

DEUX TÂCHES AVEC CALCULETTE : QUE DISENT LES ENSEIGNANTS DE SON INFLUENCE SUR LA GESTION DIDACTIQUE ?

Chantal TIÈCHE CHRISTINAT
Luc-Olivier BUNZLI
Stéphane CLIVAZ
Haute École Pédagogique, Lausanne

La calculatrice est introduite de façon relativement discrète, en particulier dans les degrés primaires de l'enseignement obligatoire. Si sa propagation d'utilisation scolaire et son évolution technique suivent un mouvement assez semblable à celui de l'informatique, l'intérêt et les craintes manifestés par les enseignants semblent fort différents. Afin de mieux comprendre les différentes attitudes des enseignants, cette recherche explore les effets que l'introduction de la calculette induit en classe.

Les travaux récents en didactique francophone abordent l'introduction d'une instrumentation en classe selon trois axes :

- les effets de la transposition didactique de l'utilisation des outils de calcul au niveau du savoir enseigné,
- les usages réels et possibles de l'outil dans l'enseignement primaire et secondaire,
- et les modifications nécessaires au niveau de la formation des enseignants.

Les effets de la transposition

L'introduction d'un artefact, quelle que soit sa nature, affecte non seulement l'activité des élèves, mais également la tâche donnée¹. Des auteurs tels que Artigue (1997) ainsi que Guin et Trouche (2002) montrent que l'introduction d'artefact en classe a des effets particuliers sur la transposition didactique et modifie les contenus des savoirs à enseigner ou du savoir enseigné. Dans le cas du logiciel DERIVE, Artigue (1997) a pu constater que les phénomènes de transposition des savoirs affectent très fortement la tâche donnée.

¹ Cet article utilise la distinction entre tâche et activité de Robert : « *la notion de tâche est associée à l'énoncé mathématique, alors que l'activité est associée à ce que les élèves font pour résoudre la tâche* » (1999, p. 152).

Il en est de même pour Assude et Chaachoua (1999) qui soulignent que l'utilisation du logiciel Cabri-géomètre pour enseigner la géométrie modifie le rapport de l'enseignant à l'objet d'enseignement. Le recours à des outils technologiques non seulement embarque diverses connaissances mathématiques (Laborde, 2002-2003), mais, de plus, nécessite des connaissances instrumentales qui modifient à leur tour la nature du savoir. L'introduction d'un artefact produirait dès lors non seulement une réorganisation des savoirs à enseigner, mais son usage entraînerait un risque non contrôlé de changer le savoir visé et de constituer un obstacle à la connaissance à construire. Ces divers phénomènes de transposition ne sont pas réservés à l'usage des TICE, mais s'étendent à tout usage d'artefact, comme le rappelle Trouche (2007). Qu'il s'agisse de crayons, de tableaux ou de logiciels, ces outils auxquels ont recours les mathématiciens ou les élèves influencent l'activité de résolution de problème. Cependant, bien que la calculette ou les TICE s'ajoutent aux artefacts communs à la classe (tableau, matériel d'écriture, rapporteur, etc.), ils créent un type de tâches didactique nouveau (Artaud & Denisot, 2002). Ces divers travaux indiquent clairement que la nature des tâches instrumentées ne peut être considérée comme étant identiques aux autres tâches. Trouche (2005) souligne qu'il faut tenir compte en plus de la genèse instrumentale, dans le sens où l'élève doit apprivoiser et construire l'instrument.

Les usages dans la classe

Birebent (2007), ainsi que plusieurs auteurs ayant participé à l'écriture du livre de Floris et Conne (2007) portent leur attention sur les transformations des pratiques et les relations entre types de tâches, techniques et technologies. Les travaux d'Assude (2007) et de Favre et Tièche Christinat (2007) soulignent une modification de la nature du contrat didactique lors d'activités nécessitant le recours à un tableur ou à une calculette. Ces travaux illustrent à leur tour les deux attitudes du professeur face à l'outil, décrites par Trouche (2007) : soit l'enseignant subordonne l'emploi de la calculatrice à la tâche, soit il l'utilise sans avoir l'intention de développer un usage stabilisé.

Friemel et Richard (1987) ont pointé différents usages de la calculette en classe. Ils soulignent le fait que l'usage met en jeu l'utilisation d'un langage de commandes, la compréhension d'un fonctionnement de dispositifs, la résolution de problèmes numériques et l'élaboration de procédures (ou programme de calcul). Selon la tâche à effectuer et sa nature, l'obtention d'un résultat prime pour l'utilisateur. La contrainte *machine* et la prise en compte de sa spécificité peuvent selon la nature de la tâche n'être que des objectifs secondaires qui apparaissent en cas d'échec. Bruillard (1993) rappelle qu'une exploitation plus extensive des activités instrumentées nécessite au minimum une acceptation du statut d'auxiliaire de résolution, alors que les rédacteurs de ces tâches prônent indirectement une approche nouvelle de la manière de penser l'objet mathématique. Quelques auteurs, dont Charnay (2004), Lemoyne, Giroux, René de Cotret et Brouillet (2005), Favre (2007) et Caron (2007) ont proposé des activités originales mettant en scène la calculette afin de susciter chez les élèves une réflexion sur les nombres et les opérations. Dans divers lieux ou dans des circonstances particulières², la création de tâches diverses et variées est proposée afin de vaincre les résistances et de convaincre

² Par exemple la « semaine des mathématiques » organisée à Genève en 2007 : <http://icp.ge.ch/sem/fc-base/mathematics/mathematics/archives-des-semaines-des-maths/la-calculatrice-pour-apprendre-les-maths-2007>

de l'utilité de telles activités. Ceci ne s'avère toutefois pas suffisamment incitatif pour octroyer une place effective à la calculette dans la classe et pour éviter qu'elle ne soit reléguée dans une collection de classe inutilisée. Globalement, le bilan scolaire de l'usage des calculettes à l'école primaire est plutôt décevant, tant en Suisse Romande (Tièche Christinat & Delémont, 2005) qu'en France (Charnay, 2004). Les enseignants désapprouvent en majorité l'introduction des calculettes dans le programme. L'usage qui en est fait est par conséquent souvent limité. La diversité des tâches à disposition des enseignants et leur pertinence est donc à questionner. Ainsi la calculette pourrait être vue par des enseignants de CE1 comme un moyen d'anticiper l'opération pertinente mais dont les élèves ne maîtrisent pas la technique opératoire (Charnay, 1993-1994). On peut alors penser qu'il est nécessaire d'élaborer des tâches incluant la calculatrice. Charnay (2004) souligne l'urgence de repenser l'enseignement dans ce cadre.

