



HAL
open science

Faire des mathématiques à l'école aujourd'hui : de la calculatrice à la tablette numérique

Caroline Poisard

► **To cite this version:**

Caroline Poisard. Faire des mathématiques à l'école aujourd'hui : de la calculatrice à la tablette numérique. MathémaTICE, 2018. hal-01796985

HAL Id: hal-01796985

<https://hal.science/hal-01796985>

Submitted on 22 May 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Faire des mathématiques à l'école aujourd'hui : de la calculatrice à la tablette numérique

Caroline Poisard

UBO-ESPE de Bretagne & laboratoire du CREAD

Responsable du groupe MITEC, IREM de Brest

Résumé :

Cet article propose une analyse de la place du calcul avec calculatrice dans les programmes scolaires de l'école depuis 1995. Des pistes d'activités pour la classe dès le CP, inspirées des documents d'accompagnement des programmes de 2002, sont présentées. Cette réflexion se poursuit sur l'usage des tablettes numériques en classe de mathématiques à l'école qui fait l'objet d'un travail en cours.

Mots-clefs : calculatrice, tablette numérique, numération décimale, calcul, former des citoyens

Besoin d'aide :

Nous recherchons des développeurs pour nous aider à programmer des applications (libres et gratuites) pour la classe de mathématiques. Voir la présentation du groupe MITEC de l'IREM de Brest pour plus d'informations. (voir paragraphe 4 ci-dessous).

Si vous êtes intéressé, merci de contacter : caroline.poisard@espe-bretagne.fr

Actuellement, certains manuels proposent des activités avec la calculatrice pour les cycles 2 et/ou 3. Nous choisissons ici d'analyser la place de la calculatrice dans les documents officiels depuis les programmes de 1995. Nous considérons que le travail mathématique en classe s'organise à deux niveaux. D'une part, un travail sur la résolution de problèmes qui demande de la réflexion, de l'argumentation, de vérifier des hypothèses. Et d'autre part, un travail d'automatisation de procédures pour réaliser des calculs, mesurer, tracer, etc. Ce travail d'automatisation, par exemple de l'apprentissage des tables de multiplication, demande un entraînement régulier, un rituel de 10 à 15 minutes par jour est recommandé en calcul mental. Les activités de résolution de problème nécessitent aussi que cela soit régulier en classe : apprendre à chercher s'apprend. Les nouvelles technologies permettent de mettre en place en classe aussi bien des activités d'entraînement en calcul automatisé que des activités de résolution de problèmes, comme nous allons le voir dans les exemples que nous présentons ici. Cette réflexion se poursuit par la présentation du travail en cours sur l'usage des tablettes en classe de mathématiques du groupe MITEC de l'IREM de Brest.

1. Introduction : quelques repères chronologiques de 1975 à 2002

Pour les calculs courants, les premières calculatrices électroniques (ou calculettes) voient le jour dans les années 1975, à la suite de l'invention du circuit intégré en 1971 (Marguin, 1994, p.196). C'est donc dans les années 1980 que les calculatrices de poche deviennent familières pour un usage personnel. Qu'en est-il de l'usage de la calculatrice en classe à partir des programmes scolaires de mathématiques de 1995 ? Dans les **programmes scolaires de 1995** et à partir du CE2 (première année du cycle des approfondissements), la pratique du calcul exact ou approché s'envisage avec « la calculatrice dans les situations où son usage s'avère pertinent » (p.63). Ce moyen du calcul vient compléter les techniques opératoires, le calcul réfléchi (mental ou avec l'aide de l'écrit) et l'ordre de grandeur.

Par la suite, une réflexion sur l'articulation des moyens de calcul à l'école et de l'usage du calcul instrumenté (calculatrice entre autres, mais aussi tableur et à notre sens tout instrument comme le boulier chinois ou les bâtons de Néper par exemple) a précédé la rédaction des programmes de 2002. Ainsi, dès le CP (première année du cycle 2) les **documents d'application des programmes de mathématiques de 2002** précisent que « la diffusion généralisée d'outils de calcul instrumenté (et notamment des calculatrices de poche) amène à repenser les objectifs généraux de

l'enseignement du calcul. » (p.6). Un paragraphe en introduction sur le « calcul instrumenté » précise que : « au-delà de son emploi dans le cadre de la résolution de problèmes, la pratique du calcul instrumenté (utilisation d'une calculatrice ou initiation à l'usage d'un tableur) doit donner lieu à des activités spécifiques. » (p.6). Dans ces documents d'application une demi-page est consacrée au calcul instrumenté au cycle 2 (p.23) et une page pour le cycle 3 (p.28-29). Ce qui témoigne d'une réelle volonté de développer le calcul instrumenté à l'école. L'idée n'est pas de remplacer les calculs mental et écrit par le calcul instrumenté mais bien de réfléchir à l'articulation de ces moyens de calcul pour l'apprentissage des élèves. Ce point est développé dans les **documents d'accompagnement de 2002** (ce type de document est aujourd'hui dénommé « ressources pour la classe ») qui proposent également des pistes d'activités pour la classe avec la calculatrice du CP au CM2. Ce document d'accompagnement n'est plus un document officiel en vigueur, mais il peut être utilisé comme un ouvrage de référence sur le sujet (voir également Charnay, 2004 , 2008, 2012). Pour cet article, nous choisissons de présenter et analyser (en terme de savoirs en jeu) certaines activités proposées dans ce document qui est encore d'actualité (partie 2).

