L'UTILISATION DE LA CALCULATRICE DANS L'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES AU SECONDAIRE

Jean-François GOUPIL*

Résumé – L'omniprésence des nouvelles technologies dans la vie de nos élèves et la faible exploitation de ces technologies dans les classes de mathématiques au Québec, nous mènent à nous poser des questions sur la place que doivent prendre ces technologies dans notre enseignement. Le prochain travail se concentrera surtout sur l'utilisation de la calculatrice en classe. Doit-on la bannir ? Certainement pas ! L'encourager alors ? Dans quel cas ? Un débat qui semble s'actualiser plus les années avancent…

Mots-clefs : calculatrice, enseignement secondaire, expérimentation

Abstract – Nowadays with the easy access to a full load of technologies for our students, and with the lack of politics concerning the use of these technologies in class we have to ask ourselves questions about the place that these technologies should take in our teaching. This work will concentrate on the use of calculators for high school math learning. Should we ban the calculator? Certainly not. Should we encourage the use of it? In which case? This is a debate that seems more actual as the time pass...

Keywords: calculator, secondary education, experiment

I. INTRODUCTION

L'année dernière, alors que j'enseignais en secondaire 1, L'équipe d'enseignants de mon école a décidé que dans certaines évaluations l'utilisation de la calculatrice serait interdite. Les élèves ont évidemment rappliqués et ont demandé des explications. Alors que je m'efforçais à convaincre les élèves des vertus du calcul mental plusieurs réponses des élèves m'ont fouettées. Je leur disais tout d'abord que nous n'avons pas tous accès à une calculatrice en tout temps et que d'avoir une bonne capacité de calcul mental était nécessaire. Un élève me répond alors : « Monsieur, je ne me sépare jamais de mon Ipod et j'ai une application calculatrice ! » Je lui réponds alors qu'il ne suffit pas d'avoir la calculatrice, mais de bien savoir l'utiliser. Sans malice, un élève me répond du tac au tac : « Mais monsieur, alors pourquoi vous ne nous montrer pas tout simplement à bien utiliser la calculatrice au lieu de l'interdire… ». Il avait marqué un point. Bien entendu, comprendre la calculatrice implique de bien savoir calculer, mais il venait tout de même de me montrer que les arguments que je m'étais fait servir autrefois ne tiennent plus tout à fait la route. Les technologies ayant grandement évolué (et oui j'ai 28 ans et je suis déjà dépassé…) il fallait revoir notre façon de gérer l'utilisation de la calculatrice en classe de mathématiques. Comment l'intégrer efficacement en classe pour quelle soit un soutien à l'apprentissage des élèves ?

Pour répondre à cette question, et contribuer à la résolution de ce problème professionnel, celui d'une intégration efficace de la calculatrice dans la pratique d'enseignement des mathématiques chez les enseignants de mon école, j'ai décidé d'entamer une recherche-action. Après une analyse du problème tel qu'il se pose dans son contexte, la revue de ce qu'en pensent les principaux acteurs concernés, de ce qu'on dit la recherche, j'explorerai quelques pistes de solutions possibles et en choisirai une pour expérimentation. Dans ce sens, j'élaborerai une intervention en classe, basée sur des situations d'apprentissage intégrant la calculatrice et visant à soutenir l'apprentissage des élèves. Je mettrai à l'épreuve ces situations en classe et collecterai des données pour vérifier l'effet qu'aura eu cette intervention sur les apprentissages de mes élèves. J'espère que ce projet de me convaincre et de convaincre mes collègues enseignants qu'il est possible d'intégrer efficacement la calculatrice dans nos

* Ecole secondaire DeRochebelle – Québec, Canada – jean-francois.goupil@csdecou.qc.ca

© Goupil J.-F. (2012) L'utilisation de la calculatrice dans l'apprentissage des mathématiques au secondaire. In Dorier J.-L., Coutat S. (Eds.) *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21e siècle – Actes du colloque EMF2012* (SPE1, pp. 1583–1603). http://www.emf2012.unige.ch/index.php/actes-emf-2012

pratiques d'enseignement au profit de l'apprentissage de nos élèves et contribuer ainsi à la résolution du problème professionnel soulevé plus tôt.

II. ELEMENTS DE PROBLEMATIQUE

1. Présentation du contexte dans lequel se pose le problème

Je travaille depuis 5 ans à la même école soit l'école secondaire DeRochebelle. Il s'agit d'une école à deux volets. Il y a d'abord le volet international qui comporte environ la moitié des élèves et ensuite il y a la formation générale qui comporte l'autre moitié des élèves. Par contre, la problématique sur la calculatrice concerne l'ensemble des enseignants de l'école, peu importe le volet concerné.

Depuis l'avènement de l'anecdote rapporté en introduction, la réflexion sur le statut de la calculatrice en classe de mathématique a fait beaucoup de chemin à l'école où je travaille. En effet, nous avons fait une réunion de tous les enseignants de mathématiques de la première secondaire jusqu'à la cinquième secondaire et nous avons également rencontré la direction afin que l'on se dote d'une certaine ligne de conduite face à l'utilisation de la calculatrice tout au long du cheminement de l'élève au secondaire. La principale problématique qui préoccupe mes collègues enseignant de notre école vient du fait que les élèves plus âgés perdent leur capacité de calcul (que ce soit mental ou même encore sur papier) et dépendent beaucoup trop de la calculatrice. S'ajoute à cela le fait que les élèves ne comprennent pas le sens profond des opérations qu'ils effectuent et ne peuvent donc pas juger de la pertinence des résultats donnés par la calculatrice. Cela a pour effet que nous devons prendre du précieux temps en secondaire 4 et 5 (là où le programme est très chargé) pour revenir sur les techniques de calculs de base perdues au fil du temps. Je ne crois pas que l'usage de la calculatrice en classe soit la cause principale du problème, mais elle le met en évidence pour plusieurs élèves. Aujourd'hui le problème reste entier à mon école, puisque nous avons fait plusieurs constats, mais peu d'actions ont concrètement été prises.

Voici quelques constats faits par les membres de mon équipe.

- Il y a peu de communication entre les niveaux d'enseignement en ce qui concerne les méthodes d'enseignement (entre autre l'utilisation de la calculatrice) ;

- nous n'avons pas de politique d'utilisation de la calculatrice, cela cause des problèmes avec les parents d'élèves en difficultés à qui nous avons interdit l'utilisation de la calculatrice lors de l'évaluation ; et finalement,

- la presque totalité des enseignants de l'école n'avait fait aucune activité quant à l'utilisation de la calculatrice. Bref, les élèves avaient un outil entre les mains sans vraiment savoir comment l'utiliser.

Nous voyons donc ici un problème d'intégration efficace de la calculatrice dans nos classes. Il y a bel et bien un vouloir de la part des différents intervenants. La preuve, la calculatrice fait partie du matériel scolaire obligatoire en début d'année. De plus, la grande majorité des enseignants vous dira que pour certains bouts de matière, c'est un outil très utile voire même nécessaire. D'un autre côté, peu de ces intervenants savent comment bien intégrer cet outil dans leur enseignement pour soutenir l'apprentissage des mathématiques et la grande majorité n'a pas modifié son enseignement afin de l'intégrer. La question qui se pose maintenant à l'enseignant de mathématique, n'est pas de savoir s'il faut bannir la calculatrice en classe ou minimiser son utilisation, mais comment l'intégrer efficacement dans l'enseignement pour soutenir l'apprentissage des élèves en mathématiques.

2. Les répercutions possibles

L'utilisation de la calculatrice uniquement comme outil de calcul a des répercutions négatives sur l'apprentissage des élèves. Il est clair que le développement cognitif est beaucoup moins important si nous demandons à un jeune de calculer à la calculatrice plutôt que d'utiliser une procédure ou encore mieux de lui demander de trouver une technique pour arriver à la solution. Prenons par exemple un élève à qui nous demanderions de faire une proportion. Si nous lui disons seulement de multiplier les extrêmes et les moyens, il ne comprendra pas le sens profond de la proportion. Par contre, si nous lui demandons de trouver une procédure personnelle pour y arriver le développement de son raisonnement proportionnel sera grandement favorisé. Seulement par la suite pourrons-nous lui montrer à le faire avec la calculatrice. Il faudra par contre s'assurer que la compréhension est bien profonde, car malheureusement, trop souvent, nous passons tout de suite à la technique à la calculatrice et l'humain étant ce qu'il est, l'élève perd l'idée directrice et ne se souvient que d'une bête méthode de calcul à la calculatrice. En bref, il me paraît que le problème décrié par mes collègues enseignants provient de la nature des tâches mathématiques intégrant la calculatrice demandées aux élèves ; si le but est de développer l'habileté à calculer, permettre l'utilisation de la calculatrice pour s'exercer à réaliser un algorithme de calcul est une aberration pédagogique. En revanche, l'usage de la calculatrice est tout à fait pertinent si elle est intégrée dans des tâches mathématiques permettant aux élèves des acquisitions conceptuelles. Quelles sont alors ces tâches ? Comment les gérer en classe ?

