

Traces numériques et apprentissage de l'écrit, compte rendu d'une recherche.

Numerical traces and learning of the reading and the writing, report of a research.

Hélène Terrat¹, Conseillère pédagogique ASH, DSDEN du Rhône, helene.terrat@ac-lyon.fr

Jack Sagot², Ancien formateur à l'INSHEA, chercheur associé à l'Université Paris 8, jack.sagot@gmail.com

Résumé

L'étude porte sur l'analyse de l'observation de trois élèves handicapés moteurs avec troubles associés en apprentissage de l'écrit médié par un outil numérique traçant. Celui-ci privilégie le retour vocal comme trace auditive, la personnalisation de l'environnement de travail, la réflexivité augmentée grâce à un retour visuel dynamique de chacune des actions de l'enfant à l'aide d'un module « traceur », et l'enregistrement de tous les événements de l'historique « rejouables » a posteriori, dans un module « film ». Ces travaux montrent comment les rétroactions réflexives à partir des traces prennent en compte les besoins de ces élèves en matière d'estime de soi, de réussite et d'autonomie, mais aussi révèlent et développent leurs stratégies d'apprentissage. De nouvelles perspectives d'apprentissage s'ouvrent ainsi grâce à l'utilisation de traces informatiques, pour ces élèves en particulier, mais également pour beaucoup d'autres.

Mots-clés : accessibilité, apprentissage, autonomie, handicap, langagier, numérique, trace

Summary

The study focusses on an analysis of an observation of three motor-impaired pupils and the difficulties facing them as they learn to write with assistive technology tools. Said technology favours vocal feedback as an audible footprint, personalisation of the working environment, enhanced reflexivity through a tracking module which provides a dynamic visual trace of each of the child's actions and, in a "movie" module, a recording of all previous actions. These tasks show how reflective feedback from the recordings take into account the needs of the pupils in terms of self-esteem, success and autonomy, but they also reveal and develop their learning strategies. New learning horizons open up through the use of this data history, particularly for these students but also for many others.

Key-words: accessibility, learning, autonomy, disability, linguistic, digital technology, trace

¹ Docteur en psychologie de l'Université Lyon 2

² Laboratoire THIM-CHART (cognition humaine et artificielle), université Paris 8

Introduction

L'utilisation de supports informatiques pour des élèves handicapés sur le plan moteur est reconnue pour faciliter leur accès aux apprentissages en compensant les limitations motrices (Benoit, Sagot, 2008)¹. Par ailleurs l'usage du numérique à l'école se développe considérablement et modifie l'enseignement. Les performances dans le domaine du numérique offrent des fonctionnalités nouvelles et intéressantes, à la fois pour les enseignants et pour les élèves, comme la possibilité de garder automatiquement trace de toute action réalisée numériquement. Cependant les troubles généralement associés aux déficits moteurs entraînent des perturbations que ne suffisent pas à dépasser le fait de réaliser des apprentissages avec les outils informatiques. De nouveaux défis se posent à nous pour tenter de surmonter ces obstacles et permettre à ces élèves de réussir.

L'objectif principal de notre recherche est de comprendre en quoi l'utilisation d'un outil numérique traçant dédié à l'apprentissage peut améliorer les performances d'élèves handicapés moteurs et présentant des troubles neuropsychologiques associés dans leur apprentissage de l'écrit, mais aussi avoir un impact positif sur leur autonomie et leur estime de soi, dont on sait qu'ils sont des facteurs déterminants de la réussite scolaire.

Après avoir précisé dans quel contexte historique et sociétal nous positionnons notre recherche, nous exposerons la problématique que nous avons retenue et l'hypothèse qui soutient nos travaux. A partir de notre protocole d'observation clinique des élèves, filmés en situation de réalisation d'une tâche scolaire avec le logiciel Pictop. Nous présenterons l'analyse des résultats obtenus et discuterons de l'intérêt et des limites de ce type de support numérique pour l'apprentissage de la langue écrite.

Contexte historique et sociétal de la recherche

Le recours devenu systématique des ordinateurs pour élèves atteints de déficience motrice a changé complètement la possibilité d'étudier de ces enfants en leur donnant un accès plus autonome à l'écrit. Malgré cela, pour certains élèves, des difficultés scolaires subsistaient et elles ne semblaient pas corrélées à une déficience intellectuelle ni à la gravité des troubles moteurs compensés par ces matériels. Pour ces enfants, le plus souvent souffrant d'une paralysie cérébrale, la recherche de démarches pédagogiques adaptées a pris tout son sens et a amené à proposer des outils prenant en compte à la fois les difficultés motrices et les troubles neuropsychologiques, principalement praxiques, gnosiques, mnésiques, attentionnels et exécutifs.

Au fil des progrès de la recherche en neuropsychologie, et de l'informatique, nous nous sommes interrogés sur la manière de faire évoluer nos outils afin qu'ils répondent encore mieux aux besoins de ces élèves. Une enquête nationale³ initiée par l'INSHEA et à laquelle nous avons très largement contribué dès l'origine, fut menée en 2010. Cette étude mettait en évidence, elle aussi, l'utilisation bénéfique et récurrente de l'informatique et de logiciels d'accompagnement pour les apprentissages fondamentaux, notamment en maîtrise de la langue. L'un des outils le plus fréquemment cité était alors le logiciel spécialisé Pictop⁴, diffusé par l'INSHEA qui vise l'autonomie de l'élève et s'appuie sur deux notions majeures de la loi 2005-102, l'accessibilité et la compensation. Mais cette étude montrait également les limites de cette aide pédagogique.