D'autre part, aujourd'hui en 2018, alors que l'intégration des calculatrices à l'école nous semble ne pas encore être finalisée, les tablettes numériques ont commencé à s'installer dans l'environnement personnel des élèves. En effet, les premières commercialisations de tablettes numériques tactiles pour le grand public datent de l'année 1990. Et c'est la question de l'intégration des tablettes en contexte scolaire qui est également d'actualité. Dans cet article, nous souhaitons d'une part revenir sur l'intérêt de l'usage des calculatrices en classes de primaire et également discuter de l'intérêt de l'intégration des tablettes numériques en classe de mathématiques à l'école.

2. La calculatrice en classe : des exemples d'activités pour la classe dès le CP

Il existe encore aujourd'hui une idée reçue sur le fait que l'utilisation de la calculatrice en classe pourrait empêcher l'apprentissage du calcul mental. L'objectif de ce paragraphe est de montrer qu'il existe des activités pour la classe pour travailler en calcul de manière pertinente avec la calculatrice. Le plus complexe est d'identifier ces activités et de les mettre en œuvre en classe. L'utilisation de la calculatrice est un moyen de motiver les élèves, de les faire adhérer à une activité mathématique. Ensuite, il reste à identifier les objectifs en terme d'apprentissage. Plusieurs plans numériques des départements et régions ont permis de doter les établissements, et donc les professeurs et les élèves, d'ordinateurs portables ou de tablettes numériques.

À quand un plan numérique des municipalités françaises « calculatrice » afin de doter les écoles de calculatrices et cela pour tous les élèves du CP au CM2 ?

Si cela est envisageable, il faudrait coupler ce dispositif à un plan de formation pour les professeurs afin que l'effet sur les pratiques enseignantes puisse être effectif. L'usage de la calculatrice est répandu dans la vie courante, d'autant plus avec le développement des nouvelles technologies.

C'est bien à l'école d'apprendre aux élèves, futurs citoyens, à utiliser de manière appropriée cet instrument de calcul qu'est la calculatrice.

C'est-à-dire identifier si une situation mettant en jeu des calculs de prix, des pourcentages, etc. est aisément réalisable par un calcul de tête approximatif ou exact, ou par le recours à une calculatrice. Par exemple, lors de soldes avec des articles vendus à 50 % du prix initial donc à moitié prix, des connaissances sur la numération et les opérations permettent d'obtenir un résultat très rapidement qui d'ailleurs peut-être approximatif dans ce contexte. La calculatrice n'est donc pas appropriée pour ce type de calcul. Là est tout l'objectif pour les élèves : être capable de choisir le moyen de calcul (de tête, papier/crayon, calculatrice) le plus efficace c'est-à-dire un moyen rapide et sûr en terme de résultat. On arrive donc ici à la nécessité d'apprendre aux élèves à vérifier un résultat : être capable d'avoir un ordre de grandeur d'un résultat dont on cherche le résultat exact par exemple. La calculatrice peut servir à cela : vérifier un résultat, mais c'est loin d'être l'intérêt le plus significatif comme nous allons le voir maintenant.

Les documents d'accompagnement des programmes de 2002 proposent des activités pour la classe selon trois moyens de calcul : le calcul mental (de tête), le calcul posé ou écrit (papier/crayon en lignes ou en colonnes) et le calcul instrumenté (calculatrice en particulier). Cette classification est également présentée dans la brochure COPIRELEM de 2012 sur le calcul mental. Pour chaque moyen de calcul, deux techniques de résolution sont possibles : le calcul automatisé (ou raisonné, avec une connaissance automatisée restituée très rapidement par l'élève comme les tables d'addition par exemple) et le calcul réfléchi (connaissances spécifiques selon la question en particulier sur la numération et les règles opératoires). Pour la calculatrice, comme pour chaque moyen de calcul, deux types de techniques sont possibles : le calcul instrumenté automatisé (par exemple pour chercher ou vérifier un résultat) ou bien le calcul instrumenté réfléchi (où les connaissances des élèves sont importantes pour mener à bien un exercice ou un problème, la calculatrice peut éventuellement alléger la tâche de calcul). C'est le chapitre « Utiliser les calculatrices en classe » (p.55-65) qui nous intéresse ici. En effet, une progression et des activités pour la classe sont proposées du CP au CM2. Les activités présentées se réalisent avec des calculatrices ordinaires et deux choix sont possibles pour le professeur : soit autoriser la calculatrice à disposition sauf pour certaines activités ciblées, soit à l'inverse ne pas autoriser l'usage à disposition de la calculatrice mais seulement pour certaines activités ciblées.

