement, 2, 4 millions de XO ont été déployés dans différents programmes d'aide au développement. Les

---

<sup>1</sup> <http://varlyproject.wordpress.com/2010/10/16/olpc-evaluations-what-for-what-has-been-done-what-could-be-done/>

déploiements les plus importants sont en Uruguay (510 000 XO) et au Pérou (900 000 XO)<sup>2</sup>. Ces deux programmes concernent l'ensemble des écoles primaires de ces deux pays. Les autres programmes sont plus restreints. Ils concernent le plus souvent quelques écoles et une petite communauté.

De nombreuses dimensions distinguent les projets les uns des autres. La présence d'infrastructures adéquates ainsi que la formation et l'accompagnement des enseignants semblent jouer un rôle crucial dans la réussite des déploiements et les usages éducatifs des ordinateurs (Warschauer & Ames, 2010). Différentes études qualitatives conduites dans les projets pilotes décrivent les usages des XO ; des enquêtes conduites dans les déploiements plus importants donnent également des indications sur les usages. Cette section revient sur ces différents résultats en résumant les usages du XO par les enfants et par les enseignants dans différents contextes.

### ***1.1 Usages du XO par les enfants***

Les différentes études réalisées montrent que les enfants utilisent avec facilité le XO et l'environnement Sugar (Flores & Hourcade, 2009 ; Hirji et al., 2010 ; Nugroho & Lonsdale, 2010). Quel que soit le pays l'utilisation du XO motive les enfants et favorisent leur engagement dans les activités proposées (Hirji et al., 2010 ; Nugroho & Lonsdale, 2010).

Lorsqu'il est permis de ramener le XO à la maison, les enfants en font une utilisation intensive : au Pérou la moitié des enfants interrogés l'utilisent plus de 4 fois par semaine (Cristia et al., 2012), en Uruguay, 90% des enfants l'utilisent chaque semaine et plus de 60% des enfants l'utilisent au moins 3 fois par semaine et à Birmingham la moitié des enfants interrogés l'utilisent plus de 2 heures par jour (Warschauer, Cotten & Ames, 2011).

Les activités préférées des enfants sont principalement des activités de divertissement telles que les jeux (en particulier les jeux en ligne), la musique et les vidéos sur internet (Hourcade et al., 2009 ; Perez-Burger, 2011), les réseaux sociaux (Perez-Burger, 2011), ou le chat (Warschauer, Cotten & Ames, 2011). Au Pérou où les connexions internet sont beaucoup moins accessibles, les jeux et les applications musicales sont les plus utilisées, suivies par le traitement de texte et le navigateur (Cristia et al., 2012).

#### ***1.1.1 Une transformation des formes d'apprentissage en classe ?***

Tout d'abord, l'ensemble des études soulignent l'effet de l'utilisation des XO sur la motivation et l'engagement des élèves dans les activités proposées en classe (voir Hirji et al., 2010 ; Nugroho & Lonsdale, 2010 pour une revue). Par ailleurs, d'après les analyses qualitatives réalisées dans différents projets pilotes (Uruguay, Ethiopie, îles salomons, Haïti), l'introduction du XO en classe semble provoquer une transformation des formes d'apprentissage. La maniabilité de l'ordinateur favorise les échanges entre enfants et la collaboration (Hirji et al., 2010). Par exemple, Hourcade et al. (2009) observent une grande entre-aide entre les enfants, ils vont par exemple consulter les autres pour résoudre leurs difficultés techniques ou échanger sur les nouveautés découvertes sur le web. La mobilité favorise le développement de formes d'apprentissage collaboratif (Everts, 2009), et rend possible les « field trip » : la collecte de données en dehors de la classe (Flores & Hourcade, 2009) et la mise en place de projets éducatifs impliquant à la fois l'école et la communauté (Cyranek, 2010). La connectivité semble augmenter l'intérêt des enfants pour la lecture et l'écriture à travers

---

<sup>2</sup> Source : site de la fondation OLPC <http://one.laptop.org/map>

des activités de recherche d'information et de création de contenus (blogs), et développer leur créativité à travers la production de contenus multimédias (Flores & Hourcade, 2009).

Il est à noter que dans ces différents projets pilotes, les enseignants sont formés et souvent accompagnés. Dans d'autres déploiements souvent plus importants, la formation, l'accompagnement des enseignants est beaucoup plus réduit, et les supports techniques sont moins présents. Dans ces déploiements, l'utilisation peut être moins fréquente et les usages différents. A Birmingham par exemple, les utilisations observées en classe étaient peu fréquentes et peu variées. En dehors de la classe, l'ordinateur était plus fréquemment utilisé pour des activités ludiques. Néanmoins, le XO n'a pas développé les pratiques pédagogiques ou créatives : les enfants disent avoir passé moins de temps à utiliser l'ordinateur pour faire des recherches, leurs devoirs ou pour créer des contenus qu'avant la distribution des XO (Warschauer, Cotten & Ames, 2011).

### *1.1.2 Des usages différenciés*

Une analyse plus fine des usages des XO par les enfants (Warschauer & Ames, 2010 ; Perez-Burger, 2011) montrent des usages différenciés des XO : tous les enfants n'ont pas développé la même autonomie, la même créativité et la même indépendance vis-à-vis de l'ordinateur. En Uruguay, un tiers des enfants sont des utilisateurs intensifs. Ces enfants, plus souvent des garçons en 5ème et 6ème année et citadins disent avoir appris à utiliser l'ordinateur seuls. Les autres enfants, utilisateurs moins intensifs, disent avoir appris à utiliser l'ordinateur à l'école avec l'aide d'un adulte, souvent l'enseignant (Perez-Burger, 2011). Les observations faites en Haïti (Naslund-Hadly, 2009) montrent également que tous les enfants ne sont pas également autonomes : la plupart abandonnaient lorsqu'ils rencontraient une difficulté, puis se limitaient aux activités plus simples pour lesquelles ils étaient plus à l'aise.

Selon Warschauer & Ames (2010), les enfants les plus favorisés sur le plan socio-économique en font un usage plus créatif. Cet effet serait lié à plusieurs facteurs : les compétences initiales des enfants, les pratiques relatives aux TIC de l'entourage de l'enfant (famille, amis, enseignant, etc.), le guidage proposé à l'enfant par son entourage. Ainsi, en Haïti, lorsque l'enseignant était peu engagé (peu de contrôle de l'activité des élèves, et peu de prise d'initiative pour aller apporter de l'aide aux élèves), la plupart des élèves montraient rapidement une distraction et un désintérêt pour l'activité en cours, marqué notamment par une exploration des autres activités disponibles sur le XO. Des observations similaires ont été faites en Uruguay : un usage superficiel des XO [en classe] entraîne un désintérêt ou même un usage très basique de la part de l'enfant car il ne bénéficie pas de la tutelle des enseignants ou de la famille (Alvaro Gascue, 2010).

Dans les déploiements évalués, l'usage du XO par les enfants et son impact du XO sur le développement de leurs compétences dépend de l'implication des enseignants et de la façon dont les enseignants l'intègrent à leurs pratiques (Nugroho & Lonsdale, 2010 pour une synthèse), il convient donc d'analyser les usages faits des XO par les enseignants.

## **1.2 Usages du XO par les enseignants**

Contrairement aux enfants, les adultes éprouvent souvent des difficultés à utiliser le clavier et la souris et à prendre en main l'environnement sugar, conçus pour les enfants (Flores & Hourcade, 2009 ; Warschauer & Ames, 2010).

La fréquence moyenne d'utilisation du XO et les formes d'utilisation sont très variables d'un programme de déploiement à l'autre.

Dans les projets pilotes (cf. Hirji et al. en 2010 ; Nugroho & Lonsdale, 2010), où l'accompagnement est le plus important, les enseignants disent utiliser le XO très régulièrement pour préparer leurs cours, diversifier leurs ressources pédagogiques, donner des devoirs à la maison enregistrer l'activité des élèves ou encore le contrôler leurs progrès (Hirji et al. en 2010). Le XO favorise également un enseignement plus personnalisé. Pendant que les élèves travaillent de façon autonome, l'enseignant peut accorder davantage de temps aux élèves qui en ont le plus besoin. La mobilité permise par le XO est particulièrement appréciée, notamment pour collecter des données en dehors de la classe exploitables ensuite en cours (cf. Flores & Hourcade, 2009).

En Uruguay, où un effort important est accordé à l'accompagnement pédagogique, les enquêtes mettent en évidence une évolution lente et progressive des usages (Perez-Burger, 2010). La fréquence d'utilisation en classe augmente progressivement : en 2009, 57% disent l'utiliser une à deux fois par semaine, 25% au moins trois par semaine, en 2010, l'utilisation 3 fois par semaine passe à 45% des enseignants. L'utilisation semble être de plus en plus diversifiée. Les enseignants disent différencier davantage les activités proposées en fonction du niveau des élèves, et certains font usage des possibilités offertes par la mobilité du XO (Hourcade et al., 2009,).

Au Pérou et à Birmingham, les programmes dans lesquels les supports pédagogiques et la formation des enseignants sont peu développés, il semble que l'utilisation en classe soit peu fréquente et peu innovante (voir par exemple Martinez et al., 2010 ; Warschauer, Cotten & Ames, 2011). Ainsi au Pérou, il semble que le XO ait remplacé le cahier dans certaines activités, sans modifier les activités proposées ou les modes d'interactions au sein de la classe (Martinez et al., 2010)<sup>3</sup>.