³ Cette enquête a fait l'objet d'un mémoire de master2 « Technologie et Handicap » de l'université Paris 8 : http://www.inshea.fr/sites/default/files/fichier-orna/handicapHM_def.pdf

⁴ Pictop 2, conçu par J. Sagot et M. Durand

Si la plupart des enfants découvrent par eux-mêmes les stratégies qui vont les conduire à devenir bons lecteurs, il n'en est pas de même pour les élèves les plus fragiles, que sont notamment certains enfants en situation de handicap pour qui il est nécessaire de rendre explicites ces stratégies. C'est la métacognition qui donnera le recul nécessaire pour analyser la situation afin de choisir la stratégie conduisant à la compréhension. Elle permettra également à l'élève de demander de l'aide s'il se trouve dans une impasse. Pour aider au mieux les élèves en difficulté, la démarche proposant un enseignement explicite de la lecture est reconnue comme l'une des plus efficaces, notamment parce qu'elle favorise le développement de la métacognition et l'autonomie (Giasson, 1992)² ; (Goigoux, 2003)³ ; (Falardeau & Gagné, 2012)⁴.

Positionnement de la recherche

En référence au socioconstructivisme de Vygotsky (1934)⁵ et Bruner (1983)⁶, notre question de recherche se situe à l'intersection de quatre grands domaines de connaissance, l'apprentissage, le langage, le handicap et l'informatique.

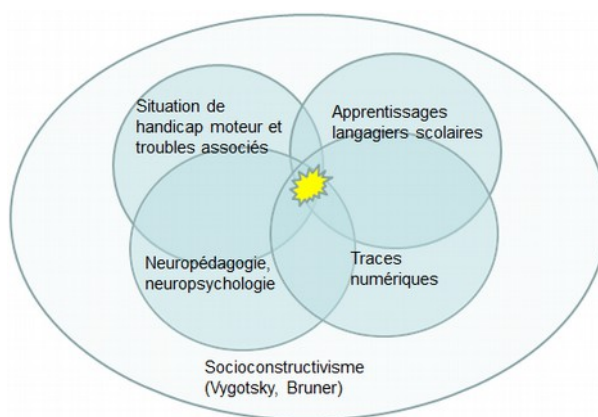


Figure 1 : positionnement de la recherche

Olivier Houdé s'est attelé à redéfinir « le développement cognitif lui-même, tel que l'avait abordé

Piaget » (Houdé, 2004)⁷, en y associant les indications sur le fonctionnement cérébral éclairé par les techniques d'imagerie. Si certaines capacités cérébrales sont déjà présentes et « prêtes à l'emploi » à la naissance, d'autres s'élaboreront progressivement grâce à la genèse et l'établissement de nouveaux réseaux de neurones stimulés par la pression de l'environnement au fur et à mesure des apprentissages.

Selon Dehaene les sciences cognitives ont identifié quatre facteurs principaux de réussite d'un apprentissage : l'attention, l'engagement actif dans la tâche, le retour immédiat d'informations, et la consolidation par l'automatisation (Dehaene, 2013)⁸. Ces facteurs ont orienté depuis quelques années les pédagogues vers de nouvelles pistes de travail prenant en compte les neurosciences pour aider tous les élèves à mieux apprendre, et en particulier ceux qui sont fragilisés comme les élèves en situation de handicap.

Chacun reconnaît aujourd'hui que le langage est le produit de l'intégration de plusieurs composantes, dont : le niveau phonologique (les sons ou phonèmes), le niveau morpho-lexicologique (les mots de la langue), le vocabulaire qui vont constituer le dictionnaire mental, le niveau morphosyntaxique ou grammatical (Rondal, 2006)⁹, et que l'on retrouve dans le langage écrit.

Les activités de lecture et d'écriture mettent en œuvre toutes les deux la langue écrite, la lecture comme réception, l'écriture comme production. Lecture et écriture mettent donc en jeu des exigences cognitives différentes : lire, c'est identifier des mots écrits puis traiter le sens au niveau local de la phrase, puis global du texte. Il s'agit de se constituer une représentation mentale d'une situation décrite par un texte dans un contexte particulier. Plus la lecture est automatisée, plus l'attention du lecteur peut se consacrer à l'extraction du sens. Pour accéder à une lecture orthographique efficace, il est nécessaire d'avoir une bonne conscience phonémique et une connaissance du code orthographique (Morais, 2003)¹⁰. Les connaissances phonologiques, morphologiques et syntaxiques jouent un rôle primordial pour accéder à la lecture et à la compréhension du texte. Pour que l'enfant puisse acquérir le lexique et la syntaxe de la langue écrite, l'enseignant doit s'appuyer à la fois sur la capacité de l'enfant à produire un énoncé oral cohérent, et sur de nombreuses situations de lecture de textes diversifiés mettant en œuvre diverses stratégies d'enseignement. Le développement de la métacognition peut rendre plus efficaces les apprentissages scolaires, c'est en particulier la compétence liée à la régulation métacognitive qui permet à l'élève d'anticiper les procédures, de les évaluer et éventuellement de les réadapter (Grangeat, 1997)¹¹.

Des environnements informatiques sont conçus grâce aux progrès des développements des technologies computationnelles actuels pour prendre en compte un certain nombre de besoins de l'utilisateur afin de faciliter leur utilisation et les apprentissages visés. Ces outils, des EIAH (Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain) « centrés utilisateurs », proposent une personnalisation de l'apprentissage. L'adaptation se fait en fonction des rétroactions de l'environnement et des activités. Elle est soit générée automatiquement soit choisie manuellement parmi des choix préfixés, s'appuyant sur des productions de feedbacks (traces) pertinents. Des études (Lefèvre, Jean-Daubias, Guin, 2009)¹² ont montré que la production de traces et leur analyse peuvent être utilisées comme information explicite et objet de réflexion pour l'enseignant ou l'apprenant, dans la mesure où leur représentation est rendue intelligible pour permettre une réflexivité des usages de l'outil. Issue des activités réalisées sur support informatique, la trace numérique est constituée comme telle « lorsque l'humain s'en empare et les [*les inscriptions d'interaction*] interprète » (Ollagnier-Beldame, 2013)¹³. Ce faisant il les temporalise : rappel d'inscriptions d'une action passée, mais aussi construction du sens au moment présent pour s'en servir plus tard.

