

## Entre arithmétique et algèbre : un espace pour le tableur ?

### Perspectives didactiques et réalités.

Mariam HASPEKIAN,  
Equipe DIDIREM, Université Paris7  
[mhaspekian@math.jussieu.fr](mailto:mhaspekian@math.jussieu.fr)

*Abstract: In this research work, we have a didactical look on the integration of a computer tool into mathematics teaching: the spreadsheet. Researches about spreadsheet are related to an instrumental approach perceived as essential to analyze the questions of technological integration. We mainly describe here this analysis, as well as its important didactical consequences: extend to this technology the theoretical framework of instrumentation and analyze the professional resources and the teaching practices, in order to understand the difficulties of the spreadsheet integration.*

*Résumé: Il s'agit, ici, de porter un regard didactique sur l'intégration d'un outil informatique dans l'enseignement des mathématiques : le tableur. Les recherches sur le tableur y sont analysées dans une perspective instrumentale, perçue comme incontournable pour approcher les questions d'intégration technologique. Nous décrivons principalement cette analyse puis en présentons certaines implications didactiques : prolonger à cette technologie le cadre théorique de l'instrumentation et analyser les ressources professionnelles et les pratiques dans l'objectif de comprendre les difficultés d'intégration du tableur.*

Il y a une ferme volonté institutionnelle d'intégrer les T.I.C. dans les pratiques et programmes en France actuellement. Cette volonté se traduit, en mathématiques, notamment par l'incitation forte à utiliser Internet et divers logiciels : logiciels de géométrie dynamique, de calcul symbolique, tableurs... Le tableur est entré officiellement dans les programmes, d'abord en troisième, puis au lycée. Notre recherche a alors été motivée par les constats suivants :

- bien que son usage soit prescrit par les programmes depuis maintenant plusieurs années, son utilisation reste toujours très faible, voire marginale,
- les ressources présentant des activités pour les élèves avec tableur : manuels, publications, sites Internet, se sont multipliées sans que cela fasse progresser substantiellement l'intégration de cette technologie.

Ces constats initiaux suscitent des interrogations tant d'un point de vue théorique que pratique. En particulier :

- Que sait-on des potentialités du tableur pour l'enseignement des mathématiques et des conditions nécessaires à l'actualisation de ces potentialités ?
- Le tableur pose-t-il des problèmes d'intégration spécifiques, et si oui lesquels ?
- Quelles sont les caractéristiques des ressources tableur produites ? En quoi sont-elles ou non susceptibles d'aider l'intégration souhaitée par l'institution ?
- Comment fonctionnent les enseignants qui intègrent réellement le tableur et comment ont-ils évolué, évoluent leurs pratiques ?

Notre recherche s'est organisée à partir de ces interrogations avec l'objectif de mieux comprendre les problèmes d'intégration que pose le tableur. Elle a débuté par un état des lieux des recherches didactiques sur le tableur. Cet état des lieux nous a conduit à centrer notre problématique sur l'utilisation du tableur pour l'enseignement et l'apprentissage de l'algèbre et nous a permis de bien cerner les potentialités offertes par le tableur dans ce domaine, de par son statut hybride d'outil arithmético- algébrique. Il nous a cependant semblé que les travaux menés étaient insuffisamment sensibles aux questions d'instrumentation de cette technologie. C'est pourquoi nous avons, dans un second temps, repris l'analyse de ces recherches à la lumière de l'approche instrumentale développée par Artigue, Guin, Lagrange, Trouche dans le contexte des CAS (voir par exemple [Guin&Trouche eds, 2002] pour une synthèse). Cette approche nous a conduit à préciser les caractéristiques de la transposition informatique sous-jacente à cette technologie, à nous intéresser aux possibles genèses instrumentales associées et à l'articulation, dans ces genèses, d'une progression dans les connaissances techniques sur le tableur et dans la conceptualisation en algèbre.

Cette étude et les outils qu'elle a permis de construire pour l'analyse des ressources existantes et des pratiques effectives nous semblent une partie essentielle de notre recherche pour :

- poser, dans le cas précis du tableur, les questions d'instrumentation en prolongeant les cadres précédents
- analyser les ressources en créant une grille d'analyse
- interroger les pratiques.

C'est pourquoi nous avons choisi, dans cet article, de nous centrer sur cette partie en présentant, dans un premier temps, les résultats de ce travail théorique, et, dans un second temps, les premières analyses du côté des pratiques.

## **I PROBLEMATIQUE ARITHMETIQUE-ALGEBRE ET TABLEUR**

Diverses recherches ont déjà été menées sur le tableur, par exemple Rojano/ Sutherland (1997,2001), Capponi (1999), Arzarello/ Bazzini, Chiappini (1994, 2001). Elles concernent toutes la problématique de la transition arithmétique algèbre au collège et attribuent au tableur un rôle potentiel d'appui à cette transition. Cependant leurs approches diffèrent par certains aspects : Rojano-Sutherland et Capponi se situent dans un cadre constructiviste tandis qu'Arzarello et ses collègues soulignent la dimension sociale et culturelle de l'apprentissage : la construction d'une connaissance n'est pas alors seulement une question de résolution de conflit ou d'équilibre cognitif d'un individu isolé, mais une activité collective et sociale s'inscrivant dans une culture. Le tableur est alors perçu comme un système d'interaction sociale où professeurs et élèves construisent un langage algébrique socialement partagé.