« L'apprentissage du calcul assisté par une calculatrice [...] doit donc être pensé dans sa complémentarité avec celui des autres moyens de calcul. Il serait absurde que l'école n'apprenne pas aux élèves à se servir d'outils qui sont à leur disposition dès qu'ils ont franchi le seuil de la classe. Il serait tout aussi aberrant de se priver des possibilités qu'offrent ces outils pour enrichir le travail mathématique des élèves. » (p. 69)

Mis dans le double défi de réfléchir à la création de tâches qui permettent d'explorer le potentiel des calculettes et d'analyser leur influence sur les actions didactiques de l'enseignant, nous avons axé notre questionnement sur l'impact que peuvent avoir deux tâches instrumentées particulières sur la gestion didactique que l'enseignant opère en classe. Plus précisément, la gestion didactique est à considérer comme l'ensemble des choix de l'enseignant liés à la diffusion des connaissances mathématiques.

Approche méthodologique

Les deux dimensions de ce défi s'entrelacent durant le temps de la recherche. La première consiste à construire des tâches que les enseignants avaient à mettre en œuvre en classe au moyen d'un scénario d'exploitation didactique s'appliquant à l'environnement et à la situation, chaque enseignant réalisant une unique tâche. Le matériel mis à disposition était constitué d'une collection de calculettes TI 106, ainsi que d'une calculette rétroprojetable³ du même modèle. Si la calculette rétroprojetable était inconnue dans toutes les classes, la plupart d'entre elles utilisaient déjà ce modèle de calculette, et ce avec une fréquence variable.

La deuxième dimension avait pour objectif de connaître les impacts de ces tâches sur l'acte d'enseignement. À cette fin, nous avons procédé à une analyse du discours des enseignants récolté lors d'un entretien préalable (entretien *ante*) à l'activité et d'un entretien postérieur (entretien *post*), rétrospectif au déroulement de l'activité. De fait, nous situons notre recherche qualitative dans une perspective clinique au sens de Leutenegger (2000), mêlant à la fois la recherche expérimentale et le dialogue clinique ou critico-clinique. L'entretien *ante* se compose d'une analyse *a priori* faite par l'enseignant et discutée avec le chercheur ou de ce que Trouche (2007) nomme un scénario d'exploitation didactique. L'entretien *post* consiste en une discussion à propos du déroulement de l'activité dans la classe.

³ Calculette semblable à celle des élèves, mais au clavier et à l'écran transparents, posée sur le rétroprojecteur, permettant d'effectuer les calculs au vu de toute la classe.

À cette fin, les points de la gestion didactique précisés lors de l'analyse *a priori* sont repris, en particulier les variables didactiques et la place de la calculette.

Nous avons donc opté pour un système protocolaire basé sur la recherche d'épisodes critiques du discours, basé sur des unités portant sur un même thème ou objet. Ainsi, tous les épisodes de discours ayant trait directement à l'objet calculette ont été repérés puis codés selon différentes catégories décrites ci-dessous.

Les tâches

La création de tâches est subordonnée à l'activité de l'enseignant et à son rôle :

« *Le professeur doit proposer à l'élève des problèmes fabriqués de façon à ce que celui-ci soit contraint pendant leur résolution (ou une partie de leur résolution) à une attitude pertinente du point de vue des mathématiques* » (Margolinas, 1993, p. 52)

Les tâches que nous avons élaborées vont ainsi répondre à cette exigence. Les notions mathématiques sont clairement mises en évidence lors de l'entretien *ante* et les conditions que l'enseignant met en place pour permettre un apprentissage dans un environnement instrumenté constituent la toile de fond de la recherche.

Les situations d'enseignement créées supposent l'existence :

- d'un problème au sens de Brun (1990),
- dans un environnement informatisé d'apprentissage, c'est-à-dire un lieu qui abrite des individus et des artefacts susceptibles de soutenir la démarche des apprenants,
- dont l'agencement est institutionnel, dans le sens où il y a un agencement pensé *a priori*,
- agencement qui se décline en terme de scénario d'exploitation didactique.

Afin de maintenir un cadre et un langage commun et de ne point trop surprendre les enseignants, nous avons maintenu pour toutes les tâches créées l'approche didactique et pédagogique proposée dans les moyens d'enseignement de Suisse romande (Danalet, Dumas, Studer & Villars-Kneubühler, 1998, 1999).

Première tâche : le concours de Denyse

Denyse la libraire a organisé un concours de lecture. Le premier prix est constitué de ces livres.



Chaque livre coûtait 27.-

Finalement Mme Mick et M. Siloux sont arrivés ex-æquo et Denyse doit préparer un autre premier prix de la même valeur. Malheureusement, il ne lui reste que des livres à 13.-.

Peux-tu l'aider ? Combien doit-elle préparer de livres ?

Tu peux t'aider de la calculette pour faire tes calculs.

Cette tâche a été construite pour faire émerger le concept de commutativité⁴ et en permettre le transfert à des nombres peu familiers. Mise en œuvre dans cinq classes différentes, cette tâche peut être assimilée aux activités habituelles et pourrait s'avérer peu innovante par rapport aux tâches se trouvant dans les moyens utilisés. Ce problème met en scène le champ conceptuel de la multiplication. Il s'agissait donc ici de soumettre à des élèves qui avaient abordé la notion de multiplication un approfondissement des propriétés de cette opération. Partant de l'égalité du produit de deux collections, il s'agissait de retrouver un des facteurs multiplicatifs manquant.

