
QUELQUES OBSTACLES A L'USAGE DES CALCULETTES A L'ECOLE : UNE ANALYSE

Eric BRUILLARD
IUFM de Créteil
Laboratoire Informatique
de l'Université du Maine

Malgré leur usage quotidien hors de l'école, les calculettes s'intègrent encore difficilement dans les activités scolaires et les enseignants ignorent souvent que leur utilisation fait partie des objectifs de l'école élémentaire. 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 des 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. Néanmoins, si la généralisation de leur usage semble souhaitable, l'articulation avec les bases du calcul reste encore à expliciter.

INTRODUCTION

Les calculatrices quatre opérations (que l'on appellera dans ce texte calculettes) sont devenues des objets de consommation courante. Ce sont des outils personnels, très peu onéreux, qui ne posent quasiment plus de problèmes d'usage. Chacun peut en avoir à sa disposition et la fonction de ces calculettes, qui est d'effectuer des calculs, est clairement identifiée (contrairement aux calculatrices qui se rapprochent des ordinateurs dans leurs multiples possibilités).

Quelques constats

Bien que l'usage scolaire des calculettes soit recommandé depuis plusieurs années et qu'un certain nombre de publications (APMEP 79, Boule 80, Houdement & Peltier 85,...) s'attachent à montrer leur intérêt, force est de constater que les calculettes sont plus souvent utilisées à la maison que dans le cadre de l'école (Amalberti 92). Le Conseil National des Programmes (CNP 92) avance deux propositions afin de «débloquer la situation à l'école primaire» : (1) fournir à chaque élève une calculette, (2) expliciter des recommandations pédagogiques définissant les objectifs pédagogiques et compétences attendues (dans l'utilisation des calculettes et dans le domaine du calcul mental) et proposant un ensemble de situations pédagogiques qui les illustrent.

Concernant les Etats Unis, Williams & al. (1993) rapportent que les premières propositions sur l'intégration des calculatrices dans l'enseignement des mathématiques datent de décembre 1974 (National Council of Teachers of Mathematics). Le rôle principal qui leur était attribué consistait en une aide à l'enseignement des algorithmes et au développement des concepts, en un outil pour réduire la mémorisation, agrandir le champ de la résolution de problèmes, augmenter la motivation et encourager la découverte, l'exploration et la créativité. Le constat, dix-huit ans après, est que non seulement les calculatrices ont échoué dans la refonte des programmes mais qu'elles ne sont même pas utilisées dans la plupart des classes de mathématiques. Ainsi, ils citent une étude qui indique qu'environ 90% des étudiants ont accès à une calculatrice chez eux, tandis que seulement 20% en disposent dans les classes de mathématiques. Considérant l'introduction des calculatrices comme une innovation, l'une des causes de ces résultats décourageants provient, d'après ces chercheurs, non de l'inadéquation de cette innovation mais du manque d'implication des enseignants dans son développement. Ils affirment aussi que les décisions autoritaires ne peuvent produire que des changements à court terme simples et «cosmétiques», mais que des structures participatives sont nécessaires pour promouvoir des modifications durables.

En France, on constate, en formation initiale ou continue, que les propositions d'utilisation des calculettes suscitent parfois des réactions de rejet très vives de la part de certains enseignants. Une future institutrice parlait même de démissionner si l'usage des calculettes venait à se généraliser dans l'enseignement primaire, jugeant que cela remettrait en cause le sens même de son rôle d'enseignant.

Problématique

Sur la base de ces constats, recherches et propositions, il apparaît que les enseignants, et plus exactement les idées que se font les enseignants du rapport entre l'apprentissage du calcul et l'utilisation des machines, constituent un frein au développement de l'usage des calculettes dans les classes. Comprendre quelles sont ces opinions et sur quoi elles se fondent devrait permettre de mieux situer les obstacles à franchir. Cette réflexion débouche sur le problème général du statut que peuvent avoir ces outils dans l'éducation et de leur mode d'intégration dans les classes. ***L'objet du présent article est d'étudier ces deux questions : les opinions des enseignants sur l'usage éducatif des calculettes et le statut que peuvent avoir ces calculettes dans l'éducation.***

Cette problématique peut en fait être élargie à l'usage d'outils dans l'éducation. En particulier, l'intégration des ordinateurs est encore rendue difficile à cause de leur relative pénurie. Lorsque cet obstacle sera franchi, c'est-à-dire «lorsque chaque élève et chaque enseignant auront son ordinateur portable en permanence sous la main» (Hebenstreit, cité dans Amalberti 92), on se retrouvera dans une situation assez analogue à celle des calculettes¹. L'expérience montre que le problème sera loin d'être