Cet usage limité peut s'expliquer par des problèmes matériels (connectivité, maintenance des ordinateurs), mais aussi par un manque d'implication des enseignants dans le programme de déploiement. La diffusion des innovations dépend de l'environnement social et culturel dans lequel elles sont introduites (Krammer et al., 2009) ; L'arrivée de l'ordinateur peut remettre en cause le statut de l'enseignant et son rôle dans la classe. Les enseignants peuvent alors choisir de rejeter cette innovation ou plus souvent, de l'intégrer sous la forme d'enseignement magistral (voir par exemple l'étude sur les usages des TICE en Afrique de l'Ouest réalisée par Karsenti et Tchameni Ngamo, 2007). L'ordinateur transforme également l'orientation de l'attention des enfants et les relations au sein du groupe (Karsenti et Tchameni Ngamo, 2007) ; l'écran peut faire écran entre les élèves, entre l'enseignant et les élèves (Khaneboubi, 2009). Ceci pose aux enseignants des problèmes de gestions de classe et en conduit certains à restreindre les usages proposés en classe.

Ainsi l'entourage des enfants, et en particulier l'enseignant ont un rôle important à jouer pour aider l'enfant à utiliser l'ordinateur pour développer des pratiques autonomes et créatives. Mais pour accompagner les enfants, les enseignants doivent eux-mêmes transformer leurs pratiques. Pour accompagner cette transformation, il est important de mieux connaître le processus d'appropriation des XO par les enseignants.

### ***1.3 Usages des ordinateurs portables en classe***

En dehors du projet OLPC, les usages des ordinateurs portables en classe ont déjà fait l'objet d'études dans le cadre des programmes de dotation en ordinateurs portables mis en place en Amérique du Nord ou en Europe (Jaillet, 2004 ; Rinaudo, Turban, Delalande,

---

<sup>33</sup> Il est à noter que des actions sont menées pour faire évoluer la situation : [An Interview with Sandro Marcone About Peru's Una Laptop por Niño](#) » OLPC News, 8 octobre 2012 <http://www.olpcnews.com/>



et Ohana, 2008 ; Khanéboubi, 2010 ; Zucker et Light, 2009 ; Karsenti et Collin, 2011). Ces programmes ont une visée pédagogique, mais aussi sociale -ils visent notamment à réduire la fracture numérique - et économique ; le choix des équipements proposés aux écoles et la distribution de manuels numériques constituent des enjeux économiques importants dans différents secteurs économiques. Ils peuvent prendre deux formes différentes : la mise à disposition d'un ordinateur par élève pour l'année scolaire, ou la mise à disposition d'une « classe mobile » partageable entre plusieurs classes dans l'école.

Dans ces programmes (principalement mis en place dans le second degré), les usages les plus fréquents en classe semblent être la recherche d'information (internet, wikipedia), l'écriture à l'aide d'éditeurs de texte, la réalisation de documents multimédias ou de présentations (Karsenti et Collin, 2011). L'ordinateur en classe contribuerait ainsi à un plus fort engagement des élèves dans les activités proposées et au développement de la « littéracie numérique ». Il aurait également des effets positifs sur les habiletés d'écritures (Karsenti et Collin 2011 ; Warschauer, 2008 ; Zucker et Light 2009). Au-delà de ces premiers constats, l'utilisation des ordinateurs portables en classe ne rencontre pas toujours le succès espéré. Leur utilisation est globalement peu fréquente en classe, cette fréquence étant très variable selon les disciplines (Karsenti et Collin 2011 ; Khanéboubi, 2009). L'introduction d'une technologie à l'école ne suffit pas pour transformer les pratiques (Ertmer, 1999 ; Cuban, 2001 ; Bruillard et Baron, 2006). Néanmoins, elle a un effet sur l'organisation du travail en classe (Khanéboubi, 2009). Pour certains enseignants, l'ordinateur « fait écran » avec le professeur. Ces modifications provoquent un sentiment de perte du contrôle de la séance et conduisent à un rejet de cette technologie ou à une utilisation limitée. La gestion de la classe est donc différente puisque l'ordinateur modifie les comportements des élèves.

Ainsi, la dotation de matériel ne suffit pas pour influencer sur les pratiques. L'institution doit apporter son soutien et un environnement adapté doit être mis en place. Les évaluations réalisées dans divers pays montrent également l'importance de la formation techno-pédagogique des enseignants, de la constitution d'espace de partage d'expérience et de l'importance d'une conception réalisée en partenariat avec eux.

## **2. Comment analyser l'appropriation des XO par les enseignants ?**

Les recherches portant sur les usages des XO et plus largement des ordinateurs portables en classe proposent principalement une description des principaux usages ou une analyse des différents facteurs déterminant ces usages. Néanmoins, rares sont celles qui décrivent finement les usages des ordinateurs en classe et leur évolution de ces usages au cours du temps.

Or « le processus d'appropriation ne peut être appréhendé qu'en tant qu'activité et ne peut être saisi que dans le cadre d'un processus temporel continu durant lequel l'utilisateur choisit ou redéfinit les fonctionnalités du dispositif pour donner un sens à son usage." (Millerand, 2002, p. 199). Ainsi, le processus d'appropriation d'une nouvelle technologie est un processus lent durant lequel l'utilisateur s'adapte en développant de nouvelles compétences ; mais ajuste également progressivement ses pratiques et l'artéfact lui-même.

La théorie instrumentale (Rabardel, 1995) offre un cadre conceptuel pertinent pour étudier la façon dont l'introduction d'une technologie induit à la fois une transformation

de l'activité de l'utilisateur, et une adaptation de la technologie elle-même pour répondre aux besoins de l'utilisateur. Cette théorie s'inscrit dans le champ des théories de l'activité (Daniellou et Rabardel, 2005). Elle s'appuie en premier lieu sur une analyse systémique de l'activité singulière des sujets en prenant en compte les déterminants de l'activité (facteurs institutionnels, matériels, contextuels ou personnels etc.) et les différentes dimensions de l'activité elle-même. Nous nous appuyons sur le modèle proposé par Goigoux (2007) pour orienter notre analyse de l'activité des enseignants. La théorie instrumentale permet par ailleurs de comprendre comment, en situation, un artéfact devient un instrument assurant différentes fonctions de médiations (médiation entre le sujet et l'objet de l'activité, médiation entre le sujet et autrui, médiation de soi à soi).

A l'école primaire, l'enseignant et les enfants mobilisent dans une même activité différents artéfacts de natures hétérogènes, souvent organisés en système. L'analyse de l'activité en classe passe donc par une mise en évidence des différents instruments mobilisés au cours de l'activité, de leurs fonctions respectives et la façon dont ils s'organisent (Rabardel et Bourmaud, 2003, 2005).

Dans cette perspective, notre objectif est d'étudier de façon systémique la façon dont l'introduction d'ordinateurs portables dans la classe transforme l'activité de l'enseignant et des enfants, et la place qu'ils trouvent dans leur système d'instruments.

### 3. Présentation de l'étude

Afin de mettre en évidence les transformations provoquées par l'introduction des XO en classe, nous avons réalisé une étude en impliquant quatre enseignants de cycle 3 d'une même école, volontaires pour y participer. Après une première phase de formation, l'ensemble des séances dans lesquelles les XO étaient utilisés ont été observées pour trois des quatre enseignants. Pour chaque séquence observée, une comparaison a été réalisée afin de contraster les séances d'utilisation des XO avec une situation de référence (une séquence d'apprentissage classique visant le même objectif sans utilisation de la technologie). Ces deux activités ont été documentées à travers des observations en classe et des enregistrements vidéo de ces séances, des entretiens avec les enseignants et des *focus groupes*, conduites avec les enseignants. L'activité a ensuite été analysée en mobilisant la théorie instrumentale (Rabardel, 1995).

#### 3.1 Terrain

Cette étude a été menée dans une école élémentaire proche de l'université Paris 8 à Saint-Denis (93). L'école est classée en réseau éclair (Ecoles, Collèges, Lycées pour l'Ambition, l'Innovation et la Réussite). Elle accueille environ 250 élèves répartis entre 11 classes. Les élèves sont majoritairement issus de familles appartenant aux catégories socio-professionnelles défavorisées.

La dotation de l'école en matériel informatique est de 15 postes informatiques dans une salle dédiée. L'école est également équipée d'un TNI, situé dans l'une des classes de CM2.

Dans cette école, quatre des six enseignants de cycle 3 ont participé à cette étude. Ces enseignants forment une équipe stable, trois d'entre eux sont dans l'école depuis plus de 5 ans, la quatrième est arrivée deux ans plus tôt. Ils sont également impliqués dans d'autres projets initiés par d'autres institutions (projet photo avec la maison de la photographie, théâtre, etc.).



### **3.2 Matériel**

Pour réaliser cette étude, 30 ordinateurs portables ont été fournis par l'association OLPC France à l'école. Ces ordinateurs, des XO 1.5, ont été conçus par le MIT pour les enfants de 6 à 12 ans. Très résistants et maniables, ces ordinateurs sont faits pour être mobiles et facilement connectables entre eux ou à un réseau. Le système d'exploitation linux est accessible via une interface graphique (Sugar) spécifiquement conçue pour les enfants. Sur l'ordinateur, 15 applications éducatives choisies par notre équipe en fonction des logiciels libres compatibles avec sugar et du niveau des enfants ont été installées. Il s'agissait de logiciels de programmation adaptés aux enfants (turtle art, etoys, etc.), un logiciel de géométrie (Dr géo), des jeux sérieux (ex : Tuxmath), deux éditeurs de texte ('écrire' et '0004kids'), etc. Les ordinateurs sont par ailleurs tous équipés d'une caméra et d'un logiciel permettant d'enregistrer des films, des photos ou des sons.



### **3.3 Procédure**

Cette étude s'est déroulée en 3 temps. Plusieurs réunions préparatoires à l'introduction des ordinateurs en classe ont d'abord été réalisées. Ensuite, les ordinateurs ont été utilisés en classe de mars à juin, puis un bilan a été réalisé avec les enseignants.