Les principaux éléments de l'analyse *a priori* indiquent qu'en l'absence d'une calculatrice, les connaissances de l'élève sont insuffisantes pour produire un résultat. La recherche du produit de deux nombres à deux chiffres ne fait en effet pas partie des connaissances que les élèves sont supposés avoir en 3^e primaire⁵. La calculatrice prend ainsi le rôle d'auxiliaire de résolution et devient un facilitateur de la résolution et permet en sus aux élèves la vérification du résultat par eux-mêmes. Le rôle de vérification arithmétique du résultat peut de fait être dévolu à la calculatrice. Quelles que soient les procédures en jeu, l'enseignant peut introduire ou non, lors de la mise en commun, l'explicitation de la notion en jeu.

Deuxième tâche : de 78946 à ... 789456

Le nombre 789456 possède six chiffres.

Affiche ce nombre sur ta calculatrice.

Cherche une manière de procéder pour remplacer l'un des chiffres de ce nombre par 0.

Note les touches de la calculatrice sur lesquelles tu as appuyé pour y parvenir et note ensuite le nouveau nombre que tu as découvert.

À partir du nombre affiché maintenant, cherche une manière de procéder pour remplacer un autre chiffre par 0, mais de façon à ce que ce second 0 ne se trouve pas juste à côté du premier.

Note [...]

Cherche une manière de procéder pour que le nombre de six chiffres obtenu n'en comporte plus que cinq.

Note [...]

Cherche une manière de procéder pour que ton nombre de cinq chiffres possède trois 1.

Note [...]

Cherche une manière de procéder pour que ton nombre de cinq chiffres ne contienne que des 7.

Note [...]

⁴ La notion de commutativité est abordée lors de l'apprentissage des tables et le plan d'études vaudois vise à son utilisation « pour effectuer des calculs » (Plan d'Études Vaudois, 2006). Le caractère général de cette propriété n'est pas connu des élèves.

⁵ Équivalent CE2, élèves de 8 à 9 ans.

Cherche une manière de procéder pour que ton nombre ait sept chiffres au lieu de cinq.

Note [...]

Cherche une manière de procéder pour que ton nombre de sept chiffres ne contienne que des 5.

Note [...]

Cherche une manière de procéder pour que ton nombre de sept chiffres n'en contienne plus que six.

Note [...]

Cherche une manière de procéder pour retrouver 789456.

Note [...]

Cette tâche, testée dans quatre classes, met en place une situation où la calculette sert de support indispensable dans la phase d'expérimentation, de découverte ou d'illustration. Comme la tâche précédente, elle propose à l'élève une phase de prise de conscience et d'intégration des connaissances mathématiques en jeu, en particulier la numération décimale de position et la distinction entre chiffre et nombre.

Comme tout problème, la solution n'est pas disponible d'emblée. Plusieurs étapes s'avèrent nécessaires ; ces dernières ont la particularité de ne pas devoir obligatoirement aboutir chacune à l'affichage d'une solution commune à tous les élèves. De fait, seule la dernière étape pourrait et devrait permettre l'affichage d'une solution commune et identique. La calculette est le support même sur lequel s'effectue la tâche et à ce titre remplace le papier-crayon habituel. Alors que dans *Denyse*, le papier-crayon reste un artefact quasi indispensable à l'activité, dans *789456*, il est un auxiliaire de résolution qui permet de rappeler certains affichages aux élèves ne maîtrisant pas suffisamment l'instrument et ses potentialités (par exemple la touche mémoire). La calculette est indispensable : sans elle, la distinction de chiffre et de nombre ne prendrait pas corps. Le rôle du maître est central, puisqu'il a pour tâche d'attirer l'attention de l'élève sur cette distinction fondamentale dans la numération de position. Le savoir en jeu (la notation des nombres dans le système décimal de position) est selon le sujet élaboré ou réélabore lors de la résolution et de la mise en commun.

Les deux tâches ont été mises en œuvre une seule fois par classe et par enseignant, durant une période d'activité en classe qui convenait à la planification horaire de l'enseignant. L'activité s'est ainsi déroulée sur une durée de 45 à 60 minutes, au gré de l'enseignant et de sa gestion didactique.

L'analyse des épisodes discursifs

Pour rappel, notre intérêt ne porte pas sur les apprentissages effectués par l'élève, mais sur l'acte d'enseignement et la gestion didactique de l'activité que nous avons observés à travers le discours des enseignants.

Nous avons choisi dans un premier temps de ne prendre en compte que les épisodes discursifs portant explicitement sur le thème de la calculette ou de la calculette rétroprojetable. Ceci nous permet de prendre en compte différentes dimensions de la gestion didactique liées à l'artefact ou, plus précisément, à ce qu'il en est dit.

Nous avons relevé aussi bien ce qui appartient au discours de l'expérimentateur qu'à celui de l'enseignant.

Dans un deuxième temps, nous avons distingué des catégories, pouvant être attachées indifféremment à la calculette ou à la calculette rétroprojetable et portant sur :

- les savoirs en jeu
 - notions mathématiques
 - lien de la tâche avec le programme
- les élèves
 - procédures
 - difficultés des élèves
 - représentation de la calculette
 - traces mnésiques
- l'enseignant
 - effet de la tâche et conjectures
 - usage habituel de la calculette
 - représentation de la calculette
- la gestion didactique de la leçon⁶
 - dévolution
 - gestion du contrat didactique
 - relance
 - gestion du temps
- la gestion matérielle et sociale de l'activité
 - groupes
 - gestion du matériel.

Lorsque dans un même épisode discursif, plusieurs sous-épisodes pouvaient être repérés, ils étaient alors identifiés comme des épisodes distincts. Nous avons alors procédé à une extraction sémantique afin d'attribuer une ou plusieurs catégories à chaque épisode. Nous avons effectué cette analyse du discours à l'aide du logiciel Hyperresearch (Researchware, 1992-2007).