Rappelons-le, l'objectif d'apprentissage en fin d'école primaire est que les élèves puissent choisir le moyen le plus adapté pour mener à bien un calcul à l'école et dans la vie courante.

Les pistes d'activités pour la classe s'organisent selon quatre thèmes : la calculatrice « comme outil de calcul, comme instrument dont on cherche à comprendre certaines fonctionnalités, comme support à l'exploration de phénomènes numériques, comme source de problèmes et d'exercices. » (p.55). Nous présentons ici certaines activités inspirées du document d'application des programmes de 2002, en l'augmentant de quelques réflexions. Le type d'activité est le même pour les cycles 2 et 3, ce sont la taille et la nature des nombres (grands nombres et nombres décimaux pour le cycle 3) et les opérations en jeu qui vont varier selon le niveau (addition, soustraction, multiplication et division).

- **La calculatrice comme outil de calcul et comme instrument dont on cherche à comprendre certaines fonctionnalités**

Pour des élèves du cycle 2, il est nécessaire que les premières séances portent sur la prise en main de la calculatrice : comprendre le lien entre ce qui est demandé à la calculatrice en appuyant sur une touche et ce qui apparaît à l'écran, reconnaître les écritures des chiffres et celle des signes opératoires, etc. Par exemple, la différence d'écriture entre le signe de l'addition [+] et celui de la multiplication [×] pourra être travaillé en testant plusieurs calculs de type additif et multiplicatif sur la calculatrice. On pourra également remarquer que la calculatrice donne un résultat « dans un seul sens » concernant le signe d'égalité [=], par exemple $5+2=7$ mais les décompositions du 7 ne sont pas proposées par l'instrument, ce sera donc aux élèves de les trouver : $7=3+4=7+0=1+6=...$, et si nécessaire de les vérifier avec la calculatrice. Pour le cycle 3, ce sont les règles opératoires avec les parenthèses qui pourront être travaillées sur la calculatrice.

D'autre part, en résolution de calcul, le professeur peut choisir de travailler plus spécifiquement sur la compréhension de l'énoncé et la mobilisation de la bonne procédure de calcul et ainsi libérer les élèves du calcul à effectuer. C'est ce que les psychologues nomment la « surcharge cognitive » : certains élèves en résolution de problème fournissent un effort conséquent pour comprendre un énoncé, puis pour identifier et écrire l'opération à effectuer et peuvent se tromper dans le calcul par manque de temps. Le professeur pourra alors choisir de valoriser le travail réussi de l'élève en autorisant d'effectuer le calcul avec une calculatrice. La calculatrice devient un instrument de différenciation du travail car tous les élèves n'en ont peut-être pas besoin. Il faudra toutefois bien que le professeur identifie que les élèves qui effectuent le calcul avec la calculatrice n'ont pas

travaillé en calcul posé ou mental et que des séances sur ce type de calcul sont à prévoir ultérieurement.

- **La calculatrice comme support à l'exploration de phénomènes numériques**

La calculatrice permet de réaliser rapidement un grand nombre de calculs, elle permet donc (tout comme le tableur) d'explorer des phénomènes numériques. L'exemple de la touche « opérateur constant » est proposé dans le document de 2002. Cette fonction est très variable d'une calculatrice à l'autre, parfois la touche [OP] existe, sinon après un calcul, appuyer à nouveau sur la touche [=] peut enclencher l'opérateur constant qui continue à réaliser l'opération demandée. Par exemple pour $5+2$, en appuyant de nouveau sur [=], l'ajout de 2 sera automatique pour obtenir la suite : 7, 9, 11, 13, etc. Parfois l'opérateur constant se réalise en indiquant l'opération en jeu avant de taper [=], c'est-à-dire [+] puis [=] résultat 1, [=] résultat 2, [=] résultat 3, etc. La même chose peut se faire avec un calcul multiplicatif.

Un article de Lajoie (2009) propose également des activités pour explorer des phénomènes numériques et réfléchir à des généralisations sur ces phénomènes. Par exemple, la division par deux peut être explorée : demander aux élèves de lister les résultats de la division de plusieurs nombres entiers naturels par deux permet de travailler sur la notion de parité. De la même manière, demander d'explorer la divisibilité par cinq sur une dizaine de nombres permet aux élèves de se rendre compte du phénomène de divisibilité par cinq des nombres qui possèdent pour chiffre des unités 0 ou 5.

- **La calculatrice comme source de problèmes et d'exercices**



La calculatrice pour se donner de nouveaux problèmes : regardons les exemples proposés dans le document d'application. En numération, l'activité « passer d'un nombre à un autre » permet de travailler sur la position des chiffres dans un nombre. Par exemple : *afficher 769 sur la calculatrice puis afficher 789 en tapant sur le moins de touches possible* (p.63). La méthode experte est d'ajouter deux dizaines c'est-à-dire $20 : 769+20=789$. Les élèves peuvent tester plusieurs propositions, dans un premier temps des procédures couteuses en temps : $769+1=770$, $770+10=780$, $780+9=789$, ou plus efficace : $769+10=779$ puis $779+10=789$. Le travail sur l'écriture des égalités est important et soutient les phases de synthèse en classe.

