



HAL
open science

Plus-value et valeur didactique des technologies numériques dans l'enseignement. Esquisse de théorisation.

Teresa Assude, Catherine Loisy

► To cite this version:

Teresa Assude, Catherine Loisy. Plus-value et valeur didactique des technologies numériques dans l'enseignement. Esquisse de théorisation.. *Revista Quadrante*, 2009, 18 (1-2), pp.7-28. hal-00848177

HAL Id: hal-00848177

<https://hal.science/hal-00848177>

Submitted on 1 Jun 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.

**PLUS-VALUE ET VALEUR DIDACTIQUE DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES DANS
L'ENSEIGNEMENT
ESQUISSE DE THÉORISATION**

Teresa Assude & Catherine Loisy

UMR ADEF, Université de Provence & EDUCITICE, INRP

t.assude@aix-mrs.iufm.fr & catherine.loisy@inrp.fr

Résumé

Lors d'enquêtes auprès d'acteurs à propos des facteurs favorisant l'intégration des technologies numériques, l'un des arguments souvent cité est celui de la plus-value de ces technologies. Dans cet article, nous voulons rendre opérationnelle la notion de plus-value didactique en prenant comme point d'appui la notion de valeur didactique. Pour cela, nous utiliserons des données issues d'un projet de recherche intitulé GUPTEN (Genèses d'usages professionnels des technologies par des enseignants).

Mots-clé : valeur didactique – plus-value didactique – technologies numériques

Resumo

Um dos argumentos, que aparece várias vezes nas respostas a questionários sobre os factores benéficos para a integração das tecnologias numéricas no ensino, é o da “mais-valia didáctica”. Este artigo pretende operacionalizar esta noção de “mais-valia didáctica” a partir da noção de “valor didáctico” e para isso vamos utilizar dados dum projecto de investigação cujo título é GUPTEN (Génese do uso profissional das tecnologias pelos professores)

Palavras-chave: valor didáctico ; mais-valia didáctica ; tecnologias numéricas

Le système éducatif en France est régi par un socle commun des connaissances et des compétences qui est présenté comme « le ciment de la nation ». Ce socle apparaît comme l'ensemble minimum de connaissances et de compétences que les élèves doivent acquérir et partager en France à la fin de la scolarité obligatoire. De ce point de vue, c'est un cadre de référence qui est censé définir un espace équitable bâti à partir de sept piliers. L'un de ces piliers est la « maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication » et

nous pouvons lire dans un document officiel du Ministère de l'Éducation Nationale (MENESR, Le socle commun des connaissances. Décret du 11 juillet 2006, page 15) :

« La culture numérique implique l'usage sûr et critique des techniques de la société de l'information. Il s'agit de l'informatique, du multimédia et de l'internet, qui désormais irriguent tous les domaines économiques et sociaux.

Ces techniques font souvent l'objet d'un apprentissage empirique hors de l'école. Il appartient néanmoins à celle-ci de faire acquérir à chaque élève un ensemble de compétences lui permettant de les utiliser de façon réfléchie et plus efficace. »

Ce texte fait référence à la « culture numérique » comme incluant l'usage de techniques, informatique, multimédia et Internet. En se référant à l'usage « sûr », le texte renvoie à la maîtrise des techniques mais le texte réfère également à l'usage « critique », épithète qui renvoie à un usage distancié : il ne s'agit pas seulement de savoir utiliser les outils mais de véritablement construire des compétences qui comprennent des dimensions autres que la dimension praxéologique. Par ailleurs, le texte attribue à l'école la prise en charge de la formation des compétences des élèves sur ces questions : on attend des élèves une utilisation réfléchie, donc, mais également efficace.

De quelle efficacité s'agit-il ? Le problème de l'efficacité en éducation est un problème complexe où de multiples facteurs entrent en jeu, sans qu'il soit évident de déterminer des causes simples produisant des effets prévisibles.

Le texte cité ci-dessus insiste sur une dimension particulière : la construction des compétences des élèves à l'usage des technologies. Le référentiel C2i2e (Certificat Informatique et Internet, niveau 2 enseignant)¹ qui définit les compétences des enseignants relatives aux technologies numériques met en exergue les compétences liées au développement professionnel des enseignants, les compétences permettant de favoriser les apprentissages généraux des élèves et les compétences visant à évaluer les activités instrumentées des élèves mais il ne fait jamais référence à des activités visant la construction des compétences TICE² des élèves (Loisy, 2009). Au contraire, le texte que nous citons dévolue cette formation aux enseignants, malgré les apprentissages empiriques en dehors de l'école, celle-ci doit « néanmoins » faire acquérir les compétences aux élèves. Or, les recherches sur les technologies dans l'éducation depuis quelques années montrent que leur mise en œuvre n'a rien d'évident et que nombre d'enseignants résistent de diverses manières à leur intégration, et précisément pour ce qui concerne plus particulièrement les activités instrumentées des élèves.

Plusieurs niveaux d'analyse peuvent être convoqués pour identifier les différents types de facteurs qui peuvent favoriser ou inhiber les changements voulus par l'institution scolaire. Nous montrons (Assude, Buteau & Forgasz, 2009) certains de ces facteurs concernant l'intégration des technologies numériques dans l'enseignement des mathématiques à partir de quatre niveaux d'analyse: social et culturel; mathématique et épistémologique; institutionnel et scolaire ; classe et système didactique. Dans la conclusion de ce travail, nous indiquons :

« It is interesting to note that across the many studies reported above from different national and international settings spanning more than a decade, similar factors were identified as encouraging or inhibiting mathematics teachers' use of technology for mathematics learning. Access to technology was a notable factor that served to encourage many mathematics teachers and also appeared to act as a barrier to others. It seems, too, that institutional or

¹ Nous précisons plus loin ce que c'est le C2i2e.

² Technologies de l'Information et de la Communication Éducatives

didactical factors – access to hardware, software issues, professional development needs, technical support and resources – appear to outweigh personal factors, such as confidence, in preventing teachers from using technology in their mathematics teaching. But some teachers are not persuaded of the value of technological changes for mathematics learning. »

L'étude des changements pose la question de la valeur de ceux-ci, par exemple, la question de la « plus-value » des technologies est souvent évoquée par les enseignants dans les discours sur les technologies comme frein au changement quand cette plus-value n'est pas perçue, comme moteur du changement lorsqu'elle est perçue. Dans cet article, qui a une visée essentiellement théorique³, nous voulons aborder le problème de l'efficacité potentielle des technologies numériques dans l'enseignement à partir de la notion de « valeur ».

Dans un premier temps, nous aborderons la notion de « valeur » en présentant une typologie des valeurs et en définissant un « modèle » qui nous permettra de parler d'efficacité potentielle des technologies numériques dans l'enseignement et la formation. Nous présenterons ce modèle à partir de résultats d'un travail de recherche sur les usages des calculatrices à l'école primaire fait dans le cadre du projet GUPTEN (Genèses d'usages professionnels des technologies par des enseignants). Dans un deuxième temps, nous confronterons ce modèle à d'autres données issues d'une recherche conduite dans le cadre de ce même projet et qui concernent l'étude de la mise en place du C2i2e dans la formation des maîtres à l'IUFM (Institut Universitaire de Formation des Maîtres), étude que nous présenterons brièvement.

Le but essentiel de l'article étant l'élaboration d'un modèle théorique (partie 2) pour préciser les notions de « valeur didactique » et « plus-value didactique », les deux recherches sont des exemples qui assument des fonctions complémentaires : le premier permet de faire une esquisse du modèle théorique (partie 1), le deuxième exemple permet une première ébauche de mise à l'épreuve (partie 3). Finalement nous discuterons (partie 4) des liens entre les notions de « valeur » et « efficacité potentielle » des technologies numériques.

1 – Changements et résistances

Un certain nombre de travaux internationaux ont constaté qu'il existe un écart important entre la volonté politique et institutionnelle d'intégrer les technologies numériques à l'école et les pratiques effectives en classe (Kynigos et alii 2007 ; Hoyles & Lagrange 2009). Nous nous sommes aussi intéressées au problème des conditions et des contraintes d'intégration des technologies numériques (Assude & Gélis 2002, Assude 2007, Assude, Buteau & Forgasz 2009).