Les épisodes distingués ont ensuite abouti à une analyse quantitative de leur occurrence et une analyse qualitative des différentes catégories répertoriées qui a donné lieu à des arborescences extrêmement fines. Au total nous avons relevé, pour les deux tâches analysées ici, 138 (789456) et 124 (*Denyse*) épisodes « calculettes ».

⁶ La catégorie *institutionnalisation* n'est pas distinguée de la *gestion du contrat didactique* faute d'un nombre suffisant d'occurrences.

Résultats

Enseignants et expérimentateurs citent certaines catégories plus fréquemment que d'autres⁷. Il en est ainsi pour les catégories labélisées *dévolution*, *gestion du contrat didactique*, *gestion du matériel*, *notions mathématiques*, *procédures* et *usage habituel de la calcullette*. Ces thématiques, contenues dans le canevas d'entretien, ont été pour la majorité d'entre elles amorcées par une question de l'expérimentateur.

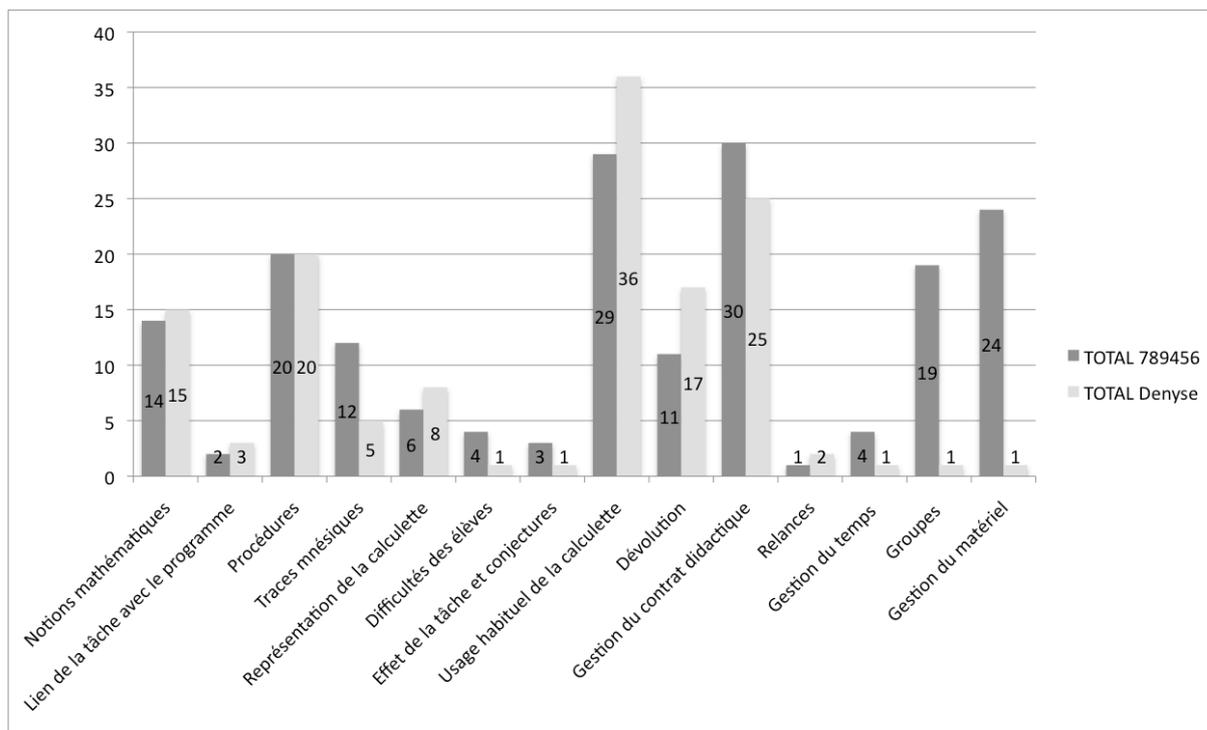


Figure 1 : Nombre d'occurrences des éléments discursifs par catégorie et par tâche

Afin de documenter l'impact de la calcullette sur l'activité des élèves et sur la gestion didactique de la classe, nous focalisons ici l'analyse sur trois des quatorze catégories répertoriées, à savoir les *procédures des élèves*, la *gestion du contrat didactique* et la *dévolution*. De plus, nous ne prenons en compte que les éléments discursifs émis par les enseignants et laissons de côté les incitations des expérimentateurs.

La gestion du contrat didactique

Cet aspect est central dans le cadre qui nous intéresse. Non seulement on peut supposer que la présence d'un artefact perturbe ou modifie le contrat didactique habituel de la classe, mais également que l'enseignant pourrait conférer à cet artefact uniquement les raisons des difficultés encourues lors de la mise en place de l'activité en classe. Dans les épisodes discursifs que nous avons pris en considération, le terme même de *contrat didactique* n'est pas nommément cité par les enseignants. C'est donc en tant que « résultat d'une « négociation » souvent implicite des modalités d'établissement des rapports entre un élève ou un groupe d'élèves, un certain milieu et un système éducatif »

⁷ Somme des occurrences des deux tâches supérieure ou égale à 25.

(Brousseau, 2003) que nous l'avons considéré. La catégorie est ainsi attribuée lorsque les locuteurs mettent le doigt sur la gestion de la tâche auprès des élèves et énoncent en quoi la calculette produit ou non des changements par rapport aux pratiques habituelles.

	Gestion du contrat didactique		
	Entretiens ante	Entretiens post	Total
789456	13	11	24
Denyse	12	8	20
Total	25	19	44

Tableau 1: Répartition du nombre d'épisodes « gestion du contrat didactique » par tâche et par entretien

Directement questionnée par le chercheur, la gestion de la classe est fréquemment et facilement évoquée et discutée, voire reprise au long des discussions, tant dans l'entretien *ante* que dans l'entretien *post*. Les enseignants pointent en particulier en quoi la calculette produit ou non des changements dans la gestion de la tâche, des ruptures du contrat habituellement posé ou des aménagements de ce contrat, suite par exemple à des conduites inappropriées ou inattendues de la part des élèves.