L'activité « calcul : affichage sous contraintes » est également appelée calculatrice cassée (Hache 2006¹ et Mathenpoche, c@lculaTICE), calculatrice défectueuse (Caron, 2007) ou encore calculatrice capricieuse. Elle est très motivante pour les élèves, elle peut s'effectuer avec une calculatrice ordinaire ou bien avec un logiciel spécifique. L'idée est d'imposer des contraintes sur certaines touches que les élèves ne peuvent alors pas utiliser. Par exemple, *inscrire 10 sans utiliser les touches du 0 et du 1*. Un travail sur les décompositions additives est donc proposé : $10=8+2=3+7=...$ en remarquant que $10=0+10=10+0$ ne pourra pas être effectué avec ces contraintes. De même l'exemple : *inscrire 18 sur la calculatrice sans utiliser la touche [+]* est une activité qui travaille sur les décompositions multiplicatives de 18, en effet $18=9 \times 2=2 \times 9=6 \times 3=1 \times 18=...$

Afin de travailler sur le choix du moyen de calcul à mobiliser en fonction d'un calcul, le professeur peut proposer des « concours de calcul ». Pour effectuer $25+10$ ou $50-30$, c'est le calcul mental qui sera le plus efficace en mobilisant des connaissances sur les dizaines en numération. Pour effectuer $7+7+7+7$, la procédure est fonction du niveau des élèves, le recours à la multiplication est efficace : $7+7+7+7=7 \times 4=28$ à faire de tête et vérifier sur la calculatrice si besoin. On peut d'ailleurs imaginer un concours de calcul avec différents moyens de calcul : calcul de tête, papier-crayon, avec la

1 « Calculatrice école virtuelle » projetable et « calculatrice cassée » à télécharger en html ou swf MathEnPoche (versions ordinateurs) sur : <http://revue.sesamath.net/spip.php?article12>

calculatrice, avec le boulier chinois². Le professeur peut alors organiser quatre équipes (une par moyen de calcul), la première équipe qui se met d'accord sur le résultat a gagné si celui-ci est juste. Ce type d'activité permet également de développer le travail collaboratif entre élèves.

- **La calculatrice pour la formation des professeurs des écoles**

Dans ces documents d'application, la calculatrice est une ressource pour se donner des problèmes pour les élèves et ces situations sont donc tout à fait pertinente pour la formation des professeurs des écoles. Lajoie (2009) propose des exemples pour la classe de mathématiques au primaire et également des exemples pour la formation des professeurs des écoles. En particulier, la mise en situation des professeurs porte sur des calculs potentiellement proposés à des élèves de cycle 3 qui n'utilisent pas tous le même type de calculatrice et n'obtiennent pas le même résultat. L'objectif est pour les professeurs de trouver des aides pour que les élèves comprennent les différences de résultat. Le travail consiste à identifier les connaissances en jeu (numération, opération, règles opératoires, etc.) afin de trouver des aides pour les élèves. Par exemple le calcul : $\ll 2 \times 12 + 3 \times 10 = \gg$ montre que toutes les calculatrices ne proposent pas toutes le même résultat donc qu'elles n'utilisent pas les mêmes règles de calcul. Ceci permet de travailler sur les priorités des opérations en mathématiques. L'exemple $\ll 123\ 456 \times 456\ 789 = \gg$ travaille sur le nombre de chiffres qui peuvent être affichés sur les calculatrices (parfois inférieur au nombre de chiffres du résultat). Enfin les deux propositions : $\ll 500 - 8 \% = \gg$ et $\ll 5 \% + 2 \% = \gg$ permettent de travailler sur les notions de fractions ($8\% = 8/100$) et sur celle de pourcentage. Selon le type de calculatrice, les résultats seront différents (Lajoie, 2009). Le travail consiste à trouver qu'elle est le résultat juste mathématiquement et qu'elles sont les calculatrices « qui se trompent » en justifiant pourquoi.

Ainsi, les documents d'application et d'accompagnement des programmes de 2002, fournissent une réflexion conséquente et aboutie concernant l'usage en classe de la calculatrice par rapport aux autres moyens de calcul, et également concernant des pistes d'activités pour la classe dès le CP (Charnay 2002).

3. La calculatrice dans les programmes scolaires de 2008 et 2016

Regardons maintenant la place de l'usage de la calculatrice en classe dans les programmes qui ont suivi ceux de 2002, c'est-à-dire en 2008 puis les programmes en vigueur de 2016.

- **La calculatrice dans les programmes scolaires de 2008**

Une première remarque importante : ces dernières années sont marquées en France par une accélération du rythme de changement des instructions officielles. Alors que les documents d'accompagnement viennent d'être publiés en février 2005 pour le livret des mathématiques au primaire (documents d'application de 2002), de **nouveaux programmes sont publiés en juin 2008 et applicables en septembre 2008**. On retrouve bien les trois moyens de calcul : mental, posé et « à la calculatrice ». À partir du CE2 (première année du cycle 3) : « la calculatrice fait l'objet d'une utilisation raisonnée en fonction de la complexité des calculs auxquels sont confrontés les élèves. » (p.23).