Il ne faut pas négliger non plus, que la plupart des élèves ayant de la difficulté avec les techniques de calculs sans la calculatrice prennent beaucoup plus de temps à réaliser un problème. Cela affecte grandement leur efficacité lors des évaluations. Dans un cas semblable, interdire la calculatrice devient un obstacle supplémentaire pour les élèves qui ont déjà de la difficulté. Évidemment, certains s'objecteront en protestant que c'est justement une preuve que les élèves sont dépendants de la calculatrice. En tant qu'enseignant, il est donc de notre devoir de modifier les évaluations de façon à ce que la tâche ne soit pas qu'une simple série de calculs, mais un problème de résolution qui demande une bonne réflexion de la part de l'élève. La calculatrice devient donc une aide pour l'élève en difficulté sans être au centre du problème.

Avec la venue des Ipods, Blackberry, téléphones intelligents et j'en passe, les jeunes sont encore plus dépendant de la technologie d'année en année. Je crois que si nous ne faisons rien, le problème ne fera qu'empirer. Il faut se doter de méthodes pour montrer aux jeunes à utiliser cette technologie à leur avantage, sans toutefois les hypothéquer pour le futur.

3. Ce que pensent les différents intervenants de ce problème

Dans mon milieu, les opinions sont très partagées sur le sujet. Certains parents nous encouragent à bannir la calculatrice, car eux dans leur temps ils n'avaient pas accès à cette technologie et ont bien réussis. D'autres nous traitent pratiquement d'imbéciles de ne pas laisser la chance aux élèves d'avoir accès à cet outil de calcul. En ce qui concerne la direction, elle se fie au bon jugement professionnel des enseignants qui eux sont presque unanimes pour dire qu'il faudrait utiliser beaucoup moins la calculatrice. Ce que je tente de faire par cette recherche-action est de trouver des pistes de solutions afin de mieux utiliser la calculatrice puisque comme mentionné plus haut, avec l'omniprésence des technologies, il sera très difficile de voir son utilisation diminuée.

Après la lecture des nombreux écrits que j'ai consultés sur le sujet, je me suis rendu compte que, compte tenu de la grande disponibilité de la calculatrice en dehors de la classe, il est doublement judicieux de former les élèves en classe à l'intégrer dans leurs activités mathématiques En effet, si le jeune n'apprend pas en classe à bien utiliser cet outil, il l'utilisera tout de même en dehors de la classe, mais sans formation. Vient alors tous les problèmes de mauvaises utilisations de la calculatrice.

Puisque je peux difficilement intervenir sur la fréquence d'utilisation (du moins en dehors de la classe) je devrai trouver d'autres aspects sur lesquels je pourrai intervenir. Je crois que cela passe d'abord par une prise de conscience des répercussions à long terme autant pour les élèves que pour les autres enseignants. Ensuite, il faut sensibiliser mes collègues aux bons et mauvais côtés de l'utilisation de la calculatrice pour enfin créer des activités qui permettront une intégration pédagogique de la calculatrice. Je crois que si je réussis à leur montrer que la calculatrice peut être utilisée, dépendamment du contexte, à des fins pédagogiques (à condition de modifier nos pratiques enseignantes), je pourrai les convaincre de ne pas bannir la calculatrice et de ce fait, nous pourrons bâtir encore plus d'activités et nous doter de nouvelles méthodes d'enseignement avec la calculatrice.

Bref, Je chercherai à répondre à la question : comment bien exploiter la calculatrice en classe de mathématiques, pour améliorer les apprentissages des élèves ?

4. Analyse de quelques écrits de la documentation scientifique et professionnelle

Petit historique

La situation de la calculatrice a beaucoup évolué les 50 dernières années. Dans les années 60, l'accessibilité à la calculatrice était restreinte dû à son coût. Rapidement, dans les années 70, le coût a chuté et de plus en plus d'élèves ont eu accès à cette technologie, si bien que dans les années 80, presque tous les élèves avaient une calculatrice à porté de main. Lors de mon passage au secondaire dans les années 90, la calculatrice graphique était même exigée ! Ce n'est plus le cas aujourd'hui… La place ayant été principalement prise par l'ordinateur qui est devenu le centre du débat dans plusieurs écoles. Pourtant, jusqu'à preuve du contraire, l'outil le plus disponible et le plus pertinent pour l'apprentissage des mathématiques (du moins au secondaire) reste la calculatrice. De ce fait, le débat est d'autant plus actuel que nécessaire.

Causes et solutions

Bruillard (1994) résume bien la situation dans son texte « Étude sur quelques obstacles d'usage de la calculette à l'école élémentaire » :

> Malgré leur usage quotidien hors de l'école, les calculettes s'intègrent encore difficilement dans les activités scolaires…L'un des obstacles majeurs semble être de nature sociale et concerne l'idée que se font les instituteurs du rapport entre ces outils et les techniques de calcul auxquelles ils se substituent partiellement. Une analyse de leurs opinions par entretiens et questionnaires montre leur méfiance vis-à-vis les calculettes et leur volonté d'en contrôler et d'en limiter l'usage. La prise en compte du statut social de l'usage des calculettes conduit à les intégrer comme auxiliaires de résolution et non en tant qu'outils pédagogiques. (Op. cité, p. 67)

On voit déjà ici qu'une des causes du problème n'est pas en soi l'utilisation, mais son intégration et son utilisation. De plus, cela peut s'expliquer en partie par l'opinion qu'ont les différents intervenants dans l'apprentissage des jeunes (enseignants, parents, direction d'école) de la calculatrice.

J'ai donc recensé à travers les différents écrits que j'ai consultées les principales craintes et aspects négatifs soulevés par ces intervenants à propos de la calculatrice : (Schaub 2009, Julien 2003)

- Avec la calculatrice, le niveau des élèves en mathématique baissent

- Elle devient (la calculatrice) un moyen de facilité face aux calculs et engendre une certaine dépendance.
- Elle (la calculatrice) empêche le développement du calcul mental et de la mémorisation
- Elle (la calculatrice) empêche l'élève d'apprendre les techniques opératoires qui sont à la base de son calcul
- Elle enlève l'intérêt de calculer par écrit.
- La calculatrice empêche une réflexion et une recherche venant de l'élève.
- Certains enseignants et parents donnent également comme argument contre la calculatrice qu'ils ont fait leur scolarité entière sans l'utiliser et qu'ils ont très bien réussis.

S'ajoutent à cela plusieurs problèmes soulevés quant à l'utilisation de la calculatrice (au niveau technique et non didactique). Notons entre autre les problèmes d'affichage pour les grands nombres, les problèmes liés aux priorités d'opérations et plusieurs touches qui font perdre le sens propre à l'opération (par exemple la touche = qui ne démontre pas le double sens d'une égalité ou encore la touche % qui permet de faire une addition d'un pourcentage,…). Finalement, Trouche (2004, cité dans Squalli 2007) soulève le fait que la calculatrice augmente le pouvoir d'actions des élèves ce qui peut amener une difficulté pour l'enseignant à anticiper ce que les élèves peuvent faire. La gestion du cours peut donc être plus compliquée.

Évidemment, ces craintes et aspects négatifs nuisent à l'intégration efficace de la calculatrice en classe. Une partie de la solution est de démontrer aux enseignants et aux parents que la majorité de ces craintes n'ont pas lieu si la calculatrice est utilisée dans le bon cadre. Vous verrez plus loin dans cette section que j'ai recensé plusieurs activités qui, loin de nuire à l'analyse et à l'apprentissage du calcul mental et de techniques opératoires, vont au contraire renforcir cette apprentissage. Sans compter que la plupart sont données sous forme de jeu, ce qui va aider grandement à la motivation des jeunes.