Les enseignants disent, dans la majorité des cas, avoir pu mener la tâche dans les conditions prévues. Seules trois citations relèvent que le contrat général prescrit par la recherche n'a pas été celui que l'enseignant attendait, en ce sens que soit les élèves n'ont pas utilisé la calculette comme l'enseignant l'avait proposé, soit qu'ils auraient très bien pu se passer de celle-ci (*Denyse*). Quatre autres citations relèvent de ce que les élèves ont le droit ou non d'effectuer. Les enseignants par exemple demandent s'il faut faire une activité d'introduction de l'usage de la calculette ou si, dans l'activité 789456, les élèves ont le droit d'utiliser la touche « remise à zéro ».

Pendant la leçon, au dire des enseignants, la gestion du contrat didactique n'a pas subi de modifications ou de réajustements importants imputables à la présence d'un artefact nouveau. Les enseignants se sont évertués, peut-être par effet de contrat de recherche, à bien cadrer l'usage nécessaire ou possible de l'artefact avec leurs élèves. Cette précision, souvent apportée avant que l'activité de résolution ne commence, n'est pas signalée dans le discours des enseignants. On pourrait supposer qu'une telle négociation du contrat relève des habitudes liées à la méthodologie que les enseignants appliquent et donc qu'elle n'est pas surprenante, ni directement liée à la nature de l'activité.

Une analyse en arborescence des épisodes retenus a permis de distinguer ce qui concerne l'enseignant de ce qui s'applique aux élèves. Ensuite, dans chaque cas, ce qui a trait plus particulièrement aux aspects pédagogiques (relation maître-élèves, motivation, ...) a été différencié des aspects plutôt didactiques (rapport au savoir, gestion de la preuve, ...). Les propos qui témoignent d'un apport positif de l'usage de la calculette ont été dissociés de ceux où l'apport est considéré comme inexistant ou contreproductif.

Acteurs	Aspects de la gestion du contrat	789456		Denyse		Total
		Effet positif	Effet nul ou négatif	Effet positif	Effet nul ou négatif	
Enseignants	Pédagogique (gestion de la classe, ...)	8	3	2	4	17
	Didactique (gestion de la preuve, ...)	3	3	3	2	11
Elève	Pédagogique (motivation, ...)	5	0	2	2	9
	Didactique (influences sur procédures)	1	0	2	2	5
Total		17	6	9	10	42

Tableau 2 : Analyse fine des propos de la catégorie *gestion du contrat didactique* (lorsque la tâche est conforme aux pratiques habituelles)

Les deux tâches se distinguent quant aux effets énoncés de la calculette. Les effets négatifs ou nuls sont évoqués plus souvent par les enseignants ayant mis en œuvre l'activité *Denyse*. La nature des propos met en évidence l'aspect secondaire que revêt la calculette pour cette tâche. Ce statut de « facultativité » a pour conséquence de ne pas modifier la gestion de la classe. Toutefois, selon les dires des enseignants, il reste nécessaire d'intervenir parfois pour focaliser à nouveau l'attention des élèves sur la résolution du problème, d'où l'aspect contreproductif. Deux enseignants disent que l'on aurait pu se passer de la calculette ou qu'il faudrait prendre le temps et la peine d'expliquer aux élèves à quoi elle peut leur être utile pour cette tâche.

Les effets positifs, relevés plus souvent pour la tâche 789456, concernent autant les élèves que les enseignants. Le regain de motivation suscité chez les élèves par la calculette et la calculette rétroprojetable est fréquemment relevé dans les propos, soulignant ainsi l'apport pédagogique de la calculette dans la classe. Concernant les aspects plus didactiques, les enseignants anticipent et reconnaissent l'aide que leur apporte la calculette rétroprojetable lors des phases collectives, pour rendre visibles les actions des élèves et focaliser leur attention. De plus l'usage de la calculette rétroprojetable permet de gagner du temps (vis-à-vis de l'écriture au tableau) et de mieux contrôler ce que font les élèves.

D'un point de vue didactique, les enseignants mentionnent d'une part qu'ils n'ont plus besoin de vérifier systématiquement les résultats des calculs trouvés par leurs élèves et d'autre part que la calculette permet à ceux-ci de valider leurs procédures. Un allègement de la tâche pour l'enseignant et pour l'élève est clairement identifié.

Dévolution de la tâche

Plusieurs auteurs (Artigue, 1997; Assude, 2007; Laborde, 2008) signalent que l'artefact, en tant qu'objet nouveau dans la classe, peut faire obstacle à l'appropriation de la tâche par les élèves. Les propos retenus ici visent à documenter cet aspect en dégageant des épisodes discursifs retenus ce qui a trait aux caractéristiques de la situation adidactique. Nous nous intéressons ainsi aux éléments qui informent en quoi la calculette favorise ou fait obstacle à l'appropriation de la tâche par les élèves. En référence à Margolinas (2004), nous avons inclus les éléments discursifs soulignant le rôle de la calculette dans la validation des procédures utilisées par les élèves, les rétroactions qu'elle permet de générer et les modifications du rôle de l'enseignant qui s'ensuivent.

	Dévolution		
	Entretiens ante	Entretiens post	Total
<i>789456</i>	3	8	11
<i>Denyse</i>	3	11	14
Total	6	19	25

Tableau 3 : Répartition du nombre d'épisodes « dévolution » selon l'activité menée en classe

Tous les enseignants qui ont effectué l'activité *789456* commentent cette dimension dévolutive lorsque le chercheur l'aborde lors de l'entretien *post*. Mais nous notons que seul un enseignant se montre extrêmement sensible à cet aspect, puisqu'il le mentionne quatre fois lors de l'entretien *post* ; les autres enseignants ne discutent cet aspect que lorsque le chercheur les y conduit. Par contre, nous constatons que, lors des entretiens *post* auprès des enseignants ayant conduit l'activité *Denyse* dans leur classe, l'appropriation par les élèves de l'activité et en particulier de la validation des procédures est fréquemment commentée. Ainsi deux enseignants ont signalé à plusieurs reprises l'importance que la calculette a eue sur la dévolution de la tâche et sur la résolution du problème. Cette différence peut être imputée au rôle joué par la calculette dans la tâche. Dans *789456*, la calculette permet l'existence de la tâche et c'est ce rôle, relevé par les enseignants, qui masque l'influence de l'instrument sur la dévolution. En revanche, pour *Denyse*, la tâche n'est pas dépendante de l'emploi de la calculette, toutefois sa résolution gagne en autonomie lorsque les élèves l'utilisent.