#### **- Réunions préparatoires**

Entre janvier et mars, trois réunions préparatoires au projet, destinées à proposer une formation technico-pédagogique ont été menées avec les enseignants. Chacune avait un objectif différent. Durant la première réunion, les enseignants ont eu à réaliser un modèle de séquences d'apprentissage déjà réalisées. Deux séquences ont été décrites, l'une en production d'écrit sur la bande dessinée, l'autre en géométrie. Ces modèles ont ensuite été utilisés dans une séance ultérieure (3eme séance) afin de réfléchir à la valeur ajoutée apportée par l'ordinateur portable aux séquences décrites. Entre ces deux séances, une séance de prise en main de l'ordinateur et de découverte des différentes activités avait été menée.

#### **- Utilisation des XO en classe**

De mars à juin, les ordinateurs ont été mis à disposition des classes de cycle 3 pendant 12 semaines (fin mars à juin). Des observations ont été réalisées en classe durant toute cette période par 2 étudiantes réalisant un master recherches en éducation de mars à mai. Toutes les séances d'utilisation des ordinateurs réalisées pendant cette période ont été filmées. A l'issue de ces observations, des entretiens ont été conduits avec les enseignants.

#### **- Bilan**

En juin une réunion bilan a lieu avec les enseignants. Les enseignants ont pu donner leur point de vue sur cette expérience, et décrire les points positifs et les difficultés qu'ils ont rencontrées au cours de ces premiers mois d'utilisation des ordinateurs en classe.

### **3.4 Analyse de l'activité dans une perspective systémique**

Suivant le modèle proposé par Goigoux (2007), nous avons cherché à mettre en évidence les déterminants institutionnels, les caractéristiques des enseignants, et les caractéristiques du public scolaire susceptibles d'influencer l'activité de l'enseignant et de la classe. Des échanges avec la directrice de l'école et la lecture du projet d'école ont permis de documenter les déterminants institutionnels ; des observations et des

entretiens informels avec les enseignants ont permis d'obtenir des éléments sur leur pratique pédagogique. Un questionnaire enseignants et un questionnaire élèves ont permis de nous renseigner sur leurs usages des TIC.

Pour analyser l'activité elle-même, et en particulier l'activité de l'enseignant sur laquelle nous nous sommes centrés, nous avons sélectionné quatre séquences d'apprentissage. Pour chacune d'elles, à partir de ces différentes données collectées, l'activité a été analysée en mobilisant la théorie instrumentale suivant ces étapes :

- Description des différentes étapes de la séquence
- Identification des objets de l'activité

Puis, pour certaines activités récurrentes :

- identification des artéfacts en jeu,
- Recherche des formes d'organisation invariante de l'action associées aux activités mises en évidence
- Analyse de la place des ordinateurs dans le système d'instruments de l'enseignant
- Comparaison à la situation de référence pour mettre en évidence les transformations liées à l'introduction de l'ordinateur.

## **4. Résultats généraux**

### ***4.1 Déterminants de l'activité***

Les conditions présentes dans cette école lors de la mise en place du projet semblent très favorables à l'utilisation des ordinateurs en classe : la direction de l'école et l'inspection soutiennent le projet, l'équipe d'enseignants est stable et motivée. Les enseignants sont jeunes mais expérimentés (5 à 10 ans d'ancienneté). L'école dispose d'un équipement informatique limité et au moment de l'étude elle venait de « perdre » l'assistant pédagogique qui prenait en charge les élèves en salle informatique. L'arrivée du projet est donc bien accueillie. Notre équipe leur a également proposé une formation ainsi qu'une assistance logistique et pédagogique durant les deux premières séances d'utilisation, et l'association OLPC s'est mise à leur disposition pour leur apporter un support technique sur demande.

Du point de vue des usages des TIC, les questionnaires montrent que les enseignants comme les élèves ont un usage régulier des TIC dans un cadre personnel. Dans le cadre professionnel, les enseignants utilisent les TIC principalement pour la consultation de sites proposant des activités et des scénarios pédagogiques, la planification du travail, l'évaluation des enfants et la communication avec les familles. A l'école, les enseignants ont en revanche des pratiques assez hétérogènes. Deux enseignants ne proposent quasiment aucune activité aux enfants intégrant les TIC. Un enseignant propose un usage épisodique des TIC à sa classe. En revanche, un enseignant a des pratiques beaucoup plus fréquentes. Il utilise un tableau numérique interactif régulièrement dans sa classe et propose à ses élèves une séance hebdomadaire en salle informatique pour développer leur littéracie numérique.

Plus de 85% des enfants disposent d'un équipement informatique et d'une connexion internet à domicile. Plus de la moitié des enfants disent passer au moins une heure par jour devant leur écran. Leurs usages sont principalement ludiques : ils disent utiliser principalement pour jouer à des jeux en ligne, télécharger des jeux ou de la musique, et naviguer sur les réseaux sociaux. Ces usages ludiques semblent augmenter avec l'âge. D'après le questionnaire proposé, les enfants se sentent compétents pour utiliser différentes fonctionnalités, telles que la messagerie. Cependant, des entretiens montrent que les usages qu'ils en font sont limités.

## 4.2 Utilisabilité

Nielsen (1993) et Schneiderman (1992) distinguent cinq attributs de l'utilisabilité : l'apprentissage (de l'utilisation du système), l'efficacité (la facilité à réaliser la tâche souhaitée), la mémorisation (la capacité à reprendre en main rapidement le système lors d'utilisations espacées), les erreurs (liées à l'utilisation du logiciel) et la satisfaction subjective de l'utilisateur.

### 4.2.1 Utilisabilité du point de vue des enfants

Pour les enfants, la prise en main de l'ordinateur et de l'environnement sugar a été rapide, et la mémorisation semblait aisée pour les fonctionnalités les plus utilisées.

L'ordinateur lui-même est facile à manipuler. Les enfants apprécient de pouvoir faire pivoter l'écran pour montrer à l'enseignant ou aux autres leur production. Malgré la présence d'un clavier quarty, le clavier est rapidement pris en main. Certaines difficultés à trouver les accents et symboles sur le clavier sont toutefois constatées. Certains enfants doivent apprendre à utiliser la souris tactile, mais cet apprentissage est rapide (une séance).

L'environnement sugar ne pose a priori pas de problème aux enfants. Ils utilisent la fonction *rechercher* très facilement, et certains ont rapidement découvert par eux-mêmes d'autres fonctions telles que le chat. Toutefois, certaines fonctionnalités importantes de l'environnement telles que le journal, qui donne accès aux fichiers travaillés précédemment, sont peu utilisées. Les enfants ont ainsi des difficultés pour retrouver les fichiers dans le journal.

L'utilisabilité des logiciels utilisés est très variable. Leur prise en main dépend beaucoup de la complexité de ces logiciels, et de la façon dont les enseignants ont guidé, ou non, cette prise en main. Ainsi, le logiciel *tuxmaths*, un jeu sérieux dédié au calcul mental ne présentait aucune difficulté liée à l'utilisabilité tandis que *docteur géo*, un logiciel de géométrie dynamique offrant de nombreuses fonctionnalités a soulevé des problèmes de prise en main, de mémorisation, et a conduit à beaucoup d'erreurs pour un nombre important d'enfant. Il est à noter que les enseignants qui l'ont utilisé ont considéré ce logiciel comme « transparent » pour les enfants, simple à prendre en main, et n'ont pas proposé de guidage initial.



### 4.2.2 Utilisabilité du point de vue des enseignants

Si la prise en main du XO par les enfants est rapide, il n'en va pas de même pour les enseignants, comme avaient pu le constater également Flores et Hourcade (2009). Avant la formation, les enseignants exprimaient une grande frustration vis-à-vis de l'environnement sugar, qui ne leur permettait pas d'atteindre aisément leur objectif. La séance de formation a été bénéfique pour comprendre le fonctionnement du système. Néanmoins, ils semblent parfois moins à l'aise que les enfants pour la manipulation de certaines fonctionnalités de l'environnement.

L'ordinateur lui-même est apprécié par les enseignants pour sa robustesse : ils n'ont pas de crainte lors du transport d'une classe à l'autre, de la distribution par les enfants ou par eux-mêmes, ou de l'utilisation par les enfants ou du chargement. L'indicateur de la batterie extérieure est très pratique pour savoir quand ils sont chargés. L'autonomie de

l'ordinateur est cependant limitée (3 heures) et nécessite un chargement régulier. L'écran permet l'utilisation dans toutes les salles quelle que soit la position de l'enfant et la luminosité de la pièce. En revanche, l'impossibilité de se connecter à une imprimante est souvent soulignée et regrettée.

En dehors de la classe et de la préparation de ses séances, ils n'utilisent pas particulièrement l'ordinateur, et lorsqu'ils utilisent, ils se limitent souvent à quelques applications précédemment explorées.

#### *4.2.2 des problèmes techniques qui perturbent l'utilisation*

Par ailleurs, des problèmes techniques sont apparus.

L'un des problèmes principaux a été un problème de connexions entre XO. Le XO offre une connexion simplifiée vers les autres ordinateurs présents aux environs. En étant accompagnés, les enfants arrivent à se connecter aux autres et à partager des fichiers ou des applications. Néanmoins, le réseau est peu stable lorsque plus de quatre élèves essaient de s'y connecter ; de nombreuses déconnexions sont venues perturber les séances.

Un autre problème technique gênant concerne le journal : avec certaines activités, les possibilités d'enregistrement sont limitées. Par exemple, avec turtle art, il ne semble pas possible d'enregistrer les différentes figures construites progressivement par les élèves, leurs productions ne peuvent être qu'éphémères. De même, les enregistrements faits dans certaines application n'apparaissent ensuite pas dans le journal.