Dans le cadre du projet GUPTEN, nous avons pris un cas particulier de technologies numériques : les calculatrices à l'école primaire. Ce choix était dicté par le paradoxe suivant : les calculatrices existent dans le curriculum officiel depuis vingt ans mais leur intégration dans les classes est encore négligeable. Pourtant, l'accès matériel, le coût et la prise en main de l'outil n'apparaissent pas comme des arguments empêchant les acteurs de développer leurs usages des calculatrices, nous pouvons donc considérer que ce n'est pas là que réside le problème. Pourquoi cette difficulté à intégrer dans les classes un outil technologique qui est très accessible du point de vue des conditions matérielles ? Du point de vue de l'institution, nous pouvons parler d'inefficacité des injonctions officielles dans les pratiques de classe mais

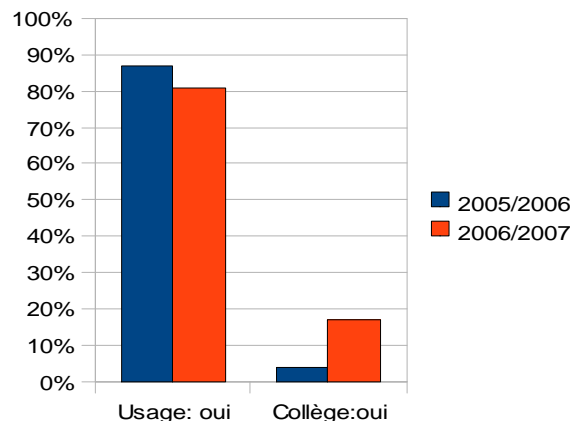
³ Étant donné cette visée théorique, nous n'insisterons pas sur la méthodologie du projet GUPTEN.

nous voulons savoir, du point de vue des acteurs, quelles étaient leurs rhétoriques à ce propos. Nos questions de recherche étaient :

- quels sont les discours des enseignants de l'enseignement primaire (et en particulier les enseignants stagiaires) à propos de l'utilisation des calculatrices à l'école primaire ? Comment peut-on identifier des types de résistances à partir des différentes rhétoriques mises en avant dans ces discours ?
- quelles sont les pratiques évoquées par les stagiaires comme étant susceptibles d'être mises en œuvre dans leurs classes ?
- quels rapports entre ces discours et pratiques et la formation dispensée à l'IUFM ? Comment les formateurs s'appuient-ils sur ces discours pour faire évoluer le rapport des enseignants aux technologies ?

Dans le cadre du projet GUPTEN, nous avons décidé de travailler avec des professeurs d'école⁴ stagiaires du premier degré (PE2) et des professeurs d'école titulaires première année (T1) de l'académie d'Aix-Marseille. Pour aborder le problème du discours et des pratiques évoquées, nous avons élaboré un questionnaire avec des questions fermées et des questions ouvertes que nous ne présentons pas ici (voir Assude 2007). Nous avons fait passer ce questionnaire à 118 PE2 pendant l'année 2005/2006, à 104 PE2 et 27 T1 pendant 2006/2007. Voilà quelques-uns des résultats des réponses à ce questionnaire.

Les stagiaires et les néo-titulaires pensent-ils qu'il faut utiliser la calculatrice dès l'école primaire ou bien reporter la formation à cet outil au collège ?

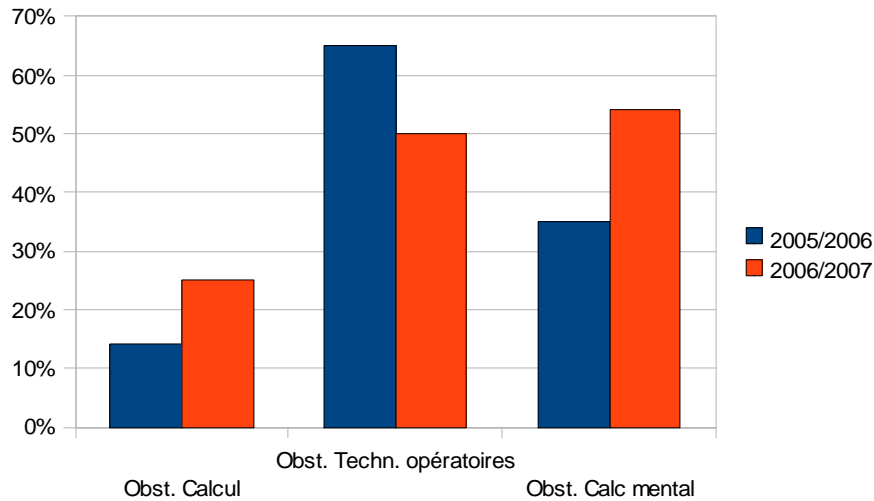


Graphique 1 . Évolution du point de vue des répondants concernant l'importance de l'usage des calculatrices en primaire et le report de ces usages généraux au collège

Comme nous pouvons le voir dans le graphique 1, plus de 80% des répondants affirment qu'il est important d'utiliser les calculatrices à l'école primaire (87% disent oui en 2005/2006, 81% en 2006/2007) mais il existe toutefois certains PE2 qui affirment que ce serait mieux d'introduire cet outil au collège (4% en 2005/2006, 17% en 2006/2007).

Les stagiaires et les néo-titulaires ont été interrogés sur ce qui leur semble des obstacles à l'utilisation des calculatrices à l'école primaire.

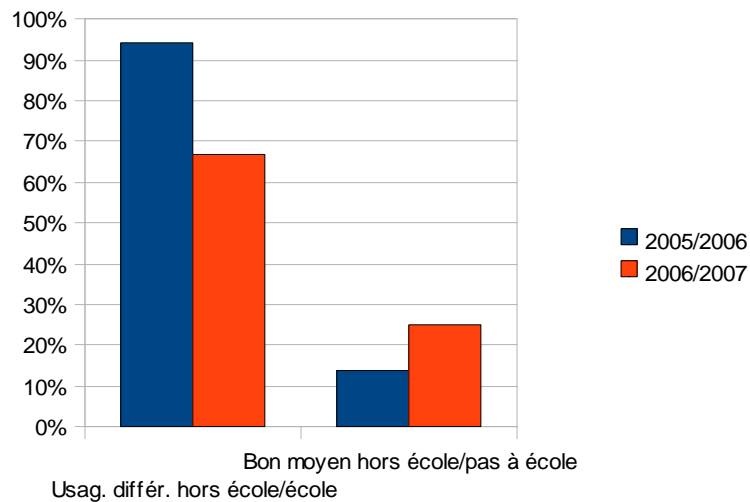
4 Professeurs intervenant à l'école primaire.



Graphique 2. Obstacles sur l'usage des calculatrices

Le graphique 2 montre que si cette importance est « acquise » (au moins dans le discours) il demeure toutefois un certain nombre de répondants qui considèrent que la calculatrice est un obstacle pour que l'élève apprenne à calculer en général (14% en 2005/2006, 25% en 2006/2007). Ce pourcentage est encore plus important pour opposer deux types de calcul (calcul mental et calcul instrumenté en utilisant la calculatrice) car 35% en 2005/2006, 54% en 2006/2007 affirment que cet outil est un obstacle au calcul mental. En outre, 65% en 2005/2006, 50% en 2006/2007 des répondants considèrent qu'il ne faut pas utiliser une calculatrice durant l'apprentissage initial du calcul posé en utilisant les techniques opératoires.