Une autre cause soulevée au problème de l'usage de la calculatrice en classe est le manque de formation des élèves et des enseignants (le manque de formation des élèves étant directement relié au manque de formation des enseignants). Voici un résultat très intéressant de la recherche de Bruillard (1994) qui montre un peu la position des enseignants :

> Les instituteurs ayant répondu semblent plutôt d'accord pour l'usage des calculettes à l'école élémentaire, bien qu'ils ne ressentent pas toujours la nécessité d'en faire assurer la maîtrise par les élèves, celle-ci semblant pouvoir s'acquérir sans grande difficulté. Ils pensent majoritairement qu'elle ne doit pas interférer avec l'apprentissage des techniques opératoires…C'est une aide précieuse à la résolution de problèmes, mais il semble important d'en limiter l'usage pour la vérification de résultats (fonction redondante) Enfin, pour la grande majorité des instituteurs, l'apport des calculettes ne modifie pas les pratiques d'enseignement. (Ibid., pp. 71-72)

Dans un contexte pareil, il n'est pas étonnant qu'il y ait un manque de formation, les intervenants n'en voyant même pas la nécessité ! Une partie de la solution devra donc passer par la prise de conscience des enseignants sur l'usage pédagogique de la calculatrice plutôt que seulement un outil de calcul. De plus, comme le souligne Pochon (1995) et Schaub (2009), le débat est maintenant porté sur autre chose avec l'arrivée de nouvelles technologies telles que les ordinateurs et l'Internet. Bref, les formations offertes sont maintenant sur ces sujets plutôt que sur l'utilisation de la calculatrice. Personnellement, je crois que les enseignants croient, à tord, que l'intégration de la calculatrice dans l'apprentissage des mathématiques est déjà bien faite. Les résultats de Bruillard abondant dans le même sens. Cela s'explique probablement par le fait que la calculatrice n'est pas « nouvelle ». Paradoxalement, ces mêmes enseignants clament haut et fort les problèmes d'intégration et optent pour limiter l'accès à cet instrument. Je crois donc que la formation de l'enseignant est une partie essentielle à la résolution du problème d'intégration de la calculatrice. Encore faut-il les convaincre de la nécessité…

La difficulté du suivi à la maison a aussi été soulevée comme cause du problème (Julien 2003). D'une part parce que même si nous voulons limiter l'usage de la calculatrice il n'est possible de le faire qu'en classe. Il en revient donc à la décision de l'élève de suivre nos bons conseils…ou non. D'autre part, on parle de parents qui ne sont pas présents ou encore qui sont complètement dépassés par le niveau de mathématique de leurs enfants. Ces parents préfèrent donc laisser la calculatrice « aider » leurs enfants à faire leurs devoirs. On voit encore ici que la calculatrice est vue comme auxiliaire à la résolution et non pas comme outil pédagogique. De plus, selon moi, une vision de ce genre de la part des parents renforce l'idée de dépendance que les élèves ont envers la calculatrice. Les parents étant un allié important dans l'apprentissage de nos élèves, devront, selon moi, faire partie de la solution… Reste à voir comment nous pourrons les intégrer à la solution.

Pour bien intégrer la calculatrice dans l'apprentissage des mathématiques, il faudra également miser sur les forces de la calculatrice. Voici les différents aspects positifs que j'ai recensés dans mes recherches. Il faut noter ici que je ne prends en compte que les principaux et que plusieurs écrits donnaient les mêmes aspects positifs, mais expliqués selon différentes théories et sous différents angles. Je ne veux pas faire ici toute la définition de ces écrits, mais juste prendre l'essentiel de la théorie afin de me donner des points de repères sur lesquels miser pour trouver des pistes de solution.

- Possibilité d'autocorrection (Assude et Loisy 2008)
- Facilite la visualisation (donc la compréhension) (Squalli 2007)
- Augmente l'autonomie et par le fait même la confiance en soi (pas toujours besoin de l'enseignant pour vérifier les calculs) (Schaub 2009)
- La rapidité des calculs et aussi permet de faire plus d'essais dans le cas de résolution de problème (Schaub 2009)
- Permet de travailler avec de grands nombres et de faire de longues opérations et des problèmes difficiles, afin que l'opération en elle-même ne soit pas un obstacle

J'ajoute à cela que la calculatrice peut s'avérer être un outil didactique formidable comme nous pourrons le voir un peu plus loin dans les activités permettant de mettre à profit la calculatrice. Cet aspect positif n'ayant été mentionné que dans peu de documents et n'étant pas très reconnu par les enseignants. Pourtant, une partie de la solution se trouve là, car comme le mentionnent Loisy et Assude (2008)

> Pour que les TICE s'intègrent, il faut convaincre l'enseignant de leur utilité « Si on arrive à lui prouver que, à travers les TICE, on peut faire des choses qu'on ne pouvait pas faire avant et qui amènent un réel gain d'apprentissage pour les élèves, on va gagner…les profs réticents ». (Op. cité, p. 5)

Avec tout ce débat sur la calculatrice qu'advient –il du calcul mental et du calcul papier ?

Comme le souligne Pochon (1995) dans son texte *La calculatrice entre les mains des élèves*, « quelques indices laissent penser que la corrélation est grande entre le niveau de réussite à des calculs réalisés avec la calculatrice et les résultats obtenus avec les algorithmes classiques. Ce sont les élèves qui ont une meilleure conception du nombre qui réussissent le mieux dans les deux cas » (p. 50). Il en va de même pour les élèves ayant de la facilité avec le calcul mental, puisque ceux-ci réussissent mieux à estimer les résultats que donnera la calculatrice. Bref, on voit ici que l'exercice du calcul mental a toujours sa place, même au secondaire. De plus, je constate que l'on perçoit souvent le calcul mental comme l'opposé du calcul à la calculatrice, mais on voit ici que c'est plutôt un complémentaire. Donc l'exercice du calcul mental peut être une solution à l'intégration de la calculatrice en classe.

A l'inverse, mes recherches m'ont permis de voir que la calculatrice pouvait aider à l'apprentissage du calcul mental et des algorithmes classiques. En effet, la calculatrice peut être un outil didactique très intéressant si elle est bien utilisée. Le problème, selon moi, est que peu d'enseignant connaissent ces activités (de toutes façons, peu en reconnaissent la nécessité comme mentionné plus haut). Voici une recension de quelques activités que j'ai découvertes lors de mes recherches.

Ces activités sont de bons exemples pour convaincre mes collègues des valeurs didactiques de la calculatrice. De plus, elles donnent de bonnes idées de départ pour créer de nouvelles activités permettant de supporter l'apprentissage des mathématiques.

5. *Exemples de tâches mathématiques intégrant la calculatrice comme support à l'apprentissage*

Première activité : La calculatrice défectueuse

Cette activité a été pensée par Lemoyne (2005) (cité dans Squalli 2007) et a été utilisée dans le cadre d'une étude canadienne. Il s'agit d'effectuer une série de calculs à l'aide d'une calculatrice dont certaines touches (soigneusement choisies selon la visée pédagogique) sont défectueuses. Par exemple, nous pourrions demander à l'élève d'effectuer le calcul suivant : 0,9 x 0,5 en bloquant par exemple la touche '9', la touche ',' et la touche '5'. L'élève devra donc effectuer des opérations afin d'obtenir 0,9 et 0,5 (par exemple 9/10 et ½). Cette activité est géniale, puisque les possibilités de calculs à effectuer et de touches bloquées sont infinies. L'élève pourra donc pratiquer son sens du nombre, ses capacités de calcul, les priorités des opérations… On voit ici que la calculatrice sert bel et bien comme outil pédagogique et non pas seulement comme un outil de calcul.

