

LE TABLEAU BLANC INTERACTIF, UN OUTIL POUR LA CLASSE DE MATHÉMATIQUES ?

Grégory TRAIN

LDAR, Paris 7

gerg.train@gmail.com

Résumé

Nous examinons dans ce texte les pratiques enseignantes de six professeurs de mathématiques utilisant la technologie Tableau Blanc Interactif (TBI), à partir d'entretiens semi-directifs centrés sur les usages du TBI et leur évolution. Les six enseignants choisis appartiennent à deux catégories d'utilisateurs volontairement contractées : trois sont des enseignants ayant pleinement intégré l'outil dans leurs pratiques, trois ne disposent pas du TBI dans leur classe et en ont un usage seulement épisodique. L'étude des usages consiste en particulier à l'examen de l'orchestration de la classe médiée par le TBI (*dimension orchestrative des usages*). A cet effet, les concepts de *familles de ressources* et de *moments didactiques* sont proposés pour compléter ceux de *configurations didactiques* et *modes d'exploitation* usuellement associés à la question de l'orchestration de la classe (Drijvers, Doorman, Boon, Reed & Gravemeijer, 2010).

L'étude met en évidence des régularités fortes au niveau des usages stabilisés de l'outil et de leurs genèses, régularités qui transcendent les deux catégories d'enseignants. Un modèle de développement de compétences dans l'utilisation de l'outil est proposé (*dimension instrumentale des usages*). La dimension *orchestrative* se révèle très dépendante de la dimension instrumentale, en particulier en ce qui concerne la conception de ressources en direction de l'outil. Les évolutions identifiées concernent ces ressources mais également les moments de l'étude investis et la gestion des phases collectives.

De manière générale, nous montrons que si le renforcement de phases collectives est confirmé, ce n'est pas pour autant que l'on peut qualifier les pratiques d'ostensives. Chez les utilisateurs réguliers de l'outil, il semble apparaître un enrichissement des possibilités de l'action conjointe enseignant-élèves au niveau collectif. Finalement, loin de contraindre un certain style d'enseignement, le TBI apparaît pouvoir offrir des possibilités d'optimisation de la gestion et de l'orchestration du travail mathématique de la classe, même si cela engage un investissement fort chez les enseignants et un *coût instrumental* conséquent de conception de ressources pour l'outil TBI. En revanche, on note que certains usages et potentialités des TBI traditionnellement mis en avant, notamment ceux relatifs à l'emploi de l'enregistrement et le rappel d'écrans pour construire une *mémoire didactique* de classe ne sont pas repris par les enseignants.

Mots clés

Tableau blanc interactif - Pratiques enseignantes - Approche instrumentale - Théorie de l'action conjointe en didactique - Dimension instrumentale - Dimension orchestrative - Conception dans l'usage

PREAMBULE

*Le propos principal de ce texte est l'étude des pratiques médiées par la technologie Tableau Blanc Interactif (TBI) de six enseignants. Ce travail est issu de notre travail de thèse intitulé *Le tableau blanc interactif, un outil pour la classe de mathématique ? En amont, nous proposons une présentation succincte de ce travail et en particulier la trajectoire de l'étude qui nous a conduit à l'examen de ces six enseignants utilisateurs de l'outil et des catégories dont ils sont issus.**

Notre travail de thèse concerne l'usage du tableau blanc interactif (TBI) dans l'enseignement des mathématiques. Ce nouvel outil, apparu récemment dans les classes, se situe au carrefour de deux mondes : celui du tableau noir aux usages quasi-naturalisés - et celui du logiciel avec ses techniques didactiques propres. Il apparaît dès lors et à plusieurs égards distinctif des autres outils technologiques étudiés jusqu'ici par la recherche didactique.

Nous étudions le développement des usages des TBI en mathématiques en poursuivant principalement deux enjeux : disposer d'une meilleure compréhension des spécificités de cette technologie - appréhender les implications didactiques de ces spécificités dans l'enseignement des mathématiques. L'hypothèse est faite de l'existence de tensions entre les fonctionnalités interactives de l'outil et ses fonctionnalités illustratives, moins coûteuses et s'inscrivant plus volontiers dans les pratiques existantes. Les usages du TBI sont en conséquence pensés dans leur diversité, diversité questionnée en termes d'usages privilégiés, d'adaptations spontanées et d'évolutions.

Du point de vue théorique, la thèse s'appuie sur deux piliers : l'approche instrumentale (Rabardel, 1995 ; Rabardel & Pastré, 2005) en prenant en compte ses évolutions récentes dans le champ de la didactique des mathématiques, en particulier son extension à l'enseignant (Trouche, 2005 ; Drijvers et al., 2010) - la théorie de l'action conjointe en didactique (TACD) (Sensevy & Mercier, 2007). Ce second choix est notamment motivé par le fait que le TBI est d'abord conçu comme un artefact à destination de l'enseignant, et que l'expérience montre qu'il est mobilisé prioritairement dans des jeux collectifs entre enseignant et élèves pour l'étude desquels la TACD fournit des outils intéressants.

L'apport théorique de ces travaux relève principalement de l'articulation de ces deux cadres : elle permet de considérer la constitution des artefacts en instruments en un processus conjoint entre professeur et élèves et d'interroger spécifiquement l'activité de conception de ressources menées par les enseignants au sein de l'environnement du TBI. En particulier, les marges de manœuvre laissées à l'enseignant dans cette tâche de conception conduisent à prendre en compte une nouvelle figure professorale : celle d'un enseignant concepteur apparaissant comme trait d'union entre les concepteurs de l'outil et un enseignant utilisateur devant la classe.

Une analyse de la littérature didactique relative au TBI (essentiellement du Royaume-Uni, le pays ayant fait l'objet d'un vaste plan d'équipement il y a plusieurs années déjà) montre la spécificité des problèmes posés par l'usage éducatif de cette technologie, comparativement à ceux posés par les technologies étudiées jusqu'alors, avec notamment une tendance au renforcement de pratiques magistrales ostensives. Une question d'importance émerge en particulier : comment plus d'interactivité *technique*¹ entre TBI et utilisateurs est susceptible (ou non) d'être reliée à plus d'interactivité *pédagogique* entre enseignant et élèves ? Pour l'heure, cette question reste résistante et la littérature française, encore parcellaire, apparaît peu sensibilisée à de telles interrogations.

¹ C'est-à-dire la possibilité de disposer d'un écran devant la classe répondant aux sollicitations des utilisateurs et accueillant diverses ressources (images, sons, animations, vidéos...) qu'il est possible de contrôler via cet écran.

Parallèlement, l'étude de la technologie TBI et son évolution depuis son apparition sur le marché, menée en s'appuyant sur le principe de *conception dans l'usage*, démontre la prise en compte par les concepteurs des TBI des capacités innovatrices des utilisateurs, notamment en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques. Des résultats sont établis sur les intentions des concepteurs en terme d'*utilisabilité* de l'outil TBI : les cycles de conception du TBI, à travers une politique de mises à jour régulière, soulignent un enrichissement des fonctionnalités des tableaux et la capacité des concepteurs à prendre en compte les besoins des utilisateurs. Cet enrichissement des possibilités techniques s'accompagne cependant d'une certaine complexité d'usage du TBI : l'exemple détaillé de la conception d'un tangram via le TBI illustre la complexité potentielle de l'activité de conception d'une telle ressource par l'enseignant. Cela laisse apparaître un usage du TBI sans doute plus orienté vers la gestion du collectif en classe, moins coûteuse techniquement, que vers la création de ressources. Cette complexité instrumentale est par ailleurs confrontée au discours institutionnel (analyse des programmes, publications institutionnelles, interviews de trois Inspecteurs Pédagogiques Régionaux de mathématiques) qui reste assez flou concernant le TBI et aux ressources accessibles sur le site institutionnel Eduscol, montrant qu'ils y sont l'un et l'autre peu sensibles. Les analyses d'interviews des IPR montrent de surcroît des prescriptions institutionnelles qui renvoient à des stratégies d'accompagnement des usages locales, sans dénominateur commun, voire orthogonales². Elles montrent *in fine* des stratégies d'accompagnement pilotées avant tout par des expériences personnelles et le rapport aux technologies qu'entretient chacun des inspecteurs. Elles posent dès lors la question de la nécessaire formation des inspecteurs, lorsque de telles innovations technologiques sont introduites dans les classes.