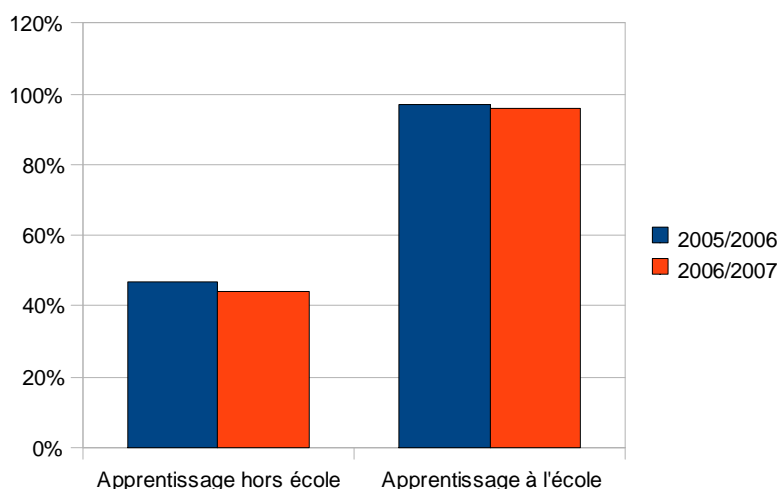
Les stagiaires et les néo-titulaires opposent l'école et la maison notamment au niveau des usages qui y sont fait des calculatrices.



Graphique 3. Usages différenciés à la vie et à l'école

Pour 94% en 2005/2006, 67% en 2006/2007 des répondants, il ne faut pas utiliser la calculatrice à l'école de la même manière qu'on l'utilise hors l'école et la calculatrice est un bon moyen de calcul hors l'école mais pas à l'école (15% en 2005/2006, 17% en 2006/2007), comme l'indique le graphique 3.

Les stagiaires et les néo-titulaires étaient interrogés sur la pertinence de l'apprentissage institutionnalisé des calculatrices.



Graphique 4 – Apprentissage des usages des calculatrices

Même si les répondants pensent que les élèves apprennent à se servir de cet outil en dehors de l'école (47% en 2005/2006, 44% en 2006/2007), ils affirment que les enseignants doivent apprendre aux élèves à se servir d'une calculatrice (97% en 2005/2006, 96% en 2006/2007), comme le montre le graphique 4.

Presque 90% en 2005/2006 et 87% en 2006/2007 des stagiaires et des néo-titulaires interrogés affirment qu'ils pensent utiliser la calculatrice dans leur pratique professionnelle. Nous ne savons pas ce qu'il en sera réellement mais il semble que les conditions existent pour générer des usages professionnels.

Nous avons mis en évidence une dialectique entre les changements et les résistances en ce qui concerne l'intégration des calculatrices à l'école primaire (Assude 2007). Les résistances ne sont pas forcément négatives et elles font partie des variables qu'on doit prendre en compte. Comme toute force appelle une réaction formant ainsi un système, de même tout changement induit une résistance formant ainsi un système qui permet de modéliser certaines des difficultés observées pour l'intégration. Nous avons identifié un certain nombre de résistances : des résistances personnelles et institutionnelles mais aussi des résistances symboliques, didactiques ou éthiques. Par exemple, en ce qui concerne les résistances symboliques nous avons évoqué les résistances liées aux rituels. Deux rituels apparaissent comme emblématiques des pratiques mathématiques à l'école primaire : le rituel des tables de multiplication et le rituel des techniques opératoires. Faire des mathématiques apparaît souvent, pour les parents et même pour certains enseignants, comme apprendre par cœur les tables de multiplication (le même phénomène ne se vérifie pas forcément par rapport aux tables d'addition) et apprendre les techniques opératoires. Or l'intégration des calculatrices pour certains acteurs (parents ou enseignants) apparaît comme allant contre ces rituels.

Certains de ces résultats apparaissent aussi dans le travail de Bruillard (1993) qui montrait déjà certaines des résistances personnelles des enseignants aux usages des calculatrices en avançant des arguments du type : les calculettes empêchent les élèves d'apprendre à calculer ou d'apprendre à réfléchir. Un autre travail qui met aussi en évidence un certain nombre de résistances dans les usages des calculettes dans l'enseignement spécialisé est celui de Favre et Christinat (2007). Ces auteurs catégorisent les résistances évoquées par les enseignants de la manière suivante :

- celles qui concernent les gestes professionnels à accomplir en classe (par exemple « *je n'ai pas eu de formation à l'usage de la calculatrice en classe et je ne sais pas quelles activités proposer aux élèves* ») ;
- celles liées à l'outil lui-même (« *La calculatrice rend les élèves passifs, dépendants. C'est comme les jeux vidéo.* ») ;
- celles liées au savoir calculer des élèves (« *Il faut que l'élève maîtrise les quatre opérations élémentaires avant de pouvoir utiliser la calculatrice* », ou « *Il faut que l'élève maîtrise le calcul mental avant de pouvoir utiliser la calculatrice* ») ;
- celles liées à l'usage personnel de l'enseignant(e) (« *J'ai fait toute ma scolarité jusqu'en 6^{ème} sans calculatrice, ils peuvent le faire aussi.* »)

Ils mettent aussi en évidence d'autres types de résistances spécifiques à l'enseignement spécialisé, comme la difficulté de maniement de l'outil par des élèves handicapés ou le surcroît de travail.

Ces résistances ne sont pas forcément négatives mais dénotent une réaction au changement induit par l'introduction de ces technologies numériques. Le problème se pose alors : comment l'institution, à travers les pratiques des acteurs, peut-elle faire en sorte que les usages des technologies soient plus efficaces ? Nous allons l'aborder à partir de la notion de « valeur » en essayant de faire une esquisse de théorisation de cette notion.

2 – Esquisse de théorisation des notions de « valeur didactique » et « plus-value didactique »

Comme nous l'avons dit, la valeur que les enseignants attribuent ou non aux technologies joue un rôle dans le changement. Mais de quelle valeur parle-t-on ? Il nous semble que cette « plus-value » ou cette valeur telle qu'elles apparaissent dans les discours doivent être précisées. C'est ce que nous proposons d'esquisser dans cette partie.

Pour le faire, nous partons des réponses au questionnaire sur les calculatrices à l'école primaire en France, et nous cherchons à identifier, à travers les rhétoriques justifiant l'usage ou l'absence d'usage des calculatrices, différents types de valeur ou de plus-value. Par « plus-value », nous entendons ce que les calculatrices apportent de plus ou d'autre par rapport à l'enseignement traditionnel, par « valeur », nous entendons la valeur intrinsèque des calculatrices que nous relevons à travers des expressions qui soulignent l'importance d'utiliser les calculatrices.

Lorsque les répondant disent qu'ils vont utiliser les calculatrices, leurs réponses aux questions ouvertes font assez souvent apparaître des éléments qui montrent l'importance des calculatrices et qui peuvent être interprétés comme relevant de la valeur intrinsèque des calculatrices. Par exemple, un stagiaire affirme qu'il va utiliser la calculatrice dans sa pratique professionnelle à n'importe quel niveau de classe parce que c'est « important » : « *Je pense qu'il est important d'utiliser la calculatrice à l'école primaire mais il faut bien choisir les situations dans lesquelles on l'utilise. On peut par exemple l'utiliser dans la résolution de problèmes pour alléger les calculs et permettre aux élèves de se centrer sur la procédure de résolution.* » Cet exemple montre que la valeur intrinsèque des technologies peut être dégagée.

Lorsque l'importance des calculatrices est affirmée, il apparaît dans les discours que leur usage peut apporter quelque chose à l'enseignement traditionnel, à condition d'envisager des situations d'enseignement et d'apprentissage où la calculatrice est utilisée effectivement ;

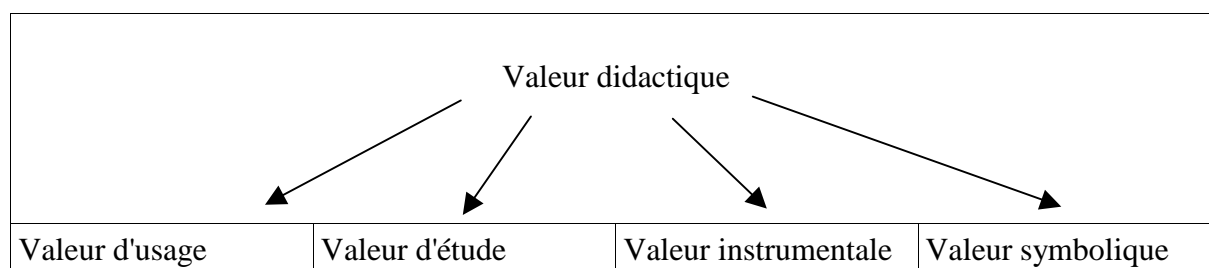
par exemple un autre répondant affirme : « *Faire que les élèves n'en deviennent pas dépendants mais qu'ils sachent l'utiliser à bon escient : comme outil de vérification ou comme aide pour aller plus vite (faciliter les calculs dans des problèmes avec beaucoup de nombres)* ». Ici, l'accent est mis sur une plus-value lors de l'usage des calculatrices, ces arguments mettent l'accent sur ce que l'on gagne lorsqu'on utilise la calculatrice : est-ce que les élèves apprennent à calculer, voire à mieux calculer ?