En fin de document, regardons maintenant la partie nommée « repères pour organiser l'enseignement » qui comporte des tableaux récapitulatifs par cycle et année. Il est indiqué pour le CE1 : « utiliser les fonctions de base de la calculatrice » (p.33). La calculatrice n'est ici pas mentionnée au niveau CP (mais elle l'est dans les documents ressource). Pour le cycle 3 (p.38), est expliqué, au CE2 : « Organiser ses calculs pour trouver un résultat par calcul mental, posé, ou à l'aide de la calculatrice. Utiliser les touches des opérations de la calculatrice ». Puis au CM1 : « Connaître quelques fonctionnalités de la calculatrice utiles pour effectuer une suite de calculs ».

2 <http://revue.sesamath.net/spip.php?article877> et http://seminaire-education.espe-bretagne.fr/?page_id=611

Et au CM2 : « Utiliser sa calculatrice à bon escient ». Ainsi, deux choses ne sont pas présentes dans les programmes de 2008 : le terme « calcul instrumenté » ainsi que l'usage de la calculatrice au CP. En janvier 2012 sont proposées sur Eduscol des progressions pour les cycles 2 et 3 qui reprennent ces repères pour organiser l'enseignement publiés en 2008.

À la suite de ces programmes, des documents « ressources pour faire la classe » (équivalents des documents d'accompagnement de 2002) sont publiés. Deux documents ressources attachés aux programmes de 2008 qui nous intéressent sont publiés en mathématiques : « Le nombre au cycle 2 » en **2010** et « Le nombre au cycle 3 : apprentissages numériques » en **2012**. Quelle place est réservée à la calculatrice dans ces documents? Le terme « calcul instrumenté » n'apparaît pas dans le document ressource pour le cycle 2 mais est mentionné dans celui pour le cycle 3. Au cycle 2, on retrouve les termes « calculatrice » ou « calculette » dans cinq passages différents (p.7, 19, 26, 41 et 49). En particulier, dans le chapitre « débiter la numération » pour le niveau CP est précisé : « Une autre activité (calculettes) consiste à anticiper le successeur d'un nombre et à vérifier sa prévision à l'aide d'une calculatrice en appuyant sur la séquence de touches(«+» «1» «=») (p.49), ce qui laisse penser que l'usage de la calculatrice au CP peut s'avérer pertinent. Au cycle 3, le terme « calcul instrumenté » est cité quatre fois (p.31, 32, 36 et 103). Certains principes de 2002 à ce sujet sont repris : par exemple il est indiqué p.32 que « Trois grandes modalités de calcul, le calcul mental (pour obtenir un résultat exact ou approché), le calcul instrumenté et le calcul posé sont à développer à l'école primaire. ». Le terme « calculatrice » est lui nommé environ une trentaine de fois (une fois pour « calculette ») dans six des dix chapitres du document, ce qui montre que son usage au cycle 3 est mieux identifié que pour le cycle 2. Un paragraphe est consacré à l'utilisation de la calculatrice de façon raisonnée (p.123) et il est rappelé que « Comme réaffirmé par les programmes à l'école primaire, la calculatrice doit faire l'objet d'une utilisation raisonnée. Elle est donc un outil présent dans la classe au même titre que la règle graduée, en ce sens que chaque élève en a une à sa disposition, ce qui n'exclut pas que le maître puisse ponctuellement en interdire l'utilisation. ». L'usage de la calculatrice est également mentionné dans le chapitre consacré aux TICE dans l'enseignement des mathématiques (p.115) : « Introduire la calculatrice très tôt pour effectuer des opérations pour lesquelles l'élève n'a pas encore de technique opératoire permet d'initier cette utilisation raisonnée. » (p.118). Il est également fait référence ici à la « calculatrice capricieuse ». En conclusion, dans les documents ressources de 2008, il n'y a pas de chapitre spécifique sur l'usage de la calculatrice à l'école, mais certaines activités avec calculatrice sont citées.

- **La calculatrice dans les programmes scolaires de 2016**

En 2014, des aménagements des programmes ont été publiés mais sans conséquences pour le calcul instrumenté. Les cycles ont été redéfinis en 2013 et sont appliqués dans les nouveaux programmes de 2015 et 2016. En effet, les programmes en vigueur aujourd'hui sont applicables depuis septembre 2016 pour l'élémentaire (publiés en novembre 2015). Ceux de la maternelle sont applicables depuis la rentrée précédente de 2015. Dans les programmes de mathématiques de 2016, le terme « calcul instrumenté » est utilisé à partir du CM1 (première année du cycle 3 actuellement) : « Le calcul mental, le calcul posé et le calcul instrumenté sont à construire en interaction. Ainsi, le calcul mental est mobilisé dans le calcul posé et il peut être utilisé pour fournir un ordre de grandeur avant un calcul instrumenté. Réciproquement, le calcul instrumenté peut permettre de vérifier un résultat obtenu par le calcul mental ou par le calcul posé. Le calcul, dans toutes ses modalités, contribue à la connaissance des nombres. » (p.201). Concernant le cycle 2 (CP, CE1 et CE2), on peut lire comme exemple de ressources pour les élèves en calcul : « pour calculer, estimer ou vérifier un résultat, utiliser divers supports ou instruments : les doigts ou le corps, bouliers ou abaques, ficelle à nœuds, cailloux ou jetons, monnaie fictive, double règle graduée, **calculette**, etc. » (p.78). La calculatrice est donc citée parmi d'autres ressources pour l'apprentissage du calcul au cycle 2. Pour le cycle 3 (CM1, CM2, 6ème), le calcul instrumenté consiste en « utiliser une calculatrice pour trouver ou