A partir de cette première partie des travaux de la thèse, la question des usages est abordée en combinant études quantitatives et qualitatives. Une première étude de type quantitatif est conduite : deux questionnaires, l'un destiné à des utilisateurs de l'outil et cherchant à cerner les usages, l'autre destiné à des non-utilisateurs connaissant par ailleurs le TBI et cherchant à cerner leurs représentations et attentes, permettent de sonder 523 professeurs. Les réponses aux questionnaires sont analysées à l'aide d'un traitement statistique combinant analyse des correspondances multiples et analyse hiérarchique. Ces analyses aboutissent à l'identification de catégories. Pour les non-utilisateurs, quatre catégories sont identifiées par l'analyse factorielle : les réfractaires; les enthousiastes, qui n'ont pas eu de formation; les enseignants persuadés des potentialités du TBI mais attachés au tableau noir ; les enseignants plutôt prêts à intégrer le TBI, mais non significativement convaincus des apports de cet outil. Pour les utilisateurs, on trouve avec des analyses du même type cinq catégories : les enseignants qui ont pleinement intégré l'outil TBI qui intervient dans tous les aspects de leurs pratiques, et est devenu nécessaire ; les enseignants qui utilisent le TBI pour certains domaines seulement ; les enseignants qui utilisent moins fréquemment le TBI ; les enseignants qui ont un TBI dans leur classe, mais le considèrent défavorablement ; enfin les enseignants qui utilisent rarement le TBI. Ces catégories sont naturellement présentées de manière plus riche et détaillée dans la thèse. Ici, nous voulons surtout souligner qu'elles permettent de mettre à jour des résultats difficilement prévisibles comme la présence d'enseignants favorables au TBI mais non-utilisateurs, l'orientation des usages vers des domaines mathématiques précis pour certains enseignants ou encore des utilisateurs des technologies par ailleurs qui sont plus critiques au regard de l'utilité de ce nouveau dispositif, autrement dit des enseignants qui se sont d'ores et déjà organisés une pratique bien construite, outillée par le vidéoprojecteur et dans laquelle l'intrusion du TBI n'est pas jugée simple.

² Pour les uns, un accompagnement technique ponctuel apparaît suffisant, pour les autres, la nécessité d'un accompagnement sur le long terme s'affiche pour éviter des écueils de pratiques monstratives d'ores et déjà constatées.

En s'appuyant sur cette première phase, un travail plus fin est organisé avec six enseignants de la population des utilisateurs, appartenant à deux catégories contrastées : trois dans la catégorie des enseignants ayant pleinement intégré l'outil dans leurs pratiques et trois dans la catégorie des enseignants ne disposant pas du TBI dans leur classe et ayant un usage seulement épisodique. Pour chacun des enseignants, entretien semi-directif et observation de classe sont organisés. Nous détaillons dans la suite l'étude de ces entretiens.

ENJEUX ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Choix des enseignants

Les six enseignants retenus³ appartiennent à deux profils a priori contrastés du point de vue des usages et capables d'éclairer leurs discours par une expertise plus ancienne de l'usage des technologies éducatives : le premier profil (catégorie 1) correspond à des enseignants ne disposant pas de l'outil à demeure dans la classe, et dont l'usage est épisodique, le second profil (catégorie 2) renvoie à des enseignants ayant pleinement intégré l'outil dans leurs pratiques et jugeant un enseignement sans lui dorénavant problématique.

Si le choix de disposer de deux catégories fortement contrastées (parmi les cinq catégories exhibées par l'étude quantitative précédente) est susceptible d'éliminer de l'échantillon des profils intermédiaires, nous le retenons car il permet *a priori* de mettre clairement en évidence l'existence (ou non) de régularités dans les usages et leur genèse qui possiblement transcenderaient ces catégories.

En disposant de trois enseignants par catégories, nous cherchons également à examiner ce que recouvre réellement une catégorie donnée et quels sont précisément ses contours. Nous cherchons à examiner ainsi la diversité au sein d'une même catégorie et ce qui en fait sa cohérence.

Dimension instrumentale et dimension orchestrative

L'étude des entretiens interroge, en cohérence avec le cadrage théorique de la thèse, deux dimensions spécifiques des usages de l'outil, la dimension instrumentale et la dimension orchestrative, avec une attention particulière accordée au repérage d'évolutions. Le choix d'interroger spécifiquement ces deux dimensions est motivé par les études précédentes de la littérature et de l'objet technologique TBI. Ces dernières ont mis l'accent sur un outil pédagogique principalement médié par l'enseignant. De plus, des problèmes instrumentaux spécifiques⁴ et des potentialités dans la gestion et l'orchestration des différents moments d'enseignement se sont révélés.

Concernant la dimension instrumentale, est repéré l'usage qui est fait des fonctionnalités offertes par le logiciel, la sélection et l'utilisation des ressources logicielles et les éventuels changements opérés au fil du temps. Ce sont à la fois l'adéquation et l'adaptation des fonctionnalités du TBI avec les besoins de l'enseignant qui sont examinées. Il s'agit également de repérer comment s'expriment les besoins instrumentaux des enseignants et quels leviers sont investis par les usagers pour y répondre.

La dimension orchestrative correspond, quant à elle, à la gestion globale de la classe et à son orchestration par l'enseignant. Est repéré l'agencement des artefacts présents dans la classe et son exploitation par l'enseignant. Les éventuels changements opérés dans la position et le rôle

³ Trois enseignants par profil sont retenus, et sont choisis proches des individus parangons de l'étude statistique précédemment conduite.

⁴ Ce que nous avons désigné plus haut sous le terme de complexité instrumentale

occupés par l'enseignant dans cet agencement ainsi que le rôle et les tâches assignés aux élèves sont examinés. Afin de mieux qualifier la diversité des orchestrations repérées dans les entretiens, nous proposons un quadruplet caractéristique des orchestrations : *les configurations didactiques* renvoient à l'agencement des artefacts dans la classe et la position de l'enseignant induite par cet agencement, *les modes d'exploitation* correspondent à l'exploitation par l'enseignant de la configuration didactique pour mettre en scène la classe et ses intentions didactiques, *les familles de ressources* en distinguant⁵ cinq familles différentes, *les moments didactiques* de l'étude. Si les deux premiers éléments⁶ (*configurations didactiques et modes d'exploitation*) s'inscrivent dans la continuité des travaux de Drijvers (2010), les deux ingrédients orchestratifs supplémentaires tiennent compte des spécificités de l'outil TBI : contrairement aux travaux de Drijvers (dans lesquels les ressources utilisées sont fournies par le chercheur), dans notre étude, l'activité de conception de ressources pour le TBI est à l'entière charge de l'enseignant. Ce degré de liberté supplémentaire laisse apparaître une diversité signifiante dans les ressources construites par les enseignants et les moments de l'étude qu'elles permettent de soutenir. Le choix de ce quadruplet⁷ (*familles de ressources - moments didactiques - configurations didactiques - modes d'exploitation*) permet en outre l'accès synthétique à la diversité catégorielle des ressources utilisées, l'accès à la diversité et à l'enrichissement des modes d'exploitation d'une même ressource dans le passage d'une catégorie d'usagers à l'autre ou encore l'accès à d'éventuelles sous-représentations des différents moments didactiques dans lesquels le TBI est impliqué. Ce choix de quadruplet s'inscrit enfin dans la continuité et le prolongement de la catégorisation proposée par Drijvers dans laquelle le paramètre *ressource* constituait un paramètre unifié de l'étude.

Pour accompagner la lecture spécifique des dimensions instrumentale et orchestrative, nous avons mis au point différentes grilles de lecture déclinant un ensemble de descripteurs. Nous ne les détaillons pas ici et fournissons un exemple en annexe 1.

Une dernière dimension, qualifiée de personnelle est prise en charge à travers la construction d'un narratif des interviewés. Elle examine les conditions d'entrée et d'accès à l'outil, le rapport entretenu avec les TUIC par chacun des usagers et plus largement, à travers notamment la proximité de ces enseignants avec d'autres institutions, les connaissances et conceptions des professeurs sur les mathématiques et sur la manière de les enseigner. Cette dernière dimension permet d'interroger l'existence de relations entre le parcours instrumental des enseignants, leur parcours orchestratif et leur vision de ce qu'est l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques et du rôle qu'ils semblent assigner à la technologie dans leurs pratiques.

Nous présentons dans la suite certains éléments relatifs aux deux premières dimensions des usages de l'outil. Concernant la dimension instrumentale, un premier résultat concerne les régularités au niveau des genèses d'usage. Ces régularités ne sont pas seulement internes à une catégorie donnée mais transcendent les catégories d'usagers et nous permettent d'identifier quatre phases dans la trajectoire instrumentale des enseignants. Concernant la dimension orchestrative, si une certaine variabilité semble plus aisément s'installer dans les usages stabilisés, nous montrons l'existence d'une tension partagée dans les premiers usages de l'outil. Nous mettons également à jour une intention commune chez les usagers expérimentés d'inscription continuée de l'outil dans une gestion collective de l'étude et une

⁵ Les cinq familles sont les suivantes, elles sont issues de l'étude préalable de la base de données Educ'Base regroupant des ressources TBI construites par des enseignants : les ressources reproduisant les documents à disposition des élèves - les ressources intégrant un logiciel institutionnel (LGD, tableur, etc...) - celles constituées de la trace du travail des élèves - celles permettant de simuler l'action matériel à disposition des élèves - et une dernière catégories regroupant les logiciels et autres utilitaires non institutionnels.