¹Remarquons que l'ordinateur portable n'est en quelque sorte que la carcasse et poser le problème de son intérêt éducatif est sans objet. Par contre, l'usage d'applications spécifiques disponibles sur ces ordinateurs introduit une situation assez comparable à celle des calculettes. Se posera alors sérieusement le problème du rapport entre ces logiciels, leurs performances, et les matières à enseigner.

résolu² ! En se restreignant aux calculettes, on n'est plus dans une situation de pénurie, on évite les problèmes délicats liés à la conception d'épreuves de concours pour lesquelles les outils seraient autorisés et les inégalités dues à la non homogénéité de ces outils (les calculatrices, suivant leur prix, ont des performances très différentes). La question posée est de savoir comment l'éducation s'accommode d'outils facilitateurs qui sont en décalage par rapport à sa propre logique et en quoi l'opinion des enseignants peut être un obstacle. Avec les calculettes, se cristallisent de nombreuses questions fondamentales dans un cadre dépouillé, ces outils ne nécessitant aucune expertise particulière pour fonctionner.

OPINIONS DES ENSEIGNANTS

Bitter et Hatfield (1993), qui mènent une étude pour évaluer les différences d'attitude vis-à-vis de l'usage des calculatrices entre le début et la fin d'une année scolaire, citent les principaux arguments contre l'usage des calculatrices par des jeunes enfants :

1. Les compétences de base en mathématiques vont se détériorer si les calculatrices sont utilisées pour faire les calculs.
2. La calculatrice va devenir une béquille qui va provoquer un déclin dans les scores des élèves américains.
3. Introduire la calculatrice trop tôt va entraver le développement des aptitudes mathématiques des élèves.
4. L'évaluation précise des compétences des élèves ne sera plus possible si l'usage des calculatrices est autorisé durant les tests.

D'après ces auteurs, les chercheurs ont cependant démontré que l'usage des calculatrices n'avaient pas de tels effets désastreux. Néanmoins, les objections précédentes portent essentiellement sur des problèmes d'apprentissage, il semble que des conceptions plus profondes expliquent les réticences de nombreux enseignants.

Pour mieux comprendre les opinions des enseignants concernant l'usage des calculettes à l'école élémentaire, nous avons tout d'abord mené divers entretiens auprès d'instituteurs en formation initiale. Ensuite, nous avons fait passer un questionnaire à des instituteurs en formation continue à l'IUFM de Créteil (ceci a fait l'objet d'un travail de mémoire professionnel, Le Floc'h 93). Nous essayons de brosser un portrait des résultats que nous avons pu obtenir (nous ne nous attacherons pas à produire des résultats quantitatifs, mais tenterons de faire ressortir les attitudes les plus répandues).

Bilan des entretiens

La pensée des détracteurs de l'usage des calculettes dans l'éducation correspond fondamentalement au syllogisme suivant :

²A cet égard, on peut noter la réaction d'un étudiant en histoire-géographie lors d'un entretien (Baron & Bruillard 1993) à la question sur l'usage de l'informatique en éducation : «Je trouve ça bien à condition de ne pas en abuser, dans les petites classes c'est peut-être pas une très bonne chose (...) c'est sauter les étapes, c'est comme faire du calcul avec une calculatrice.».

1. Les élèves ne savent plus calculer.

2. Or, ils font un usage abusif des calculettes.

3. Donc, les calculettes sont responsables de la maîtrise insuffisante des élèves au niveau du calcul ou, d'une manière plus faible, constituent un obstacle à la maîtrise des calculs.

En ce qui concerne la première allégation, on peut d'abord introduire quelques observations. Le constat, bien qu'il semble relativement partagé, est essentiellement subjectif. C'est une proposition qui rappelle les affirmations sur la baisse de niveau des élèves. Cela caractérise plus l'idée que se font les enseignants des capacités de leurs élèves, compte non tenu des modifications qui ont été effectuées dans les programmes et dans le public scolaire. D'ailleurs ceci n'est peut-être pas spécifique des élèves, les occasions d'effectuer des calculs étant relativement rares (sauf pour certains professionnels qui se reposent souvent sur leurs calculettes ou leurs machines enregistreuses). De nombreux adultes d'un bon niveau scolaire ont ainsi des compétences en calcul (mental ou posé) très discutables (quel est le niveau de maîtrise de la division chez divers adultes ?). Cependant, en laissant de côté le bien fondé de cette assertion, il faut néanmoins pouvoir préciser quels calculs les élèves ne sont plus à même d'effectuer, c'est-à-dire des algorithmes écrits traditionnels, du calcul mental, des phases de calcul insérées dans des exercices plus complexes, ... et si leur maîtrise doit toujours faire partie des objectifs d'apprentissage.