D'autres problèmes techniques, moins fréquents, ont également été observés. Par exemple, le touchpad est très sensible et parfois les clics droit et gauche s'abiment rapidement. Ceci peut engendrer des difficultés lorsque la souris doit être manipulée avec précision, notamment en géométrie avec DcGeo. On a observé également des changements de la police des textes sous le traitement de texte après échange entre élèves par connexion wifi.

#### **4.3 Utilisation des ordinateurs en classe**

La fréquence d'utilisation a été très variable suivant les enseignants. Un enseignant a utilisé les XO très régulièrement, deux à trois fois par semaine ; deux enseignants les ont utilisés en classe environ une fois par semaine (sauf veille de vacances ou projets en cours à finaliser) et l'un d'entre eux les a utilisés moins souvent.

Les ordinateurs ont été utilisés en français et en mathématiques, les disciplines travaillées pendant les réunions de préparation. Chaque enseignant s'est limité à intégrer l'ordinateur dans une discipline, pour limiter la charge de travail demandée. Dans deux classes, les ordinateurs ont été utilisés pour faire de la géométrie à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique, docteur géo. Dans la troisième classe, art tortue était utilisé également en géométrie pour programmer des formes géométriques. Dans cette même classe, un logiciel de calcul mental, Tuxmath, a été utilisé très régulièrement pour proposer du calcul mental de façon différenciée à la place des séances de calcul mental traditionnelles. Dans la quatrième classe, les ordinateurs ont été utilisés dans des activités de productions écrites collaboratives en utilisant la connectivité entre XO permise par le système et le partage de documents entre enfants.



#### ***4.4 Principales transformations de l'activité des enseignants***

L'étude que nous avons menée visait avant tout à mettre en évidence la façon dont l'introduction de cette technologie influe sur l'activité de la classe. A partir des quatre séquences d'apprentissage observées qui intègrent les XO dans leur déroulement, nous avons pu mettre à jour un ensemble de transformations de l'activité. Tout d'abord, nous avons noté que tous les enseignants ont choisi de les intégrer dans des séquences existantes pour réaliser des activités habituellement réalisées sur papier-crayon en ayant une idée précise de la valeur ajoutée attendue de ce nouvel outil. L'introduction des XO s'est donc inscrite dans la continuité des pratiques existantes, mais elle a en revanche transformé de nombreuses dimensions de l'activité de l'enseignant et des enfants.

La préparation des séances est modifiée. Pour trois des quatre enseignants, le temps de préparation augmente du fait du temps nécessaire pour prendre en main l'application à utiliser et tester l'activité proposée aux enfants. Pour intégrer les logiciels à disposition dans les activités proposés, certains d'entre eux disent avoir été amené à réinterroger certaines pratiques. Pour le quatrième enseignant, le temps de préparation a en revanche largement diminué. Il utilise des logiciels qu'il connaît déjà et avec lesquels il a déjà travaillé. Par ailleurs, le logiciel tuxmaths qu'il utilise en calcul mental génère les opérations et la correction auparavant opérée par l'enseignant. Le temps de préparation de la classe augmente également. Il faut prévoir un temps pour transporter les ordinateurs, les distribuer avant et en début de séance, ainsi qu'un temps pour charger et ranger les ordinateurs à la fin de la séance.

En classe, l'introduction des XO a eu des certains effets sur les modalités de gestion de classe, les enfants étant plus enthousiastes, ils sont souvent plus agités, plus tentés de se déplacer ou d'échanger entre eux. Chaque enseignant a donc progressivement mis en place des modalités de travail adaptées à ce nouvel outil en adaptant ses pratiques habituelles (règles de vie de classe spécifiques pour les activités avec ordinateur, travail en demi-classe, etc.).

Nous avons également observé une modification de l'organisation de la séance :

- le temps de lancement de l'activité a augmenté :

En effet, en plus de la consigne, l'enseignant passait du temps à guider les enfants pour

ouvrir l'application et l'utiliser ou à répondre à leurs questions. Le guidage des élèves relatif à l'utilisation de l'ordinateur et des applications. Cette phase de lancement d'une activité était considérablement facilitée dans la classe disposant du TNI, notamment lors de la découverte d'une nouvelle activité. En effet, la projection de l'écran permettait à l'ensemble de la classe de découvrir simultanément le fonctionnement de l'activité.



- Les activités proposées étaient plus différenciées,

- Les formes d'interactions entre enseignant et enfants étaient modifiées :

Nous avons noté une augmentation des échanges avec les enfants pris individuellement et une aide plus individualisée,

- une diminution (ou une disparition) du temps consacré à la mise en commun et à la correction a par ailleurs été constatée.



Enfin, nous avons observé une réduction de la présence de traces écrites laissées par l'activité des enfants. Les productions intermédiaires et les erreurs éventuelles sont vite effacées sans laisser de trace.

Au-delà de ces retours observations générales sur les transformations de l'activité, nous avons analysé finement l'activité des enseignants et des enfants durant quatre séquences d'apprentissage intégrant les ordinateurs. Nous avons choisi de décrire ici l'analyse d'une séquence de production d'écrit (Heurtier, 2012) et d'une séquence de calcul mental (Sort, 2012) dans lesquelles les XO ont été utilisés.

#### ***4.5 Etude de cas 1 : Production d'écrit***

La séquence que nous avons observée avait un double objectif : travailler la construction de phrases interrogatives sous différentes formes puis construire de façon collaborative de petits textes humoristiques en combinant des questions écrites par un enfant et les réponses écrites par un autre enfant.

Cette séquence a été mis en œuvre dans une classe de CM1; la classe était composée de 20 enfants (âge moyen : 9,4 ans). L'enseignante en charge de la classe est expérimentée, mais elle utilise très rarement les TIC avec ses enfants. Elle avait déjà proposé la même séquence l'année précédente à une autre classe dans une séance classique sans ordinateur. Dans cette séquence, elle a choisi de substituer le papier-crayon par un logiciel de traitement de texte « *ecrire* », adapté pour les enfants. Elle faisait l'hypothèse que l'utilisation d'un traitement de texte faciliterait la production d'écrit pour des enfants qui ont des difficultés à maîtriser la scription et faciliterait la gestion des ratures et des brouillons. De plus, la connectivité entre ordinateurs devrait permettre de faciliter le partage de texte entre enfants et la construction collaborative d'un texte.

Nous avons analysé l'activité en classe en nous centrant principalement sur l'activité de l'enseignante. Dans ce but, nous avons analysé l'ensemble de la séquence d'apprentissage, et nous l'avons comparée à une situation de référence, une autre situation en production d'écrit sans utilisation des ordinateurs.

##### *Déroulement de la séquence*

L'enseignante avait prévu de réaliser l'objectif visé en une séance de 45 mn. Le travail s'est finalement déroulé durant deux séances de 45 minutes. Elle a ensuite ajouté une troisième séance sur le même principe (partage des productions par deux entre enfants après un travail individuel).

Durant ces deux séances, l'enseignante poursuit plusieurs buts généraux : mettre les enfants au travail, réguler leur activité tout au long de la séance, et les conduire à une plus grande maîtrise de la langue française. Pour cela, elle alterne des activités orientées soit vers le groupe classe et soit vers les enfants individuellement ; ces activités sont orientées soit vers la maîtrise technique de l'ordinateur et du logiciel, soit vers l'objet d'apprentissage : la maîtrise de l'orthographe et de la syntaxe. Au cours de ces deux séances, l'enseignante s'implique dans des activités aux objets diversifiées. Ces activités et les artéfacts qu'elle mobilise dans chacune d'elles sont résumés dans le tableau ci-dessous.



Activité de l'enseignant		Artefacts			
		Langage	Tableau / Affichage	XO	Dictionnaire et cahier de grammaire
Mettre en activité les élèves	Expliquer le but de l'activité	X	X		
	Guider l'accès à "écrire"	X	X	X	
	Préciser les attentes	X		X	
Enrôler les élèves dans la tâche	Préciser les règles de vie	X	X		
	Reformuler les attentes	X	X		
	Rappeler les règles de syntaxe	X			
Aider / Corriger	Préciser les ressources pour corriger les erreurs	X		X	
	Expliquer les fonctionnalités d' "écrire"	X		X	
	Mettre en évidence les erreurs	X		X	X
Gérer les problèmes techniques	Aider à ouvrir "écrire"	X	X	X	
	Retrouver un fichier			X	
	Aider à se connecter			X	
	Guider l'enregistrement du travail	X		X	

Tableau 1 : Artefacts utilisés lors de la séquence de production d'écrit

Elle consacre une grande partie de la séquence à aider les enfants, soit collectivement soit individuellement, et à leur faire un retour sur leurs productions. L'aide qu'elle apporte, concerne d'une part la maîtrise technique de l'outil, et la présentation de ses potentialités, et d'autre part une aide centrée sur l'objet d'apprentissage, la maîtrise de la langue (orthographe, syntaxe).

Les enfants pour leur part se mettent rapidement en activité, mais font également beaucoup appel à l'enseignante soit pour régler des difficultés techniques (ouverture de l'application, utilisation de certaines fonctionnalités du traitement de texte, connexion entre ordinateurs), soit pour lui faire valider leurs phrases. Comme ils sont nombreux à la solliciter, ils passent beaucoup de temps à attendre, et se mettent progressivement à s'entre-aider et à agir de façon plus autonome. Il leur arrive par exemple d'aller consulter le dictionnaire pour vérifier l'orthographe des mots. Lorsque l'enseignante leur fait un retour sur leur production (correction orthographique ou syntaxique), l'enfant révisé sa production en s'aidant si besoin de documents (cahier, dictionnaire). Dans une deuxième phase, ils se connectent par deux et échangent leurs questions et réponses pour construire un texte commun. Une fois que les enfants ont construit un dialogue à partir des questions et réponses qu'ils avaient produites, les enfants peuvent passer à une autre activité, plus ludique.