⁶ A noter que compte tenu de la nature descriptive de nos données, nous avons provisoirement écarté de la caractérisation une dernière dimension - celle de *design didactique* - proposée par Drijvers.

⁷ Un exemple d'utilisation de ce quadruplet caractéristique des orchestrations est donné en annexe 2.

recherche d'optimisation de cette gestion. Nous montrons enfin comment la dimension personnelle permet de faire sens de certaines régularités et diversités observées chez deux enseignants expérimentés.

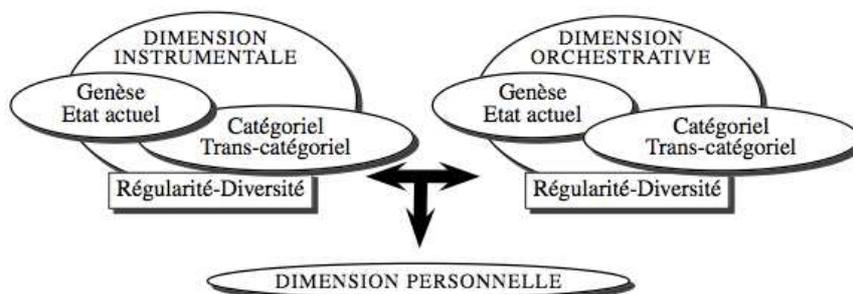
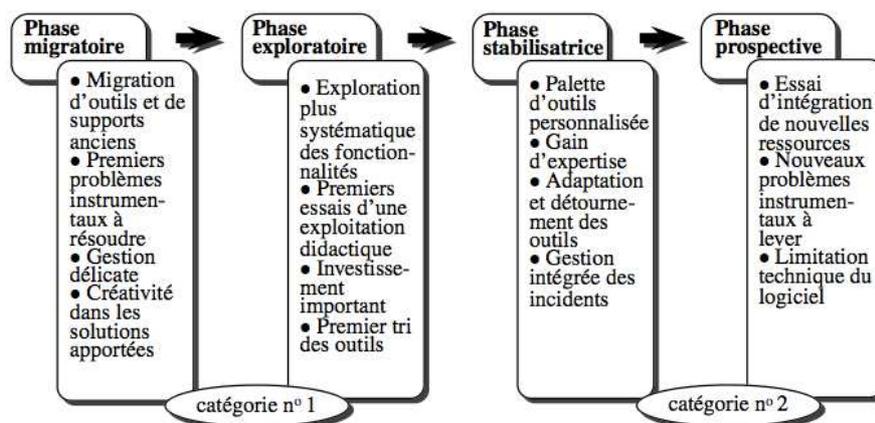


Schéma récapitulatif de l'étude

RESULTATS DE L'ETUDE

La dimension instrumentale

Le schéma ci-dessous présente les quatre phases de la trajectoire instrumentale des enseignants identifiées à partir des régularités trans-catégorielles et des points de convergence observés dans les genèses d'usage. Nous décrivons chacune d'elles brièvement.



Première phase : la phase «migratoire»

Cette première phase instrumentale consiste en la migration d'instruments anciennement installés dans la pratique des enseignants vers ce nouveau support. Le TBI devient un espace d'accueil de divers documents (énoncés d'activités, d'exercices, fiches de cours....) ainsi que de logiciels institutionnels, et en premier lieu, LGD et tableurs. Il libère ainsi l'enseignant de certaines contraintes (disponibilité du manuel, contrôle des logiciels devant la classe, etc...) et offre la possibilité d'annoter les différents éléments projetés à l'écran. Ce sont avant tout les outils d'annotation et de sélection qui interviennent dans cette phase. De plus, dans ce premier mouvement, les matériaux projetés sur le tableau sont très proches des matériaux utilisés avant l'arrivée du TBI. L'héritage d'usages établis d'instruments plus anciens (tableau noir, vidéoprojecteur) vient peser sur les usages en construction, le TBI devant assumer simultanément les fonctions d'espace d'écriture et de vidéo projection de divers matériaux. Ce processus de migration d'outils dans ce nouvel environnement ne va pas nécessairement de soi, et soulève plusieurs problèmes instrumentaux : l'intégration des LGD, particulièrement

symptomatique, avec le problème de la gestion simultanée au TBI de textes démonstratifs et de figures géométriques animées, l'espace de projection disponible jugé réduit ou encore les problèmes d'importation (format non supporté, etc...) de supports numériques plus anciens (fichiers textuels : Word, OpenOffice, etc...) dans l'interface du logiciel du TBI.

Seconde phase : la phase «exploratoire»

Elle consiste en une exploitation plus systématique des fonctionnalités de l'outil et en un essai de leur exploitation didactique. L'exploration de nouvelles fonctionnalités, motivée par des arguments de découverte et de rentabilité⁸, reste cependant encore localisée (fonctionnalités présentes dans la palette d'outils principale du logiciel et tournées vers l'annotation des contenus).

Cette exploration systématique a un coût important, mais l'investissement conséquent consenti par les enseignants est soutenu par un gain d'expertise instrumentale directement quantifiable. Dans ce travail de recherche de niches d'usage des fonctionnalités, un tri s'opère. Des régularités s'observent chez l'une et l'autre des catégories d'utilisateurs : certains outils peinent à trouver une place pérenne (le spot, le zoom, etc...); l'outil mémoire, dont les potentialités apparaissent a priori grandes, ne demeure que faiblement exploité et loin d'ériger le TBI comme mémoire didactique de la classe.

Troisième phase : la phase «stabilisatrice»

Repérée uniquement chez les utilisateurs les plus avancés, cette troisième phase consiste en une stabilisation et une sécurisation instrumentale des usages. On observe chez chacun des utilisateurs la constitution et la personnalisation d'une palette d'outils privilégiée sur laquelle ils se centrent. Ce qui caractérise cette troisième phase, au-delà des variations existantes dans le choix des outils, est un spectre des fonctionnalités recentré sur des usages routiniers, un gain d'expertise dans le maniement de l'outil et des enseignants mieux préparés à la gestion d'éventuels problèmes instrumentaux. Des stratégies d'adaptation et de contournement sont mises en place et permettent de régler certains problèmes rencontrés (l'outil gomme, d'usage peu aisé, n'est pas utilisé pour effacer le tableau mais est détourné pour réaliser des caches, etc...), d'autres problèmes plus résistants (calibrage du tableau, etc...) sont des événements intégrés et assumés dans le quotidien de la classe et ne sont plus source d'inquiétude.

Quatrième phase : la phase «prospective»

La quatrième phase consiste en une seconde exploration des fonctionnalités de l'outil, plus raisonnée en termes d'investissement. Elle a pour objet le développement d'usages non encore investis, reposant sur l'intégration de ressources nouvelles et dans une certaine mesure inédites (vidéos, animations, etc...). Cette dernière phase n'apparaît pas systématiquement actualisée dans les pratiques. Elle est envisagée comme perspective par les utilisateurs occasionnels de l'outil.

Cette première étude met à jour des points d'ancrage communs dans un parcours instrumental structuré et des catégories d'utilisateurs clairement identifiées dans ce processus. Si de telles régularités apparaissent structurer la dimension instrumentale des usages, leur dimension orchestrative laisse vivre une plus grande variabilité. Quand est-il précisément ? Quelles sont les spécificités catégorielles relative à cette dimension ? Comment expliquer cette relative diversité ?

⁸ Le coût du dispositif est un argument avancé de façon récurrente pour motiver l'exploration des fonctionnalités de l'outil.

La dimension orchestrative

Une première tension orchestrative

L'entrée du TBI dans la classe est globalement jugée synonyme d'une augmentation de la présence de l'enseignant au tableau, et en conséquence, des élèves engagés de manière synchrone dans une même tâche, tournés vers le tableau. Cette tendance des premiers usages est en cela conforme aux recherches anglo-saxonnes ambiantes. Plusieurs raisons sont données pour expliquer cette possible inflexion vers un renforcement du collectif. Elles concernent d'une part les effets sur la classe et sa gestion, avec des avantages pointés sur la concentration et la motivation des élèves ainsi qu'une gestion facilitée de la classe avec un contrôle de l'activité des élèves plus aisé. Elles concernent d'autre part les caractéristiques de l'outil lui-même : les fonctionnalités illustratives, jugées d'une prise en main aisée, permettent d'outiller plus facilement des usages collectifs du tableau et participent ainsi à alimenter une poussée vers plus de collectif dans la classe.