La deuxième allégation sous-entend une dépendance des élèves vis-à-vis de leur calculatrice³. Elle devient un **réflexe** qui les empêchent de réfléchir. Autrement dit, ils en sont tributaires : si la calculatrice tombe en panne, si on enlève la calculatrice, ils s'arrêtent. Ils ne font plus d'effort. La calculatrice est un « oreiller de paresse » (selon l'expression citée par Pochon 92), un gadget qui rend le travail trop facile (idée de la « loi de l'effort » de Thorndike). La ressemblance entre les calculettes et les jeux vidéo portables renforce cette idée de jouet dont on devient l'esclave antinomique avec les contraintes de travail garantes de l'apprentissage. L'idée d'usage abusif sous-entend aussi le fait que les élèves ont recours à leur calculatrice dans des situations non pertinentes et qu'ils se fient trop à elle. En fait, il faudrait essayer d'analyser avec précisions les modes d'usage des calculatrices par les élèves, l'idée d'abusif correspondant peut-être à des usages qui ne sont pas ceux des adultes ou plutôt des enseignants. Il faut s'interroger aussi pour savoir si les élèves ont toujours les moyens de faire autrement, c'est-à-dire s'ils disposent des connaissances mathématiques nécessaires (dans le sens de connaître et de savoir appliquer) pour effectuer les calculs qu'on leur demande (comment simplifier des fractions complexes si l'on ne dispose pas de technique pour décomposer un entier en facteurs premiers). Une trop grande dépendance vis-à-vis de la calculatrice peut ainsi être un révélateur de carences sur le plan des connaissances.

³On fait souvent un parallèle entre les calculatrices et les tables de logarithmes ou les règles à calcul pour montrer que certains outils ont déjà été intégrés à l'enseignement des mathématiques. Il faut cependant remarquer deux différences essentielles. Tout d'abord ces outils s'adressaient à un public plus âgé et nécessitaient une expertise non triviale pour être utilisés. Ils correspondaient à une forme de tolérance vis-à-vis des mathématiques de l'ingénieur. Ensuite, on peut considérer ces outils comme auto-limitants, leur relative complexité les rendant impropres aux calculs élémentaires.

Le moteur du syllogisme consiste en fait dans une relation causale. Les élèves utilisent leur calculatrice pour trouver des résultats qu'ils devraient être capables d'obtenir mentalement. Ils pratiquent moins, ce qui ne renforce pas leurs compétences en calcul, donc ils ne s'exercent plus mentalement (c'est en faisant que l'on sait faire), leur calculatrice est dans ce cadre un substitut, une prothèse qui conforte leur infirmité.

Cette idée d'infirmité est centrale et s'associe à une grande méfiance des prothèses technologiques : que faire si la prothèse manque ? Cela s'associe à la crainte d'une certaine perte de pouvoir du maître conduisant à une volonté de contrôler la machine en limitant les usages.

Deux autres arguments importants doivent être cités :

- l'aspect «non concret» de la calculatrice ou plus exactement, le fait que l'outil ne montre pas ce qu'il fait (il fournit uniquement un résultat) et n'aide en rien à la maîtrise de la numération. L.O.Pochon cite à ce propos la réaction de bon sens d'un élève de 5ème année : «Si on sait pas calculer, c'est pas la calculatrice qui va m'apprendre le calcul».

- une opinion de nature globale (correspondant plutôt à une vision «parent d'élève») dans la croyance à l'incapacité globale du système à prendre en compte valablement ces outils.

Les entretiens nous ont permis de préciser les opinions de futurs enseignants du primaire concernant l'usage des calculatrices à l'école élémentaire. Nous avons voulu compléter ce panorama avec l'avis d'enseignants en poste en les interrogeant sur leurs pratiques. A cet effet, nous avons conçu un questionnaire léger⁴.