#### *Mise en évidence d'une organisation invariante de l'action*

Dans les séances de production d'écrit intégrant les ordinateurs comme dans la situation de référence, une même activité est récurrente tout au long des séances : l'enseignante fait un retour sur la production des enfants de façon à ce qu'ils révisent leur production. Néanmoins, cette activité prend des formes différentes tant pour l'enseignant que pour les enfants lorsque le traitement de texte est utilisé.

Dans la situation de référence, lorsque les enfants doivent produire un écrit sur papier, l'activité de correction des productions individuelles est très rapide. L'enseignante lit la production de l'enfant sur la feuille, et, si nécessaire, pointe et souligne avec son stylo rouge les erreurs en signalant que quelque chose ne va pas ; elle peut demander à l'enfant de consulter les ressources à sa disposition, son cahier de grammaire ou un dictionnaire. Elle ne donne pas d'autre indication supplémentaire.

L'enfant se met alors à réviser de façon autonome sa production en consultant ces différentes ressources.

Lorsque le traitement de texte se substitue au papier crayon, le stylo rouge perd sa fonction. L'activité de correction de l'enseignante prend alors plus de temps. Après avoir lu la production de l'enfant sur écran, il s'agit d'abord de lui faire comprendre où est l'erreur. Le langage remplace alors le stylo rouge. Au cours des deux séances, elle utilise différentes stratégies : donner des indices à l'enfant « il s'agit peut-être d'un mot invariable », dire à haute voix le mot concerné, ou même pointer sur l'écran ce mot. Dans un deuxième temps, elle ouvre un dialogue avec l'enfant pour lui faire identifier la règle à utiliser pour corriger son erreur et si besoin, elle le renvoie à d'autres ressources (cahier de grammaire, dictionnaire). Il est à noter qu'au cours des deux séances, l'enseignante utilise plusieurs stratégies, l'organisation de son action n'est pas encore tout à fait stabilisée. On peut supposer qu'une observation sur une durée plus longue permettrait de voir émerger un schème plus stabilisé.

A l'issue de cet échange, nous avons pu observer que certains enfants effaçaient la totalité du texte qu'ils avaient précédemment écrit et recommençaient.

Par ailleurs, dans cette situation, il n'y a pas de traces matérielles laissées par l'échange oral, et les traces de la production rédigée précédemment disparaissent également. Ces transformations de l'activité influent sans doute sur l'apprentissage. Une analyse plus poussée serait nécessaire pour évaluer cet effet.

#### *Place des XO dans le système d'instruments*

Dans ces séances de production d'écrit, l'enseignante et les enfants font tous deux appel à des artefacts diversifiés (tableau, affichage, langage, ordinateur portable, cahier de grammaire construit tout au long de l'année, dictionnaire). L'enseignant les utilise afin de mettre les enfants au travail, de réguler leur activité tout au long de la séance, et de les conduire à une plus grande maîtrise de la langue française.

Nous avons porté notre attention sur le système d'instruments mobilisé dans une activité en particulier, la révision du texte. Dans cette activité, on observe que l'ordinateur portable et les applications qu'il met à disposition se substituent progressivement à une partie des ressources utilisées sans ordinateur. Il se substitue d'abord à la feuille et au crayon de l'enfant, puis, lors de la seconde séance, il se substitue aussi au dictionnaire papier. Le dictionnaire en ligne est en effet rapidement perçu comme une ressource plus facilement accessible et mobilisable. Néanmoins, l'ordinateur ne remplace pas tout le système d'instruments de l'enseignant et des enfants ; il s'intègre au système d'instruments existant et aux ressources partagées par l'enseignante et par les enfants (le langage, le cahier de grammaire et le dictionnaire). En effet, le traitement de texte permet à l'enseignante de prendre de l'information sur la production de l'enfant, mais ne lui permet pas d'inscrire elle-même une trace relative aux erreurs qu'elle remarque. Les interactions verbales entre enseignant et enfant prennent alors une place plus importante. Elles permettent d'aider l'enfant à repérer ses erreurs, et de lui proposer une réflexion sur son travail. Le cahier de grammaire permet également de supporter cette sa réflexion.

L'analyse réalisée dans cette séquence met en évidence la façon dont l'enseignante part d'une situation familière, et procède à une substitution progressive de différentes ressources par l'ordinateur et ses différentes applications, tout en l'intégrant au système d'instruments existant. Cette substitution conduit l'enseignante et les enfants à transformer leur schème de révision, et conduit à faire disparaître certaines traces, sans que cela soit réellement conscient.

A l'issue de cette analyse, revenons sur les attentes de l'enseignant : elle faisait l'hypothèse que l'utilisation d'un traitement de texte et des ordinateurs faciliterait la production d'écrit, faciliterait la gestion des ratures et des brouillons ainsi que le partage de texte entre enfants. L'utilisation du traitement de texte ne semble pas poser de difficultés aux enfants, il évite les ratures, mais fait également disparaître les brouillons, les traces intermédiaires de la construction du texte. L'ordinateur facilite bien l'échange entre enfants, la construction d'un texte commun et les conduit à s'entre-aider pour corriger leurs erreurs. Mais cet échange de fichiers via l'ordinateur remplit un rôle très différent du partage à l'oral qui suit la séance de production d'écrit sur papier. Ainsi, comme le souligne l'enseignante, le fait que la séquence proposée avait été moins ludique que la séquence mise en place l'année précédente sans ordinateur. Dans cette précédente séquence, les questions et réponses avaient été lues en classe entière à l'issue du travail de production d'écrit. Ce temps d'échange et de partage permettant à chacun de donner à voir son travail jouait un rôle essentiel dans la séquence, et a disparu avec l'introduction de l'ordinateur.

#### 4.6 Etude de cas 2 : Calcul mental

La séquence observée a été mise en place dans une classe de CM2 composée de 23 élèves (âge moyen : 10,5 ans).

L'enseignant en charge de cette classe a choisi d'utiliser les XO dans une activité de calcul mental. Le calcul mental était pratiqué tout au long de l'année tous les jours pendant une dizaine de minutes en fin de chaque séquence de mathématiques à partir d'une feuille d'exercice. Avec l'arrivée de des XO en classe, il a choisi de substituer à cette feuille d'exercice le logiciel Tuxmath, un jeu sérieux dédié au calcul mental. Ce jeu propose différents niveaux de difficulté, et génère des opérations qui doivent être résolues en temps limité. Le logiciel renvoie un feedback immédiat : si l'enfant réussit à les résoudre, le pingouin Tux détruit l'astéroïde qui porte l'opération, dans le cas contraire, l'astéroïde détruit la maison de Tux. Les séances de calcul mental journalières sont ainsi remplacées par deux séances de calcul mental avec Tuxmath (de 45 minutes) par semaine.



L'enseignant observé dans cette étude de cas utilise régulièrement les TIC en classe ; il avait déjà utilisé ce logiciel en aide personnalisée avec un petit nombre d'enfants et avait pu constater l'effet stimulant du logiciel sur l'engagement des enfants dans la tâche, et la facilité à différencier le niveau travaillé en fonction des besoins des enfants.

##### *Déroulement de la séquence*

Cette séquence d'apprentissage est composée de plusieurs séances, toutes identiques.. Le tableau suivant présente les différentes étapes qui composent chaque séance de calcul mental réalisée avec Tuxmath ainsi que les artéfacts ou représentations symboliques utilisées dans chaque activité.

Activité de l'enseignant	Artefacts
--------------------------	-----------

		Langage	Tableau des étoiles	Ecran du XO	Clavier du XO
Lancement de l'activité	Donner les étapes jusqu'à lancer l'activité Tuxmath	X			
	Donner le dernier niveau atteint à chacun des élèves	X	X		
Enrôlement des élèves	Vérifier que l'élève a commencé le niveau à réussir		X	X	
Evaluer / Valider	Lecture du feedback donné par Tuxmath « you win » / « Game over »			X	
	Valider la mission sur le logiciel				X
	Donner le niveau suivant		X		
	Compléter le tableau		X		
Gérer les problèmes techniques					X
Gérer les aides sur les opérations proposées		X			X

Tableau 2 : Tableau des artefacts utilisés lors de la séance avec Tuxmath

Au cours de chaque séance, l'enseignant réalise différentes activités. Après le lancement de l'activité et l'enrôlement des élèves dans la tâche, l'enseignant passe toute la séance à circuler entre les enfants, vérifier leur avancement, évaluer et valider le niveau de chacun ou gérer les problèmes que rencontrent les enfants. Toutes les séances sont identiques. Les problèmes techniques, présents lors des premières séances, ont cependant rapidement diminués, et l'enseignant a pu se concentrer davantage sur la l'activité des enfants. Il est à noter qu'un nouvel artéfact prend place dans l'activité de l'enseignant : un tableau permettant de cocher le niveau atteint par chaque enfant. Celui-ci est utilisé de façon très récurrente durant chaque séance.

Les enfants eux apprennent très rapidement à ouvrir l'application, choisir le niveau désigné par l'enseignant, et s'engagent très rapidement dans l'activité. Tout au long de la séance, ils sont très concentrés sur les calculs à réaliser. Dans ce but ils utilisent différentes techniques (calcul mental, référence aux tables d'addition et de multiplication affichées au mur, comptage sur leurs doigts, etc.). Une grande émulation est perceptible. Une fois le niveau réalisé, ils lèvent la main, attendent l'enseignant, puis commencent le niveau que l'enseignant leur indique. Le logiciel Tuxmath assure une partie des fonctions que réalisait l'enseignant auparavant (génération des opérations à résoudre, feedbacks sur les réponses données par les enfants). Ce faisant, l'enseignant peut proposer des séances de calcul mental plus individualisées et assurer un suivi plus fin du niveau de chacun en temps réel. Deux objets de l'activité de l'enseignant sont très récurrents durant les différentes séances observées : l'évaluation du niveau atteint par l'enfant et la validation du niveau, nécessaire pour passer au suivant.