Par ailleurs, apparaissent dans le discours des enseignants des écueils d'une telle tendance : la position renforcée du professeur au tableau dirigeant le logiciel est vue également comme pouvant altérer l'engagement des élèves dans les tâches d'apprentissage. Sortir de cette première tendance orchestrative reste cependant délicat, et ceci même pour des enseignants sensibilisés à de tels écueils.

Les arguments avancés dans la littérature anglo-saxonne pour justifier ce renforcement du collectif consistent à souligner que l'entrée dans l'usage du TBI se fait dans la continuité de pratiques existantes, elles-mêmes teintées de collectif, cette tendance étant appelée à s'amoinrir au cours du processus d'intégration de l'outil dans les pratiques. Pour notre part, plus qu'une tendance, c'est possiblement l'existence d'une tension que révèle également notre étude à travers des enseignants interviewés par ailleurs vigilants à ne pas renforcer cette inflexion vers plus de collectif. Cette tension est alimentée à la fois par des bénéfices immédiats dans la gestion de la classe et par des premières fonctionnalités illustratives de l'outil facilement accessibles. Sa résolution nécessite une prise de conscience des écueils possibles et un travail de conception substantiel. Elle passe en particulier chez certains enseignants par la renégociation explicite du contrat de classe. Nous proposons dans ce qui suit l'examen des répertoires orchestratifs catégoriels à partir des familles de ressources repérées.

Ressources communes aux deux catégories et schémas orchestratifs associés

Deux premières familles de ressources, communes à l'ensemble des usagers trouvent un terrain d'accueil favorable et pérenne dans les premiers usages : celle intégrant un logiciel institutionnel (tableur, LGD, etc...) et celle constituée de ressources dupliquant les documents mis à disposition des élèves. Ces ressources correspondent à une migration de lieu de ressources par ailleurs exploitées dans des pratiques antérieures : les logiciels institutionnels migrant de la salle informatique à l'écran du TBI, la documentation des élèves se dupliquant dans ce nouvel espace de travail. Des arguments partagés en faveur de ce mouvement concernent la centration de l'attention de la classe sur une unique référence commune, la libération de contraintes matérielles (livre, etc...) ou encore l'économie de l'écrit au tableau. Mais au delà de ce trait commun, des spécificités catégorielles se dessinent. Elles tiennent à la fois aux moments de l'étude et aux modes d'exploitation.

Plus précisément, chez les usagers occasionnels, une amélioration de la gestion didactique de ces ressources est visée et sert prioritairement la dévolution de l'étude et son exploration collective : le fait de disposer d'une ressource projetée annotable et identique à celle des élèves permet plus aisément de s'assurer de la compréhension par tous des consignes, de questionner la classe et d'apporter toute information complémentaire nécessaire. Les

possibilités offertes par les LGD (aspect dynamique, etc...) permettent d'explorer collectivement une situation géométrique, d'assurer la dévolution des tâches mathématiques ou encore de tester la validité d'une conjecture. Les moments de correction, quant à eux, apparaissent moins investis que les moments de présentation d'un travail à la classe. Le TBI est alors cantonné à un espace d'écriture. La redondance fonctionnelle d'avec le tableau noir et les difficultés de gestion de l'espace disponible au tableau jugé restreint expliquent cette sous-représentation. Chez les usagers expérimentés, un investissement plus global des différents moments de l'étude et un enrichissement des modes d'exploitation se dessinent : l'usage conjoint du TBI et d'un LGD et l'intégration de copies d'écran du LGD dans la synthèse permet d'assister les moments de correction d'un travail géométrique. Les potentialités spécifiques résident ici dans la possibilité de faire coexister et d'accompagner les changements et transitions, dans un même espace commun, entre différents points de vues, cadres et registres de représentations d'un même problème. Les moments d'institutionnalisation sont également plus aisément investis. Les modes d'exploitation décrits visent à impliquer la classe dans l'élaboration de l'institutionnalisation. Par exemple, les ressources intégrant la présence de «textes à trou» permettent une économie de l'écrit au tableau et évitent de limiter l'activité de l'élève au seul travail de recopie. La tâche d'annotation du tableau laissée à la charge des élèves permet ainsi à l'enseignant de gérer et contrôler l'activité dans la classe. Aussi, des éléments de texte déplaçables et à réorganiser par les élèves au tableau poursuivent les mêmes objectifs. Cependant, une tendance allant vers l'abandon de ces techniques, qualifiées de "rigide" et difficile à adapter aux besoins spécifiques des élèves apparaît au profit d'une institutionnalisation construite conjointement avec les élèves et manuscrite au TBI, jugée plus "flexible". Un schéma orchestratif exclusif à cette catégorie, avec une part ostensive plus marquée dans le mode d'exploitation est repéré : il s'agit d'assister collectivement les genèses instrumentales des élèves d'outils institutionnels (LGD, tableurs, etc...). Cette construction collective d'une première expertise du maniement de ces outils est annoncée comme une réponse aux problèmes d'instrumentation rencontrés par les élèves et leur gestion individuelle par l'enseignant lors de séances conduites en salle informatique.

Les schémas ci-dessous synthétisent les moments de l'étude investis à partir des deux familles de ressources communes pour chacune des catégories (l'aire des rectangles étant proportionnelle aux moments de l'étude repérés chez les enseignants)



Usagers occasionnels : moments de l'étude repérés



Usagers expérimentés : moments de l'étude repérés

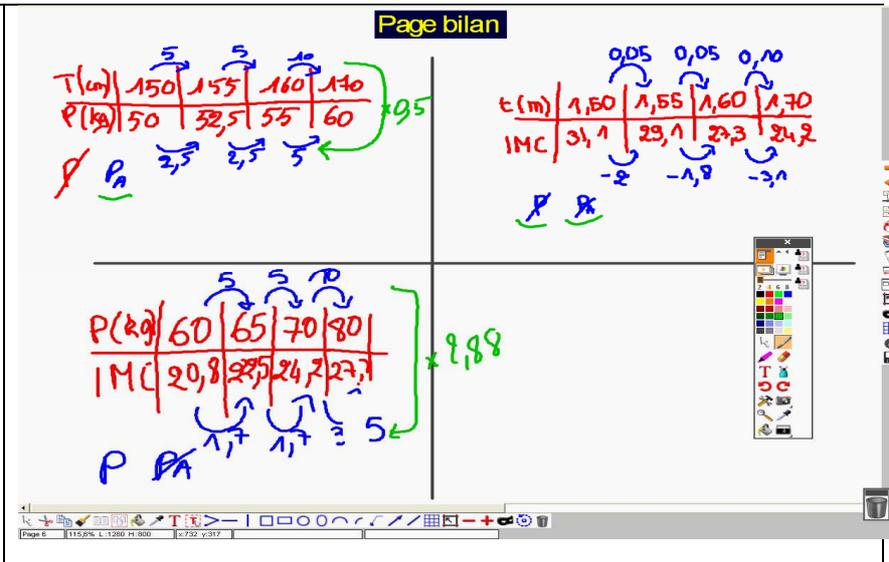
Qu'en est-il des autres ressources instrumentées par les usagers expérimentés ? Quels modes d'exploitation sont privilégiés ? Quels moments de l'étude ? Nous examinons dans la suite les ressources spécifiques de ces usagers et les schémas orchestratifs associés.

Ressources spécifiques aux usagers expérimentés et schémas orchestratifs associés

Trois familles de ressources sont spécifiques de la catégorie des usagers expérimentés : la première correspond à des ressources exploitant la trace du travail des élèves, la seconde est constituée de ressources permettant la simulation de l'action du matériel à disposition des élèves, la troisième famille renvoie à des ressources intégrant l'usage d'animation et autres logiciels non-institutionnels.

| | |
|--|---|
| <p>Ex 1: Dans un quadrilatère :</p> <p>N 13,5 cm E R 10,5 cm I 6 cm</p> <p>A-t-on $NR = EI$?</p> <p>Copie 1 ① Le triangle REI est rectangle en I. ② On peut appliquer le théorème de Pythagore. $RI^2 + EI^2 = RE^2$ $10,5^2 + 6^2 = RE^2$ $110,25 + 36 = RE^2$ $RE^2 = 146,25$</p> <p>Copie 2 AIE est rectangle en I On applique le TP de Pythagore $RI^2 + EI^2 = RE^2$ $10,5^2 + 6^2 = RE^2$ $RE^2 = 146,25$ $\sqrt{146,25} \approx 12,09$ d'où $AE =$</p> <p>Copie 3 EIR est rectangle en I. Je peux utiliser le théorème de P. $ER^2 = EI^2 + RI^2$ $ER^2 = 6^2 + 10,5^2$ $ER^2 = 36 + 110,25$ $ER^2 = 146,25$ $ER \approx 12,09$</p> | <p>Différentes productions d'élèves ont été préalablement scannées et intégrées dans l'environnement du logiciel du tableau</p> |
|--|---|