Les potentialités techniques susceptibles de favoriser la résolution du problème et de jouer un rôle significatif dans la validation des procédures sont entrevues comme autant d'éléments positifs tant du point de vue de la gestion didactique de la leçon que du point de vue des apprentissages mathématiques des élèves. Toutefois, des conditions préalables à la dévolution sont également évoquées, rappelant par là même la nécessaire genèse instrumentale que les élèves doivent construire. Les enseignants affichent deux attitudes face à cette genèse. Pour les uns, connaître le fonctionnement de la machine et savoir manipuler les touches pour pouvoir entrer dans la tâche semblait être une condition nécessaire, alors que d'autres enseignants admettent que les élèves risquent d'être perturbés au début voire même paniquer, mais que ceci « *n'est pas si grave* » ! La première attitude est signalée plus fréquemment lorsque la tâche oblige de recourir à la calculette (cf. Tableau 4). Finalement, lors des entretiens *post*, ce savoir-faire préliminaire n'est plus évoqué, voire même est révoqué.

Aspects de la dévotion	789456			Denyse			Total
	Condition nécessaire	Effet positif	Effet nul ou négatif	Condition nécessaire	Effet positif	Effet nul ou négatif	
Appropriation	4	0	0	1	1	0	6
Résolution	0	3	1	0	8	0	12
Validation	1	3	0	0	4	1	9
Total	5	6	1	1	13	1	27

Tableau 4 : Analyse fine des propos de la catégorie « dévotion »

La possibilité de dévotion de la tâche semble liée au rôle de l'artefact dans les tâches considérées. En effet, 789456 n'aurait aucun sens sans le support calculette. Denyse n'aurait elle aucun intérêt sans calculette, étant donné sa difficulté opératoire. La calculette est ainsi considérée comme une sécurité pour les élèves et autorise les enseignants à dévoluer la tâche comme ils le feraient pour une activité ordinaire. La valeur autocorrective de la calculette et le fait que les élèves ont la possibilité de répondre tout seuls aux questions qu'ils se posent ajoutent un gain d'autonomie aux élèves. La dévotion de la tâche peut ainsi être facilitée aux yeux des enseignants. Ce sont donc manifestement les effets positifs induits par l'artefact qui retiennent l'attention des enseignants et qui les rassemblent. Seules deux citations mentionnent un effet nul, dans le sens où la calculette n'influence pas la dévotion de la tâche.

Les procédures

Les analyses *a priori* des deux tâches permettent de supposer que l'usage de la calculette par les élèves est tout à la fois susceptible d'accroître la diversité des procédures utilisées, de générer des procédures inattendues, d'étayer par le soutien technique qu'elle offre le recours à certaines procédures et également de favoriser la formulation des procédures.

	Procédures		
	Entretiens ante	Entretiens post	Total
789456	3	11	14
Denyse	8	10	18
Total	11	21	32

Tableau 5 : Répartition du nombre d'épisodes de la catégorie « procédures » selon l'activité menée en classe

L'impact de la calculette sur les procédures des élèves est documenté aussi bien avant l'activité qu'après, ce qui indique une sensibilité des enseignants à des changements probables ou attendus de procédures de résolution imputables à l'usage de la calculette. Ces changements anticipés sont repris et discutés de façon récurrente par plusieurs enseignants. Plus rares sont ceux qui ne mentionnent cet aspect qu'une fois lors de l'entretien *post*.

L'influence de la calculette sur les procédures de résolution engagées par les élèves recueille des avis divergents. Dans le cas où l'influence est explicitement avérée, les déclarations des enseignants relèvent des quatre effets déterminés lors de l'analyse *a priori* et de leur incidence positive ou négative sur l'activité des élèves.

Aspects des procédures ...	789456		Denyse		Total
	Avis positif	Avis négatif	Avis positif	Avis négatif	
Procédures diversifiées	1	0	0	0	1
Procédures inattendues	1	0	0	0	1
Procédures facilitées	8	2	6	5	21
Aide à la formulation des procédures	0	0	3	1	4
Total	10	2	9	6	27

Tableau 6 : Analyse fine des propos de la catégorie « procédures »

Si les avis positifs sont plus fréquemment évoqués, des aspects négatifs sont aussi mentionnés, particulièrement pour la tâche *Denyse*. Les enseignants qui ont un avis négatif sur l'influence que la calculette exerce sur les procédures des élèves évoquent tour à tour le fait de ne pas réfléchir, de ne pas contrôler ce que l'on fait (alors que l'on peut se tromper si on ne presse pas sur les bonnes touches), le fait de s'emmêler dans les calculs à faire ou la perte des calculs effectués.

Les enseignants ne relèvent presque jamais des procédures diversifiées ou inattendues. La possibilité d'utiliser des opérations en cours d'apprentissage et dont les élèves n'ont pas encore la maîtrise technique et qui auraient pu apparaître dans le cadre de la tâche 789456 n'est pas mentionné par les enseignants. Ce silence ne signifie pas que de telles procédures n'ont pas existé, mais seulement que les enseignants n'en parlent pas. Le dispositif de recherche mis en place ne permet pas de confronter les dires des enseignants aux actions réelles des élèves.

En revanche, une facilitation des procédures est fréquemment signalée dans les deux tâches. Pour 789456, la facilitation des procédures est clairement affirmée dans sa valence positive. Les enseignants mentionnent le rôle de validation immédiate de chaque étape joué par la calculette, sans pour autant nuire à la réflexion préalable au calcul. D'autres enseignants avancent que la calculette facilite un travail d'anticipation et de représentation des opérations à réaliser avant d'introduire un calcul. En évitant les erreurs de calcul, la calculette favorise le raisonnement des élèves.