Principaux résultats du questionnaire

Ce questionnaire a été soumis à des instituteurs venant en formation continue à l'IUFM de Créteil au cours de la première demi-journée (accueil des stagiaires). Il a été rempli directement lors de sa remise. Les stages concernés correspondent à des thèmes différents centrés sur le cycle II ou le cycle III. Un peu moins de la moitié des enseignants travaillent en maternelle (ils ne sont pas censés employer une calculatrice dans leur classe). L'échantillon est petit et n'est pas nécessairement représentatif. Le contexte a aussi pu favoriser une certaine mansuétude vis-à-vis de l'usage des calculatrices. Les résultats obtenus n'ont donc qu'un aspect indicatif.

98 personnes ont répondu (86 femmes et 12 hommes). La plupart d'entre elles (84) possèdent une calculatrice et près de la moitié s'en sert souvent ou très souvent. Le suivi des comptes bancaires est l'usage majoritaire, déclaré par 70% (59 sur 84). 24 personnes disent utiliser leur calculatrice pour effectuer leurs calculs en classe. Ces résultats confirment le fait que la calculatrice est un outil socialement intégré.

⁴Ce questionnaire se compose de quatre parties : (1) informations de nature générale, (2) usage personnel d'une calculatrice, (3) usage scolaire des calculatrices et (4) opinions sur l'usage éducatif des calculatrices.

Les deux tiers déclarent utiliser ou avoir utilisé la calculette en classe, quasiment tous en cycle III (50 en CM₂, 65 en CM₁, 26 en CE₂ et 1 en grande section), essentiellement en mathématiques. Une question ouverte demandait de préciser pour quelles activités. Les réponses les plus fréquentes ont été : la vérification des résultats (28), la résolution de problèmes (28) et le fait (pour les élèves) de savoir utiliser une calculette (16). L'usage est cependant plutôt occasionnel. *Seulement une personne sur cinq déclare avoir mené des séquences pour expliquer le fonctionnement d'une calculette et à la question «l'usage de la calculette en classe a-t-il modifié vos pratiques», uniquement deux personnes répondent par l'affirmative.*

Près des trois quarts pensent qu'il faut utiliser une calculette à l'école primaire. Cependant la majorité pense qu'il ne faut le faire qu'à partir du cycle III.

A partir de quelle classe faut-il utiliser la calculette

collège	CM	CE ₂	CE ₁	CP	GS	sans réponse
1	28	15	10	8	3	33

Voici leurs réponses face à différentes affirmations sur l'usage des calculettes :

	oui	non	sans opinion
Il ne faut pas utiliser une calculette durant l'apprentissage initial des techniques opératoires	54	30	14
L'usage des calculettes constitue un obstacle important au calcul mental	29	52	17
La maîtrise d'une calculette doit être un objectif d'apprentissage de l'école élémentaire	47	31	20
En général, les enfants du collège savent utiliser correctement une calculette	42	11	45

Pour la première opinion, ce sont bien les mêmes qui pensent qu'il ne faut pas utiliser les calculettes avant le cours moyen et que l'apprentissage des techniques opératoires doit être antérieur à l'usage des machines. Concernant la maîtrise de la calculette, près du tiers considère que ce n'est pas un objectif de l'école élémentaire, mais ils restent dubitatifs quant au niveau acquis au collège.

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. L'image qui se dégage est celle d'un corps étranger que l'on tolère occasionnellement dans des situations déterminées ou pour des tâches très circonscrites. C'est une aide précieuse pour la résolution de problèmes, mais il semble important d'en limiter l'usage pour la vérification de résultats (fonction redondante). Enfin, pour la très grande majorité des instituteurs, l'apport des calculettes ne modifie pas les pratiques d'enseignement.

Une étude menée par Luc Trouche (1993) sur l'usage des calculatrices graphiques au lycée fournit des résultats très similaires. Il met en évidence la différence de statut de ces objets pour les enseignants et les élèves. Pour les premiers, la calculatrice n'est qu'un gadget sans légitimité mathématique et son apport modifie rarement leur enseignement. Pour les seconds, c'est un objet qui «(dé)montre les propriétés des fonctions». Trouche défend l'idée que la manipulation d'une calculatrice graphique n'a rien de naturel et qu'une utilisation non maîtrisée peut avoir des effets importants sur la construction des connaissances mathématiques. C'est le contrepied des opinions dominantes des enseignants et des élèves pour lesquels la maîtrise de cet outil ne nécessite aucun apprentissage particulier. Une publicité télévisuelle sur une marque de calculatrice, que nous ne nommerons pas, illustre bien l'ambiguïté de la situation actuelle. Le slogan est le suivant : «Les graphiques de XXX, ça ne se discute pas» (sic).