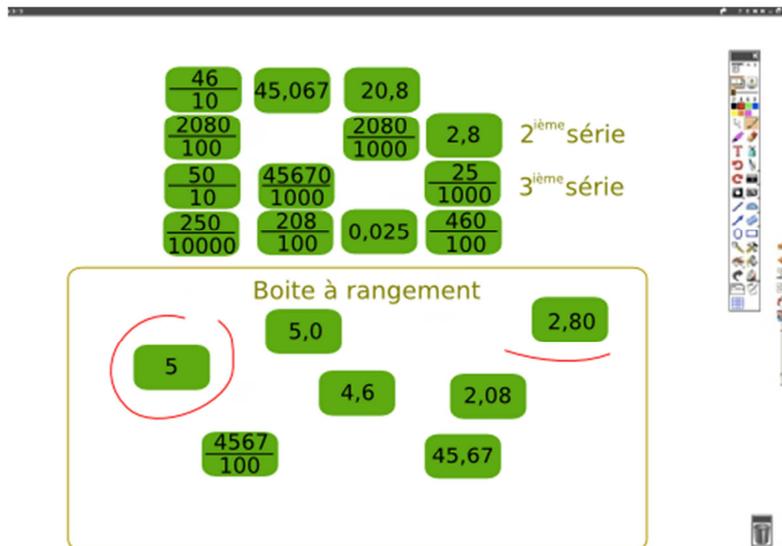
Ici, c'est le travail de différents élèves qui a été préalablement annoté au tableau et regroupé sur une même page du tableau.



Exemples de représentants de la troisième famille de ressources

Différentes tendances se dégagent clairement :

- un enrichissement des modes d'exploitation d'une même ressource : en rendant accessible à tous des productions d'élèves, différentes intentions sont poursuivies : du simple examen d'un travail d'élève afin de fournir des éléments de correction à la classe, à l'étude de différentes productions choisies par l'enseignant pour débattre de la portée d'une technique ou institutionnaliser une nouvelle connaissance.
- une recherche d'optimisation de ces modes d'exploitation dans la gestion du collectif : en examinant plus finement le schéma orchestratif précédent, la nécessité pour le professeur de disposer des travaux des élèves en amont pour construire la ressource est pointée (on parlera dans ce cas de publication asynchrone). En l'absence d'une telle disponibilité, différentes techniques permettant la publication de ces travaux de manière synchrone sont mises en place : envoyer successivement des élèves au tableau et regrouper ces derniers sur une même page du tableau, charger un groupe d'élèves de travailler directement sur l'espace du tableau pendant que le reste de la classe conduit la même étude de sa place (à leurs bureaux) ou encore faire l'usage d'un appareil photo ou d'un scanner pour numériser les travaux des élèves. Ces techniques doivent cependant composer avec certains écueils repérés (chronophage), potentiellement démobilisatrice (travaux rendus publics trop tôt dans le déroulement de l'étude) ou encore problématique pour certains élèves (rendre publics des travaux privés).
- la conception de ressources permettant de soutenir "continument" l'étude : les ressources reproduisant virtuellement le milieu matériel à disposition des élèves et offrant la possibilité de simuler les moyens d'actions sur ce même milieu sont ainsi exploitées pour servir différents moments de l'étude. En permettant de présenter le milieu et les moyens d'actions sur celui-ci, ces ressources participent à la dévolution de la situation. Les actions des élèves sur le milieu peuvent être reproduites au tableau. Cette possibilité permet une régulation de l'étude, en accédant aux intentions que recouvrent ces actions, en les discutant collectivement et en rendant nécessaire leurs justifications. L'efficacité d'apposer l'institutionnalisation à la ressource réside dans la possibilité offerte ultérieurement de pouvoir convoquer et recontextualiser les connaissances construites en s'appuyant sur l'évocation de la ressource. La conception de telles ressources nécessite cependant des connaissances instrumentales fortes qui vont de pair avec la complexité du milieu matériel à reproduire et simuler.



Un exemple de ressource reproduisant le milieu matériel des élèves : le jeu des étiquettes

- l'utilisation de nouvelles ressources permettant d'élargir l'éventail des moments de l'étude impliquant le TBI : animations reproduisant une construction géométrique instrumentée, vidéos détaillant les étapes d'un algorithme de calcul posé sont des exemples de ressources mises à contribution dans les moments de construction et d'institutionnalisation d'une technique mathématique. Si la projection collective de ces savoir-faire semble recouvrir un potentiel monstratif fort, des précautions semblent prises dans les modes d'exploitation construits afin de ne pas limiter l'activité de l'élève à une reproduction mimétique de ce qui est vidéo projeté : d'une part, la possibilité de pouvoir allier un geste, sa description et sa réalisation devant la classe est pointée. Cette potentialité est jugée particulièrement efficace pour accompagner les apprentissages instrumentaux. D'autre part, ces ressources sont vues également comme pouvant constituer un point de départ d'un travail de justification mathématique des techniques données à voir à la classe.

Apparaît ainsi une première catégorie d'utilisateurs pour laquelle l'outil TBI, utilisé de manière épisodique, vient soutenir des moments de l'étude que l'on pourrait, d'une certaine façon, qualifier de "naturalisés" (présenter un travail, corriger un travail, etc...) et ceci de manière segmentée. Le discours des enseignants de la seconde catégorie, plus expérimentés et faisant un usage quotidien de l'outil, permet d'entendre un raffinement dans les moments de l'étude impliquant l'usage du TBI, une inscription "continuée" du TBI dans une gestion collective de l'étude et une recherche d'optimisation dans cette gestion. Des spécificités internes, entre les utilisateurs, existent cependant. En faisant intervenir la dimension personnelle dans l'analyse, le paragraphe suivant permet d'éclairer certaines spécificités des usages et de leurs trajectoires.

Usagers expérimentés et spécificités des usages

Nous examinons dans cette section les spécificités des usages de l'outil TBI de deux enseignants expérimentés, au regard de leur profil spécifique et en particulier de leurs conceptions de l'enseignement des mathématiques et du rôle qu'ils assignent à la technologie.

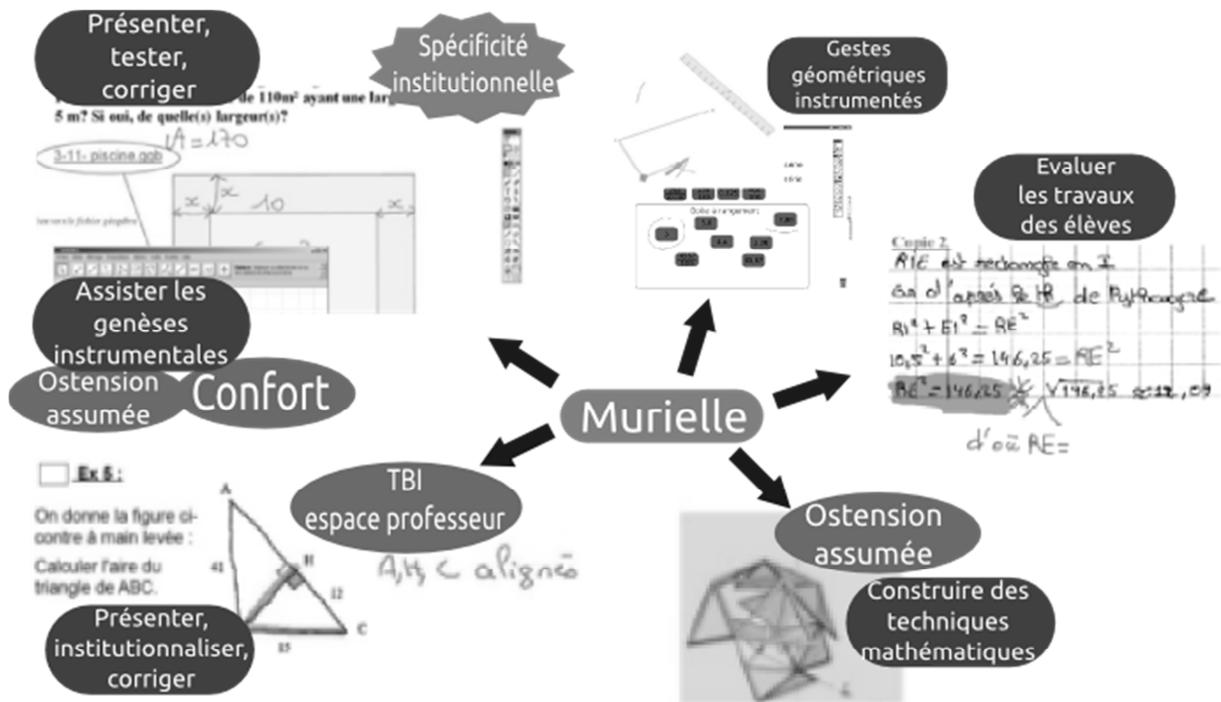
Une tendance ostensive assumée en réponse à des problèmes spécifiques chez Murielle