Pour *Denyse*, quelques enseignants confirment l'aide potentielle de la calculette comme auxiliaire de résolution. Néanmoins cette facilitation est souvent crainte. Trois enseignants redoutaient, lors de l'entretien *ante* que les élèves effectuent des calculs à la machine sans réflexion sur le but à atteindre. Or, l'activité menée dans la classe n'a pas confirmé ce risque et les trois enseignants soulignent, dans l'entretien *post*, l'adéquation de l'usage de la calculette aux procédures attendues. À l'inverse, un enseignant qui pensait que la calculette entraînerait de nouvelles procédures intéressantes pour son enseignement, constate, dans l'entretien *post*, un effet « âge du capitaine ».

Au sujet de la formulation des procédures, les discours se rapportent avant tout, dans la tâche *Denyse*, à l'usage de la calculette rétroprojetable lors de la mise en commun, laquelle invite les élèves à poser leurs calculs pour présenter leurs façons de faire et leur

donne envie de les expliquer et de les communiquer aux autres. Pour 789456, si la calculette rétroprojetable est considérée par les enseignants comme un support permettant une visibilité des procédures des élèves, elle n'est toutefois jamais mentionnée comme facilitatrice de la formulation de celles-ci. Cette absence est paradoxalement liée au rôle essentiel de la calculette dans cette tâche. D'une part, elle est nécessaire dès le départ à la réalisation de la tâche, et donc à la création des procédures. D'autre part, la fonctionnalité de la calculette rétroprojetable est similaire à celle de la calculette. Elle n'est mentionnée que comme objet focalisant l'attention des élèves lors des moments collectifs. Ces deux aspects éclipsent la question de la formulation des procédures qui n'est jamais mentionnée et reste toujours implicite.

Conclusion et tendances

La réalisation des tâches s'est révélée intéressante à plus d'un titre. À l'effet de surprise mais aussi d'intérêt des enseignants volontaires s'ajoute le fait que les tâches ont, dans toutes les classes, pu être menées dans les conditions prévues.

Les deux activités observées et décrites par les enseignants qui les ont mises en œuvre dans leur classe génèrent des modifications et des transformations partielles des pratiques habituelles. Le dispositif ne prenant en considération qu'une leçon, la transformation des pratiques est ponctuelle et locale ; conclure à un effet global sur la transposition didactique et sur la réorganisation des savoirs à enseigner n'est donc pas possible. Cependant, la gestion didactique de l'activité a pu être mise en évidence dans les discours et nos résultats indiquent que la calculette n'est pas le seul agent d'une réorganisation de la pratique, mais qu'elle est assujettie à la nature de la tâche et au rôle que la calculette occupe dans celle-ci. Les propos des enseignants font mention autant de modifications dues à la particularité des tâches qu'à la présence de la calculette et de la calculette rétroprojetable. En outre, les discours et réactions des enseignants concernant les procédures de résolution par les élèves sont contrastés en fonction de la tâche. L'effet de la présence de la calculette dans les deux tâches est ici moins fort que la spécificité de chaque tâche, en particulier du rôle que la calculette y joue.

L'aspect habituel de la présentation des tâches et l'habitude qu'ont les enseignants de décrire le déroulement prévu de l'activité les conduisent à tenir des propos similaires quant au rôle que la calculette joue dans l'établissement du contrat didactique. Lorsque le contrat est discuté par les enseignants lors des entretiens, c'est surtout le contrat pédagogique et la motivation additionnelle que procure la double nouveauté (calculette et calculette rétroprojetable) qui est repéré. Toutefois la gestion didactique du contrat préoccupe également certains enseignants qui s'inquiètent de ce que les élèves pourraient, par un manque de technique opératoire liée à la genèse instrumentale, ne pas entrer dans le problème et donc ne pas pouvoir aborder les apprentissages et connaissances visées. Néanmoins, une fois les activités menées, les enseignants font presque tous le constat que leur crainte était infondée et que la gestion du contrat qui avait été clairement spécifiée en début d'activité n'a pas nécessité de réaménagements.

Quant à la dévolution, la calculette semble jouer un rôle important et positif. Quelle que soit l'activité, les enseignants signalent que la calculette permet pour le moins une validation des procédures par les élèves eux-mêmes, validation qui est pour certains enseignants plus importante que pour d'autres. La calculette introduirait même une valeur ajoutée puisqu'elle vient diminuer l'attention et la charge cognitive liées aux opérations à effectuer et permettre ainsi aux élèves de se focaliser sur la résolution même du problème.

L'artefact nouveau introduit dans la classe n'est par ailleurs pas signalé comme cause potentielle ou effective de difficultés dans l'appropriation de la tâche. De leur côté, les enseignants, profitant de la nouveauté de la tâche, se sont permis une grande liberté et une grande richesse dans leurs commentaires de la tâche et de leur gestion didactique.

La nature des tâches apparaît comme étant un facteur central qui détermine la gestion didactique déclarée par les enseignants. Les deux tâches analysées ont été construites en portant une attention très grande au lien entre le savoir en jeu et l'apport de l'artefact. En effet, la construction des tâches par les chercheurs autorise un contrôle des différents rôles de l'artefact. Sous cette condition, l'analyse du rôle de la calculatrice dans la gestion didactique a été particulièrement fructueuse. Si deux autres tâches que nous n'avons point analysées ici font également partie des tâches nouvellement créées, il apparaît très nettement que l'insuffisance en nombre de tâches incluant un artefact est un frein à l'introduction des calculatrices dans l'enseignement primaire. La création de nouvelles tâches et la formation à leur utilisation s'avèrent probablement indispensables pour apaiser les craintes et faire évoluer les fausses représentations que les enseignants tendent à avoir à l'égard des activités instrumentées. Pour ce faire, il paraît primordial que les tâches à construire attribuent un rôle didactique à l'artefact, afin de permettre un apport réel à la construction des connaissances mathématiques.