### *Mise en évidence d'une organisation invariante de l'action*

On peut mettre en évidence une organisation invariante de l'action -associée à ces deux objets de l'activité de l'enseignant : prise d'information sur l'écran de l'ordinateur de l'enfant évalué, validation en tapant sur la touche entrée de l'ordinateur, remplissage du tableau, précision du niveau suivant.

Chacun des artéfacts mobilisés durant cette organisation invariante de l'action remplit une ou plusieurs fonctions qui lui sont propres. L'écran de l'ordinateur portable permet à l'enseignant différentes prises d'information sur les résultats de l'enfant (médiation épistémique). Le clavier de l'ordinateur, permet de valider le niveau réussi par l'enfant (touche « enter ») et ainsi, de signifier le passage à un autre niveau, de poursuivre. Cette action permet de réguler l'activité : c'est une médiation pragmatique. L'interface graphique du logiciel sert de lien entre l'enseignant et l'enfant, Le fait que l'enseignant valide le niveau réalisé, permet à l'enfant de savoir comment poursuivre ; il reprend alors le contrôle du clavier. Nous pouvons penser ici à des médiations sociales ; ainsi, la réussite du niveau par l'enfant est reconnue par l'expérience des autres et transmise par le groupe, via des pratiques sociales. Il n'y a que très peu d'échanges verbaux ; peu d'échanges ont lieu sur l'activité ou sur la technique pour réussir, mais de nombreux échanges jouent un rôle dans la régulation du climat de la classe.

Le « tableau des étoiles » répond à différentes fonctions qui correspondent aux différents types de médiations. Ainsi, il permet de prendre connaissance directe du niveau atteint par l'enfant (médiation épistémique), une décision l'évolution du niveau de l'enfant (médiation pragmatique) ; il est affiché en classe sur la porte d'une armoire pour permettre aux enfants de connaître leur niveau et celui des autres (médiations interpersonnelles) ; de plus, il sert de mémoire externe de l'activité et d'évaluation pour l'enseignant (médiations réflexives).

### *Place des XO dans le système d'instruments*

Pour chaque activité analysée, ici l'activité de validation-évaluation, il est possible de mettre en évidence les différents instruments composant le système d'instruments de l'enseignant/de l'enfant.

Pour l'enfant, Tuxmath se substitue à la feuille d'exercice et semble en première analyse être le seul instrument mobilisé par les enfants. Toutefois, l'analyse de leurs stratégies de résolution montre qu'ils mobilisent parfois d'autres ressources telles que leurs doigts ou les tables affichées au mur de la classe pour résoudre certaines opérations difficiles.

Pour l'enseignant, l'ordinateur portable s'est substitué à la feuille d'exercice qu'il concevait précédemment, et a transformé en profondeur son activité. Durant la séance, l'enseignant utilise le logiciel et l'écran comme une source de prise d'information sur le niveau et la progression des enfants. Néanmoins, cet outil ne remplit pas à lui seul les fonctions nécessaires pour concilier les différents objectifs de l'enseignant : proposer un travail différencié et en autonomie aux enfants, assurer un suivi personnalisé des élèves et réaliser une orchestration du travail de l'ensemble des 25 élèves de sa classe. Pour pouvoir suivre la progression en temps réel de l'ensemble des élèves de sa classe afin d'orchestrer leur travail, il construit un nouvel artéfact, qui lui permet à tout instant prendre connaissance du niveau atteint par un élève. Ce tableau remplit les fonctions de mémoire externe pour l'enseignant, d'outil de prise de décision sur l'évolution du niveau



de l'élève, et d'outil de partage d'information entre les élèves sur leurs niveaux respectifs.

#### ***4.7 Effets sur l'attitude des enfants***

Dès la première séance, nous avons observé un effet des ordinateurs sur la motivation et l'implication des enfants dans les activités d'apprentissage. Ils favorisent également l'entre-aide et la collaboration entre enfants.

Si pour un faible nombre d'enfants, la prise en main des logiciels a été vécue comme un obstacle à la réalisation de l'activité demandée, une grande majorité des enfants sont très motivés par les activités scolaires incluant l'utilisation de l'ordinateur. On observe qu'ils s'engagent plus rapidement dans la tâche sont plus concentrés et plus persévérants qu'avec d'autres supports. Cet effet a été présent durant toute la durée de l'étude.

En géométrie, l'utilisation de l'activité docteur géo a également semblé avoir un effet sur le sentiment de compétence de certains enfants ; il leur a permis de réussir à tracer des figures demandées (ce qu'ils ne parvenaient pas à faire avec les instruments classiques), et à dépasser leurs difficultés habituelles. D'après les retours de l'enseignante, ces enfants ont ensuite mieux réussi les mêmes activités avec les instruments classiques.

Nous avons également pu observer que l'introduction de l'ordinateur favorise la collaboration et l'entre-aide entre enfants. L'ordinateur et son écran mobile, loin de faire écran entre les enfants, facilite les échanges. On observe tout d'abord dès la séance d'introduction une grande entre-aide, les enfants qui réussissent à utiliser sugar et les applications montrent spontanément la procédure à suivre pour dépasser un obstacle à leurs camarades. Ils utilisent également très souvent l'écran pivotant pour montrer leur production à l'enseignant ou aux autres enfants. En production d'écrit, nous avons également observé qu'ils se sont mis à collaborer pour s'aider à corriger leur production écrite, ce qui n'était pas observée dans la situation de référence. Nous disposons pour l'instant de peu d'éléments pour analyser finement la collaboration. Ces observations restent à étayer dans des situations plus variées.



## **5. Discussion**

Dans l'étude que nous avons présentée ici, nous avons mis en œuvre la démarche ergonomique afin d'étudier l'usage et l'appropriation des XO à l'école primaire, en analysant la façon dont elle transforme l'activité de l'enseignant. Tout d'abord, dans l'ensemble, cette étude reproduit les résultats obtenus précédemment.

### ***5.1 Des résultats en accord avec les études déjà réalisées***

Cette étude a été menée auprès d'enfants qui partagent certaines caractéristiques communes avec ceux qui ont participé au projet OLPC à Birmingham (Warschauer et al., 2011). Ils sont issus de milieux défavorisés, cependant, ils sont presque tous équipés d'une connexion à un ordinateur et à Internet à la maison, et l'utilisent pour des activités de divertissement.



Bien que notre étude ne soit pas un projet de type 1 :1, mais une mise à disposition d'une classe mobile partagée entre plusieurs classe, les conditions établies semblent proches des projets pilotes (Hirji et al., 2010 ; Nugroho & Lonsdale, 2010). Les enseignants étaient volontaires pour participer au projet, motivés et impliqués dès les premières étapes. Ils ont été formés et soutenus au cours de l'étude.

Du point de vue des enfants, tout comme dans de nombreuses autres études, les XO ont un effet sur leur engagement et leur motivation (cf. Hirji et al., 2010 ; Nugroho & Lonsdale, 2010 ; Zucker & Light, 2009 pour une revue). Il est facilement pris en main par les enfants et favorise les échanges entre eux (cf. Flores et Hourcade, 2009). Ils s'entraident facilement pour trouver de nouvelles applications à utiliser et, dans l'activité d'écriture, nous avons observé la collaboration.

Comme dans les projets pilotes, les enseignants utilisent les XO afin d'individualiser les activités d'apprentissage, de réduire certaines difficultés propres à la tâche (utilisation des instruments en géométrie, écriture) et d'accorder plus de temps aux enfants qui ont besoin de soutien. Les enseignants ont utilisé le XO dans des activités qui leur sont familières. Comme en Uruguay (Perez-Burger, 2011), son utilisation est limitée à une ou deux séances par semaine dans des disciplines bien définies. Au-delà de ces premiers résultats, l'approche permet de mettre en évidence la façon dont l'activité est progressivement transformée par l'introduction de cette technologie.

## ***1.2 Une transformation de l'activité en classe***

### ***5.2.1 Des pratiques peu modifiées mais une réelle transformation de l'activité***

L'analyse de l'activité montre que malgré un ensemble de facteurs favorables à l'utilisation des ordinateurs en classe (enseignants volontaires, motivés, soutenus par l'encadrement et du point de vue logistique et technique), les enseignants utilisent les XO à une fréquence modérée, en font des usages assez classiques et semblent au premier abord peu modifier leurs pratiques. Ils introduisent les ordinateurs dans leur pratique en s'appuyant sur des activités qui leur sont familières afin d'individualiser les activités d'apprentissage, ou de dépasser certaines difficultés (en production d'écrit). Dans chacun des cas présentés, les enseignants ont réfléchi à la valeur ajoutée apportée par l'utilisation de l'ordinateur en amont de l'utilisation en classe (individualisation de l'activité, différenciation, facilitation de l'acte d'écriture et de révision d'un texte, facilitation du travail collaboratif).

A priori l'introduction des XO dans la classe modifie donc peu les pratiques des enseignants. Ils choisissent des applications qu'ils savent maîtriser et qu'ils vont intégrer dans des sessions existantes. Ces observations sont compatibles avec les modèles existants (Guir, 2002), qui montrent les TIC sont d'abord utilisés pour soutenir les activités existantes. Au-delà de ces premiers résultats, la comparaison de l'activité instrumentée par l'ordinateur avec la situation de référence montre de réels changements dans leur activité.

### ***5.2.2 Une individualisation du travail proposé qui favorise l'autonomie***

L'introduction des XO favorise une individualisation des activités proposées et un travail en autonomie. Par exemple, dans la séquence de production d'écrit, comme dans les observations réalisées par Warcsbauer (2008), les fonctionnalités proposées par l'ordinateur favorisent la collaboration entre enfants pour construire un texte commun,

mais aussi pour corriger mutuellement leurs erreurs, ce qui n'était pas demandé par l'enseignante.