Voyons comment nous pouvons théoriser cette notion de valeur en prenant comme référence l'outil technologique « calculatrice » mais cela aurait pu être appliqué pour d'autres technologies numériques.

2.1 – Valeur didactique

Plusieurs types de valeur peuvent être identifiés en fonction des niveaux d'analyse que nous avons indiqués auparavant: social; institutionnel; mathématique; classe. Par exemple, la *valeur sociale* des calculatrices est forte puisque cette technologie est utilisée dans beaucoup de pratiques sociales. De même on peut dire que la *valeur institutionnelle* (ici scolaire) des calculatrices est aussi présente puisque les programmes officiels mentionnent leur intérêt. Nous allons plus précisément nous intéresser à clarifier ce que nous entendons par « *valeur didactique* » des calculatrices, valeur qui correspond au niveau d'analyse qui est la classe et le système didactique formé par le professeur, les élèves et le savoir.

La *valeur didactique* des calculatrices correspond à l'ensemble des arguments qui justifient le fait que ces technologies présentent un intérêt pour l'enseignement et l'apprentissage des enjeux de savoir (ici mathématiques). Nous allons définir cette valeur didactique à partir de quatre autres valeurs: la valeur d'usage, la valeur instrumentale, la valeur d'étude et la valeur symbolique ou sémiotique, comme indiqué dans le tableau suivant.



La *valeur d'usage* est un ensemble d'arguments importants dans les rhétoriques indiquées dans les réponses au questionnaire. Nous entendons ici la valeur d'usage des technologies numériques comme l'ensemble des arguments concernant la qualité de ces technologies fondée sur leur utilité. Ainsi la valeur d'usage des calculatrices à l'école primaire concerne sa qualité de calcul mais elle ne peut pas être fondée uniquement sur son utilité à calculer. Cette seule utilité mise en avant se heurterait à des résistances liées à des oppositions entre différents moyens de calcul comme le calcul mental et le calcul posé. Par exemple, l'un des stagiaires donne comme argument pour utiliser la calculatrice « *si l'objectif est autre que de calculer (exemple chercher)* ». Ainsi la valeur d'usage des calculatrices se fonde sur plusieurs types d'utilité : celle de calculer, celle de vérifier les résultats de calculs, celle de résoudre de problèmes, celle de travailler sur le système de numération. Donnons quelques exemples d'arguments pris dans les réponses au questionnaire : « *vérifier ses résultats* », « *résolution de problèmes : pour que l'opération ne soit pas un obstacle* », « *permettre de faire des problèmes difficiles* ».

La *valeur d'étude* des technologies numériques est l'ensemble d'arguments concernant la qualité de ce qu'elles permettent de produire pour l'étude d'une discipline scolaire (dans notre cas les mathématiques) et des enjeux de savoir visés. Ainsi la valeur d'étude se fonde sur ce que la calculatrice permet de faire comprendre aux élèves : l'autonomie de l'élève dans l'étude par la possibilité d'autocorrection, la compréhension du sens des opérations, la compréhension du système de numération, l'aide à l'étude. Mais cette valeur est aussi liée à la qualité de trouver des situations d'enseignement et d'apprentissage pour les élèves ainsi que des praxéologies mathématiques possibles à mettre en oeuvre en classe. Chevallard (1999) définit la notion de praxéologie comme le quadruplet formé par (types de tâches, techniques, technologies et théories. Cette valeur concerne les arguments qui montrent qu'il est aisé de trouver des types de tâches à proposer en classe, que les techniques instrumentées par la calculatrice ont une existence institutionnelle et qu'il est possible de trouver des théorisations concernant ces praxis. Cette qualité concerne la viabilité de pouvoir mettre en oeuvre des praxéologies instrumentées dans la classe. Donnons quelques exemples d'arguments qui relèvent de cette valeur d'étude : « *soulager la surcharge cognitive liée à des calculs longs* », « *résoudre des problèmes sans connaître les techniques opératoires dans le but seul de comprendre le sens des opérations* », « *autocorrection* », « *palliatif aux calculs non maîtrisés* ». Un stagiaire envisage de l'utiliser régulièrement dans les « *calculs de moyennes (rituel météo en CM2⁵ par exemple)* ».

La *valeur instrumentale* des technologies est l'ensemble des arguments qui relèvent de la qualité des technologies qui permet leur accès facilement (accès matériel mais aussi accès d'emploi). Cette valeur permet de dire que les élèves peuvent avoir facilement une calculatrice vu le prix modique de cet outil, et en plus l'accès à son emploi est aussi facile. Nous pourrions dire que la prise en main de l'outil se fait facilement (les processus de genèse instrumentale ne sont pas très complexes). Nous n'avons pas beaucoup d'arguments qui vont dans ce sens, puisque comme nous l'avons déjà dit, notre choix pour les calculatrices à l'école primaire était fondé sur sa forte valeur instrumentale, accès matériel et prise en main faciles. Cet aspect ne se vérifie pas forcément en ce qui concerne d'autres types de calculatrices et pour d'autres niveaux d'enseignement (voir Trouche et Guin, 2002). Il y a toutefois des arguments qui mettent l'accent sur la rapidité des calculs fait avec la calculatrice ou sur le fait que les élèves doivent « *savoir que ça existe et savoir l'utiliser* ».

La *valeur sémiotique et symbolique* est l'ensemble des arguments relevant de la qualité des calculatrices fondée sur sa dimension symbolique ou sémiotique. Ainsi les rituels normalement associés à ce que sont les mathématiques enseignées à l'école primaire peuvent évoluer en mettant en évidence la complémentarité des différents moyens de calcul (par exemple). Le fait qu'il est possible de trouver des systèmes sémiotiques tenant compte du travail instrumenté relève aussi de cette valeur. Par exemple, il peut être important de garder une trace écrite des différents essais des élèves lorsqu'ils utilisent une calculatrice pour résoudre un problème. Ces traces peuvent ensuite être utilisées pour comprendre une stratégie de l'élève.

Ainsi la *valeur didactique* est définie comme une fonction $D(S, I, E, U)$ à quatre variables, avec S = valeur symbolique et sémiotique, I = valeur instrumentale, E = valeur d'étude, U = valeur d'usage. Pour rendre opérationnel ce modèle, nous avons besoin de définir des critères d'attribution de valeurs:

- la valeur 0 correspond à l'absence d'arguments concernant la variable ;
- la valeur 1 correspond à d'arguments faiblement positifs ;

⁵ Élèves de 10 ans.

- la valeur 2 correspond à d'arguments moyennement positifs ;
- la valeur 3 correspond à d'arguments fortement positifs ;
- la valeur -1 correspond à d'arguments faiblement négatifs ;
- la valeur -2 correspond à d'arguments moyennement négatifs ;
- la valeur -3 correspond à d'arguments fortement négatifs.

La valeur didactique est déterminée par la somme de ces valeurs.