Références bibliographiques

- ARTAUD M. & DENISOT J. (2002) Structures, fonctionnements, écologie des organisations didactiques, À propos de calculatrice. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (Éds.), *Actes de la 11e école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 97-107). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- ARTIGUE M. (1997) Le logiciel DERIVE comme révélateur de phénomènes didactiques liés à l'utilisation d'environnements informatiques pour l'apprentissage. *Educational Studies in Mathematics*, 33(2), 133-169.
- ASSUDE T. (2007) Modes d'intégration de Cabri dans les classes du primaire. In R. Floris & F. Conne (Eds.), *Pratiques mathématiques instrumentées dans les institutions didactiques: enseignement, recherche, formation*. (pp. 119-134). Bruxelles: De Boeck.
- ASSUDE T. & CHAACHOUA H. (1999) Nouvelles technologies comme outil de formation des maîtres et comme objet de formation. In M. Bailleul (Éd.), *Actes de la 10^{ème} école d'été de didactique des mathématiques*: ARDM.
- BIREBENT A. (2007) Le calcul numérique à l'épreuve de l'intégration de la calculatrice: le problème didactique de l'approximation décimale et de son analyse à l'aide du concept de contrat institutionnel. In R. Floris & F. Conne (Éds.), *Pratiques mathématiques instrumentées dans les institutions didactiques: enseignement, recherche, formation*. Bruxelles: De Boeck.
- BROUSSEAU G. (2003) Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques. Consulté le 17 septembre 2010, dans http://perso.orange.fr/daest/guy-brousseau/textes/Glossaire_Brousseau.pdf
- BRUILLARD É. (1993) Quelques obstacles à l'usage des calculatrices à l'école : une analyse. *Grand N*, n°53, 67-78.

- BRUN J. (1990) La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives. *Math-École, Année 29(141)*, 2-15.
- CARON F. (2007) Au coeur de "la calculette defectueuse" : un virus qu'on souhaiterait contagieux. *Petit X, n°73*, 71-82.
- CHARNAY R. (1993-1994) Un exemple d'utilisation de calculatrice au CE1. *Grand N, n°54*, 27-30.
- CHARNAY R. (2004) Des calculatrices à l'école primaire. Oui? Non? Pourquoi ? Comment ? *Grand N, n°74*, 67-75.
- DANALET C., DUMAS J.-P., STUDER C. & VILLARS-KNEUBÜHLER F. (1998) *Mathématiques 3ème année: Livre du maître, livre de l'élève et fichier de l'élève*. Neuchâtel: COROME.
- DANALET C., DUMAS J.-P., STUDER C. & VILLARS-KNEUBÜHLER F. (1999) *Mathématiques 4ème année: Livre du maître, livre de l'élève et fichier de l'élève*. Neuchâtel: COROME.
- FAVRE J.-M. & TIÈCHE CHRISTINAT C. (2007) La calculette: un outil médiateur de la relation ternaire dans l'enseignement spécialisé. In R. Floris & F. Conne (Éds.), *Pratiques mathématiques instrumentées dans les institutions didactiques: enseignement, recherche, formation*. Bruxelles: De Boeck.
- FLORIS R. & CONNE F. (Éds.) (2007) *Pratiques mathématiques instrumentées dans les institutions didactiques: enseignement, recherche, formation*. Bruxelles: De Boeck.
- FRIEMEL E. & RICHARD J. F. (1987) Apprentissages de l'utilisation d'une calculette. *Psychologie française, 4*, 227-236.
- GUIN D. & TROUCHE L. (2002) *Calculatrices Symboliques. Transformer un outil en un instrument du travail mathématique: un problème didactique*. La Pensée Sauvage.
- LABORDE C. (2002-2003) Le jeu des contraintes et des possibilités pour enseigner les mathématique avec les nouvelles technologies: le cas de la géométrie dynamique. In E. Gallo, L. Giacardi & O. Robutti (Éds.), *Conferenze e Seminari* (pp. 139-145). Torino.
- LABORDE C. (2008) Multiple Dimensions involved in the Design of Tasks taking full advantage of Dynamic Interactive Geometry, *XVII Encontro de Investigacao em Educaçao Matematica*. Viera de Leira, Portugal.
- LEMOYNE G., GIROUX J., RENÉ DE COTRET S. & BROUILLET F. (2005) Environnement informatique pour l'enseignement du calcul réfléchi: un travail orienté par la théorie des situations didactiques. . In M. H. Salin, P. Clanché & B. Sarrazy (Éds.), *Sur la théorie des situations didactiques. Questions, réponses, ouvertures. Hommage à Guy Brousseau* (pp. 279-296). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- LEUTENEGGER F. (2000) Construction d'une "clinique" pour le didactique: Une étude des phénomènes temporels de l'enseignement. *Recherches en didactique des mathématiques, 20(2)*, 209-250.
- MARGOLINAS C. (1993) *De l'importance du vrai et le faux dans la classe de mathématiques* Grenoble.

- MARGOLINAS C. (2004) *Points de vue de l'élève et du professeur. Essai de développement de la théorie des situations didactiques*. HDR, Université de Provence - Aix-Marseille I.
- RESEARCHWARE. (1992-2007) Hyperresearch (Version 2.8) [Mac]. Randolph, MA: Researchware Inc. Consulté le 19 septembre 2010, dans <http://www.researchware.com/products/hyperresearch.html>
- ROBERT A. (1999) Recherches didactiques sur la formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré et leurs pratiques en classe. *Didaskalia*, 15, 123-157.
- TIÈCHE CHRISTINAT C. & DELÉMONT M. (2005) *Pratiques et discours : le nouvel enseignement des mathématiques 1P-4P sous la loupe*. Neuchâtel: IRDP.
- TROUCHE L. (2005) Construction et conduites des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations. *Recherches en didactiques des mathématiques*, 25, 91-137.
- TROUCHE L. (2007) Environnements informatisés d'apprentissage : quelle assistance didactique pour la construction des instruments mathématiques? In R. Floris & F. Conne (Éds.), *Pratiques mathématiques instrumentées dans les institutions didactiques: enseignement, recherche, formation*. (pp. 19-38). Bruxelles: De Boeck.