vérifier un résultat » ainsi que savoir utiliser les « fonctions de base d'une calculatrice » (p.203). Elle est également citée pour le calcul avec des nombres entiers et des nombres décimaux (p.203) concernant les propriétés des opérations : « En lien avec la calculatrice, introduire et travailler la priorité de la multiplication sur l'addition et la soustraction ainsi que l'usage des parenthèses. ». Pour ces programmes de 2016, les documents « ressources d'accompagnement des programmes » qui présentent des activités pour la classe sont actuellement en cours de publication. Le document « Le calcul aux cycles 2 et 3 » publié en mars 2016 introduit différentes « formes » de calcul : le calcul mental, calcul en ligne, calcul posé, calcul instrumenté qui sont « en interaction et complémentaires les unes des autres » (p.1). Le calcul écrit ou papier/crayon est donc présenté selon deux axes distincts : le calcul posé en colonnes (appelés algorithmes de calcul) et le calcul en ligne. Le calcul instrumenté est présenté comme : « un calcul effectué à l'aide d'un ou plusieurs instruments, appareils, ou logiciels (abaque, boulier, calculatrice, tableur, etc.). » (p.1). La calculatrice est envisagée (p.2) pour « libérer l'esprit » des élèves pour des calculs longs ou complexes ou lors de calculs répétitifs, de plus « son utilisation doit être régulière » (p.4). Dans ce document, sont citées en ressources complémentaires les documents ressources des instructions officielles précédentes de 2008. Deux chapitres sont cités : le chapitre 1 : entre sens et techniques, l'exemple du calcul mental (p.11-22) pour le cycle 2 et le chapitre 3 : calcul et conceptualisation (p.31-50) pour le cycle 3. En particulier, ces deux chapitres font des références explicites au calcul instrumenté.

On observe donc toujours un décalage entre la publication des documents qui donnent des repères généraux sur les programmes et les documents qui fournissent des activités et des ressources pour la classe. Ce qui induit de bien identifier qu'il y a un temps conséquent, un décalage, entre la publication de programmes et son application dans toutes les classes de France.

4. De la calculatrice à la tablette numérique en classe à l'école



Le travail du groupe de l'IREM de Brest MITEC (mathématiques et intégration des tablettes en classe)³ porte sur l'usage des tablettes en classe de mathématiques pour le professeur et ses élèves. Notre questionnement général est du type : Comment et pourquoi la tablette numérique peut s'utiliser en classe de mathématiques ? Quels préparations et usages pour le professeur ? Quels apprentissages pour les élèves ? Ce questionnement nous rapproche donc de celui qui existe sur l'usage de la calculatrice en classe de l'école

au lycée. Tout d'abord, une de nos premières questions a été : « **Pourquoi utiliser des tablettes en classe de mathématiques aujourd'hui ?** ».

Nous proposons plusieurs arguments sur cette question : l'aspect pratique de la tablette, l'autonomie, le travail coopératif et la motivation des élèves. Tout d'abord, certaines écoles commencent à être dotées de tablettes numériques donc la préoccupation de certains professeurs est de trouver des ressources pertinentes pour l'apprentissage des élèves. Notre point de vue est que la tablette ne remplace pas les autres ressources du professeur mais les complètent. Un des premiers intérêts de l'usage de la tablette numérique en classe est le **côté pratique** : elle se place sur la table des élèves comme un livre (à la différence des ordinateurs) et comporte une bibliothèque conséquente. En effet, nous pensons aux jeux du commerce qui nécessitent un rangement spécifique, surtout s'il est

³ En 2017/18, le groupe MITEC est composé de : Anne Henry, Hélène Hili, Caroline Poisard, Marie Quemeneur, Gwenaëlle Riou-Azou, Rozenn Robin et Claire Tréguier.