Voyons un exemple pour préciser comment utiliser ce modèle. Déterminons la valeur didactique à partir de la réponse de A : « *Les calculatrices sont très bien pour calculer mais on ne doit pas les utiliser souvent en classe. Mes élèves ont chacun une calculatrice qu'ils savent utiliser mais je ne les fais pas beaucoup utiliser en classe. Ils n'en ont pas vraiment besoin.* »

Dans cette réponse, aucun argument n'est relatif à la valeur symbolique (attribution valeur 0). La valeur instrumentale est forte (attribution valeur 3) car il est indiqué que tous les élèves ont une calculatrice (donc accès matériel très facile) et ils savent l'utiliser (mode d'emploi très facile). La valeur d'usage est faible (attribution valeur 1) car la seule utilité indiquée est celle de calculer. La valeur d'étude est moyennement négative (attribution valeur -2) car il est indiqué que les élèves ne l'utilisent pas beaucoup pour l'étude mathématique. La valeur didactique est positive moyennement (valeur 2). Résumons cette valeur didactique dans le tableau et le graphique suivants:

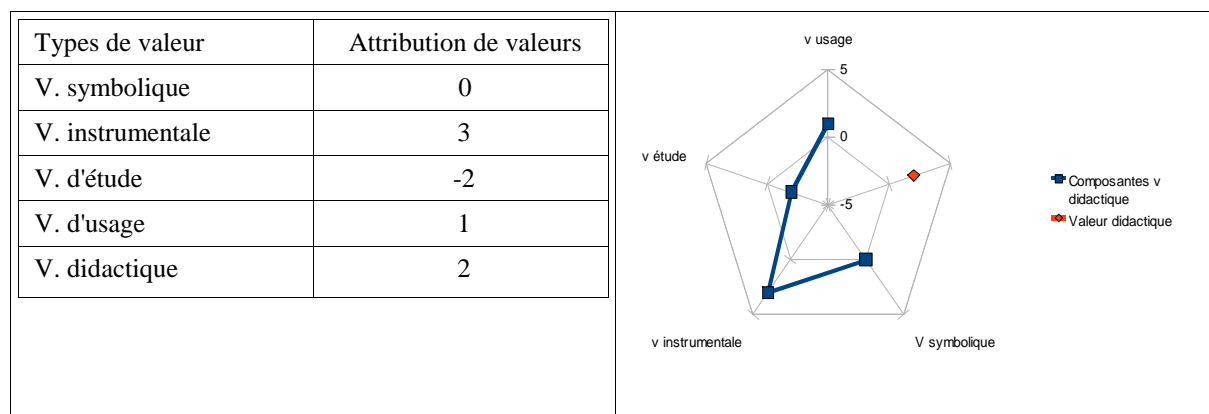


Figure 1. Tableau et graphique de la valeur didactique dans la réponse de A.

2.2 - Plus-value didactique

Pour pouvoir préciser ce que nous entendons par plus-value didactique, nous allons nous servir de la notion de valeur didactique mais aussi des notions de résistances et de temps. Dans un autre travail (Assude 2007), nous avons identifié un certain nombre de résistances qui peuvent aider ou empêcher l'intégration des calculatrices dans les classes. Dans notre cas, nous allons prendre en compte trois types de résistances: personnelles, didactiques et symboliques.

Les résistances personnelles sont celles liées aux représentations des acteurs concernant l'intégration des calculatrices dans les classes. Par exemple, le fait que l'usage des calculatrices est un obstacle pour l'apprentissage du calcul mental est une représentation qui dénote une résistance personnelle à ces technologies. Les résistances didactiques sont celles liées aux difficultés de trouver des praxéologies pertinentes pour les enjeux de savoir censés

être visés. Les résistances symboliques sont celles liées aux rituels, par exemple sur ce que c'est faire des mathématiques à l'école primaire.

En outre, le temps apparaît aussi comme une variable intéressante pour déterminer la plus-value didactique. Est-ce que l'usage des calculatrices permet une économie temporelle, un avancement du temps didactique ? Nous n'allons pas préciser cet aspect ici (pour cela, voir Assude 2005) mais les arguments temporels peuvent avoir une importance pour que les professeurs l'utilisent comme un argument, comme par exemple: « *cela permet de gagner du temps des calculs lorsque l'enjeu c'est de résoudre un problème* ».

Nous pouvons définir la plus-value (V) d'une calculatrice à l'école primaire comme une fonction à trois variables, avec D = valeur Didactique (elle-même définie comme une fonction à quatre variables), R = Résistances (elle-même est une fonction à trois variables), T = Temps (notamment l'économie temporelle, l'avancement du temps didactique).

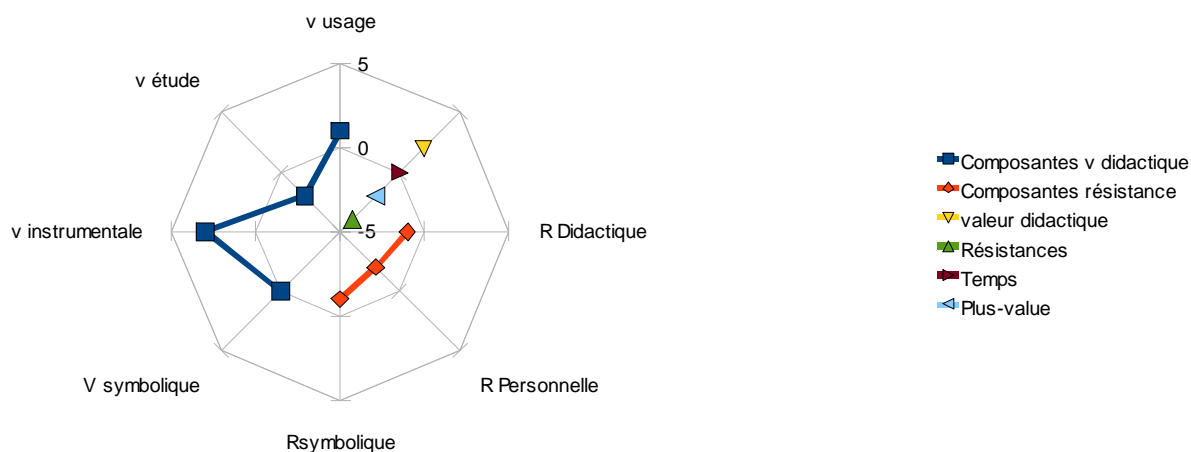
$$V(D, R, T)$$

Ainsi nous pouvons analyser les discours des acteurs, que nous interprétons comme une combinaison étroite de ces variables, lorsqu'ils produisent une rhétorique justifiant leurs pratiques. Si les résistances sont trop fortes (ici au sens négatif), la plus-value va être négative et les acteurs vont justifier l'absence d'intégration des calculatrices en dévalorisant la valeur d'usage ou la valeur d'étude car ils ne pourront pas déprécier la valeur instrumentale.

Nous précisons que nous sommes là dans les discours justificatifs des pratiques possibles et pas forcément dans les pratiques réelles.

En reprenant l'exemple précédent, le stagiaire a aussi affirmé qu'il n'était pas trop favorable à l'utilisation des calculatrices en classe, car il pensait que cela pourrait avoir une influence négative sur l'apprentissage des techniques opératoires. Nous attribuons les valeurs -1, -2 et -1 aux résistances symboliques, personnelles et didactiques. Ainsi la plus-value didactique dans le discours de ce stagiaire est négative. Nous donnons ici une représentation en tableau et en graphique de cet exemple.

	Composantes v didactique	Composantes résistance	valeur didactique	Résistances	Temps	Plus-value
v usage	1					
v étude	-2					
v instrumentale	3					
V symbolique	0					
Rsymbolique		-1				
R Personnelle		-2				
R Didactique		-1				
			2	-4	0	-2



Ainsi nous pouvons faire l'hypothèse que l'efficacité potentielle de l'intégration des calculatrices perçue par les acteurs est liée à la plus-value telle que nous l'avons définie : plus cette plus-value est positive plus cette intégration sera potentiellement efficace, au sens où elle produira les effets attendus par l'institution.