Ces travaux sont prometteurs pour mieux prendre en compte les besoins particuliers des élèves, notamment à ceux en situation de handicap.

Concernant le domaine de notre étude, nous pouvons dire que les conséquences des déficiences motrices sont très variables, tout comme leurs causes, mais les obstacles aux apprentissages sont réels et ne se traduisent pas seulement par des contraintes physiques visibles et effectives.

Ce sont souvent les troubles associés aux déficits moteurs qui complexifient les réponses à apporter. Ces troubles peuvent être liés à différentes fonctions perceptivo-motrices, affectives ou cognitives. Les fonctions instrumentales du sujet sont imbriquées à son environnement et déterminées par lui tout autant qu'elles lui permettent de le comprendre (De Ajuriaguerra, 1956)¹⁴. Les différents domaines sollicités dans les apprentissages peuvent être impactés et cela a des retentissements au niveau scolaire. « Les victimes de lésions cérébrales précoces survenues dans la période anté- ou périnatale [...], les infirmes moteurs cérébraux souffrent de déficiences neurologiques (neuromotrices et/ou neuropsychologiques) stables et fixées. [...] Ainsi, le plus fréquemment l'enfant associe-t-il un handicap moteur variable et un trouble cognitif » (Mazeau, 1999)¹⁵. Différents domaines de

la cognition peuvent être affectés et dysfonctionner (langage, praxies, visuo-spatial, mémoire, attention, fonctions exécutives...).

Dans le domaine scolaire, ces obstacles génèrent des besoins éducatifs particuliers et nécessitent une attention et des dispositions spécifiques pour rendre accessibles les apprentissages.

La question de recherche

Plus que d'autres enfants, les élèves handicapés moteurs présentant des troubles associés ont besoin de s'appuyer sur un étayage humain important, des méthodes ritualisées et des outils adaptés. Disposant d'instruments cognitifs lacunaires, confrontés à des tâches, ils ne peuvent pas mobiliser facilement, seuls et spontanément, toutes leurs ressources. L'accompagnement selon le concept de la zone proximale de Vygotsky, leur est donc nécessaire. Aussi, à terme, faut-il développer chez eux « l'apprendre à apprendre » et les aider à découvrir progressivement des stratégies efficaces pour affronter les différentes tâches et avoir accès aux contenus d'apprentissage. Bien entendu ces modèles qui seront découverts et mémorisés devront être sans cesse réaménagés pour construire une sorte de « base d'expérience » qu'ils pourront rappeler et enrichir, et ainsi poursuivre l'apprentissage. Ce n'est que dans l'action que l'élève produit des traces, c'est du rôle de l'enseignant de l'aider à les lui rendre accessibles, grâce au langage ou à toute autre matérialisation explicite. En l'accompagnant dans la lecture et l'interprétation de ses traces, il pourra alors développer une pensée sur l'action et par la même avoir une réflexion « méta » qui impactera son action et favorisera ses apprentissages. Ceci relève de la métacognition dont on connaît l'importance pour la réussite des élèves. En même temps, ces traces permettent à l'enseignant d'observer et de comprendre le fonctionnement cognitif de cet élève particulier, et en cela faciliter l'interaction élève-maître.

Il restait à trouver un outil conçu pour à la fois « faire et penser », prenant en compte l'intérêt des traces pour supporter un retour réflexif sur l'activité, et la métacognition pour améliorer les apprentissages. Ce logiciel devait d'une part rendre l'activité scolaire possible, en palliant les difficultés graphiques par exemple, et d'autre part, développer la pensée procédurale et la métacognition grâce aux traces d'activité. Nous avons choisi de faire évoluer le logiciel Pictop, repéré pour son utilisation fréquente et pertinente dans cette population d'élèves. Il nous a semblé intéressant de le transformer en un véritable instrument de traçage et d'apprentissage, au sens défini par Rabardel (1995)¹⁶, et en faire un EIAH, personnalisable, support d'une interaction forte « élève-enseignant » pouvant faire progresser les élèves en développant chez eux la métacognition.

Il convenait donc de savoir « en quoi l'utilisation des traces d'un EIAH peut-elle favoriser l'apprentissage de la langue chez des élèves atteints de troubles de la fonction motrice ainsi que de troubles d'ordre neuropsychologiques associés ? » C'est cette question de recherche que nous avons développée.

Celle-ci, qui prend en compte à la fois l'apprentissage dans le domaine langagier, le handicap et l'informatique, nous a amené à nous intéresser en particulier à l'importance, démontrée par Vygotsky et Bruner, de l'interaction de l'élève avec son environnement, humain et matériel (l'enseignant et l'outil), pour lesquels l'action révèle la pensée et en même temps la nourrit. L'étayage accompagne l'enfant vers plus d'autonomie et de réussite, et la métacognition supporte et améliore l'apprentissage.

Hypothèse

Les traces informatiques sont pour nous des indicateurs des interactions de l'élève en situation de handicap avec son environnement. Elles nous renseignent sur ses stratégies et pour l'enfant lui-même, elles lui permettent d'avoir un retour réflexif sur son activité. Ceci revient à poser comme hypothèse générale que l'activité cognitive de l'enfant est renforcée par des rappels s'appuyant sur des traces, améliorant ainsi ses stratégies et ses performances dans les apprentissages langagiers. Pour ce faire, nous avons étudié comment les traces de nature visuelle, auditive, immédiate et différée, retournées sur l'enfant modifient son comportement face à l'apprentissage. Dans un souci d'opérationnalisation, nous avons déclinée quatre hypothèses de travail que nous avons suivies à travers une étude qualitative, l'observation d'élève en situation d'apprentissage médiée numériquement et une étude quantitative relative aux résultats d'un questionnaire auprès d'enseignants.