Deuxième activité : 5 pas à 0

L'activité est la suivante, il s'agit de prendre n'importe quel entier entre 1 et 999 et d'essayer de ramener ce nombre à zéro en cinq « pas » ou moins, en utilisant seulement les nombres de 1 à 9 et les quatre opérations de base +, -, x , /. Le même nombre peut être utilisé plusieurs fois (Squalli). L'activité peut-être modifiée de différentes façons. Par exemple, on peut exiger que l'élève minimise le nombre de « pas », ou encore nous pouvons fixer le nombre de pas nécessaires pour ramener certains nombres à 0. Il est également possible de demander aux élèves de se créer des stratégies afin de minimiser le nombre de pas ou pour être certain qu'un certain nombre peut être ramené à 0. Dépendamment du degré des élèves, il pourrait même être intéressant d'extrapoler les résultats aux nombres supérieurs à 999 ou encore de diminuer le nombre de pas (par exemple en 4 pas) et de vérifier quels types de nombre sont impossibles à ramener à 0. Cette activité permet entre autre de développer le sens de la conjecture, le sens du nombre et des opérations et demande à l'élève d'effectuer plusieurs calculs mentaux. L'étude de Guzman, Kieran et Squalli (2003) (cité dans Squalli 2007) a également permis découvrir que l'activité « 5 pas à 0 » a permis aux élèves de développer plusieurs techniques. Les élèves pendant l'étude n'avaient pas encore vu la théorie sur les critères de divisibilités et ont créé de leur propre chef des critères à l'aide de cette activité.

Les nouveaux programmes de l'école primaire mathématique (république française) m'ont également fournis de bonnes idées d'activités. Plusieurs ressemblent aux deux activités mentionnées plus haut, mais j'en retiens tout de même quelques une. Les voici :

Numération : passer d'un nombre à l'autre

Il s'agit simplement de partir d'un nombre et de passer à un autre nombre avec le moins de touches possibles. Par exemple, on pourrait partir de 32 et vouloir passer à 4. Plusieurs chemins sont possibles (32 – 28, 32/8 etc), mais une seule solution minimise le nombre de touches soit 32/8.

Calcul : affichage sous contraintes

Un nombre doit être obtenu en respectant certaines contraintes pour provoquer son affichage. Par exemple :

- Faire afficher 16 en tapant aussi sur + et x
- Faire afficher 16 sans taper 1 ou 6 (ressemble beaucoup à la calculatrice défectueuse)

Concours de calcul

Cette activité permet de faire réaliser aux élèves que le plus rapide n'est pas toujours le calcul à la calculatrice. On laisse donc le choix à l'élève entre le calcul mental et la calculatrice et le premier élève qui termine les calculs gagne la compétition. Le but est donc d'être le plus rapide possible. Voici quelques exemples de calculs proposés :

- Calculer vite mentalement, à la main ou à la calculatrice 25+ 10 ou 136 + 10 ou 145 + 200…
- Calculer à la calculatrice le plus rapidement possible 13 + 13 + 13 + 13 + 13 (donc ici taper 13 x5 sera plus rapide)
- 0,24 ×10

On suggère également de faire faire des calculs dépassant la capacité d'affichage de la calculatrice. De cette manière, l'élève comprend que même la calculatrice a ses limites et peut donc se convaincre de la pertinence des méthodes de calculs traditionnels.

Finalement une dernière activité

Multiplication sans le « × »

Il s'agit, sans utiliser la touche « x » et en utilisant un minimum d'opérations (ou non selon le but pédagogique) sur la calculatrice de calculer certains produits. Par exemple 387 × 204 pourrait être calculé de la façon suivante : 38 700 + 38700 + 387 + 387 + 387 + 387 (donc revient à 100 × 387 + 100 × 387 + 4 × 387). Cette activité est géniale pour faire comprendre le sens de la multiplication.

Ces activités sont de bons exemples pour convaincre mes collègues des valeurs didactiques de la calculatrice. De plus, elles donnent de bonnes idées de départ pour créer de nouvelles activités permettant de supporter l'apprentissage des mathématiques. J'ai eu la chance de consulter encore plusieurs autres idées d'activités permettant d'utiliser la calculatrice comme support à un problème et non pas seulement comme un outil de calcul. J'ai choisi les plus pertinents pour ma recherche-action, mais j'ai compris que les possibilités sont infinies. Il suffit de mieux comprendre la calculatrice, d'avoir un peu d'imagination et surtout d'être convaincu de ses propriétés didactiques.

Bref, sans dire que par mes écrits j'ai réussi à tout comprendre le problème, j'ai au moins réussi à le cerner. J'en suis venu à la conclusion que la solution passe par une collaboration des parents, une conscientisation et une formation des élèves et des enseignants sur les propriétés pédagogiques de la calculatrice. Comme le dit le dicton : Un problème avoué est à moitié résolu !

III. PROBLEME ET OBJECTIF SPECIFIQUE DE LA RECHERCHE-ACTION

Le problème général de ma recherche tel qu'il se dégage est : comment intégrer efficacement la calculatrice dans l'enseignement des mathématiques pour qu'elle soit un support à l'enseignement et à l'apprentissage ? Un des principaux obstacles à cette intégration est la réticence des enseignants à intégrer la calculatrice de manière significative dans leur enseignement. Entre autre, les enseignants croient que la calculatrice peut être une entrave au développement du calcul mental chez les élèves. Ma recherche –action portera donc sur ce problème particulier et visera à atteindre l'objectif suivant : concevoir et mettre à l'épreuve une situation d'apprentissage intégrant la calculatrice et permettant de développer chez les élèves le sens des opérations ou de faire du calcul réfléchi. Le but étant par le fait même d'avoir un impact positif sur le calcul mental.

1. Méthodologie relative aux interventions auprès des élèves

Caractéristiques des groupes cibles et des élèves participants

Premièrement, bien qu'il soit mentionné plus haut dans mes recherches que la solution passe à la fois par les parents, les enseignants et les élèves, j'ai décidé de me concentré sur ce que j'ai le plus de contrôle soit les élèves. Afin de convaincre mes collègues, j'utiliserai par la suite les résultats de la recherche-action et leur ferai une présentation sous forme de conférence.

Donc les élèves choisis pour réaliser la recherche-action sont des élèves de secondaire 2 (13-14 ans) et des élèves de secondaire 4 (15-16 ans) issus d'un programme de formation générale. La décision de travailler sur 2 niveaux est pour tenter d'observer s'il y a des différences notoires dépendamment de l'âge et du niveau d'utilisation de la calculatrice (les élèves de secondaire 4 ayant utilisé la calculatrice les deux dernières années, alors que les élèves de secondaire 2 ce sont vu refuser la calculatrice pendant la majeure partie de l'année précédente). J'émets déjà l'hypothèse que l'approche face à la calculatrice ne sera pas la même pour les 2 groupes d'élèves. Cela pourrait se refléter dans les techniques qu'ils développeront. Je comprends que le niveau de mathématique n'est pas le même dans les deux groupes. J'en prendrai donc compte dans l'analyse des données. De plus, les calculs à effectuer seront du niveau de l'élève.

J'ai décidé d'exploiter les activités trouvées pendant ma recherche. Plus spécifiquement, j'utiliserai le test d'Amore (Julien 2003), l'activité 5 pas à 0 et l'activité calcul : affichage sous contraintes.

Le test d'Amore (voir annexe) est essentiellement pour faire un portrait des compétences en calcul traditionnel (mental et papier) des élèves. Le test a été passé en début d'année, avant que nous fassions la révision de l'année précédente. C'est un élément de motivation pour l'élève tout en étant très utile pour dresser un portrait de l'élève.

J'utiliserai ensuite l'activité de 5 pas à 0. Dans le cas des secondaires 2, ils n'auront pas vu encore les critères de divisibilité (dépendamment des élèves, car selon l'enseignant on peut en parler en secondaire 1). Dans le cas des secondaires 4, je n'aurai pas révisé ces critères (pour ne pas influencer les résultats) et n'auront pas été vu par les élèves depuis plus d'un an. J'utiliserai cette activité à plusieurs fins. Entre autre, c'est un excellent exercice de calcul mental et c'est une activité idéale pour faire développer le sens de la conjecture et pour leur permettre de développer des techniques. J'irai probablement plus loin avec mes élèves de secondaire 4 dans l'idée de conjecture. Il s'agit en même temps de montrer à l'élève qu'il est capable d'utiliser la calculatrice pour se développer des trucs pour résoudre des problèmes.

J'utiliserai ensuite l'activité calcul : affichage sous contraintes afin de voir comment les élèves réagiront face à une calculatrice « limitée » dans ses opérations (j'aurais tout aussi bien pu prendre la calculatrice défectueuse, les deux étant très similaires). Cette activité permettra de développer le sens des opérations et le sens du nombre chez les élèves tout en étant un très bon exercice de calcul mental. J'émet l'hypothèse que les élèves de secondaire 2 auront plus de facilité dans cet exercice étant moins habitués à utiliser la calculatrice. Ils se sentiront selon moi moins limités et auront plus d'imagination pour palier aux contraintes. Je crois que cette activité sera intéressante afin de discerner les différences entre les deux groupes.