Dans le cas des calculatrices, il existe des conditions favorables pour les usages de ces technologies : des conditions « matérielles » car les calculatrices sont des outils accessibles et disponibles, que les élèves peuvent avoir facilement : il y a un degré d'accessibilité matérielle qui est important (on n'a pas besoin de sortir de sa classe, etc.). Les conditions didactiques permettent aux stagiaires d'attribuer une valeur d'usage ou d'étude à la calculatrice : ils attribuent une valeur à l'usage qu'on peut en faire, ce que l'on gagne en le faisant et ils ont une idée des emplois qu'on peut en faire avec les élèves. Mais des résistances persistent, elles en sont d'ailleurs pas le propre des stagiaires et néo-titulaires car les résistances sont encore très fortes dans l'institution elle-même et dans la société. Ceci a pu être observé lors des débats sur l'enseignement des mathématiques à l'école primaire et en observant l'évolution des programmes de l'enseignement primaire. Ce recul peut être illustré par le fait suivant : il existe un document d'accompagnement sur les calculatrices qui montre bien les valeurs d'usage, d'étude et instrumentale des calculatrices. Or ce document, qui était une ressource importante en formation des maîtres et pour les enseignants, n'est plus disponible sur le site du Ministère de l'Éducation Nationale. En outre, dans les programmes de 2002, dans le cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2)⁶, il était fait explicitement référence au calcul instrumenté tandis que dans les nouveaux programmes, dans ce même cycle et dans la partie « Nombres et calcul », il n'y a pas de référence aux calculatrices mais, seulement sur le tableau des connaissances et compétences pour le CE1⁷, il est écrit : « utiliser les fonctions de base de la calculatrice ».

Ces notions de valeur didactique et de plus-value didactique, apparaissent-elles dans d'autres contextes pour justifier de l'efficacité de l'intégration des nouvelles technologies dans l'enseignement ou la formation ? Nous voulons mesurer la pertinence de notre modèle pour penser le problème de l'efficacité potentielle en le confrontant à un autre contexte.

3 – Valeurs dans les discours des acteurs lors de l'expérimentation du C2i2e

L'autre contexte que nous allons présenter sans le développer (voir Assude et Loisy 2008) est celui de la mise en œuvre du C2i2e dans la formation des enseignants.

3.1 – Contexte du travail

En France, le Ministère de l'Éducation National a déposé la marque "B2i – Brevet Informatique et Internet", qui désigne et spécifie les compétences technologiques devant être acquises pour obtenir la délivrance du brevet. Le B2i® à l'attention des élèves de l'école primaire jusqu'au lycée⁸ comprend trois niveaux, B2i® école, B2i® collège et B2i® lycée–CFA. Le Certificat Informatique et Internet (C2i®) concerne l'enseignement supérieur et comprend deux niveaux. Le C2i® niveau 1, qui devrait être acquis à la fin de la licence par tous les étudiants, s'inscrit directement dans le prolongement des brevets puisqu'il valide la maîtrise des compétences définies dans le référentiel d'instrumentation des élèves et des

⁶ Élèves de 6 et 7 ans.

⁷ Élèves de 7 ans.

⁸ 10ème, 11ème et 12ème année de scolarité.

étudiants, compétences estimées « *désormais indispensables à la poursuite d'études supérieures* » (B.O. n° 11 du 11 mars 2004). Les C2i® niveau 2 font l'objet d'exigences plus élevées qui restent en continuité avec les niveaux précédents, de plus, ces exigences sont fonction des orientations professionnelles des formations, cette spécificité opérant une première discontinuité avec le niveau 1. Le C2i® niveau 2 enseignant concerne la profession enseignante. Les enseignants doivent se montrer capables d'utiliser les technologies numériques dans leurs pratiques professionnelles, et le C2i2e vise ainsi à attester des compétences TICE nécessaires pour l'exercice de la profession enseignante dans ses dimensions formative, éducative et citoyenne. Le C2i2e s'intéresse aux compétences informatiques et Internet des professionnels de l'enseignement et comporte un référentiel de compétences que nous ne présenterons pas ici.

La recherche que nous présentons s'est déroulée lors de la mise en œuvre du dispositif C2i2e dans la formation des professeurs à IUFM (Institut Universitaire de Formation des Maîtres). La première année est la phase dite d'expérimentation au cours de laquelle des IUFM volontaires sont concernés. Au cours de la seconde année, tous les IUFM doivent participer mais ils ne sont pas contraints d'impliquer tous les stagiaires. C'est au cours de la troisième année que tous les stagiaires de tous les IUFM ont été contraints de participer. Au cours de chacune des années de la recherche, deux types d'instruments ont été construits pour recueillir les représentations des acteurs (formateurs disciplinaires ou TICE, stagiaires ou acteurs institutionnels ayant affaire avec la mise en place de cette certification), des questionnaires déposés sur une plateforme collaborative et des grilles d'entretiens (pour plus de détails, voir Loisy, 2007).

Nous allons utiliser certains des discours tenus dans ces entretiens qui corroborent l'importance de la notion de « valeur didactique » et ses différentes composantes pour déterminer la « plus-value didactique ».

3.2 – Présence des notions de « valeur didactique » et « plus-value didactique »

Nous rappelons que nous avons défini la valeur didactique comme un ensemble d'arguments justifiant le fait que les technologies ont un intérêt pour l'enseignement et l'apprentissage et que cette valeur articule quatre autres valeurs, la valeur d'usage, la valeur instrumentale, la valeur d'étude et la valeur symbolique ou sémiotique. Nous ne nous intéressons ici, comme dans la partie précédente qu'à la valeur didactique et à la plus-value didactique, les dimensions « résistances » et « temps » n'étant pas le propos de cet article.

Dans les discours recueilli, le « plus » que peuvent apporter les technologies revient souvent, comme dans cet extrait : « *Il faut que chaque discipline s'empare de cette réflexion et se dise... voilà, en Français, en Histoire Géo, où est-ce qu'il y a un plus à utiliser l'informatique / ou l'audiovisuel numérique / ou la recherche documentaire par rapport à ce qu'on faisait traditionnellement ? Est-ce que ça amène un plus d'utiliser un outil bureautique comme Excel ou comme Word dans une classe de Math ou dans une classe de Français ?* » Ce « plus » est une plus-value qui apparaît comme emblématique. Pour que les TICE s'intègrent, il faut que l'enseignant soit convaincu 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* ». Et pour les répondants, cela questionne la recherche sur les apprentissages : « *Il s'agit de cerner les situations d'apprentissage d'élèves où l'emploi des TICE amène un plus didactique au sens large* ». « *Bien sûr il y a toujours la nécessité de maîtriser un minimum de technique /// mais surtout on doit s'attacher à ne pas s'en tenir à ce stade et à toujours rattacher l'outil à*

une réflexion et à une action didactique et pédagogique / en quoi tel ou tel logiciel ou site ou plateforme permet-il une plus-value par rapport à d'autres moyens comme le manuel ou un usuel papier ou un transparent ? Et dans quelles conditions et avec quels pré-requis ? » Dans notre modèle l'utilité renvoie à la valeur d'usage des technologies. La valeur d'usage est la dimension qui apparaît le plus souvent dans les discours des répondants comme un levier pour le développement des usages.

La valeur instrumentale correspond aux arguments relevant de la qualité des technologies en permettant un accès aisé. Cette valeur apparaissait peu dans le discours sur les calculatrices sans que cela ne soit contradictoire puisque les calculatrices avaient été choisies comme objet d'étude précisément en raison de leur grande valeur instrumentale faible coût, encombrement réduit, prise en main facile. Le C2i2e vise des technologies beaucoup plus vastes, matériels et logiciels variés, technologies de l'information et de la communication, multimédia. Globalement, l'accès à ces technologies apparaît moins aisé que pour les calculatrices, de plus, des différences apparaissent entre le primaire et le secondaire. Par exemple, dans les données recueillies par questionnaires lors de la phase d'expérimentation du C2i2e, nous avons pu relever que l'instrumentation des acteurs apparaît encore insuffisante : 15% des difficultés relevées concernent des lacunes de type connaissances, compétences, pratique informatique et manque de formation des formateurs et 9% des difficultés relevées concernent les lacunes des stagiaires, hétérogénéité des niveaux de compétences, difficulté à leur faire acquérir les compétences professionnelles d'usage des technologies alors que le C2i® de niveau 1 n'a pas été préparé mais « *Ceci devrait s'améliorer avec la mise en place du C2i® niveau 1 dans les universités...* »