Enseignante au collège, Murielle entame cette rentrée scolaire une huitième année d'utilisation quotidienne du TBI. L'usage des technologies, et notamment des logiciels institutionnellement plébiscités est une pratique durablement installée chez cette enseignante convaincue de l'intérêt qu'ils présentent dans son enseignement. L'arrivée du TBI a d'ailleurs

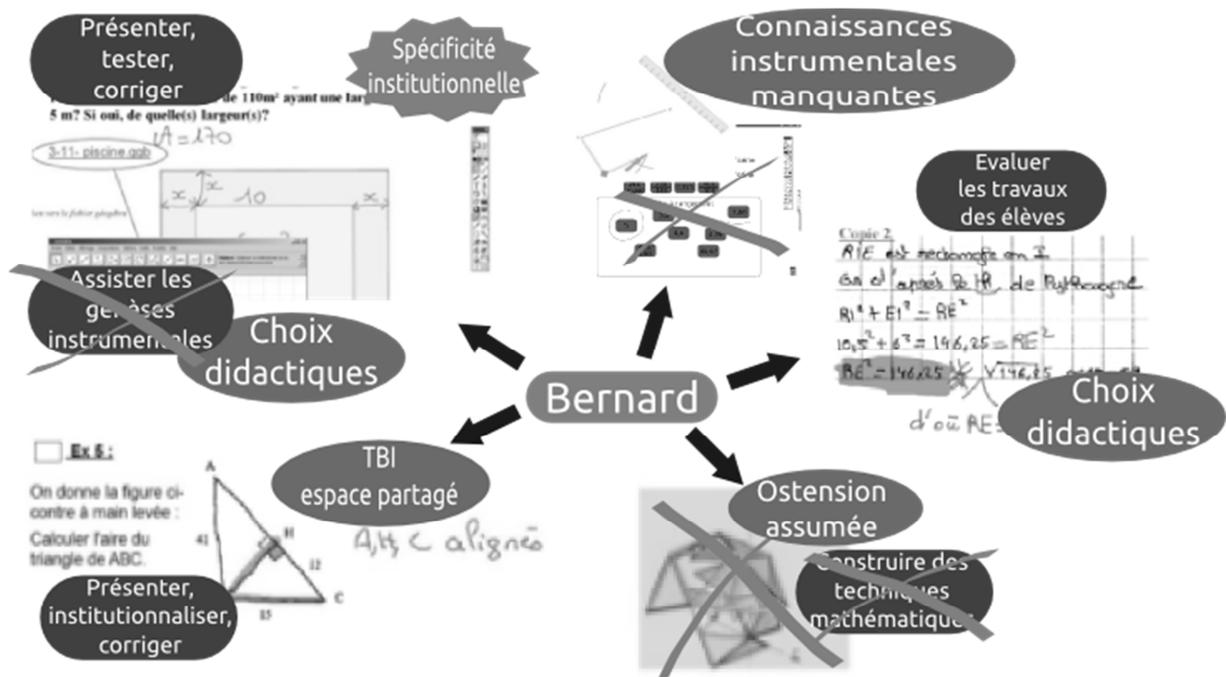
permis de naturaliser le recours à de tels logiciels. Ils peuvent aujourd'hui venir, en fonction des besoins, parfois non prévus, enrichir l'étude. Pour Murielle, le TBI n'est pas vu comme un vecteur de motivation des élèves et globalement, dans la pratique de cette enseignante, l'outil est présenté comme d'abord pour l'enseignant. Ces sont des arguments de confort (libérée de contraintes matérielles : livres, etc... - possibilité d'annotation directe sur différents supports - gestion de l'attention des élèves, etc...) qui priment et qui ont pour visé une amélioration de la gestion du collectif. Usage des technologies, confort d'enseignement et meilleure gestion du collectif orientent ainsi en partie la construction du paysage orchestratif de l'outil. L'intersection de ces trois tendances nourrit l'apparition de nouvelles formes orchestratives marquées par l'ostension, le TBI étant par exemple utilisé à des fins de démonstration des fonctionnalités des logiciels. Et même si ces usages spécifiques développés par cette enseignante sont jugés comme pouvant être problématique, ils répondent d'une part à des arguments de confort résistants : "il faut aller en salle multimédia, il faut se déplacer alors que c'est tellement confortable de rester dans la salle". Ils sont d'autre part vus comme une réponse au caractère problématique de la gestion de la co-construction des connaissances instrumentales et mathématiques que posent ces environnements logiciels dans des configurations d'usage en salle multimédia. : "je n'envisage pas d'emmener des élèves en salle multimédia utiliser un outil tableur ou LGD si je ne leur ai jamais montré avant"

Des choix didactiques pesant sur la construction du paysage orchestratif chez Bernard

Utilisateur de l'outil depuis deux années, Bernard est membre d'un groupe académique chargé de promouvoir l'usage des technologies dans l'enseignement des mathématiques. C'est un usage raisonné des technologies, qui doit nécessairement viser des apprentissages mathématiques que Bernard veut proposer dans son enseignement. Plus largement, l'apprentissage pour cet enseignant se réalise en situation de résolution de problème, et un schéma réglé : la dévolution du problème se faisant à la fois à chacun des élèves qui doit, seul, se mettre à la tâche, et à l'ensemble des élèves dont les échanges, les explications, les argumentations permettent aux uns et aux autres d'affiner leur raisonnement et au groupe de produire des hypothèses et des réponses auxquelles chaque élève, pris individuellement, n'aurait pas eu accès. Contrairement à Murielle, le TBI est vu comme un espace partagé entre le professeur et les élèves et son intégration dans la classe ne doit pas être synonyme de pratiques ostensives. La construction du paysage orchestratif de l'outil se fait ainsi chez Bernard en soutien de pratiques professionnelles éprouvées et questionnées sous l'angle de la pertinence pédagogique. Ce processus est en particulier visible dans le discours de cet enseignant avec le passage en revue et l'attribution de fonctionnalités didactiques aux différents outils présents dans l'interface du logiciel du tableau. Les apports identifiés relèvent de différents ordres : un amélioration de la gestion de certains moments d'apprentissage (la possibilité de garder la trace du travail de l'élève est rapprochée d'une gestion améliorée des moments de synthèse), un apprentissage facilité de certains concepts (l'usage conjoint du TBI et des LGD est rapprochée des possibilités offertes de changements de cadres, et de conversion de registres de représentation de concepts enseignés), ou encore des possibilités augmentées de répondre favorablement à une prescription institutionnelle de "travail dans le réel". Ce processus de construction reste long et disqualifie pour l'heure certains schémas orchestratifs ou encore certaines ressources : par exemple, la possibilité de projection de certains savoir-faire au TBI est regardée avec précaution par Bernard, faire des mathématiques ne devant, pour lui, ne pas limiter à la reproduction de mimétisme.



Une tendance ostensive assumée en réponse à des problèmes spécifiques chez Murielle



Des choix didactiques pesant sur la construction du paysage orchestratif chez Bernard.

BILAN DE L'ETUDE

Nous résumons dans cette section les principaux résultats mis à jour.

Des trajectoires d'usage de l'outil qui tiennent compte des écueils potentiels du monstratif.

Si les premières fonctionnalités de l'outil sont repérées comme pouvant favorablement outiller une tendance vers plus de collectif dans la classe, l'inflexion vers un resserrement du

spectre des pratiques, investissant les potentialités monstratives de l'outil n'apparaît pas un passage obligé. L'arrivée du TBI n'est pas synonyme de l'introduction dans les pratiques d'une faune de logiciels tournée vers la communication du savoir, ceci constitue une première distinction avec la situation anglo-saxonne décrite dans la littérature. Différentes tendances semblent par ailleurs s'installer progressivement : une recherche d'optimisation de la gestion des moments de collectif, une recherche d'inscription de l'outil dans un éventail large de moments de l'étude⁹ et un aménagement de plans de travail individuels des élèves qui leurs préservent une activité cognitive en dehors des seuls moments conduit collectivement avec l'outil.