Je prétends que cette séquence me permettra d'intégrer efficacement la calculatrice tout en développant chez les élèves le sens des opérations et en leur permettant de faire du calcul réfléchi. Cette situation d'apprentissage aura certainement un impact positif sur les capacités de calcul mental chez l'élève. Le but principal de ma recherche-action sera donc atteint.

La situation d'apprentissage visant l'intégration de la calculatrice est parfaitement cohérente avec la réforme scolaire au Québec. En effet, le but étant de viser la compétence de l'élève plutôt que la transmission unique de connaissances. Ici, en aucun cas nous dictons l'utilisation de la calculatrice à l'élève. Par contre, il apprend à l'utiliser et développe lui-même ses techniques d'utilisation. Nous lui permettons même de réflechir sur l'utilité de la calculatrice selon le calcul ! En développant le sens du nombre et des opérations et sa compréhension profonde des mathématiques, cela me permet de croire au développement de ses compétences mathématiques.

Ma recherche n'a rien de novateur quant aux activités choisies, puisqu'elles ont toutes été créées par quelqu'un d'autre que moi. Par contre, la séquence utilisée est en soi innovatrice. De plus, dans le cas de l'activité, affichage sous contraintes, j'ai moi-même monté le document distribué à chaque élève et j'ai élaboré la séquence des tâches à effectuer. Finalement, l'angle d'approche de chaque activité sera différent. Par exemple, dans le cas de l'activité 5 pas à 0, j'ai l'intention de mettre beaucoup l'emphase sur l'apprentissage de la notion de conjecture en secondaire 4. Cette notion étant devenue un élément obligatoire avec la réforme scolaire

Je termine en mentionnant que l'ensemble des résultats seront analysés à partir des productions d'élèves et à partir des observations que j'aurai faites sur le terrain pendant les activités. Il y aura une feuille de consignation des résultats pour chaque activité.

2. Conclusions aux trois activités : ce que j'ai pu observer

Je désire noter avant de donner mes conclusions que chaque activité a été supervisée pas moi-même. Le test d'Amore a duré environ une vingtaine de minutes incluant les explications. Les deux autres activités ont chacune duré environ 2 heures et se sont étalées sur 2 cours.

Test d'Amore

Suite à l'activité sur le test d'Amore, voici ce que l'on peut remarquer. Premièrement, selon les études 27% des élèves obtenait une note parfaite (10/10) (Julien 2003). Par contre dans notre cas, ,23% (12/52) des élèves du secondaire 2 et 7% (9/121) de secondaire 4 ont obtenu une note parfaite. De plus, 44/52 (84,6%) en secondaire 2 avaient 8/10 ou plus alors que 57/121 (47%) avaient 8/10 ou plus en secondaire 4. Évidemment, l'échantillon de secondaire 2 est plus petit. Mais les résultats se rapprochent de la moyenne. Par contre, l'échantillon de secondaire 4 est beaucoup plus gros et est nettement en dessous de la moyenne. Fait encore plus surprenant, les élèves de secondaire 4 sont plus faibles que les élèves de secondaire 2 à ce test. La question 2, qui demandait à l'élève de faire une multiplication de deux nombres (92 x 34) a été la plus manquée autant en secondaire 2 qu'en secondaire 4. Étant donné ces résultats, j'ai modifié mon approche avec les secondaires 4 pour les 2 autres activités. Je n'ai pas modifié les calculs et je leur ai donné exactement les mêmes activités que les secondaires 2. De plus, je n'ai pas mis l'accent sur l'aspect de la conjecture pour l'activité de 5 pas à 0 comme je l'avais prévu. J'ai avant tout concentré mon énergie sur le développement du sens du nombre et du sens des opérations et j'ai pris en compte les difficultés de mes élèves.

De 5 pas à 0

L'activité de 5 pas à 0 m'a permis de réaliser toute la créativité de mes élèves. Plusieurs ont développé des techniques ingénieuses et surtout j'ai eu plusieurs commentaires qui m'ont démontrés que plusieurs ont une bonne compréhension du sens du nombre et des opérations. Discutons d'abord des techniques utilisées par les élèves et ensuite parlons du développement pédagogique lié à cette activité.

Essentiellement, l'activité demandait aux élèves 3 choses. Les élèves devaient tout d'abord trouver une façon de ramener les nombres donnés (entre 1 et 999) à 0 en 5 pas ou moins. Deuxièmement, les élèves devaient trouver des trucs qui permettaient de diminuer le nombre de pas et tenter de généraliser ces trucs. Finalement, on demandait à l'élève de créer un problème avec le nombre à trois chiffres qu'il jugeait le plus difficile possible et il devait expliquer pourquoi il avait choisit ce nombre plutôt qu'un autre.

Dans la première partie, plusieurs ont utilisé l'essai et erreur comme méthode ce qui est tout à fait légitime pour se familiariser avec la tâche. Dans la deuxième partie où l'on demandait d'optimiser le nombre de pas, les élèves étaient beaucoup plus structurés.

Les raisonnements de base

Plusieurs ont pensé à travailler avec les nombres pairs ou encore avec des multiples de 5. Ces nombres semblent être « rassurants » pour les élèves. Entre autre, Kelly (élève de secondaire 2) a mentionné qu'elle commençait toujours par mettre son nombre en nombre pair pour être certaine que le nombre se divisait. On voit déjà ici que l'idée qu'il faut éviter les nombres premiers est instinctive chez Kelly (et plusieurs autres ont répondu de façon similaire). De plus, du fait qu'elle veut être certaine que le nombre se divise montre qu'elle comprend que la façon la plus rentable pour revenir à 0 sera de diviser. D'ailleurs plusieurs réponses d'élèves se sont limitées à dire qu'il fallait simplement diviser le plus possible. D'ailleurs, j'ai pu observer pendant l'activité, que plusieurs élèves débutaient systématiquement en prenant la calculatrice et en essayant de diviser le nombre par 3, ensuite par 4, par 5… Souvent ces élèves s'arrêtaient aussitôt qu'ils avaient trouvé un diviseur et reprenait la même stratégie pour l'étape suivante.

Les raisonnements deviennent un peu plus élaborés…

À la suite du numéro 5, plusieurs ont raffinés leur méthode. C'est le cas de Cléo (secondaire 4) qui voit juste en disant qu'elle résume les divisions successives par 2 par une unique division par 8. Elle est encore juste lorsqu'elle affirme que ce truc ne fonctionne pas toujours car 2 divisions successives par 5 donnent 25…

Certains vont plus loin en disant qu'il faut diviser par le plus gros nombre possible. Ces élèves essayent de diviser par 9, ensuite par 8… Emmanuelle (élève de secondaire 4) est l'élève qui m'a donné la réponse la plus complète. Elle a écrit qu'elle devait diviser par 9 et que si c'était impossible, qu'elle devait soustraire ou additionner afin que le nombre qu'elle obtiendra au pas suivant soit divisible par 9. Certains avaient donné des explications similaires, mais n'avaient pas pris en considération l'addition. En effet, étant donné que le but est de s'approcher de 0, il est très contre-intuitif de penser à additionner. En ce sens, un nombre comme 727 est très intéressant à utiliser, car l'élève a intérêt à ramener à 729 (9x9x9) plutôt qu'à 720 bien que 729 et 720 soient tous les deux divisibles par 9. Emmanuelle n'est pas la seule à avoir trouvé la bonne réponse au numéro 3, mais elle est la seule à l'avoir verbalisée.

Lors de la dernière partie, on demandait aux élèves de trouver le nombre le plus difficile possible entre 1 et 999 à ramener à 0 en 5 pas ou moins.