Les discours ne mettent pas seulement en évidence le retard d'instrumentation des acteurs, le matériel lui-même semble insuffisant notamment en primaire « *ils se sont trouvés confrontés au problème, soit [il n' y] avait pas de matériel, soit les enfants n'avaient pas été préparés à l'utilisation des ordinateurs...* », « *Il y a des problèmes de matériel pendant le stage il n'ont pas forcément accès au matériel parce que... c'est pas disponible* ». Mais ces difficultés existent aussi dans le second degré « *beaucoup de stagiaires PLC2⁹ ... disent que la salle d'informatique n'est pas accessible aux professeurs de mathématiques dans leur établissement scolaire / qu'elle est accessible essentiellement pour les professeurs de technologie d'autres sciences / mais pas pour les professeurs de mathématiques / un petit peu comme si la place de l'informatique en mathématiques avait encore à faire ses preuves y compris dans la gestion de l'établissement scolaire* ». Lors de la seconde année de l'étude, le manque d'équipement sur le terrain ou sa mauvaise qualité apparaissent dans 50% des réponses comme un frein à la généralisation du C2i2e avec la différence observée précédemment : 2° frein pour les PE2, 7° frein pour les PLC2. Même certains IUFM apparaissent comme insuffisamment dotés « *chez nous on ne peut pas facilement amener l'ordinateur et projeter des PowerPoint... je l'utiliserais beaucoup plus souvent je dois dire / si je n'avais pas ces problèmes matériels / et humains... hélas ce n'est pas du tout organisé* ». La valeur instrumentale joue un rôle important et elle explique sans doute en grande partie les différences qui persistent entre le primaire et le secondaire.

La valeur d'étude est aussi présente dans les discours de certains enquêtés. Par exemple par rapport aux sciences, il est dit que : « *un logiciel de simulation va apporter un plus dans la mesure où nous n'avons au lycée ou au collège pas la possibilité d'avoir le matériel pour faire des manipulations /// avoir des logiciels qui simulent des expériences faites dans des domaines non accessibles aux élèves peut amener quelque chose que ne peut*

⁹ Professeurs du Lycée et du Collège stagiaires. Le Collège concerne les 6^{ème}, 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} année de scolarité (encore scolarité obligatoire) et le Lycée concerne les 10^{ème}, 11^{ème} et 12^{ème} années de scolarité.

pas apporter le livre le cahier le rétroprojecteur classiques. » Ici, la qualité de la technologie est de pouvoir faire des simulations ce qui est très utile, vues les conditions matérielles pour faire des expériences dans le lycée. On ne parle pas simplement de la valeur d'usage d'une technologie mais aussi de sa valeur d'étude, ce qu'elle permet de produire dans l'étude des sciences : *« J'ai... une procédure qui consiste à faire prendre conscience que dans certaines séances de travaux pratiques / en particulier dans ma discipline les TICE ont une importance/ les TICE amènent un plus que n'amènent pas /// des outils plus ordinaires »*. La valeur d'étude apparaît aussi associée à la question du sens. Il ne s'agit pas cependant simplement d'utiliser des outils mais de les intégrer dans des situations didactiques dans lesquelles leur utilisation ait du sens, le plus important étant que les élèves apprennent *« Je préfère quelqu'un qui s'intéresse à l'apprentissage mais n'utilise pas l'ordinateur à quelqu'un qui met de l'informatique pour occuper les élèves sans se préoccuper des apprentissages tout en ayant l'air de dire " voyez moi j'en fais" »*. L'importance accordée au sens par les participants est conforme à ce qu'ont observé Mallein et Toussaint (1994) pour qui l'insertion sociale des technologies dépend moins des qualités techniques ou des performances de l'objet que des significations d'usage que les usagers projettent et construisent sur le dispositif technique. Ainsi, lorsque l'usage de l'informatique et de l'Internet est perçu comme apportant un plus, des pratiques apparaissent même si elles ne correspondent pas à des éléments stipulés dans les programmes, comme c'est le cas à l'école maternelle, par exemple *« on n'a jamais ciblé les maternelles or on s'aperçoit qu'on fait beaucoup de choses en maternelle parce que c'est un outil qui est parfaitement adapté / or B2i ça concerne pas les maternelles »*, *« je trouvais que c'était intéressant pour de jeunes enfants de pouvoir accéder à ces outils donc /// j'ai récupéré un vieux ordinateur Thomson TO7 que j'ai mis dans ma classe maternelle et j'ai beaucoup travaillé avec la tortue /// avec des enfants de petits moyens grands donc tous les niveaux de la classe /// C'est une approche un peu /// je dirais un peu osée à l'époque »* et elles visent bien les apprentissages *« moi quand je travaillais avec la tortue Logo seul avec des enfants d'école maternelle il y avait une visée // très précise du point de vue des apprentissages soit sur le plan // des mathématiques puisqu'on travaillait sur des formes du plan de l'espace des représentations spatiales mais aussi du point de vue de la mise en place de la lecture puisqu'on fonctionnait avec un système de cartes un système de codage »*.

Certains participants considèrent cependant que la place des technologies dans la classe doit rester modeste *« ça demeure toujours modeste parce que quand on en fait trop on en fait mal »*, *« un outil parmi d'autres à ne pas employer systématiquement ni à mettre au placard systématiquement // ni sanctifier ni diaboliser »*, *« la part des TICE [ce n']est pas plus que la part /// du gymnase ou de la sortie qu'on va faire au muséum. Si elle est bien organisée bien faite on va apprendre quelque chose // c'est tout / je pense que la réflexion didactique c'est ce qu'il y a de plus important au niveau d'un enseignant. »*. Cependant, nous ne considérons pas que cette modestie dans le propos ne réduise en quoi que ce soit la valeur didactique que ces répondants attribuent aux technologies. En effet, ces réponses révèlent qu'aucun des participants n'attend un effet magique de l'informatique et de l'Internet, or, selon Pouts-Lajus & Tiévant (1999), cette approche raisonnée est compatible avec l'attitude d'adhésion totale caractéristique des enseignants qui intègrent réellement les TICE à leurs pratiques dans le cadre de séquences ou de projets, l'outil n'étant sollicité que lorsque son usage est utile à l'atteinte d'un objectif ou à la réalisation d'un projet.

La question d'un usage raisonné des technologies renvoie

- à un usage ciblé *"on est passé du discours à une meilleure présence plus forte présence et maintenant il faut passer d'une plus forte présence à une utilisation plus ciblée de leurs usages"*

- à leur pertinence *"on peut faire court car la juste place c'est la place de la pertinence / Il y a une pression sociale une injonction ministérielle mais en même temps je suis partisan de ne pas l'utiliser si ce n'est pas pertinent », « c'est à dire que /// ce n'est qu'un outil parmi d'autres et qu'il ne faut pas tomber dans le travers du tout informatique /// par contre le but du jeu justement c'est de trouver dans chaque discipline les moments où cette technologie est plus pertinente qu'une autre »*
- à leur adéquation avec les objectifs pédagogiques *« nous ce qu'on voudrait c'est que nos stagiaires soient mieux préparés à l'idée pour tel type de partie du programme / je dois je peux avoir recours aux TICE et pour telle partie finalement les TICE je n'en ai pas besoin »*
- à leur efficacité *« pour moi l'utilisation des techniques de l'information et de la communication [n'] est pas une fin en soi /// ce qui m'intéresse c'est le travail pédagogique... et si je pense qu'avec des ordinateurs ou d'autres technologies je peux gagner du temps et être beaucoup plus efficace avec les élèves alors ça m'intéresse »*

La valeur symbolique est moins citée par ces acteurs. Les répondants indiquent des résistances, par exemple des résistances personnelles de certains formateurs à s'investir dans la certification à cause d'un sentiment de manque de légitimité pour valider certains des items de ce certificat *« ceux qui acceptent l'élément d'être dans le tâtonnement... qui n'ont pas peur de la machine, de l'erreur... finalement passent le cap très très vite... on s'y est mis seul, on a tâtonné mais on a essayé... une fois cette espèce de... complexe un petit peu dépassé, finalement je pense qu'on s'en est plutôt bien sorti »*

Le rôle de la direction de l'IUFM est symboliquement important. Nous l'illustrons par un exemple dans lequel un formateur montre qu'il a des attentes vis à vis de la direction de l'IUFM *« J'ai du mal à savoir ce qu'en pensent les directeurs adjoints chargés des PLC1 et 2 /// je n'ai pas eu vraiment l'occasion de discuter sur le bien-fondé de ce truc-là avec eux /// Je suis pas certain [qu'ils] soient parfaitement convaincus de la chose »*. Un membre de la direction dit de son côté, à propos des formateurs *« leur implication / elle n'est pas indépendante de l'implication de la hiérarchie »*. Ces attentes de la part de la hiérarchie se retrouvent également vis-à-vis des corps d'inspection *« Les corps d'inspection ont un rôle à jouer aussi par rapport à la place qu'ils ont dans les formations disciplinaires des filières PLC2 // qu'ils ne soient pas des freins par rapport à ça mais plutôt moteurs »*.