- Hypothèse 1 : Le retour vocal développe l'autocontrôle de sa production par l'élève et donc son autonomie dans son expression écrite et dans l'accès au sens (rôle de la trace auditive). L'autocontrôle des productions participe au principe d'apprentissage autorégulé (Cosnefroy¹⁷, 2011 ; Puustinen¹⁸, 1996), et à l'autonomie de l'enfant.

- Hypothèse 2 : le paramétrage de l'environnement de travail, à la fois des éléments visuels (couleurs, encadré, gros curseur, rappel de la consigne...), et formels (types d'exercices) de Pictop favorise d'une part l'accès aux entrées et d'autre part à la compréhension et à la structuration de la langue. Les étayages proposés par l'environnement permettent à l'élève de réussir dans leur zone proximale de développement (Vygotsky, Bruner).

- Hypothèse 3 : En cours d'exercice, l'affichage du traceur permet aux élèves de mieux comprendre ce qu'ils font : mieux percevoir le rôle des commandes, renforcer la compréhension profonde de l'activité. L'utilisation des traces d'activité immédiates permet à l'utilisateur de mieux s'approprier son environnement et contribue à faciliter l'apprentissage (Ollagnier & Mille, 2006)¹⁹.

- Hypothèse 4 : L'utilisation de la trace différée (rejouage de l'activité) permet de voir et d'améliorer les stratégies d'apprentissages de l'élève. Pour Vermersch (2004)²⁰, toute trace peut être un appui utile à l'émergence d'éléments significatifs dans le cadre d'une explicitation lors d'un retour réflexif sur l'activité. Cette prise de conscience des erreurs et de la capacité à les dépasser, permet à l'enfant de construire des stratégies efficaces et de développer son contrôle inhibiteur (Houdé, 2014)²¹.

Méthodologie

Au niveau méthodologique, nous avons travaillé sur deux études, l'une clinique qui est au centre de notre recherche, l'autre quantitative qui vient compléter et renforcer ou non nos observations.

Pour la première, d'inspiration ethnographique, nous avons mis en place auprès de trois enfants en situation de handicap moteur, d'une part, des observations laissant émerger des éléments significatifs sur des activités langagières écrites médiées par l'outil informatique, Pictop3, et d'autre part sur leur confrontation à leurs traces et les échanges avec l'adulte pour les commenter (Terrat, 2015)²². Le choix du cadre d'une approche d'observation participante, nous permettait d'observer le plus attentivement possible, de façon à faire émerger les points saillants des comportements, des réactions, même minimes et inattendues et les productions des élèves, rendus signifiants au regard de nos hypothèses. Les éléments relevés servaient à montrer plus qu'à démontrer certains phénomènes puisque c'est dans la dialectique avec des faits scientifiques qu'on peut trouver des réponses à notre problématique. Les trois élèves retenus étaient filmés dans leur activité, puis également dans le temps d'échange avec nous lors du visionnage du film de leur activité, tout ce qui se

déroulait sur l'écran de l'ordinateur était enregistré par un utilitaire de capture d'images (audio et vidéo). Nous n'avons pas pu intervenir directement dans la classe mais dans une salle à côté, le travail effectué par l'élève était en lien étroit avec la séance proposée par l'enseignante de la classe, c'est elle qui proposait le contenu de l'activité. Un montage de la vidéo présentant, en plan moyen, de l'élève en train de travailler avec l'adulte et de l'enregistrement synchronisé de l'écran de l'ordinateur de toutes les séances a été effectué afin de pouvoir observer et analyser ces supports au regard des hypothèses.

Pour l'étude quantitative⁵, nous avons procédé par questionnaire semi-ouvert auprès d'enseignants utilisateurs de cet EIAH avec leurs élèves. Le questionnement ne portait pas sur l'acceptation ou les résultats des élèves, mais sur les démarches mises en œuvre par l'enseignant, ses objectifs poursuivis avec cet outil, par rapport à nos hypothèses.

Dans l'échange élève-enseignant, l'élève pouvait dire ce qu'il avait fait et ce qu'il avait compris, l'enseignant reprenait certains points de manière structurée avec une explication qui faisait sens pour l'enfant.

Dans ces deux types d'entretien, l'intérêt était de proposer un « espace-temps » où les acteurs ont la possibilité de mobiliser ou de rétablir leur pouvoir d'agir en différé, emprunté à deux techniques :

- dans l'autoconfrontation par rapport aux actions différées par le film, (Faïta, Vieira, 2003)²³,
- dans l'entretien d'explicitation (Vermersch, 2004) par rapport à leur « re-mémoration » du vécu de l'action passée, uniquement par la médiation du langage.

Pour les deux, il y a processus de réflexion qui permet d'accéder à un passé représenté et d'actualiser d'autres possibles.

Pour nous, le choix du support de traces, et l'accompagnement à l'évocation et la description nous ont incité à imaginer un entretien à la croisée des deux méthodes, utile pour nos élèves en situation de handicap.

Population

Pour mettre en place ce travail d'observation auprès d'élèves en situation scolaire et réalisant des exercices avec l'outil informatique modifié pour tracer leur activité, nous avons choisi des enfants en situation de handicap (troubles moteurs + troubles associés), en apprentissage de l'écrit (entre 7 et 12 ans), utilisant habituellement un outil informatique, scolarisés avec l'appui du dispositif ULIS en école élémentaire. Cette population est intéressante car en raison des troubles moteurs, elle oblige à utiliser l'informatique pour accéder aux apprentissages.