### *5.2.3 Une modification de l'organisation des séances*

L'organisation des séances est par ailleurs modifiée pour répondre aux contraintes apportées par l'ordinateur sur la gestion de la classe. Ces observations sont similaires à celles réalisées dans l'enseignement secondaire (Abboud-Blanchard et Chappet-Pariès, 2008 ; Khanéboubi, 2009). Dans notre étude, les enseignants rapportent une modification de la préparation des cours. **L'allongement du temps des séances** répond à l'envie des enfants de travailler sur l'ordinateur portable. Lors des séances, le travail individuel des enfants laisse très **peu de place à une mise en commun** pour le groupe classe. Par exemple dans la séquence de production d'écrit, la phase de partage des productions des enfants à l'oral en classe entière, présente dans la séquence proposée l'année précédente disparaît et, d'après l'enseignante, réduit le caractère ludique de l'activité. Le modèle de l'activité narrative en situation pédagogique (modèle NAM) (Decortis, 2008 ; Decortis, sous presse) peut éclairer les propos de l'enseignante et les observations faites. Suivant ce modèle, l'activité narrative en situation pédagogique est composée en général de quatre phases (exploration, inspiration, production, partage). Dans la séquence proposée en version papier-crayon, l'enseignante a évoqué uniquement les phases de production et de partage. La réalisation de la même séquence avec le traitement de texte semble conduire l'enseignante et les enfants à focaliser leur attention sur la production du texte, en introduisant une composante collaborative à cette production, mais fait disparaître la phase de partage, pourtant importante pour la valorisation de la production des enfants.

### *5.2.4 Une réduction de l'utilisation des traces écrites*

Par ailleurs, l'utilisation de l'ordinateur est associée à une réduction de la présence des traces écrites et à une absence de réutilisation, ou de réinvestissement du travail fait avec les XO.

En production d'écrit, à ce stade de l'appropriation, l'enseignante ne laisse plus de trace des retours qu'elle fait, et les enfants suppriment les versions antérieures de leur brouillon. Par ailleurs, la production finale des élèves n'est pas davantage conservée ou valorisée à travers un partage (avec les autres les élèves, les parents, etc.) ; sur ce point, une frustration a été notée chez les élèves. Concernant l'usage du brouillon, il est à noter que les enfants adoptent une attitude identique sans ordinateurs. Ils préfèrent souvent déchirer une page et recommencer à zéro que retravailler leur brouillon. Or l'importance des brouillons a bien été mise en évidence en didactique du français. Cette transformation pourrait avoir des incidences sur l'apprentissage. Une analyse à plus long terme semble nécessaire afin de mettre en évidence l'évolution du rapport aux traces, la façon dont le processus de révision est envisagé, et l'effet éventuel sur l'apprentissage. En effet, des analyses portant sur l'effet des technologies sur la littéracie réalisées après deux à trois ans d'utilisation d'ordinateurs portables en classe (Warschauer, 2008) montrent des résultats assez différents. Par ailleurs,

Un enseignant avait par ailleurs commencé à utiliser le XO pour faire un « journal des apprentissages », à la fin de chaque journée, les enfants devaient utiliser le XO pour écrire quelques lignes sur les apprentissages réalisés dans la journée. Cette activité visant à leur faire travailler l'écrit tout en les amenant à une posture réflexive sur les

apprentissages. Néanmoins, cette activité a vite été arrêtée, suite à un incident lié au partage des XO entre les classes. Les élèves d'une autre classe ont en effet « effacé » ce qui avait déjà été écrit. La non maîtrise du journal par les élèves ne leur a pas permis de retrouver ce qui avait déjà été écrit.

Cette réduction de la présence de traces des activités réalisées, et de la réutilisation de ce qui a été fait avec le XO n'est pas propre aux séquences de production d'écrit. Une première cause à cela semble être la faible maîtrise du fonctionnement du journal, qui ne permet pas aisément à l'enseignant et aux enfants de retrouver une production passée. Ceci est d'autant moins facile que dans la configuration proposée (classe mobile) le journal ne reflète pas seulement l'activité d'un enfant, mais de plusieurs (quatre enfants pouvaient être amenés à utiliser successivement le même ordinateur).

Lorsqu'on interroge les enseignants sur le sujet, ils évoquent le manque de possibilité d'imprimer le travail réalisé. Lorsqu'une production est réalisée sur XO, il leur semble difficile de partager avec l'ensemble de la classe, et il n'est pas possible de donner à voir cette production aux parents. Or, dans certaines activités, telles que la production d'écrit, ce partage est essentiel pour donner du sens et valoriser le travail réalisé.

### *1.2.5 Un renforcement d'une logique de réussite au dépend d'une logique de maîtrise ?*

En calcul mental avec l'utilisation du logiciel Tuxmath, le logiciel enregistre le niveau atteint par un enfant, mais ne garde aucune traces des opérations que l'enfant a su, ou non résoudre alors que la fiche d'exercice permet d'avoir accès à ces traces. Durant la séance, l'enseignant se focalise ainsi sur les résultats obtenus par les enfants plus que sur les procédures qui ont permis d'atteindre ces résultats. C'était également le cas dans la situation de référence observée, mais dans la situation de référence, il portait une attention particulière aux techniques opératoires durant la correction des productions, ce qui orientait le choix des opérations proposées le jour suivant ; ce n'est plus le cas avec tuxmath. Ce logiciel semble donc renforcer une logique de réussite déjà présente dans la classe. Néanmoins, dans d'autres activités, ce phénomène ne semble pas présent.

## **5.3 Différentes transformations du système d'instruments**

L'analyse de la genèse instrumentale met également en évidence des changements du système d'instruments. Si l'ordinateur portable et ses applications sont utilisées pour remplacer certaines ressources de l'enseignant et les apprenants (exercice feuille, papier et crayon, dictionnaire), il remplace une partie seulement des ressources qu'ils mobilisent pour leurs activités. En production d'écrit par exemple, le cahier de grammaire, construit progressivement au cours de l'année, n'est pas remplacé par d'autres ressources.

Cette substitution les conduit à transformer l'organisation invariante de l'action habituelle, et à reconfigurer leur système d'instruments. Dans la séquence de production d'écrit, la nouvelle organisation de l'activité de révision ne semble pas encore stable, l'enseignante essaie plusieurs formes d'interactions pour mettre en évidence les erreurs et amener les enfants à un travail réflexif. Dans la séquence de calcul mental en revanche, dès la deuxième séance, l'enseignant adopte une organisation invariante de l'action très stable et très récurrente durant chaque cours.

L'introduction des ordinateurs peut également conduire l'enseignant à construire de nouvelles ressources complémentaires aux ordinateurs. Ainsi, dans la séance de calcul mental, les XO ne remplissent pas toutes les fonctions nécessaires à l'enseignant pour concilier un travail en autonomie des enfants, un suivi personnalisé de leur progression et une orchestration de tous les apprenants dans la classe (Trouche, 2004). Aussi, l'enseignant a transformé son système d'instruments par l'introduction d'un nouvel artefact : un tableau permettant de noter la progression de chacun, de réguler l'activité de tous les enfants et de partager avec tous les enfants de la classe la progression de chacun afin de favoriser un climat d'évaluation.

Ces premières analyses demandent à être complétées en analysant plus systématiquement l'articulation entre le système d'instruments mobilisé par l'enseignant et les enfants, et l'évolution de ces systèmes d'instruments à long terme, néanmoins, ils apportent une compréhension plus fine de la façon dont l'introduction des ordinateurs portables transforme l'activité de la classe.

## 6. Conclusion

Dans cette étude nous avons mobilisé la théorie instrumentale afin d'étudier la façon dont l'introduction des XO en classe modifie l'activité de la classe.

Si l'introduction de ce dispositif amène à des pratiques qui s'inscrivent dans la continuité des pratiques existantes, elle occasionne néanmoins des transformations réelles de l'activité de l'enseignant et des enfants, relatives à différentes dimensions de l'activité.

Nos analyses ont permis de mettre en évidence les schèmes associés à cet artefact pour les enfants et les enseignants, et de mettre en évidence la place du XO pris dans leur système d'instrument. Contrairement à ce qu'on pourrait imaginer, le XO ne se substitue pas immédiatement à toutes les autres ressources utilisées par les enfants et l'enseignant. Il s'insère aux instruments existants mais ne remplit qu'une partie des fonctions nécessaires à l'organisation du travail de l'enseignant et des enfants. Les activités proposées par le XO sont bien conçues pour favoriser l'autonomie et les échanges entre les enfants. Mais elles offrent peu de fonction à l'enseignant pour assurer l'orchestration de l'activité de l'ensemble des enfants en la classe, ce qui est pourtant une activité importante pour l'enseignant. Par ailleurs, certaines ressources sont construites progressivement en classe tout au long de l'année. Dans notre étude, le XO ne s'y substitue pas non plus. Il n'est pas utilisé pour constituer des ressources réutilisables, peu de traces du travail avec le XO sont conservées, et le journal n'est pas utilisé.

Cette étude porte pour l'instant uniquement sur les trois premiers mois d'utilisation des XO en classe. Or le processus se met en place dans une durée souvent beaucoup plus longue, plusieurs mois, voire plus. C'est pourquoi une étude diachronique est actuellement en cours sur l'année 2012-2013 dans la même école afin d'analyser la façon dont ce processus d'appropriation se poursuit au cours du temps.

Il serait utile d'entreprendre une étude comparable dans les pays du Sud dans lesquels les ressources à disposition pour apprendre sont peu nombreuses.

Une meilleure compréhension du processus d'appropriation dans différents environnements pourra permettre de concevoir des formations et un accompagnement

permettant à l'entourage des enfants d'aborder ces transformations de l'activité dans de bonnes conditions.