Les raisonnements de base

Premièrement, l'idée qu'un gros nombre est plus difficile est revenue à maintes reprises. Faudrait regarder avec eux 3×7×7 vs 9×9×9. Par contre, l'idée de départ est bonne. Étrangement, 998 a été le nombre le plus populaire. Je comprends que pour le nombre 999 il est facile de voir qu'il est divisible par 9. Par contre, 997 me semblait un choix plus logique. J'ai de la difficulté à expliquer pourquoi les élèves ont opté pour 998 à la place. D'ailleurs, plusieurs élèves comme Geneviève (secondaire 4), ont dit qu'un nombre difficile était un nombre gros et impair. Cela est cohérent avec l'idée soulevée par les élèves dans la première et la deuxième partie qu'il est toujours plus facile de revenir à un nombre pair pour commencer. Il serait bien de les confronter avec des nombres impairs et gros qui se divisent très bien par exemple 7×7×9.

D'autres élèves ont été un peu plus loin en disant qu'un nombre difficile est un nombre qui ne se divise pas par un nombre de 2 à 9. La formulation était toujours différente, mais l'idée principale était la même.

Les raisonnements deviennent un peu plus élaborés… la route vers les nombres premiers

Finalement, les raisonnements se sont raffinés avec d'autres élèves. Au lieu de dire que le nombre n'a pas de diviseur, Mourad (secondaire 2) dit que ça donne toujours des virgules lorsqu'il divise. Pour Kristel (secondaire 2) c'est un nombre qui ne se divise pas sauf par lui-même. Dans le cas de Daniela (secondaire 4), un nombre difficile est un nombre impair qui oblige à faire des soustractions. Tous ces élèves s'approchent de l'idée d'un nombre premier … sans le nommer ainsi. Finalement Camille (secondaire 2) a décidé de prendre 871 parce que c'est un nombre premier et c'est un gros nombre (je sais il n'est pas premier! Mais pour elle semblerait que oui). Amélie pousse un peu plus loin en s'organisant pour que son nombre après sa première division soit premier (458 / 2 = 229). Elle m'a expliqué que, du coup, elle est certaine qu'il y aura au moins 4 étapes étant donné que la deuxième sera nécessairement une soustraction ou une addition et que la troisième sera une division. Puisque nous devons terminer absolument par une soustraction… C'est l'élève qui a donné le raisonnement le plus complet.

Au-delà des procédures… le développement du sens du nombre…

Il est facile de voir par leur raisonnement plus haut que cette activité leur a permis de développer le sens du nombre et le sens des opérations. Ne serait-ce que par l'idée de diviser par un gros nombre me rapproche de 0 plus rapidement ou encore que la division est plus efficace que la soustraction… D'autres m'ont également fait remarquer que nous ne multiplierons jamais! Bref, il y a eu une belle réflexion sur la place de chaque opération mathématique dans ce problème. J'ai également eu la chance d'observer les élèves et de recueillir leurs commentaires. Voici 2 remarques d'élèves que j'ai trouvées pertinentes et qui démontrent à quel point cette activité est efficace pour le développement mathématique de l'élève.

Premièrement, quelques élèves dont Gilles (élève de secondaire 2) ont essayé de « tricher » en multipliant par 0. Cela démontre que Gilles a compris l'élément absorbant de la multiplication par 0. Évidemment Gilles a compris qu'il ne pouvait utiliser que des nombres de 1 à 9, mais sa remarque est intéressante… D'ailleurs Benjamin dans le même groupe m'a demandé s'il pouvait utiliser des parenthèses! Il m'a alors suggéré que si c'était le cas, il n'avait qu'à multiplier par une parenthèse dans laquelle le résultat donnerait 0. Par exemple, pour le nombre 512 il utiliserait la méthode suivante : 512 x (5 -5) = 0. Benjamin est un élève de secondaire 2 et a vu la priorité des opérations l'année dernière. Il a donc voulu trouver une faille à mon jeu… en utilisant les connaissances qu'il avait !

3. Calcul : affichage sous contraintes

Avant d'entamer la conclusion pour cette activité, je vous invite à consulter l'annexe. J'ai inclus l'activité avec le détail de tout ce que je voulais travailler avec les élèves à travers cette activité et les réponses à auxquelles je m'attendais. L'activité est en trois parties. Dans la première partie je demande aux élèves de faire afficher un nombre sous certaines contraintes. Dans la deuxième, je demande de faire un calcul sous certaines contraintes et je termine l'activité en invitant les élèves à eux même bâtir un problème de calcul sous contraintes. Je dois cependant parler du contexte un peu particulier dans lequel a été donnée l'activité. En effet, nous étions en fin de session et le temps étant compté, nous n'avons pas eu le temps de faire la dernière partie où les élèves doivent eux même bâtir un problème.

Les « failles » de l'activité

La première conclusion que je peux émettre est : on ne peut pas tout prévoir ! Comme mentionné plus haut, un des risques de faire une activité à l'aide de la calculatrice est l'imprévisibilité des résultats fournis par les élèves. Il y a des questions qui ont été contournées, d'autres ont été plus loin que prévu… Voici quelques problèmes survenus lors de l'activité.

Tout d'abord certains élèves comme Hugo (secondaire 2) ont compris que faire afficher 0 sur la calculatrice veut dire voir 0 sur l'écran peu importe si il fait partie d'un nombre ou non. Donc, en affichant 10 il croyait être correct.

L'activité a également mené certains élèves plus aventureux à essayer des touches inconnues pour les mener par hasard à la bonne réponse. Par exemple, dans le cas de Hugo, il a fait 2nd fct et cos-1 pour faire afficher 1. Il n'avait aucune idée qu'il faisait le cos-1 de 0 et ne connaissait même pas les fonctions trigonométriques.

De plus, pour les questions ou il faut effectuer les calculs (4 dernières), les élèves calculaient d'abord le résultat et me donnait tout simplement une autre façon de calculer. Par exemple lorsque je leur demandais d'effectuer 28/2 sans utiliser la touche division, Gabriel-Ann (élève de secondaire 4) m'a répondu 7 + 7 et lorsque je lui ai demandé le raisonnement elle m'a répondu tout simplement que ça devait donner 14. La majorité de ceux qui ont répondu (car plusieurs n'ont pas répondu à ces 4 questions qui semblent plus complexes pour les élèves) ont fait ce type de raisonnement. Peut-être la question portait à confusion. Je n'ai pas fait de démonstration ne voulant pas influencer leurs réponses.

Finalement, la première question a été détournée par plusieurs.je demandais de faire afficher 0 sur la calculatrice sans utiliser la touche « 0 » et plusieurs m'ont tout simplement répondu d'appuyer sur la touche « on ».

Malgré tout, je crois que ces petits imprévus ont porté leurs fruits. Certaines touches ont piqué la curiosité des élèves et la majorité ont vu l'activité comme un jeu d'où leur idée à essayer de contourner les questions. Après tout, leur faire aimer les mathématiques c'est tout aussi important que de leur montrer les notions et je crois que cette activité a été très appréciée.

Les réussites : ce que nous avons travaillé

Premièrement, voici la liste de tout ce que je voulais travailler avec les élèves dans cette activité :

- élément absorbant dans la multiplication ;
- l'idée qu'un nombre devant une parenthèse multiplie la parenthèse ;
- division d'un nombre par lui-même (a/a) ;
- l'exponentiation (et un cas spécial : l'exponentiation par 0) ;
- les nombres décimaux et la division par 10,100… ;
- la priorité des opérations ;
- élément neutre des 4 opérations de base ;
- les facteurs d'un nombre ou l'idée que la multiplication est une addition itérée ;
- les opérations inverses des quatre opérations de base (pas vraiment travaillé pour les raisons mentionnées plus haut (problème survenu pour la partie où les élèves doivent effectuer un calcul sous contraintes).

La division d'un nombre par lui-même et la division par 10 sont certainement les deux notions les plus maîtrisées. Dans presque tous les cas, les élèves ont utilisé ces deux notions pour faire afficher les nombres demandés. Le 0 comme élément absorbant dans la multiplication est aussi très bien intégré. Difficile à dire si c'est parce qu'ils ont préférés d'autres méthodes ou si c'est simplement parce que cette notion n'est pas intégrée.