Protocole

Quarante-huit films ont été réalisés par montage vidéo, présentant l'élève confronté à la tâche scolaire, avec incrustation de l'écran d'ordinateur.

Les exercices proposés étaient semblables pour les trois élèves, placés à des moments différents selon la temporalité de la classe (en lien avec les leçons sur les sons, les mots, les phrases, les textes). Il s'agissait de mettre en évidence des éléments saillants sur l'appropriation des traces par les élèves utilisant notre outil traçant. Ce logiciel est destiné à la fois aux élèves pour la gestion de l'énergie cognitive, l'étayage, le développement de la métacognition en vue d'un enrichissement des stratégies mais également aux enseignants permettant d'archiver et d'étudier les traces d'activités de leurs élèves pour mieux les accompagner. L'objectif était de développer :

⁵ L'étude quantitative ne sera pas ici développée mais seulement citée.

- la conscience phonologique, la conscience morphologique, la conscience syntaxique, et l'accès immédiat et facilité à la sémantique (piliers de l'apprentissage de la lecture).
- la métacognition en s'appuyant sur la rétroaction, l'analyse des traces et l'explicitation (élève et/ou enseignant)

Description et fonctionnalités de Pictop

Pictop⁶ est un EIAH dans la mesure où il offre un environnement personnalisé à l'élève. Il est totalement ouvert à l'enseignant qui élabore des exercices adaptés et ouvert à l'enfant qui produit des textes à partir d'étiquettes textuelles (lettres, syllabes, mots, phrases) qui ne sont pas évalués mais retournés vocalement vers lui. La progression se construit sur l'analyse des traces auditives et visuelles par l'enfant aidé plus ou moins par son enseignant.

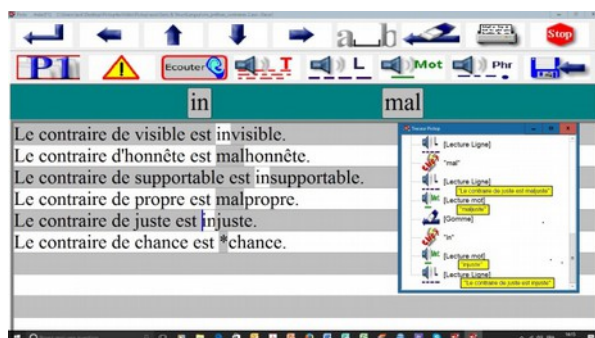


Figure 2 : écran d'un exercice avec la fenêtre de traçage

Résultats et analyse

Les observations des vidéos ont montré que la trace auditive aide l'élève à entrer dans l'activité, qu'elle est un étayage fort pour réaliser l'exercice en totalité car elle contourne la difficulté de lecture, allège la charge mnésique et focalise l'attention déficitaire sur l'essentiel. Elle favorise la mise en place de stratégies efficaces amorçant un cercle vertueux vers la motivation et la réussite. La trace visuelle (film/historique et traceur) est un support au retour réflexif soutenant la compréhension des actions et à l'explicitation effectuée avec l'enseignant. Elle donne aux élèves l'occasion de mieux s'approprier les procédures efficaces, puis de les réinvestir avec la même réussite.

Les trois élèves observés sur plusieurs semaines ont évolué dans leur manière d'aborder les apprentissages. La prise d'appui sur la trace auditive proposée par l'ordinateur pour réussir à construire des procédures de production a été largement investie et utile à chacun. Le réinvestissement de cette fonction (rappel à voix haute, à voix basse, puis intériorisée) a été effective et leur a permis de mieux apprendre (Terrat, 2015). L'autonomie dans la demande d'aide a été plus pertinente et mieux utilisée : c'est l'enfant qui sollicite l'enseignant lorsque l'étayage de l'ordinateur n'est plus suffisant. Les élèves se sont sentis valorisés par leurs réussites (certains l'expriment clairement), l'estime de soi est renforcée.

C'est surtout l'utilisation du retour réflexif sur l'activité grâce aux traces dynamiques qui été déterminante : en général il est très difficile de faire revenir l'élève avec profit sur son erreur à partir du seul résultat ni de savoir avec exactitude ce qu'il voulait faire n'ayant aucune trace dynamique de l'endroit ou du moment où il a fait l'erreur. Les problèmes d'évocation, de

⁶ Pictop a fait l'objet de plusieurs versions, l'outil traçant développé pour l'étude correspondait à la version 3, co-conçue par H. Terrat, J. Sagot et M. Durand. La version actuelle, la version Pictop 4 est gratuite. Voir fonctionnalités : <http://www.ecolepourtous.education.fr/pour-enseigner/ecrire/troubles-moteurs/pictop.html>

mémorisation renforcent cette difficulté, rendant d'autant plus indispensable la nécessité de s'appuyer sur une trace.

Les documents vidéos réalisés illustrent une attitude intéressante des trois élèves au regard du rôle de la trace auditive qui permet l'autocorrection. La gestion de l'énergie cognitive est facilitée par l'aide à l'analyse des matériaux et le contrôle de la production. La verbalisation et l'échange avec l'enseignant sont renforcés et continués par la médiation de l'outil informatique, puis intériorisés (aides visuelles, traceur). L'amélioration des stratégies d'apprentissages est facilitée par les traces visuelles dynamiques du film et les échanges. Ces résultats valident l'ensemble de nos hypothèses.

Discussion

Centrée à la fois sur l'enfant et sur l'environnement, cette étude éclaire en particulier les notions d'étayage, de zone proximale de développement (ZPD), de métacognition, d'autonomie et de complémentarité entre les médiations humaine et technique.