Des problèmes instrumentaux faisant obstacle à la diversité

Dimension instrumentale et dimension orchestrative apparaissent fortement corrélées¹⁰. En particulier, le processus migratoire d'anciennes ressources dans ce nouvel environnement, s'opérant dans les premiers temps d'usage, s'accompagne de problèmes instrumentaux à régler (place disponible, gestion de l'écriture, etc...). La coexistence du TBI et du tableau dans la classe et la gestion de leur complémentarité apparaît une nécessité pour accompagner ce premier processus. Cette nécessité se heurte cependant à des stratégies d'équipements d'établissement parfois orthogonales (le TBI vient purement et simplement remplacer l'ancien tableau)

Adaptations spontanées, adaptations ultérieures

Les adaptations spontanées de l'outil apparaissent suivre un mouvement commun consistant en la migration de ressources existantes dans ce nouvel environnement et outillant des moments de l'étude naturalisés (présentation d'un travail, conduite de sa correction, etc...). Au sein de l'institution secondaire, dans laquelle l'usage des LGD et tableurs relève du discours injonctif, et pour des enseignants qui s'y conformeraient, de tels logiciels trouvent un terrain favorable d'accueil au sein du TBI, offrant un contrôle plus aisé au tableau et des possibilités nouvelles d'annotation de ces supports. Les adaptations ultérieures de l'outil apparaissent suivre une trajectoire commune, tout du moins dans les intentions, et consistent, en revisitant des pratiques anciennement installées, de trouver des niches d'usage aux différentes fonctionnalités de l'outil. Il s'agit de tendre vers un élargissement des moments de l'étude impliquant le TBI et une amélioration de leur gestion collective.

Des schémas orchestratifs qui soulèvent des questions

L'usage conjoint du TBI et des LGD apparaît pouvoir accompagner l'étude de problèmes géométriques : leur exploration, la formulation de conjectures ainsi que les nécessaires changements de points de vues, cadres et registres de représentation d'un même problème. Ce sont les possibilités de susciter des questions et développer des activités de mathématisation, de motiver des généralisations ou bien encore d'engager l'étude de problèmes plus complexes qui sont exploitées. Si ces schémas orchestratifs émergents accompagnent l'entrée dans la classe de problèmes géométriques à certains égards renouvelés, ce mouvement est décrit comme se faisant parfois au détriment de l'étude de ces problèmes qui pouvait exister par ailleurs dans d'autres configurations telles que celles en salle informatique, sur laquelle pèsent diverses contraintes (disponibilité, continuité de l'enseignement, gestion de l'accompagnement des élèves dans l'instrumentation des logiciels, etc...). Ce changement d'habitat des situations, de la salle informatique vers la classe, n'est pas sans questionner les conséquences sur

⁹ En particulier, qui ne se résument pas à des activités d'introduction comme le suggéraient certains premiers travaux français.

¹⁰ Nous proposons en annexe 3 un schéma mettant en correspondance trajectoire instrumentale et orchestrative.

l'activité mathématique et instrumentée résiduelle des élèves. L'arrivée du TBI comme levier d'introduction des technologies dans les pratiques est une attente institutionnelle qui gagnerait ainsi à être nuancée.

Des premières tendances orchestratives qui pèsent sur le contrat de classe

Les premières adaptations spontanées de l'outil rencontrent des problèmes instrumentaux liés à la place disponible offerte par le TBI et à la gestion de l'écriture manuscrite au tableau. Les adaptations ultérieures semblent se tourner vers une certaine spécificité des ressources construites par l'outil. Ceci n'est pas sans questionner le statut de ce nouvel outil dans la classe, qui dès lors, ne semble pas hériter uniquement de celui de lieu de savoir dont disposait le tableau noir (Robert & Vanderbrouck, 2003) et de sa (re)négociation. La question est ici de la gestion conjointe du discours, du geste et de l'écriture dans ce nouvel environnement et plus largement celle du travail sémiotique à l'œuvre en conséquence.

Concernant les potentialités de mémorisation offertes par le TBI, elles n'apparaissent que faiblement outiller la construction d'une mémoire didactique de la classe. La gestion de cette mémoire reste à la charge de l'enseignant et n'apparaît pas facilement dévoluable à l'outil. Ces potentialités semblent trouver pour l'heure leur pertinence dans la reprise d'un cours à l'autre mais surtout comme moyen pour l'enseignant de revisiter le travail conduit d'une année sur l'autre dans une perspective d'amélioration.

Dans cette première étude, l'idée, parfois installée dans le domaine des technologies dans l'enseignement, d'une tendance à faire presque exactement les mêmes problèmes et activités qui étaient faits sans technologie et de façon très similaire, apparaît à nuancer. En particulier, chez les usagers les plus expérimentés de l'outil, s'affirme une tendance à revisiter leurs pratiques et à investir, à travers les contraintes qui pèsent sur l'outil et les marges de manœuvre dont ils disposent, des niches d'usage du TBI. Et cette tendance n'est pas guidée que par des préoccupations d'ordre technique mais également par des considérations sur l'enseignement de leur discipline.

Enfin, soulignons que si un premier résultat est une tendance vers un renforcement du collectif, et des schémas orchestratifs engageant principalement le collectif classe dans une tâche commune, les modes d'exploitations de ces différents schémas montrent également que, dans ce collectif augmenté, des variantes existent et ne s'accompagnent pas nécessairement d'un appauvrissement du collectif en terme d'enseignement et d'apprentissage. Autrement dit cette tendance n'embarque pas nécessairement une moins-value didactique, et la qualification d'ostensif de ces pratiques est prématuré et à raffiner : l'existence de micro-contrat de participation dans un cours dialogué, un travail joint au sens de l'action conjointe laissant toute sa place aux élèves dans une action conjointe enseignant-élèves sont également à l'œuvre. Les grilles d'analyse construites pour conduire l'étude du paysage orchestratif de l'outil permettent sans équivoque de souligner ce dernier point et constitue nous semble-t-il un premier résultat raffiné des études anglo-saxonnes d'ores et déjà conduites sur le sujet.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DRIJVERS, P. , DOORMAN, M., BOON, P., REED, H., & GRAVEMEIJER, K. (2010). The teacher and the tool : instrumental orchestration in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2),213-234.
- RABARDEL, P. (1999). Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. In M. Bailleul (Ed.), *Ecole d'été de didactique des mathématiques* (pp. 202-213). Houlgate : IUFM de Caen.
- RABARDEL P. & PASTRE P. (dirigé par), 2005, Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement, Toulouse : Octarès, 260 p.
- ROBERT, A. & F. VANDEBROUCK (2003). Des utilisations du tableau par les professeurs de mathématiques en seconde. *Recherches en didactique des mathématiques* 23(3), 389–424.
- SENSEVY, G. & A. MERCIER (2007). Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves. Rennes : PUR.
- TROUCHE, L. (2005). Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations. *Recherches en didactique des mathématiques*, 25(1), 91-138.

ANNEXES

Annexe 1 : exemples de grille de lecture des entretiens

| grille de lecture de l'entretien concernant le descripteur «ressources utilisées dans l'environnement logiciel du TBI» attaché à la dimension instrumentale. | | | | | |
|--|------------------------------|--|---|---|---|
| Descripteur relatif aux ressources utilisées dans l'environnement logiciel du TBI | | | | | |
| Ressources utilisées dans l'environnement logiciel du TBI | Ressources logicielles | logiciels institutionnels | | Potentialités illustratives VS Potentialités de manipulation de contenu | Intentions portées dans les ressources |
| | | logiciels "non institutionnels" | | | |
| | | livres numériques | | | |
| | Ressources "non logicielles" | issues de la bibliothèque du logiciel TBI | Nature des ressources : images, animations, vidéos, etc... | Adaptation de ressources existantes VS Création spécifique dans l'environnement TBI | Interactions des élèves avec les ressources |
| | | issues de banques de données institutionnelles | | | |
| | | Autre provenance | | | |

Nous repérons et catégorisons dans un premier temps les ressources utilisées dans l'environnement du TBI. Une première distinction est faite entre les ressources *logicielles* et celles que nous qualifions de "*non logicielles*"¹¹.

Du côté des ressources *logicielles*, trois sous-catégories sont distinguées a priori :

- les logiciels institutionnels correspondent à ceux dont l'usage est préconisé/mentionné dans les instructions officielles : logiciels de géométrie dynamique, tableurs, émulateur de calculatrice, logiciels de calcul formel, etc...
- les autres logiciels, non institutionnels regroupent des logiciels bureautiques (logiciels de présentation : powerpoint®, etc... - éditeurs de textes : word®, etc...), d'organisation et de présentation d'idées (openmind®, freemind®, etc...)
- les ressources "*livres numériques*"

Les ressources "non logicielles" recouvrent quant à elles, trois sous-catégories identifiées par provenance :

- les ressources fournies dans la bibliothèque du logiciel du tableau par le constructeur
- les ressources "institutionnelles" disponibles dans les banques de données institutionnelles : la banque Educ'base, etc....
- les autres ressources disponibles plus largement sur internet ou d'autres médias qui pourraient être mentionnées par ailleurs.