Nous n'allons pas développer plus les arguments qui apparaissent dans les discours de ces acteurs mais nous allons discuter de ces données par rapport à la thématique de l'efficacité.

4 – Discussion

Il n'est pas facile de définir l'efficacité en éducation vue la complexité des facteurs qui peuvent entrer en jeu ainsi que le point de vue qu'on peut prendre. Nous avons décidé d'aborder ce problème à partir d'un des piliers du socle commun des connaissances et des compétences qui est celui de la maîtrise des technologies numériques. L'une des conditions pour que les élèves puissent acquérir un ensemble de compétences à l'école qui permettent d'utiliser ces technologies numériques d'une manière plus réfléchie et efficace, est qu'elles soient intégrées réellement dans les classes. Or cette condition n'est pas forcément vérifiée comme le montre un certain nombre de travaux de recherche, non seulement en France mais aussi au niveau international (Hoyle et Lagrange, 2009). Ainsi, il nous semble qu'il y a là une difficulté qui peut être vue comme une sorte d'inefficacité institutionnelle. Cette difficulté a été diagnostiquée et la mise en place d'un certain nombre de certifications pour les élèves ou

étudiants mais aussi pour les enseignants est l'un des moyens pour essayer de changer cet état des choses.

Nous voulons discuter ici du lien entre efficacité potentielle et valeur de l'intégration des technologies numériques dans l'enseignement à travers la définition de différents types de valeur. En quoi l'efficacité potentielle d'une technologie peut-elle consister pour l'enseignement ? Une technologie numérique est potentiellement efficace pour l'enseignement et l'apprentissage si elle produit les effets attendus par l'institution, inefficace si elle n'a pas d'effet utile pour l'institution en question. Ainsi, cette définition nous renvoie aux attentes de l'institution qui sont précisées dans le B2i® et le C2i® mais ces attentes sont moins claires lorsqu'il s'agit de domaines disciplinaires comme les mathématiques. Ces attentes sont aussi assez « vagues » lorsqu'il s'agit de s'intéresser aux types de tâches et de techniques que les élèves doivent acquérir avec certains outils dans les disciplines scolaires (en particulier les mathématiques). Il y a une sorte d'injonction institutionnelle qui dit : « faites ce que vous voulez mais intégrez les technologies numériques ». Or l'intégration est un processus complexe et les ressources pour les enseignants sont essentielles pour que ceux-ci puissent savoir ce qu'ils peuvent faire avec ces technologies dans le domaine disciplinaire.

L'efficacité potentielle d'une certaine technologie dans le cadre de l'enseignement des disciplines implique la prise en compte d'un certain nombre de variables qui prennent des valeurs. L'une des valeurs qui nous paraissent avoir un rôle important est la valeur didactique que nous avons définie comme étant composée de plusieurs autres valeurs : valeur d'usage, valeur instrumentale, valeur d'étude, valeur symbolique. L'efficacité potentielle sera alors définie comme une plus-value positive, telle que nous l'avons définie plus haut, de cette technologie dans l'enseignement d'une discipline scolaire. Il n'y a pas une seule manière d'être efficace, une seule manière d'avoir une plus-value positive. Par exemple, dans le cas des calculatrices à l'école primaire, ces artefacts ont une forte valeur instrumentale mais certains enseignants (par exemple ceux qui ne travaillent pas sur une ressource comme le document d'accompagnement sur les calculatrices) attribuent plutôt des valeurs négatives à la valeur d'usage ou à la valeur d'étude. Ainsi la plus value est plutôt négative. Mais la plus value négative peut venir aussi de fortes résistances.

Lorsqu'on s'intéresse à la question de l'efficacité potentielle de l'intégration des TIC pour l'enseignement il apparaît important que l'institution crée les conditions en termes de moyens (en formation, en termes de ressources) pour que les enseignants puissent y voir non seulement la valeur d'usage (qui apparaît dans les arguments comme essentielle) mais aussi les autres valeurs pour que les résistances soient amoindries et pour que la plus-value de ces technologies soit positive.

Références

- Assude, T. & Gélis, J.M. (2002). Dialectique ancien-nouveau dans l'intégration de Cabri-géomètre à l'école primaire. *Educational Studies in Mathematics*, 50, 259-287.
- Assude, T. (2005). Time management in the work economy of a class. *Educational Studies in Mathematics*, 59.1, 183-203.
- Assude T (2007), Teacher's practices and degree of ICT integration. In Pitta-Panzani D & Philippou G (Eds), *Proceedings of The Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp.1339-1348). ERME and University of Cyprus (CD-Rom): Larnaca, Cyprus.

- Assude T. (2007). Changements et résistances à propos de l'intégration des nouvelles technologies dans l'enseignement des mathématiques au primaire. *Informations, Savoirs, Décisions et Médiations (ISDM)*, n°29, revue en ligne, isdms.univ-tln.fr/articles/num_encours.htm.
- Assude T. & Loisy C. (2008), La dialectique acculturation/déaculturation au cœur des systèmes de formation des enseignants aux TIC. *Informations, Savoirs, Décisions et Médiations (ISDM)*, n°32, revue en ligne, <http://isdms.univ-tln.fr/PDF/isdm32/isdm32-assude.pdf>.
- Assude T, Buteau C & Forgasz H (2009), Factors Influencing Implementation of Technology-Rich Mathematics Curriculum and Practices, in C. Hoyles and J.-B. Lagrange (eds.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*. Springer.
- Bruillard E. (1993). Quelques obstacles à l'usage des calculettes à l'école : une analyse. *Grand N*, 53, 67-78.
- Chevallard Y (1999), L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19.2, 221-266.
- Favre J-M. & Tièche Christinat C. (2007.). La calculette : un outil médiateur de la relation ternaire dans l'enseignement spécialisé. In Floris R & Conne F, *Environnements informatiques, enjeux pour l'enseignement des mathématiques* (pp.95-118). Bruxelles : De Boeck.
- Guin D & Trouche L (Eds) (2002). Calculatrices symboliques ; transformer un outil en un instrument de travail mathématique : un problème didactique. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Kynigos, C., Bardini, C., Barzel, B., & Maschietto, M. (2007). Tools and technologies in mathematical didactics. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (Eds.), *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1332-1338). Larnaca: CERME-5.
- Hoyles C. & Lagrange J.-B. (eds) (2009), *Mathematical Education and Digital Technologies: Rethinking the terrain*, Springer.
- Loisy C. (2007). Le C2i2e dans une formation professionnelle et universitaire des enseignants. Actes du colloque "Qu'est-ce qu'une formation professionnelle universitaire des enseignants ? Enjeux et pratiques".
- Loisy, C. (2009). Environnements numériques en classe et compétences des enseignants. In J.-L. Rinaudo & F. Poyet, *Pratiques professionnelles et environnements numériques dans l'enseignement*. Lyon, INRP.
- Mallein P., Toussaint Y. (1994). L'intégration sociale des technologies d'information et de communication. Une sociologie des usages. *Technologies de l'information et société*, 4, 315-335.
- MENESR (2006), *Le socle commun des connaissances et des compétences*. Paris : CNDP.