## 7. Remerciements

Ce projet est financé par l'Université Paris 8 dans le cadre du programme d'aide à la recherche innovante (PARI) « ergonomie pour l'enfant »

Le matériel est fourni par l'association *OLPC-France* avec le soutien de la fondation *Lyoness Child and Family*. La mairie de Saint-Denis a apporté un appui logistique à l'étude et a fourni la borne wifi.

Ce travail a été rendu possible grâce au soutien de l'académie de Créteil et de l'inspectrice en charge de la circonscription de Saint-Denis 1. Nous remercions également la directrice de l'école qui nous a ouvert ses portes, les enseignants qui ont accepté de participer au projet, ainsi que les enfants et leur famille.

## 8. Bibliographie

Abboud-Blanchard M., Chappet-Paries M. (2008), L'enseignant dans une séance de géométrie dynamique. Comparaison avec une séance en papier-crayon. In Vandebrouck ed: *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*, Octarès.

Bruillard, E., Baron, G.L. (2006). Usages en milieu scolaire : caractérisation, observation et évaluation. In Grandbastien M. et Labat J.M. (dir.), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, (p. 269-284). Lavoisier, Paris.

Cristia J.P, Ibararan P., Cueto S., Santiago A., Severin E. (mars 2012). *Technology and Child Development : Evidence from the one laptop per child program*. Inter American Development Bank Working Paper 304 <http://ftp.iza.org/dp6401.pdf>

Cuban, L. (2001). *Oversold and Underused: Computers in the Classroom*. Cambridge: Harvard University Press.

[http://www.urosario.edu.co/urosario\\_files/28/28745b9b-7870-4676-9b0e-a84b26278639.pdf](http://www.urosario.edu.co/urosario_files/28/28745b9b-7870-4676-9b0e-a84b26278639.pdf)

Daniellou F., Rabardel P. (2005). Activity-oriented approaches to ergonomics: some traditions and communities. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. 6(5), 353-357

Decortis, F. (2008). L'activité narrative et les nouvelles technologies pour les enfants. *Habilitation à Diriger des Recherches*. Université de Paris 8.

Decortis F. (sous presse). L'activité narrative dans ses dimensions multi instrumentée et créative en situation pédagogique. *@ctivités*.

Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47-61.

Everts, B., Herren, M., & Hollow, D. (2008). Ethiopia implantation report, September – December 2007. [www.eduvision.ch](http://www.eduvision.ch)



Flores P., Hourcade J.P. (2009). One Year of Experiences with XO Laptops in Uruguay. *Interactions*, 16(4), 52-55.

Goigoux R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. *Education et didactique*, 1(3).

Heurtier, S. (2012). Quelle appropriation par les enseignants d'un nouvel instrument, l'ordinateur portable. *Mémoire de master 2 éducation et formation parcours recherche en éducation*, Université de Cergy-Pontoise.

Hirji, Z. ; Barry, B. ; Fadel, R.; Gavin, S. (2010). *Assessment overview of one laptop per child projects*, One Laptop per Child Foundation Learning Group.

Hourcade, J.P., Beitler, D., Cormenzana, F. and Flores, P. (2009). Early OLPC Experiences in a Rural Uruguayan School. In A. Druin (Ed.), *Mobile Technology for Children: Designing for Interaction and Learning*. Boston: Morgan Kaufmann.

Jaillet A. (2004). What Is Happening with Portable Computers in Schools? *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 115–128.

Karsenti T., Colin S. (2011). *Avantages et défis inhérents à l'usage des ordinateurs portables au primaire et au secondaire. Enquête auprès de la Commission scolaire Eastern Townships*. Synthèse des principaux résultats. Montréal, QC : CRIFPE.CRIFPE.

Karsenti, T., Tchameni Ngamo, S. (2007). Qualité de l'éducation en Afrique : le rôle potentiel des tic, *International Review of Education* 53:665–686

Khaneboubi M. (2010). Description de quelques caractéristiques communes aux opérations de dotations massives en ordinateurs portables en France. *Revue Sticef.org*, 16, 1-8.

Khaneboubi M. (2009). Facteurs influençant les usages de l'informatique en classe par des enseignants des collèges du département des Landes. In G.-L. Baron, E. Bruillard et L.-O. Pochon (ed.) : *Informatique et progiciels en éducation et en formation.*, Lyon : ENS Cachan, IRDP et INRP.

Kraemer K., Dedrick J., Sharma P. (2009). One Laptop Per Child: Vision vs. Reality. *Communication of the ACM magazine*, 52 (6).

Martinez, A. L., Alonso, S., & Diaz, D. (2009) Monitoreo y Evaluación de Impacto Social del Plan Ceibal : Metodología y Primeros Resultados a Nivel Nacional, Plan Ceibal, [http://www.ceibal.org.uy/docs/presentacion\\_impacto\\_social221209.pdf](http://www.ceibal.org.uy/docs/presentacion_impacto_social221209.pdf)

Millerand F. (2002). La dimension cognitive de l'appropriation des artefacts communicationnels. In F. Jauréguiberry & S. Proulx (Eds), *Internet : nouvel espace citoyen*. Paris : L'Harmattan, 181-203.

Näslund-Hadley, E., Kipp, S., Cruz, J., Ibarraran, P. Steiner-Khamsi G. (2009). *OLPC Pre-Pilot Evaluation Report* (Haiti) Inter-American Development Bank Education Division - SCL Working Paper #2

Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Boston, MA: Academic Press.

Nugroho & Lonsdale (2010). *Evaluation of OLPC programs globally: a literature review*. Australian Council for Educational Research.

[http://wiki.laptop.org/images/a/a5/OLPC\\_Lit\\_Review\\_v4\\_Aug2010.pdf](http://wiki.laptop.org/images/a/a5/OLPC_Lit_Review_v4_Aug2010.pdf)

Papert, S. & I. Harel (1991), *Constructionism*, Ablex Publishing Corporation.

Perez-Burger M. (2011). *Ceibal Assessment 2010*. Document summary, National Public Education Administration.

<http://www.anep.edu.uy/anepweb/servlet/main004?403>

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

Rabardel P., Bourmaud G. (2003). From computer to instrument system: a developmental perspective. *Interacting with Computers*, 15 (5), 665–691.

Rabardel P., Bourmaud G. (2005). Instruments et systèmes d'instruments. In P. Rabardel & P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (pp. 211-229). Toulouse : Octarès

Rinaudo J.-L., Turban J.-M., Delalande P., Ohana D. (2008). Des ordinateurs portables, des collégiens, des professeurs, des parents : *rapport de recherche sur le dispositif Ordi 35 2005-2007*. Retrieved from [http://www.marsouin.org/article.php3?id\\_article=241](http://www.marsouin.org/article.php3?id_article=241)

Schneiderman, B. (1992). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Sort, C. (2012). Introduction d'un ordinateur en classe à l'école primaire : évolution de l'activité enseignante pendant les séances mathématiques. *Mémoire de master 2 éducation et formation parcours recherche en éducation*, Université de Cergy-Pontoise.

Trouche L. (2004). Managing Complexity of Human/Machine Interactions in Computerized Learning Environments: Guiding Student's Command Process Through Instrumental Orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 281-307

Warschauer M. (2008). Laptops and Literacy: a multi-site case study. *Pedagogies: an International Journal*, 3, 52 - 67.

Warschauer, M., Ames, M. (2010). Can One Laptop per Child save the world's poor? *Journal of International Affairs*, 64(1), 33-51.

Warschauer, M., Cotten, S., Ames., M. (2011). One Laptop per Child Birmingham: Case Study of a Radical Experiment. *International Journal of Learning and Media*, 3(2), 61-76.

Yarosh, S., Radu, I., Hunter, S., Rosenbaum, E. (2011). *Examining Values: An Analysis of Nine Years of IDC Research*. Proceedings of the IDC 2011 Conference, June 20-23, Ann Arbor, USA.

Zucker A., Light D. (2009). Laptop Programs for students? *Science*, 323, 82-85.

## Auteurs de l'étude

Cette recherche est réalisée au sein du laboratoire Paragraphe par Françoise Decortis et Sandra Nogry dans le cadre du projet PARI *ergonomie pour l'enfant* financé par l'université Paris 8.

**Françoise Decortis**, Professeur en ergonomie, est responsable de l'équipe Conception, Créativité, Compétences et Usages (C3U, laboratoire *Paragraphe*, Université Paris 8). Ces recherches portent sur la conception de technologies adaptées aux enfants. Elle a par exemple participé au projet POGO, projet qui visait à développer des interfaces tangibles destinées à développer les habiletés narratives chez les jeunes enfants. Elle collabore actuellement avec la BNF sur le thème du livre numérique.



**Sandra Nogry** est Maître de Conférence en Psychologie des apprentissages à l'Université Cergy-Pontoise et membre de l'équipe Compréhension, Raisonnement et Acquisition de Connaissances (laboratoire *Paragraphe*, Université de Cergy-Pontoise) Ces recherches portent sur les apprentissages scolaires. Elle a participé à la conception et à l'évaluation de différents logiciels d'apprentissages mathématiques. Elle réalise également des études sur le rôle des interactions entre enseignant et dans la construction de connaissances arithmétiques à l'école primaire.

Les observations ont été réalisées par **Carine Sort et Stéphanie Heurtier**, 2 étudiantes en Master 2 Education et Formation (Parcours Recherche en Education) à l'Université Cergy-Pontoise.

Ce projet de recherche est soutenu par l'**association OLPC-France**. Cette association vise à promouvoir le projet One Lap-top Per Child (OLPC).

<http://olpc-france.org/wiki/index.php?title=Accueil>

<http://one.laptop.org/>

Pour plus d'informations sur l'étude contacter Sandra Nogry : [sandra.nogry@u-cergy.fr](mailto:sandra.nogry@u-cergy.fr)