En général, j'ai remarqué que l'utilisation de la racine carrée est beaucoup plus fréquente chez les secondaires 4. De plus, à la question où je demande de faire afficher 4 sans utiliser les touches des quatre opérations de base, les secondaires 4 ont été plus nombreux à utiliser l'exponentiation. Signe que cette notion, bien qu'enseignée aux deux niveaux, est beaucoup plus intégrée chez les plus vieux. Par contre, les élèves de secondaire 2 ont été plus nombreux à utiliser les parenthèses afin de réussir le problème (2(2)=4). Les élèves de secondaire deux ont donc eu plus de facilité à répondre aux questions où je ne permettais pas d'appuyer sur la touche « x » puisqu'ils ont tout simplement contourné en utilisant des parenthèses ! Ils ont du même coup pratiqué leur priorité des opérations. Pour le cas plus spécifique de l'exponentiation par 0, je n'ai qu'une dizaine d'élèves qui ont utilisé cette technique, les autres préférant utiliser la racine carré ou ne réussissant tout simplement pas à répondre.

En ce qui concerne l'idée que multiplier c'est additionner plusieurs fois, il est arrivé quelque chose de très drôle. Lorsque je demandais d'effectuer 2 x 14 sans utiliser la touche « x », la grande majorité des élèves ont répondu 14 + 14. Par contre, lorsque je demandais de faire 25 x 20 sans utiliser la touche « x », alors là plusieurs élèves m'ont dit qu'ils ne pouvaient tout de même pas faire 20 + 20 + 20… Suite à cette remarque, je modifierais un peu la question pour voir ce qu'il ferait avec 25 x 8. Je suis curieux de voir s'ils comprennent la commutativité de la multiplication dans les réels. Ici les élèves ne travaillaient pas vraiment cette notion car faire 25 fois le nombre 20 ou 20 fois le nombre 25 semblait être beaucoup trop long pour eux. Mais avec 25 x 8, j'aurais pu travailler cette notion avec eux et j'aurais pu voir si le transfert de l'idée que multiplier c'est additionner plusieurs fois se faisait d'un numéro à l'autre, car là je n'ai pas pu vérifier puisque je ne sais pas si les élèves qui n'ont pas répondu ont tout simplement trouvé trop long d'écrire 20+20+20… 25 fois !

Finalement, bien que je ne désirais pas travailler la trigonométrie dans cette activité, certains de mes élèves doubleurs (ils devraient être en secondaire 5 mais sont en secondaire 4 présentement) ont utilisé des notions vues l'an dernier. Par exemple : *tan*45 pour faire afficher 1, *cos*0, etc. Voyons-le comme un bonus !

Au-delà de l'activité, le retour sur l'activité a été tout aussi bénéfique. C'est là que nous avons pu échanger nos différentes solutions et que nous avons pu revoir l'ensemble de toutes les notions. De cette façon l'enseignant peut diriger les élèves là où il le désirait à prime à bord ce qui vient en quelques sortes corriger les lacunes de l'activité. Il est à noter que j'ai d'abord analysé les réponses avant de faire le retour afin que les élèves n'écrivent pas la même réponse que le voisin. Je termine les conclusions de cette activité en notant qu'il est possible de travailler plusieurs autres notions à l'aide de cette activité. Il serait possible d'aller vers des notions postsecondaires. Il suffit d'avoir un peu d'imagination et nous pouvons mener les élèves où nous voulons (avec quelques petits égarements parfois…). J'ai eu un plaisir fou à monter cette activité et une fois imprégné de l'essence de l'activité, le problème n'est plus de trouver de nouveaux problèmes, mais bien de s'arrêter d'en construire ! L'activité pourrait être retravaillé c'est certain, mais une chose est claire, la calculatrice a bel et bien un rôle didactique dans cette activité et peut aider à développer une bonne partie des notions mathématiques vues au secondaire.

IV. CONCLUSION DE LA RECHERCHE ACTION

Le problème général de ma recherche était : comment intégrer efficacement la calculatrice dans l'enseignement des mathématiques pour qu'elle soit un support à l'enseignement et à l'apprentissage ? L'objectif premier était de concevoir et mettre à l'épreuve une situation d'apprentissage intégrant la calculatrice et permettant de développer chez les élèves le sens des opérations ou de faire du calcul réfléchi. Je crois avoir fait la démonstration que les deux activités présentées répondent à mon but et à mes objectifs. Je suis convaincu que les autres activités présentées dans ma section 2.5 ont tous le potentiel d'intégrer efficacement la calculatrice tout en permettant à l'élève d'apprendre. Resterait à les développer et à les tester.

À court et à moyen terme, cette recherche me permettra d'aller faire une conférence à l'espace mathématique francophone 2012 à Genève au mois de février 2012. De plus, ma commission scolaire m'a demandé de présenter mes activités et le fruit de mes recherches lors d'une journée pédagogique à tous mes collègues en mathématique de la commission scolaire. J'espère convaincre mes collègues de l'utilité pédagogique de la calculatrice et leur ouvrir l'esprit sur la façon (et surtout la nécessité!) d'intégrer efficacement la calculatrice dans l'enseignement des mathématique au secondaire. À plusieurs, je suis certain que nous pourrons développer quelque chose de très intéressant et bientôt, je l'espère, le débat sur la calculatrice ne sera qu'une histoire du passé…

REFERENCES

Assude T., Loisy C. (2008) Valeur et efficacité de l'intégration des TICE dans l'enseignement. Colloque international *« Efficacité et Équité en éducation »*. http://ent.bretagne.iufm.fr/efficacite_et_equite_en_education/programme/symposium_ravestein.pdf , consulté le 28 septembre 2011

Bruillard E. (1994) Quelques obstacles à l'usage des calculettes à l'école : une analyse. *Grand N* 53, 67-78.

Julien C. (2003) *Il faut bannir la calculette*. Sélection reader's digest. http://www.accreteil.fr/id/94/c4/mathematiques/Il%20faut%20bannir%20la%20calculette.htm – consulté le 28 septembre 2011.

Les nouveaux programmes de l'école primaire mathématiques document d'accompagnement, Utiliser les calculatrices en classe. Ministère de l'éducation nationale, République Française. http://revue.sesamath.net/IMG/calculatrice.pdf, consulté le 28 septembre 2011.

Mercier A. (2008) Efficacité de l'usage des TIC en enseignement et formation : Quelques résultats…beaucoup de questions. *Colloque international «Efficacité et Équité en éducation»*. http://ent.bretagne.iufm.fr/efficacite_et_equite_en_education/programme/symposium_ravestein.pdf, consulté le 28 septembre 2011.

Pochon L.-O. (1995) Les réactions des élèves face à la calculatrice, *CNDP-DIE* Mars 1995 45–50

Schaub B. (2009) *Utilisation de la calculatrice dans l'enseignement des mathématiques du primaire*. Travail de maturité. Lycée Blaise-Cendrars de la Chaux-de-Fonds. http://www.sens-neuchatel.ch/bulletin/no38/art2-38-schaub.pdf, consulté le 28 septembre 2011.

Squalli H. (2007) *L'éducation mathématique au Canada : perspectives concernant les applications de nouvelles technologies dans l'enseignement de l'algèbre*. Université de Sherbrooke.

ANNEXE 1

Calcul : affichage sous contraintes

Feuille 0

NOM :

____

DATE : ______________________________

COURS : __________

GROUPE : __________

Calcul : affichage sous contraintes

Respectez les contraintes pour provoquer l'affichage des nombres demandés ou pour calculer l'expression mathématique demandée. Écrire vos démarches complètes

Feuille de travail 1

1- Tente de faire afficher le nombre 0 sur ta calculatrice sans utiliser la touche « 0 »

Ici je m'attends à une multitude de réponses, mais a – a sera probablement la plus populaire

2- Tente de faire afficher le chiffre 0 sur ta calculatrice sans utiliser la touche « - » (les deux touches – sont interdites) et en effectuant au moins une opération

Ici la réponse sera probablement 0 × a

Élément travaillé : élément absorbant dans la multiplication

3- Tente de faire afficher le chiffre 0 sur ta calculatrice sans utiliser les touches « – » et « × » et en effectuant au moins une opération

Ici je m'attends à 0/a, et je trouverais beau quelque chose comme log1, ou encore sin 0 mais mes élèves n'ont pas abordés les logs ou la trigonométrie

Pour tous les problèmes avec l'interdiction d'utiliser le signe de multiplication, il serait beau de voir un élève utiliser les parenthèses tout simplement! Dans ce cas, cela contournerait un peu ce que je veux montrer aux élèves, mais cela fait partie des possibilités

Ex : 0(a+b)

Élément travaillé : élément absorbant dans la division ou l'idée qu'un chiffre devant une parenthèse multiplie la parenthèse (nous travaillons donc plus l'écriture mathématique ici)

4- Tente de faire afficher le chiffre1 sur ta calculatrice sans utiliser les touches « 1 », « – », « + »

Ici je m'attends à quelque chose comme a/a ou encore a^0 pour les élèves de secondaire 4, autres belles solutions : sin 90,log 10

Élément travaillé : division d'un chiffre par lui-même ou l'exponentiation par 0

5- Tente de faire afficher le nombre 54 sur ta calculatrice sans utiliser les touches « 4 », « 5 »,

Ici beaucoup de solutions possibles, mais je m'attends à une soustraction ou une addition

6- Tente de faire afficher le nombre 4 sur ta calculatrice sans utiliser les touches « 4 », « + », « - », « x », « / »

Je m'attends à 2^2, ou encore 2(2)=

Élément travaillé : exponentiation

7- Tente de faire afficher le chiffre1 sur ta calculatrice sans utiliser les touches « 1 », « - », « + », « x », « / »,

Je m'attends à a^0, autres belles solutions : sin 90,log 10

Élément travaillé : exponentiation

8- Tente de faire afficher le nombre 6,8 sur ta calculatrice sans utiliser la touche « , »

Je m'attends à 68/10; 680/100, 34/5, etc.