nécessaire d'avoir plusieurs exemplaires. La tablette elle contient des applications en grand nombre. L'idée n'est pas de remplacer des jeux matériels, mais de les compléter par des versions numériques. Ensuite, la tablette est intéressante pour un travail en **autonomie** des élèves, c'est en particulier le cas pour des applications qui fournissent un retour aux élèves quant à la véracité du résultat : les élèves poursuivent leur travail sans avoir à solliciter le professeur. Nous pouvons d'ailleurs faire le parallèle entre les deux arguments précédents : la tablette permet un travail en autonomie à plusieurs élèves en collaboration. La tablette posée sur la table est visible et manipulable par deux ou trois élèves qui peuvent alors travailler de manière collaborative : se concerter avant de répondre à une question et poursuivre le travail en fonction du retour de l'application. Le **travail coopératif** à l'école est important et permet de développer des compétences utiles dans beaucoup d'autres domaines. L'apprentissage des mathématiques à l'école peut y participer. Enfin, comme pour la calculatrice, le boulier chinois ou l'ordinateur, les manipulations sont une grande source de motivation pour les élèves. Pour que cette **motivation** première soit mise à profit, il est nécessaire que le professeur ait à sa disposition des applications pertinentes pour des apprentissages mathématiques. Une de nos préoccupations dans le groupe MITEC est d'analyser des applications tablettes en terme de contenu d'apprentissage en mathématiques. Ce travail est en cours actuellement, nous proposons ici des premières pistes de réflexion. Cette analyse permet de ne pas rester sur une activité de manipulation et de garantir des apprentissages en mathématiques pour tous les élèves. L'analyse des productions des élèves et des erreurs éventuelles garantie également d'atteindre les objectifs mathématiques. Lors des manipulations qui sont dynamiques, il est parfois complexe pour le professeur d'observer le travail de tous les élèves, c'est pourquoi, un travail écrit papier/crayon permet à certains moments de l'apprentissage de faire un point sur l'avancée de chaque élève.

Maintenant, nous pouvons étudier la question suivante : « **Quels types d'applications semblent pertinentes pour un usage en classe de mathématiques ?** »

Plusieurs types d'applications ont retenu notre attention : des applications audiovisuelles (appareil photo et vidéos, son, livre numérique, etc.) et des applications spécifiques pour les mathématiques (calculatrice, calculatrice cassée, calcul mental, géométrie dynamique, programmation et algorithmique, etc.). Tout d'abord, les **applications audiovisuelles** permettent de créer ou regarder des documents photo, vidéos ou sonores. Les élèves peuvent photographier leur productions, elles seront ensuite vidéo-projetées à la classe pour permettre des discussions et argumenter sur la validité d'un résultat. Ceci est possible dès le cycle 1, les productions peuvent être matérielles : un tangram en bois, un boulier matériel ou encore sur une fiche (les élèves photographient une étiquette avec leur prénom ce qui permet de savoir qui a fait le travail). Mais il est également possible d'utiliser la fonction de copie d'écran des tablettes qui enregistre alors l'image à l'écran dans la photothèque. Des tutoriels vidéos peuvent être proposés au visionnage à certains élèves dans un objectif de différenciation. La création d'un tutoriel peut aussi faire l'objet d'un projet en classe. L'enregistrement audio peut constituer une aide pour les élèves qui ont des difficultés pour la rédaction à l'écrit : un travail d'enregistrement oral peut les aider à ensuite aller vers l'écrit. Les applications de type chronomètre sont intéressantes en calcul mental ou sur d'autres activités pour motiver les élèves. Les applications de création de livre sont également à citer pour une utilisation par les élèves dès le cycle 1 : les élèves peuvent créer des albums en y intégrant des images qu'ils ont prises, des sons, ou des textes, par exemple des albums à compter et calculer ou bien des albums codés (Poisard et al 2015). Ensuite concernant des **applications spécifiques pour les mathématiques**, l'idée est que les ressources matérielles usuelles peuvent se compléter par des applications sur la tablette. Par exemples : le boulier (soroban ou abacus en anglais), la calculatrice ou la calculatrice cassée, certains manuels ont développé des applications de calcul mental, les jeux utilisés en mathématiques existent également en version tablette (version gratuite en intégralité ou bien avec un accès restreint voire également avec un nombre de questions limité à l'accès sur une

journée, ou bien en version payante), etc.

Ce travail d'analyse d'applications existantes est en cours et pourra faire l'objet d'un article à venir. Mais notre projet est également, à partir de notre analyse des besoins, de développer des applications pour la classe de mathématiques. En lien avec les besoins en classe, il nous semble important qu'une application possède les **caractéristiques suivantes** : être téléchargeable et utilisable sans connexion internet (beaucoup d'écoles rencontrent des problèmes de stabilité des réseaux), et être libre et gratuite (l'éducation n'a pas de prix). D'autres projets partagent ces caractéristiques (Auclair, 2017). L'analyse porte également sur les spécificités des applications : mettre à profit le son ou l'écran tactile des tablettes, et sur les spécificités des savoirs mathématiques : travailler sur différentes représentations des concepts mathématiques, etc. D'ailleurs, nous recherchons des développeurs pour nous aider à programmer des applications (libres et gratuites) pour la classe de mathématiques. Si vous êtes intéressé, merci de contacter : caroline.poisard@espe-bretagne.fr

5. Conclusions et perspectives

Afin que les nouvelles technologies puissent s'intégrer dans les pratiques professionnelles des professeurs, il nous semble nécessaire de penser l'intégration de ces nouvelles ressources en articulation avec des ressources existantes, donc d'articuler des ressources matérielles et virtuelles en classe (Poisard 2016). Nous utilisons des « accroches » comme la calculatrice, la tablette, le boulier chinois, etc. qui permettent aux élèves de rentrer dans une activité, mais il est nécessaire pour le professeur de faire une analyse en terme d'objectifs d'apprentissage et de savoirs mathématiques en jeu afin que cette activité permette effectivement des apprentissages en mathématiques.