- Médiations humaine et numérique, complémentarité

De par ses fonctions tutorielle et procédurale, Pictop inscrit complètement son usage dans la zone proximale de développement de Vygotsky, qui dès l'origine a insisté sur le rôle du tutorat dans les apprentissages, puisque sans cet outil l'élève ne peut pas « faire », alors qu'avec cet outil et en présence de l'enseignant, il peut réaliser des exercices, qui vont pouvoir être complexifiés en suivant ses progrès (Terrat, 2015). Lors de son développement cognitif, l'enfant a besoin de l'étayage de la machine, et en particulier des traces sur lesquelles il va s'appuyer pour mettre en place des stratégies et amorcer un cercle vertueux d'apprentissage. Puis viendra ensuite la phase de désétayage, contrôlée par l'enseignant, quand il maîtrisera davantage le lire et l'écrire, ce qui le conduira peu à peu à plus d'autonomie. Notre étude clinique était centrée sur un usage individuel, l'enfant sous le regard et l'encouragement de l'adulte travaille éventuellement seul dans la première étape, celle de la réalisation de l'activité, en s'aidant de la consigne, en réfléchissant et en écoutant. Dans la deuxième étape, le rôle du maître est fondamental pour faire expliciter, faire préciser les choses, pour relever les succès et les erreurs, pour faire expliciter des procédures corrigées. L'outil d'étude est très inspiré par le socioconstructivisme : avec les outils de traçage, l'accent est alors tantôt mis sur l'analyse des traces permanentes en cours d'activité et tantôt sur celles explicitées en différé de l'activité, on explicite, pour soi, mais aussi et surtout devant quelqu'un pour avoir un retour.

- Une ZPD s'appuyant sur la médiation informatique, aide à la métacognition :

On peut résumer le concept de zone proximale de développement de Vygotsky médiée ici avec l'outil informatique de la façon suivante : Ce que les élèves handicapés de notre étude sont en mesure de faire aujourd'hui avec l'aide de l'adulte par le langage, les adaptations et les outils numériques compensatoires, ils pourront l'accomplir seuls demain, avec uniquement d'autres aides techniques qui faciliteront leurs réalisations et leur conféreront de l'autonomie. La réalisation aidée et analysée de l'activité restaurera leur confiance en eux, en leurs capacités, stimulera leur motivation, développera leurs stratégies et installera leurs apprentissages dans une boucle vertueuse. La zone proximale de développement envisagée en référence aux outils informatiques nous aide ainsi à comprendre la dynamique du développement de l'enfant handicapé moteur en prenant en considération non seulement les réalisations déjà obtenues, mais aussi les compétences en voie d'acquisition. L'état de développement mental de l'enfant handicapé moteur repose ainsi sur au moins deux facteurs : celui du développement actuel de ses compétences et celui de son développement

potentiel fondé sur la zone proximale de développement, donc à la fois sur l'aide et l'accompagnement de l'éducateur, mais également l'aide de ses outils compensatoires et les adaptations offertes par son environnement.

En effet, contrairement au rapport de Piaget à l'apprentissage qui préconise un enseignement directement en lien avec le stade de développement de l'enfant, Vygotsky explique : « On peut observer un phénomène similaire dans le développement de l'enfant normal. Un enseignement orienté vers un stade déjà acquis est inefficace. Il n'est pas en mesure de diriger le processus développemental mais est entraîné par celui-ci ». La théorie de la zone proximale de développement se traduit par une formule qui est exactement contraire à l'orientation traditionnelle : « le seul enseignement est celui qui précède le développement. » (Schneuwly & Bronckart, 1990)²⁴

L'étayage sera d'autant plus efficace qu'un temps d'échanges entre enseignants et élèves sera

proposé (Roehler & Cantlon, 1997)²⁵. Ce temps de rétroaction et de questionnement sur l'apprentissage, à la fois sur les résultats de l'élève, mais aussi sur sa démarche, aidera ce dernier à prendre conscience de ses compétences et à réguler son action. « Une rétroaction efficace porte à la fois sur des facteurs cognitif et motivationnel. Elle fournit aux élèves l'information dont ils ont besoin pour savoir où ils en sont dans leur apprentissage et ce qu'ils doivent faire ensuite. C'est le facteur cognitif. Parallèlement, quand ils sentent qu'ils comprennent ce qu'il faut faire et pourquoi, la plupart des élèves ont alors l'impression d'exercer un contrôle sur leur propre apprentissage. C'est le facteur motivationnel »

(Broockhart, 2010)²⁶. La pratique autonome d'une stratégie apprise est nécessaire pour que les élèves l'internalisent et apprennent à l'utiliser dans différentes situations (Nokes, Dole,

2004)²⁷. Lors de notre étude, l'élève a ainsi été amené à réfléchir sur les raisonnements qu'il a engagés, il a pris conscience d'un certain nombre de stratégies gagnantes et a pu les réinvestir pour une meilleure réussite de son apprentissage. Ce sont bien des éléments relevant de la métacognition que la médiation proposée a facilitée.

- Usage des traces, support de l'autonomie

Lors de son travail, l'élève est resté en étroite relation avec l'adulte présent au travers d'un accompagnement et d'un étayage, humain et technique. Tout ceci le nourrit de perceptions positives qui vont le conduire petit à petit vers davantage d'autonomie, puisque celle-ci commence avec la capacité à demander de l'aide, qu'elle soit humaine ou intégrée au système.