Nous identifions en particulier, concernant ces ressources *non logicielles*, leur *nature* : images, animations (avec ou sans interaction), vidéos, etc...

Nous examinons ensuite, pour l'ensemble des ressources repérées, si elles sont plutôt orientées vers des potentialités illustratives ou plutôt vers des potentialités de manipulation de contenu. Nous repérons si ces différentes ressources sont des adaptations de ressources existantes ou sont créées spécifiquement pour et/ou dans l'environnement du logiciel du tableau. Nous interrogeons également les intentions portées dans les ressources conçues : d'une part, si leur conception est pensée pour permettre de différencier les supports d'apprentissage et varier les chemins d'accès à une même connaissance, d'autre part, si des interactions des élèves avec la ressource via le logiciel sont aménagées.

Nous repérons enfin les évolutions dans la trajectoire d'usage des interviewés, à la fois dans le choix des ressources (abandon d'un type de ressources particulier, type de ressources sur-exprimé, etc...) ainsi que dans les intentions portées dans les ressources conçues.

¹¹ Même si cette terminologie et la frontière qu'elle dessine pourront apparaître fragile d'un point de vue technologique

grille de lecture de l'entretien concernant le descripteur «agencement de l'écosystème numérique» attaché à la dimension orchestrastrative

Descripteur relatif à l'agencement de l'écosystème numérique

| | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|---|---|--|
| Agencement de l'écosystème numérique | présence du TBI et du TN | usage synchrone | Gestion des problèmes instrumentaux | Spécificités des ressources affichées au TBI |
| | | | | Spécificités des ressources affichées au TN |
| | | usage asynchrone | Gestion des problèmes instrumentaux | Activités et/ou moments de l'étude associés à l'usage du TBI |
| | | | | Activités et/ou moments de l'étude associés à l'usage du TN |
| | présence unique du TBI | Gestion des problèmes instrumentaux spécifiques (place disponible, permanence de l'affichage, gestion de l'écriture manuscrite..) | Activités et/ou moments de l'étude privilégiées | |
| | | | Spécificités des ressources affichées | |
| | présence de périphériques | périphériques de publication | périphériques autonomes | Fonctions attribuées (affichage de productions,...) |
| | | | | |
| | | | | |

Nous repérons dans un premier temps les éléments constitutifs de l'écosystème présent dans la classe. Nous distinguons trois cas que nous interrogeons chacun spécifiquement :

- Présence du TBI et du tableau noir
- Présence du TBI uniquement
- Présence de périphériques associés au TBI

Concernant la présence exclusive du TBI, nous examinons quelle gestion et quelle réponse sont apportées à d'éventuels problèmes instrumentaux spécifiquement rencontrés dans un tel environnement (place disponible, permanence de l'affichage, gestion de l'écriture sur les ressources projetées à l'écran...). Nous repérons ensuite quels types d'activités et/ou quels moments de l'étude sont privilégiés avec l'outil et interrogeons les spécificités des ressources utilisées

Concernant la présence du TBI et du tableau noir, nous distinguons deux cas :

- l'utilisation conjointe et simultanée du TBI et du tableau noir (usage synchrone)
- l'utilisation distincte du TBI et du tableau noir (usage asynchrone)

Nous identifions dans le cas d'un usage asynchrone, quels types d'activités et/ou quels moments de l'étude sont privilégiés (introduction d'une nouvelle notion, correction, etc... - domaine mathématique concerné, etc...) pour l'un et l'autre des deux outils.

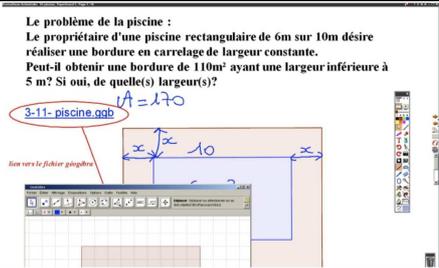
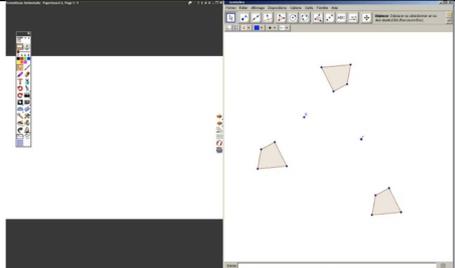
Concernant un usage synchrone, nous repérons dans les types d'activités décrites par les enseignants les spécificités des ressources affichées sur l'un et l'autre des deux supports (types de ressources, etc...) et leur complémentarité (permanence des ressources affichées, etc...)

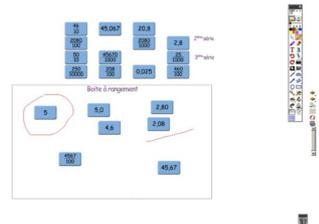
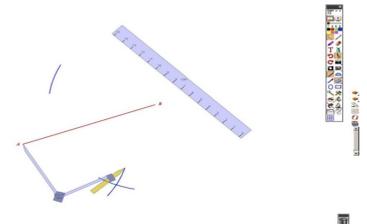
Concernant les périphériques, nous les catégorisons¹² : les périphériques de *publication* permettant la transformation de ressource papier en document numérisé (visualiseur, appareil photo, etc...) - les périphériques *autonomes* (ordinateurs individuels connectés au TBI) - les périphériques *informatifs* (système de boîtiers de vote), et repérons les fonctions attribuées par les enseignants à chacun d'eux (affichage de productions d'élèves à l'écran, récupération et affichage devant la classe du travail conduit sur ordinateur par les élèves, etc...)

Nous repérons enfin des évolutions possibles de l'écosystème numérique au fil du temps (nouveaux périphériques,...) et de son agencement (inflexion vers une utilisation exclusive du TBI, développement d'usages complémentaires des deux outils, etc...)

¹² Nous reprenons les trois catégories construites au cours de l'étude de l'objet technique TBI.

Annexe 2 : Exemple d'utilisation du quadruplet caractéristique des orchestrations

| Famille n°1 : ressources intégrant un logiciel institutionnel | | | |
|--|--|--|--|
| Exemples de représentants de la famille n°1 | | | |
|  | |  | |
| La ressource comprend la donnée de la consigne et le recours à un LGD donnant accès à une représentation dynamique de la situation géométrique étudiée | | Le tableau est scindé en deux, d'un côté un LGD et une situation géométrique à l'étude, de l'autre, une page blanche de l'environnement du logiciel du tableau | |
| Schémas orchestratifs communs | | Schémas orchestratifs de la catégorie n°2 | |
| <i>Moment de l'étude</i> | Présenter un travail | | <i>Moment de l'étude</i> |
| <i>Répartition catégorielle</i> | Catégorie n°1 3/3 | Catégorie n°2 3/3 | <i>Répartition catégorielle</i> Catégorie n°2 3/3 |
| <i>Configuration didactique</i> | Elle comprend l'accès à la ressource projetée à l'écran et aux fonctionnalités de déplacement et d'annotation de l'environnement logiciel du TBI (stylo, surligneur). Le professeur dirige l'étude du tableau, les élèves sont disposés de façon à suivre la présentation. | | <i>Configuration didactique</i> Elle s'appuie simultanément sur l'usage d'un LGD et sur l'environnement du logiciel du TBI, en particulier sur la possibilité offerte d'insertion d'images. Le professeur dirige l'étude du tableau. Les élèves sont disposés de façon à voir le TBI. |

| Famille n°4 : ressources simulant l'action du matériel à disposition | |
|---|--|
| Exemples de représentants de la famille n°4 | |
|  |  |
| Constituée d'étiquettes images déplaçables, cette ressource reproduit virtuellement les éléments du milieu matériel mis à disposition des élèves. | La ressource comprend l'usage des instruments de géométrie virtuelle à disposition dans l'environnement du tableau |
| <i>Moment de l'étude</i> | Explorer et débattre collectivement des actions sur le milieu matériel |
| <i>Répartition catégorie n°2</i> | 2/3 |
| <i>Configuration didactique</i> | Elle comprend l'accès à la ressource, son contrôle du tableau et des élèves disposant des mêmes éléments que ceux présents dans l'environnement du logiciel. |

| | |
|----------------------------|--|
| <i>Mode d'exploitation</i> | Un premier mode d'exploitation consiste en la présentation du milieu à la classe et des moyens d'actions sur celui-ci. Le professeur dirige l'étude. Le second mode d'exploitation consiste à rendre publiques les actions sur le milieu effectuées par les élèves au préalable. Le point de départ est un élève dirigeant le tableau et interagissant avec le milieu. |
|----------------------------|--|

Annexe 3 : Dimensions instrumentale et orchestrative