Élément travaillé : les nombres décimaux et la division par 10,100…

9- Tente de faire afficher le nombre 2,5 sur ta calculatrice sans utiliser les touches « 2 », « 5 », « , »

Je m'attends à 10/4 ou quelque chose avec des parenthèses ex (19/10)+(6/10)

Élément travaillé : la division ou encore la priorité des opérations

10- Tente de faire afficher le nombre 1,7 sur ta calculatrice sans utiliser les touches « 1 », « 7 », « + » , « - » « , »

Celui-ci est un peu plus complexe pour les élèves, ils doivent penser aux multiples de 1,7 qui arrivent à un entier.

34/20 est une possibilité

Élément travaillé : les multiples d'un chiffre à virgule

Pour les 2 prochains problèmes, je voudrais que les élèves pensent aux éléments neutres pour chaque opération

Ex : (24-0+0)×1/1 et (1,33-0+0)×1/1 pour éventuellement y déduire que (a-0+0)×1/1 = a

11- Tente de faire afficher le nombre 24 en effectuant obligatoirement 1 seule fois chaque opération (+, - , × , /)

12- Tente de faire afficher le nombre 1,33 en effectuant obligatoirement 1 seule fois chaque opération (+, - , × , /)

Élément travaillé : élément neutre des 4 opérations de base

13- Effectue le calcul 18 x 305 sans utiliser les touches « 1 », « 8 » ;

Ici je voudrais que les élèves pensent aux facteurs de 18 et fassent 2x9x305 ou encore 3x6x305 ou à la limite 305+305+305…+305 (18 fois)

L'idée de 20x305 – 2x305 est possible également

Élément travaillé : les facteurs d'un nombre ou l'idée que multiplier c'est additionner plusieurs fois.

14- Effectue le calcul de 2 x 14 sans utiliser la touche « x »

Ici clairement l'idée est de faire 14+14

Élément travaillé : multiplier c'est additionner plusieurs fois

Dans les deux problèmes suivants, l'idée d'effectuer l'opération inverse est le but des problèmes

15- Effectue le calcul de 25 x 20 sans utiliser la touche « x »

Ici l'idée d'addition est moins bonne…L'idée de diviser par l'inverse est très bonne

25/1/20 ou encore une fois si on joue avec les mots 25(20) je n'ai pas utilisé la touche ×

16- Effectue le calcul 28/2 sans utiliser la touche « / »

Tout simplement, on multiplie par ½

28×1/2

Élément travaillé : les opérations inverses

Notes sur l'activité : Évidemment, comme nous pouvons le constater, l'activité permet de faire réfléchir les élèves sur plusieurs règles, conventions, raisonnements mathématiques… malheureusement ou heureusement, les solutions ne sont pas uniques…Par conséquent, le résultat attendu et le résultat de l'élève peuvent différer…Alors le but pédagogique premier ne sera pas nécessairement atteint du premier coup. Je prétends, par contre, qu'un échange de solutions avec les élèves après l'activité permettra de parler de chaque élément désiré…

ANNEXE 2

Le test D'Amore

1. Soustrayez ces nombres : 9864 – 5947

2. Multipliez : 92 × 34

3. Additionnez les nombres suivants : 126,30 $+265,12 $+196,40 $

4. Une voiture parcourt 360 kilomètres en trois heures. Quelle distance fera-t-elle en une heure ?

5. Si une tarte est coupée en sixièmes, combien de morceaux y aura-t-il ?

6. Mathieu a acheté six oranges à 5 cents chacune. Il lui reste 15 cents après l'achat. Combien d'argent avait-il au début ?

7. François a 2,75 $. Marie-Eve a 95 cents de plus que François. Combien François et Marie-Eve ont-ils ensemble ?

8. Pierre achète une bicyclette pour 21,50 $. Il la vend pour 23,75 $. A-t-il perdu ou gagné de l'argent, et combien ?

9. La mère d'Isabelle achète un chapeau pour 2,85 $. Combien lui remet la caissière sur son billet de 5 $?

10. Il y a 36 enfants dans une classe et 33 dans une autre. Combien en coûterait-il pour acheter un crayon à 7 cents pour chaque enfant ?

ANNEXE 3

5 pas à 0

Feuille 0

NOM ____

DATE : ______________________________

COURS : ___________

GROUPE : ___________

Prendre un nombre entier entre 1 et 999 et essayer de le ramener à zéro en cinq pas ou moins, utilisant seulement les nombres de 1 à 9 et les opérations de base +, -, × et ÷. Le même nombre peut être utilisé plusieurs fois.

Feuille de travail 1

Prend le nombre 144. Écris toutes les manières possibles que tu peux trouver-en utilisant la calculatrice- pour ramener 144 à zéro en cinq pas ou moins.

Feuille de travail 2

Prend le nombre 151. Écris toutes les manières possibles que tu peux trouver -en utilisant la calculatrice- pour ramener 151 à zéro en cinq pas ou moins.

Feuille de travail 3

Prend le nombre 732. Écris toutes les manières possibles que tu peux trouver -en utilisant la calculatrice- pour ramener 732 à zéro en cinq pas ou moins.

Feuille de travail 4

Décris tes stratégies pour diminuer le nombre de pas.

Feuille de travail 5

Voici la stratégie proposée par un élève pour ramener le nombre 432 à zéro :

432 ÷ 2 = 216

216 ÷ 2 = 108

108 ÷ 2 = 54

54 ÷ 3 = 18

18 ÷ 3 = 6

6 – 6 = 0

Peux-tu trouver une façon de ramener 432 à zéro en moins de pas ?

D'abord explique ta stratégie. Penses-tu qu'elle marche toujours ? Pourquoi ?

Feuille de travail 6

Voici la stratégie proposée par un élève pour ramener le nombre 499 à zéro :

499 + 1 = 500

500 ÷ 5 = 100

100 ÷ 5 = 20

$20 \div 5 = 4$

$4 - 4 = 0$

Peux-tu trouver une façon de ramener 499 à zéro en moins de pas ?

D'abord explique ta stratégie. Penses-tu qu'elle marche toujours ? Pourquoi ?

Feuille de travail 7

Le nombre 266 a comme diviseurs 2, 7 et 19; c'est-à-dire que $266 = 2 \times 7 \times 19$

Quelle serait la meilleure stratégie pour ramener 266 à zéro ?

Explique pourquoi la stratégie que tu as choisie est la meilleure.

Feuille de travail 8

Voici la stratégie proposée par un élève pour ramener le nombre 731 à zéro :

$731 + 7 = 738$

$738 \div 9 = 82$

$82 - 1 = 81$

$81 \div 9 = 9$

$9 - 9 = 0$

Peux-tu trouver une façon de ramener 731 à zéro en moins de pas ?

D'abord explique ta stratégie. Penses-tu qu'elle marche toujours ? Pourquoi ?

Feuille de travail 9

1. Donne un nombre (plus petit que 999) que la classe trouvera difficile de ramener à zéro en cinq pas ou moins.___________________________________

2. Écris une façon pour ramener à zéro le nombre dur que tu as choisi.

3. Explique pourquoi tu penses que ce nombre soit dur pour la classe.