Si Pictop est très facilement accessible dans sa composante production d'écrits et demande une phase de familiarisation réduite permettant assez vite une certaine autonomie de l'élève, pour autant dans sa composante soutien à la métacognition, il reste complexe dans la gestion du traceur et du rejouage par le film. La gestion du traceur en particulier demanderait une période d'appropriation plus importante pour que l'élève l'utilise spontanément avec pertinence. Lors de l'expérimentation, même lorsque l'élève demandait à l'observer, l'aide de l'adulte était nécessaire pour en faire une véritable aide à la compréhension des actions et comme support pour dépasser un obstacle, que ce soit en cours d'activité ou pendant la phase de rejouage. Il faudrait prendre le temps d'entraîner les élèves à l'utilisation méthodique de cet outil novateur. En ce qui concerne le film des historiques de Pictop, il semble peu probable et réaliste de penser que ce rejouage pourrait être utilisé avec profit en autonomie par des élèves aussi jeunes pour qu'ils comprennent mieux leurs stratégies et les améliorent seuls. Ici l'apport du regard expert de l'enseignant semble encore indispensable. Ce qui pénalise au premier chef les élèves de notre étude, c'est leur incapacité à inhiber les

stratégies basiques qu'ils connaissent déjà, qui surgissent au décours de l'activité et qui parasitent leur comportement souvent trop impulsif. En cela les traces aident l'enfant à revenir sur sa production et ses erreurs et d'une certaine manière l'aide à « apprendre à inhiber » au sens des travaux d'Houdé. L'analyse des corpus vidéos a mis en évidence un certain apprentissage de l'autorégulation suscité par la richesse des retours rétroactifs et réflexifs augmentés par les traces numériques accompagnés d'un questionnement inspiré de la technique d'entretien d'explicitation de Vermersch. L'élève apprend ainsi à mieux gérer les aides proposées, précieuses pour gagner en autonomie comme le précise Puustinen (2013)²⁸.

Conclusion- Perspective

En plus d'une suppléance aux troubles praxiques, graphomoteurs et mnésiques, à partir du retour différé et de la réflexivité augmentée immédiate supportée par le traceur, l'outil développé pour cette étude apporte la possibilité de travailler la pensée procédurale et la planification de la tâche, la réalisation d'apprentissages réels et autonomes (connaissances et compétences méthodologiques) et le renforcement du sentiment d'autoefficacité.

Avec nos élèves handicapés, bien qu'atteints, les fonctions langagières restent primordiales et nécessitent d'être développées. Pour des enfants qui présentent un déficit attentionnel, mnésique et une défaillance au niveau des fonctions exécutives, la plupart des fonctions d'aide décrites par Bruner, nous paraissent particulièrement importantes. En effet, les troubles d'évocation demandent souvent à être compensés par un amorçage de la situation afin que l'élève se situe dans l'activité et puisse récupérer dans sa mémoire les éléments qui lui serviront dans l'exercice à réaliser. Plus que tout autre, il aura besoin que l'enseignant l'enrôle dans l'action. Au-delà de combler ses problèmes mnésiques, cela l'aidera à centrer son attention trop vite dispersée sur la tâche à réaliser et stimulera sa motivation à entrer dans celle-ci. Tout au long de sa réalisation, des éléments clés soulignés par l'adulte ou prévus dans l'activité serviront de jalons à la fois pour maintenir l'attention et le cap sur l'objectif et pour soutenir la planification de la tâche, toujours délicate. La réduction des degrés de liberté, fait référence aux adaptations qui peuvent être mises en place afin de compenser les difficultés d'accès à l'écrit. L'outil informatique rend l'écriture accessible aux enfants souffrant de troubles graphomoteurs, et les difficultés de lecture sont contournées par le retour vocal. Le choix et la forme des exercices tiennent compte de la nécessité de proposer, au moins dans un premier temps, des activités sans double tâche, dont on sait qu'elles dépassent les capacités de gestion cognitive de beaucoup d'élèves. Avec eux, l'étaillage pensé selon le modèle de Bruner est porté à la fois par l'accompagnement de l'enseignant à travers le langage, mais aussi en grande partie par l'outil informatique avec les logiciels qui permettent d'alléger certaines tâches et de rendre l'élève davantage autonome et moins dépendant de l'aide humaine. Petit à petit ceci engage l'étape suivante de désétaillage que nous n'avons pas explorée ici mais qui offre des perspectives intéressantes de poursuite de la recherche.

A cet égard, on pourrait imaginer une transition d'étaillage en non présentiel via un outil informatique⁷. Ceci pourrait constituer une seconde couche d'étaillage, se rajoutant par une fenêtre « pop-up » dans un coin de l'écran pour donner quelques repères ou consignes visant entre autres à favoriser l'amorçage, grâce à un guidage vocal extérieur à Pictop, rôle que joue actuellement l'enseignant pendant la phase d'activité, mais qui pourrait ainsi petit à petit se désengager au profit d'une aide à utiliser directement par l'enfant en autonomie, le conduisant vers un désétaillage progressif.

⁷ Il s'agit du logiciel Guidvoc, conçu par les auteurs de Pictop, mais non exploré dans l'étude.

Le socioconstructivisme introduit l'échange avec les pairs, que nous n'avons pas pu aborder dans cette étude et qui en est une limite. C'est surtout ici le rôle du maître au cœur de l'apprentissage qui nous a mobilisés et à partir duquel nous évoquons une seconde perspective. Nous pensons initier des travaux sur l'usage collectif de traces numériques avec l'appui du tableau numérique interactif qui s'y prête tout particulièrement. Les fonctionnalités du TNI permettent un enregistrement automatique des écrans successifs et la possibilité de les revoir à tout moment et collectivement.

Pour conclure, ce travail nous a permis d'explorer l'apport des traces numériques au regard des notions d'étayage, de zone proximale de développement liés à la métacognition et à l'autonomie, de complémentarité entre les médiations humaine et technique afin de contribuer à la construction des apprentissages dans la maîtrise de l'écrit. Nous avons vu qu'au-delà des suppléances motrices indispensables à ces élèves, l'outil informatique apporte une fonction procédurale et métacognitive par l'intermédiaire de l'exploitation des traces qui développent leurs stratégies.