Notre analyse des programmes français montre que l'usage de la calculatrice à l'école est préconisé depuis 1995 dès le CE2. Les programmes de 2002 ont proposé des pistes d'activités pour la classe dès le CP. Les programmes suivants ont également mentionné son usage : en 2008 dès le CE1 voire le CP, en 2016 dès le CP. Le rythme des changements des programmes s'est accéléré en France ces dernières décennies alors qu'il existe un décalage de plusieurs années entre la publication des programmes scolaires et celle de « documents ressources pour la classe » attachés aux programmes. Il nous semble que la question de l'articulation des moyens de calcul (mental, écrit, instrumenté) et des techniques de calcul (automatisée, réfléchie) est centrale pour la formation des professeurs.

Enfin, la question de la place de la calculatrice dans les programmes officiels et de son usage effectif dans les classes est une question soulevée au niveau international. Citons quelques articles issus d'expériences à l'école primaire en Suisse (Schaub 2009), Tièche Christinat et al 2010), au Québec (Caron 2007, Lajoie 2009) ou encore à Singapour (Phong Lee 2006).

Références

- Auclair, C. (2017). Une année à développer des applications mathématiques pour tablettes. *MathemaTICE* 56.
- Caron, F. (2007). Au coeur de « la calculatrice défectueuse » : un virus qu'on souhaiterait contagieux ! *Petit x* 73, 71-82.
- Charnay, R. (2012). *Guide d'activités pour la calculette. Cap Maths. Cycle 2 et cycle 3*. Paris : Hatier.
- Charnay, R. (2008). Pour un bon usage des calculatrices à l'école primaire. *Revue MathemaTICE* 10.
- Charnay, R. (2004). Des calculatrices à l'école ! Oui ? Non ? Pourquoi ? Comment ? *Revue Grand N* 74, 67-75.
- Charnay, R. (2002). Pour une culture mathématique dès l'école primaire. *Bulletin APMEP* 441, 409-441.

- Hache, S. (2006) Calculatrice virtuelle. *MathémaTICE 1*.
- COPIRELEM (2012, dir.). *Calcul mental à l'école primaire : ressources et formation*. ARPEME : Paris.
- Guin, D. & Trouche, L. (2002). *Calculatrices symboliques. Transformer un outil en un instrument du travail mathématique : un problème didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Lajoie, C. (2009). La calculatrice comme source et support de questions fécondes : quelques exemples pour la classe de mathématiques au primaire et pour la formation des maîtres. *Bulletin AMQ, Vol. XLIX, no 1*.
- Marguin, J. (1994). *Histoire des instruments et machines à calculer*. Hermann : Paris.
- Phong Lee, K. (2006). Calculator use in primary school mathematics : a Singapore perspective. *The Mathematics Educator 9-2*, 97-111.
- Poisard, C. (2016, dir). Ressources virtuelles et matérielles en mathématiques : des instruments pour travailler en classe sur le nombre, la numération et le calcul. *MathémaTICE 51*.
- Poisard, C., D'hondt, D., Hili, H., Le Corf, L., Riou-Azou, G. & Tréguier, C. (2015). Albums de littérature de jeunesse et mathématiques. L'exemple des albums codés : typologie, savoirs et tâches. *Grand N 95*, 23-38 .
- Schaub, B. (2009). Utilisation de la calculatrice dans l'enseignement des mathématiques du primaire. *Bulletin de la Société des Enseignants Neuchâtelois de Sciences 38*, 1-15. :
- Thièche Christinat, C., Bunzli, L.-O., & Clivaz, S. (2010). Deux tâches avec calculette : que disent les enseignants de son influence sur la gestion didactique ? *Revue Grand N 86*, 91-107.

Documents officiels

- Ministère de l'Éducation Nationale. (1995). *Programmes de l'école primaire*. CNDP.
- Ministère de l'Éducation Nationale. (2002). *Documents d'accompagnement des programmes de mathématiques : utiliser les calculatrices en classe*. CNDP.
- Ministère de l'Éducation Nationale. (2002). *Documents d'application des programmes de mathématiques*. CNDP.
- Ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur. (2008). *Horaires et programmes de l'enseignement pour l'école primaire*. Eduscol.
- Ministère de l'Éducation Nationale (2010). *Ressources pour faire la classe : le nombre au cycle 3 : apprentissages numériques*. Scéren, CNDP-CRDP.
- Ministère de l'Éducation Nationale (2012). *Ressources pour faire la classe : le nombre au cycle 2*. Scéren, CNDP-CRDP.
- Ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur. (2015, applicables 2016). *Programmes pour les cycles 2, 3 et 4*. Eduscol.
- Ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur. (2016). *Mathématiques, nombres et calcul. Le calcul aux cycles 2 et 3*. Eduscol.