Ainsi, le problème du statut scolaire de la calculette, et plus généralement des outils, se pose de manière cruciale. Ceci suppose déjà de comprendre le rôle de ces outils dans le contexte social, hors de l'école, puis de déterminer leurs liens avec les connaissances censées être acquises durant la scolarité.

QUEL STATUT SCOLAIRE POUR LA CALCULETTE ?

Pour mieux comprendre le rôle joué par les outils dans les activités sociales, nous allons nous appuyer sur les analyses du sociologue de la connaissance H.M.Collins. Il considère les calculettes comme des prothèses sociales destinées à remplacer des personnes humaines au sein des communautés : «de la même façon qu'un cœur artificiel s'ajuste à un corps humain, la calculatrice de poche s'ajuste à notre organisme social là où, jadis, on trouvait un mathématicien» (Collins 92). La calculette ne fait pas d'arithmétique (au sens plein du terme), car «la bonne réponse» ne se limite pas au résultat numérique, il faut savoir à quoi sert le calcul dans les autres contextes de l'existence sociale. L'une des raisons qui peut nous faire croire le contraire se trouve dans la manière si naturelle que nous avons de l'aider et de remédier à ses défaillances **sans y prêter attention** (ibid p.94). Ces capacités sont invisibles, souvent méprisées et sous-estimées quand elles sont décrites. En ce sens, les calculettes sont en fin d'évolution, non qu'elles soient adaptées, mais du fait qu'il n'y a plus d'expertise nécessaire à leur emploi.

Cette capacité à compenser les défaillances des machines (Collins propose le concept d'**asymétrie interprétative**, processus à sens unique grâce auquel nous rectifions les défauts des interactions des machines, alors qu'elles ne peuvent rectifier les nôtres) s'apprend au cours de la socialisation. C'est un savoir-faire impossible à expliciter complètement car il repose sur la compréhension de ce qui est culturellement acceptable (ibid p.259). Cette capacité est cependant indispensable pour que le groupe social puisse continuer de fonctionner comme auparavant. Naturellement, le groupe doit avoir la compétence requise et la volonté de pallier ces défaillances (ce qui pose le problème scolaire d'acquisition de cette compétence).

Pour résumer, les visions actuelles du rôle des calculettes oscillent autour de l'opposition entre **prothèse individuelle et prothèse sociale**. Cette vision

sociale s'oppose à la vision individuelle qui est au cœur des arguments des opposants à l'usage scolaire des calculettes. Ceux-ci voient dans les machines des béquilles dont on risque d'être esclave, ce qui implique de pouvoir s'en passer. Or, pour éviter la tyrannie des machines, le problème n'est pas de se substituer à elles (sinon pourquoi les construire !), mais de s'assurer que leurs décisions ne sont pas seulement contrôlables mais réfutables. C'est sur ce dernier point que devrait porter l'attention des enseignants. Pour en revenir au slogan publicitaire que nous avons évoqué, le problème est justement de pouvoir discuter les résultats fournis par un outil.

Outil pédagogique ou auxiliaire de résolution

Sur la base de l'analyse précédente, on peut tenter de clarifier le statut des calculettes dans l'école et les raisons pour lesquelles il est utile de les introduire.

On peut tout d'abord les considérer comme des outils pédagogiques, permettant une nouvelle approche des concepts, introduisant des situations intéressantes et ouvrant la voie à des mathématiques de nature plus expérimentale. D'un autre côté, on peut les voir comme des outils avant tout mathématiques, leur usage étant partie prenante des mathématiques elles-mêmes, c'est-à-dire comme des auxiliaires de résolution. *L'idée développée dans ce texte est que l'introduction devrait s'appuyer sur l'idée d'auxiliaire de résolution non sur l'idée d'outil pédagogique.*

En effet, considérer les calculettes avant tout comme des outils pédagogiques conduit à une impasse. Cela leur confère un caractère facultatif et les rend virtuellement inutiles. Cela les assimile à des innovations, permettant un renouvellement des méthodes d'enseignement mais devant être comparées, au niveau de l'efficacité éducative, à d'autres méthodes. Chacun peut ainsi juger l'usage des calculettes comme non pertinent, ce qui justifie le statu quo (phénomène classique de leurre des innovations). De plus, cela amène une vision techniciste, justifiant un renouvellement incessant (s'appropriation des dernières machines encore plus performantes). On obtient une adhésion de surface de la part des enseignants, un accord autour de situations d'usage particulières sans prise en compte globale.