Pour l'apprentissage, si la médiation technique est indispensable mais non suffisante, la composante humaine reste elle aussi nécessaire. Ceci est vrai pour des élèves à besoins éducatifs particuliers, mais c'est valable pour tous les élèves ! Cela montre l'importance de la relation pédagogique : en effet il serait vain de penser qu'on peut apprendre seulement par une médiation technique. C'est dans la systémique de la médiation humaine enrichie des apports technologiques que l'apprentissage se construit pour l'élève.

Références bibliographiques

- 1 Benoit, H., & Sagot, J. (2008). L'apport des aides techniques à la scolarisation des élèves handicapés. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*
- 2 Giasson, J. (1992). Stratégies d'intervention en lecture: quatre modèles récents. *La lecture littéraire*
- 3 Goigoux, R. (2003). Quelques points de repère pour une didactique de la compréhension. *Langage & Pratiques*
- 4 Falardeau, E., & Gagné, J. C. (2012). *L'enseignement explicite des stratégies de lecture: des pratiques fondées par la recherche.*
- 5 Vygotsky, L. S. (1934/1997). Pensée et Langage. 3 ème éd. Paris: *La Dispute*.
- 6 Bruner, J. (2015). *Le développement de l'enfant: savoir faire, savoir dire*. Presses universitaires de France.
- 7 Houdé, O. (2004) La psychologie de l'enfant, Que-sais-je ? PUF (réédition 2011)
- 8 Dehaene, S. (2013). Les quatre piliers de l'apprentissage ou ce que nous disent les neurosciences. *École des neurosciences de Paris IledeFrance, article du, 7.*
- 9 Rondal J.A. (2006). Expliquer l'acquisition du langage : caveats et perspective. Sprimont [Belgique] : P. Mardaga (Psychologie et sciences humaines)
- 10 Morais, J. (2003) « De la découverte du principe alphabétique à la maîtrise du code orthographique et à l'automatisation du décodage »
- 11 Grangeat, M. (1997) : *La métacognition, une aide au travail des élèves*, Paris, ESF
- 12 Lefevre, M., Jean-Daubias, S., Guin, N. (2009) *Personnaliser des séquences de travail à partir de profils d'apprenants*, Université de Lyon, CNRS Université Lyon 1, LIRIS, UMR5205, F-69622, France
- 13 Ollagnier-Beldame, M. (2013). Interagir dans un monde de plus en plus réflexif : processus cognitifs et traces numériques : mémoire, interprétation et rapport au temps. In Galinon-Méléne, B & Zlitni, S. *Traces numériques : de la production à l'interprétation*, CNRS Editions, 129-146
- 14 De Ajuriaguerra, J. (1956) tome 9, n°2, *Enfance*, cité par Marc Rodriguez «Les troubles instrumentaux : plaidoyer pour la complexité » BIBLID [ISSN: 1577-8533, eISSN: 1989-2012 (2012), 12; 67-75, www.euskomedia.org/PDFAnlt/osasunaz/12/12067075.pdf
- 15 Mazeau M. (1997/1999). *Dysphasie, troubles mnésiques, syndrome frontal chez l'enfant. Du trouble à la rééducation*, Masson
- 16 Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies, une approche cognitive des instruments contemporains. Armand Colin, Paris
- 17 Cosnefroy, L. (2011). *L'apprentissage autorégulé, entre cognition et motivation : déontologie et identité*. Presses universitaires de Grenoble.
- 18 Puustinen, M. (1996) *Les conduites de questionnement en situation de résolution de problèmes : le développement de l'autorégulation*. (Thèse de doctorat), université Paris V Réf ANRT: 22701
- 19 Ollagnier-Beldame, M. & Mille, A. (2007). Faciliter l'appropriation des EIAH par les apprenants via les traces informatiques d'interactions ? *Revue Sciences et Technologies*

20 Vermersch, P. (2004) Aide à l'explicitation et retour réflexif, Education permanente. 160,71-80, numéro spécial "Analyse des Pratiques"

21 Houdé O. (2014). *Le raisonnement*, Que-sais-je ?, PUF

22 Terrat, H. (2015), *Apports et limites des TICE dans les apprentissages de la langue chez les élèves handicapés moteurs présentant des troubles associés : utilisation des traces numériques pour favoriser l'apprentissage de la langue écrite*, (Thèse de doctorat en psychologie), Université Lyon 2, <http://www.theses.fr/2015LYO20039>

23 Faïta, D. & Vieira, M. (2003) Réflexions méthodologiques sur l'autoconfrontation croisée. *D.E.L.T.A*, 19:1, pp. 123-154

24 Schneuwly B. & Bronckart J.P. (1990). *Vygotsky aujourd'hui, textes de base en psychologie*, Delachaux et Nestlé, Neuchâtel et Paris (p 95 à 117)

25 Roehler, L. R. & Cantlon, D. J. (1997) Scaffolding : A powerful tool in social constructivist classrooms. *Scaffolding student learning: Instructional approaches and issues*, 1. p17-30

26 Brookhart, S. M. & Lévesque, L. J. (2010). *La rétroaction efficace: des stratégies pour soutenir les élèves dans leur apprentissage*. Chenelière Éducation.

27 Nokes, J. D. & Dole, J. A. (2004) Helping adolescent readers through explicit strategy instruction. *Adolescent literacy research and practice*.

28 Puustinen, M. (2013). *La demande d'aide chez l'élève : avancées conceptuelles, méthodologiques et nouvelles données*. Paris, l'Harmattan

Réf de cet l'article : Terrat, H., Sagot, J. (2017) Traces numériques et apprentissage de l'écrit, *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 78, 67-82