Il faut d'ailleurs remarquer que les calculettes ne sont pas conçues comme des objets pédagogiques. Elles n'apportent rien dans la compréhension de la numération de position, ne renseignent pas sur la façon d'effectuer les calculs, fournissent un simple résultat sans garder la trace du calcul. La création de situations d'apprentissage intéressantes impose un détournement ou un contournement des limitations technologiques imposées par la forme standard des calculettes.

Force est de constater que les instructions officielles renforcent ce statut pédagogique peu clair des calculettes. Ainsi, dans les instructions officielles pour les cycles (MEN 91), l'usage des calculettes est mentionné dans les compétences à acquérir en mathématiques :

- Cycle II : «savoir utiliser une calculette dans les situations où son usage s'avère pertinent».
- Cycle III : «utiliser une calculette».

La formulation alambiquée pour le cycle II inclut une notion de pertinence pouvant servir de prétexte à l'absence d'usage. Concernant le cycle III, le texte est plutôt lapidaire, on semble accepter une existence sans préciser quels liens les calculettes peuvent tisser avec les autres activités mathématiques. La limite est clairement indiquée par les réponses au questionnaire qui montrent que les enseignants utilisant les calculettes ne sont pas amenés à modifier leurs pratiques d'enseignement. De même, dans l'étude de Pochon, les élèves ne voient pas d'utilité aux calculettes sauf pour corriger ou vérifier leurs calculs.

Adopter une perspective d'auxiliaire de résolution conduit à donner comme objectif de **savoir résoudre AVEC les outils**, et donc d'apprendre à penser avec des objets. Les calculettes deviennent des outils intellectuels qui prolongent nos possibilités. Ainsi, si dans une vision pédagogique, l'acceptation des calculettes peut apparaître comme un mal nécessaire dont il faut compenser les effets néfastes, il s'agit ici plus d'articuler la maîtrise des outils avec les savoirs à acquérir. Il faut donc réexaminer les contenus d'enseignement du fait de l'existence de ces outils.

PROBLEMES D'USAGE

Si on accepte de considérer les calculettes comme des auxiliaires de résolution, savoir les utiliser devient un objectif d'apprentissage, non un simple moyen commode permettant de faire des calculs. Il devient nécessaire d'explicitier ce que peut recouvrir l'expression «savoir utiliser une calculette».

Tout d'abord, le fait de pouvoir mettre en oeuvre une séquence de touches ou connaître un simple mode opératoire ne peut être suffisant. Ceci peut s'acquérir comme une sorte d'effet de bord de la pratique et dans les relations entre pairs mais limiter la compétence à un tel savoir-faire conduit à des usages non optimaux ou peu assurés. Dans leur étude, Pochon et Perret (1988) notent que les élèves de cinquième année ne distinguent pas clairement les erreurs de calcul et les erreurs de frappe. Ils rapportent aussi la réaction d'un élève concernant le travail avec les calculatrices :

- Pourquoi trouves-tu que c'est super ?
- *On peut faire des calculs qu'on peut pas faire.*
- Tu peux donner un exemple ?
- *Euh... $5 - 3 = 2$.*

Cette anecdote illustre bien la difficulté de relier l'usage de la calculatrice à des savoirs encore peu établis. La relation entre la calculette et le savoir numérique de base est complexe. L'ergonomie de l'outil est loin d'être parfaite (ce qui ne semble pas gêner de nombreux utilisateurs, alors que l'on en fait un préalable pour les applications informatiques). Le fonctionnement de l'outil n'est pas très adéquat : il est impossible de vérifier les saisies effectuées, le sens de certaines touches n'est pas cohérent avec les mathématiques enseignées (le signe = comme touche d'effectuation, la non prise en compte des priorités d'opérateurs, ...). Savoir se servir de l'outil, c'est aussi connaître ces écarts et se garantir contre les limitations. Ainsi, par exemple, faire systématiquement des doubles saisies pour éviter les erreurs de frappe est souvent prudent, mais c'est contraire à la pratique habituelle où on cherche plutôt à vérifier le résultat, «recompter les opérations», qu'à vérifier la saisie. L'outil n'est pas neutre, il

impose des codages particuliers et peut amener des obstacles si les écarts et contradictions avec les mathématiques habituelles ne sont pas bien élucidés.

Savoir utiliser une calculette peut se traduire par savoir résoudre une classe de problèmes avec cet outil, pouvoir insérer son usage dans des activités mathématiques complexes. Il faut donc s'assurer que les élèves développent des compétences suffisantes pour contrôler et éventuellement réfuter ce que fournit la calculette, et pour interpréter les résultats obtenus. La question posée est alors de savoir ce qui peut fonder la confiance dans cet outil. En d'autres termes, diverses compétences numériques sont indispensables pour savoir utiliser rationnellement les calculettes, bases nécessaires de la confiance qu'on peut leur accorder. Or, dans la plupart des cas, ces compétences sont mises en exergue comme des compensations. Par exemple, il ne s'agit pas de considérer simplement les calculettes comme une occasion de travailler sur les ordres de grandeur mais bien d'asseoir l'usage raisonné des calculettes sur une maîtrise des ordres de grandeur.

L'introduction des calculettes comme des innovations invite à penser en termes de compensation. L'idée sous-jacente est qu'avec les calculettes, on perd quelque chose qu'il faut absolument réintroduire et renforcer à l'aide d'activités complémentaires. Les programmes et les propositions du CNP (Conseil National des Programmes) vont dans ce sens. De même, les chercheurs (par exemple, Houdement & Peltier 85) prennent bien la précaution d'indiquer que toutes les séquences débutaient par un quart d'heure d'entraînement au calcul mental. La perspective défendue dans ce texte est que l'usage des calculettes entraîne des évolutions. Certaines compétences deviennent obsolètes, d'autres par contre acquièrent une importance plus grande. Il s'agit bien de combiner et d'articuler calcul mental, calcul écrit et calcul sur machine.

Le dernier point concerne le lien entre les calculettes et les compétences numériques de base, numération et techniques opératoires. Les modes opératoires des calculettes renseignent peu sur les techniques de calcul. D'un autre côté, la connaissance des techniques n'est pas obligatoire pour l'usage des calculettes et ne constitue a priori pas un préalable. L'articulation entre les deux est finalement quelque chose d'encore assez peu étudié. Certaines techniques de calcul un peu lourdes seront peut-être abandonnées (peut-être la division, comme l'algorithme de calcul d'une racine carrée n'est plus enseigné en collège), du moins leur maîtrise ne sera peut-être plus exigée.

Déterminer quelle est l'incidence réelle du travail à propos des techniques opératoires sur la maîtrise des notions de base en mathématiques reste à préciser. Il y a certainement des effets de bord intéressants liés à la pratique des calculs écrits, mais d'autres activités devraient tout aussi bien les occasionner. Comment s'opère l'articulation entre l'usage des calculettes et l'apprentissage des techniques opératoires ? On peut adopter diverses positions, c'est-à-dire permettre l'usage des calculettes :

1. APRES la maîtrise des techniques : ceci en fait un préalable dont on comprend mal la nécessité ;

2. **APRES l'apprentissage des techniques** : c'est une exigence plus faible mais qui relie usage et connaissance des techniques ;

3. **CONJOINTEMENT à l'apprentissage des techniques** : forme qui peut mettre en évidence une absence de nécessité de maîtrise effective des techniques de calcul ;

4. **SANS nécessairement connaître les techniques sous-jacentes** : cela revient à admettre l'indépendance entre les techniques de calcul et l'usage des calculettes.

La question qui se pose est : doit-on être potentiellement capable de retrouver les techniques sous-jacentes, c'est-à-dire de remplacer la machine si le besoin s'en fait sentir ? La réponse ne peut être universelle, mais il semble qu'elle ne peut être pour l'instant qu'affirmative compte tenu de l'organisation et des objectifs actuels de l'enseignement. En l'absence de recherches plus précises sur les liens avec l'apprentissage de la numération et des techniques de calcul, il est difficile d'adopter une position tranchée. Notons cependant que l'**usage du boulier** dans d'autres cultures est assez similaire à celui de l'usage actuel des calculettes. L'étude des rapports entre la maîtrise des calculs avec le boulier et les connaissances mathématiques de base devrait fournir des indices importants.

CONCLUSION

La perspective défendue dans ce texte est celle du statut d'auxiliaire de résolution donné aux calculettes dans l'enseignement. Ceci dépasse le cadre des innovations et permet de poser d'une manière plus claire le rapport entre l'usage de tels outils et la maîtrise du calcul. On peut d'ailleurs imaginer que l'usage des calculatrices pourra modifier graduellement notre manière de penser par intériorisation de son fonctionnement (Pochon 92). Des travaux sur les représentations qu'ont les élèves de ces objets devraient être menés.

Néanmoins, cette approche recèle un paradoxe. En effet, elle nécessite un consensus social et ne peut être le fait d'individus isolés (le statut ne peut changer d'une classe à l'autre). Ce consensus ne peut être obtenu ni directement ni par extension progressive d'un phénomène d'innovation (qui ne peut avoir qu'un impact limité). Il faut que l'ensemble des acteurs acceptent l'usage des outils dans les situations standards. Cela suppose qu'il n'y ait plus de problème d'accès aux outils tout en assurant une homogénéité suffisante (contraintes d'égalité sociale) et que les directives générales les prennent en compte (programmes scolaires, examens et concours). Alors que les innovations sont bâties sur les différences (avec une sorte de norme scolaire), il s'agit d'installer la permanence. Cependant, la contrainte imposée à l'outil d'être socialement répandu s'oppose à la spécificité des activités scolaires. En d'autres termes, l'école peut-elle être un vecteur de diffusion de l'usage des calculettes ou doit-elle attendre que cela soit devenu une obligation sociale (que l'on doit absolument maîtriser pour ne pas être exclu) ? En comparant la calculette à une sorte de « stylo rapide » dont tout le monde est censé avoir la maîtrise, peut-elle être un objet scolaire avant que le corps social l'ait complètement intégrée ? On peut ainsi s'interroger sur les formes institutionnelles permettant le développement de l'usage des

calculatrices, les activités d'innovations sont peut-être encore nécessaires bien qu'antinomiques sur le plan du statut de ces outils.

BIBLIOGRAPHIE

AMALBERTI R. (1992). *Rapport du groupe "Calculatrices". Deuxième partie. Synthèse opérationnelle des propositions du groupe*, CNP, mai 1992.

APMEP (1979). *Calculatrices quatre opérations. Elementaire et premier cycle*. Publication de l'APMEP n°31.

BARON G.-L. & BRUILLARD E. (1993). *La prise en compte de l'informatique dans la formation des enseignants. Etude de cas dans un IUFM*. Rapport technique INRP 93-4-092, Paris, 65p.

BITTER G.G. & HATFIELD M.M. (1993). *Integration of the Math Explorer™ Calculator into the Mathematics Curriculum : The Calculator Project Report*, JI. of Computers in Mathematics and Science Teaching, 12 (1), pp.59-81.

BOULE F. (1980). *Calculatrices quatre opérations à l'Ecole*, IREM de Lille.

COLLINS H.M. (1992). *Experts artificiels - Machines intelligentes et savoir social*, Seuil, traduction française, mars 1992.

Conseil National des Programmes - CNP (1992). *Le calcul et les calculatrices*, Déclaration du Conseil National des Programmes, Ministère de l'Education Nationale et de la Culture, Octobre 1992.

HOUEMENT C. & PELTIER M.-L. (1985). *Calculatrices et mathématiques. Expérimentations au CM2*, IREM de Haute-Normandie.

Le FLOC'H P. (1993). *Etude sur l'utilisation des calculatrices de poche à l'école primaire*. Mémoire professionnel, IUFM de Créteil.

Ministère de l'Education Nationale - MEN (1991). *Instructions officielles : les cycles à l'école primaire*, CNDP, Hachette Ecoles, Paris.

POCHON L.-O. (1992). *Eléments pour un débat. La calculatrice à l'école, Les enfants ne savent pas encore utiliser leur calculatrice*, Educateur n°8, novembre 1992.

POCHON L.-O., PERRET J.-F. (1988). *Une expérience d'utilisation d'une calculatrice en classe de cinquième année*, Institut Romand de Recherches et de Documentation Pédagogiques, 88.110, septembre 1988.

TROUCHE L. (1993). *Calculatrices graphiques : la grande illusion*. A paraître dans Repères, IREM, Novembre 1993.

WILLIAMS S.E., COPLEY J.V., HUANG S.-Y.L. & BRIGHT G.W. (1993). *Effect of Teacher Involvement in Curriculum Development on the Implementation of Calculators*. JI. of Technology and Teacher Education, 1 (1), pp.53-62.