En environnement papier-crayon, de très nombreuses recherches ont permis d'identifier certaines difficultés de l'apprentissage de l'algèbre, notamment celles liées :

- à la dualité procédural/structural (Sfard, 1991)
- aux ruptures intervenant par rapport à l'arithmétique : discontinuités/fausses continuités (nouvelles démarches, nouveaux statuts des objets et opérations des lettres et symboles/ partage de signes...) (voir Grugeon, 1995 pour une synthèse)
- à la complexité des rapports syntaxiques/sémantiques (voir une synthèse dans Grugeon, 1995) (Arzarello et al., 1994, 2001)

Face à ces difficultés, les apports du tableur mis en avant par les chercheurs s'appuient la fois sur les contraintes que son usage induit : contraintes de communication, de symbolisme, d'organisation, et sur les nouvelles possibilités d'action qu'il offre : possibilités calculatoires, représentationnelles, interactivité, articulation de divers langages (langue naturelle, registres numérique, algébrique, graphique).

Le tableur apparaît ainsi comme :

- un bon outil de médiation sémiotique (Arzarello)
- un outil occupant une situation intermédiaire : post-arithmétique ou pré-algébrique tant au niveau de ses fonctionnalités, des savoirs en jeu que des comportements et erreurs des élèves (Capponi)
- un outil permettant de progresser vers une méthode plus algébrique à partir des méthodes intuitives arithmétiques. (Rojano/ Sutherland)

Cependant, précisons que pour Capponi, cette double position du tableur peut être bénéfique mais peut aussi laisser l'élève complètement du côté arithmétique. Il insiste sur le fait que ce sont les situations proposées qui vont permettre d'assurer la transition vers l'algèbre.

Examinons alors plus finement les activités présentées dans ces recherches : sur quels leviers jouent-elles pour favoriser la transition vers l'algèbre ? Nous constatons alors :

- qu'une diversité des « leviers » est mise en avant suivant les auteurs. Ainsi Arzarello, Bazzini, Chiappini jouent sur la complexité sémantique/ syntaxique, Rojano et Sutherland sur les démarches de résolution, Capponi sur la dualité des objets
- que ce n'est jamais une activité isolée qui « réalise » le passage mais une « série » d'activités suivant une progression précise
- que la progression est, chez Capponi, élaborée via l'instrumental, c'est à dire via les fonctionnalités du tableur requises pour résoudre chaque exercice
- enfin, notre analyse révèle l'existence d'éléments implicites. Chaque activité possède ses propres pré-requis et objectifs mathématiques. En plus de ces éléments mathématiques, l'activité embarque aussi des pré-requis techniques. Ces éléments techniques au niveau des fonctionnalités du tableur sont seulement supposés car non explicites dans l'énoncé des exercices. Pourtant, ils sont absolument nécessaires pour que la tâche soit bien dévolue et que l'activité effective soit l'activité visée. Dans notre perspective de cerner et comprendre les pratiques et les problèmes d'intégration, nous nous demandons si les ressources proposées aux enseignants prennent en compte ces implicites ? Si oui, comment proposent-elles à l'enseignant de les gérer ? Est-ce via une progression ou en jouant sur des effets de contrat didactique ?

Tout ceci laisse présager que le plein usage des spécificités intéressantes du tableur ne va pas de soi. Nous entrevoyons des tâches nouvelles révélant que le travail dans cet environnement sera différent du travail en environnement papier-crayon. En quoi exactement consistent ces différences et quelles influences ont-elles sur l'apprentissage de l'algèbre et les conceptualisations attendues dans ce domaine ? Les analyses précédentes montrent que le côté « technique » de l'outil ne doit pas être sous-estimé dès lors que l'on se place dans une perspective didactique. Pour favoriser la transition arithmétique/ algèbre, les recherches soulignent l'importance des situations. Sur quelles variables didactiques jouent-elles alors ? Tandis que nous pouvons relever les variables mathématiques utilisées dans ces situations, les variables « instrumentales », (c'est-à-dire du côté de l'instrument, des fonctionnalités du tableur) restent, quant à elles, totalement implicites. Pourtant, comme nous le montrons dans

notre travail, si ces problèmes ne sont pas pris en charge, ils risquent d'être source de malentendus, l'élève utilisant le tableur « autrement » que ne le souhaitait l'enseignant.

Ces interrogations sur l'aspect « technique » de l'outil (ses diverses fonctionnalités, composantes) et sur leurs éventuels impacts sur les conceptualisations des élèves ainsi que leurs relations aux mathématiques nous mènent directement aux questions d'instrumentation.

## II UNE APPROCHE INSTRUMENTALE

### II.1 Conceptualisation et instrumentation : cadre général

L'introduction d'un outil informatique dans l'enseignement modifie le triangle didactique classique en questionnant chacun des 3 pôles : apprenant, enseignant et savoirs. A ces 3 pôles de questions, s'ajoutent les questions introduites par l'instrument lui-même. Apprendre avec un logiciel pose des questions sur l'outil lui-même dans la mesure où il nécessite une certaine technicité, l'accomplissement de certaines tâches. Quelle est le statut d'une telle tâche pour l'élève, l'enseignant, l'institution ? Comment se situe-t-elle par rapport aux connaissances mathématiques ? Plus précisément, quelles sont les relations entre les mathématiques et cette nécessaire technicité ? A quel moment dit-on que l'élève fait des mathématiques au cours d'une activité en environnement informatique ? Ce n'est ni en remplissant une fiche de compte rendu, ni sur la capacité à utiliser un menu du logiciel, ni sur des résultats visuels...

L'approche instrumentale nous fournit certaines réponses : pour P.Rabardel (1999), l'instrumentation *s'accompagne de conceptualisation*. De même les recherches sur l'utilisation de technologies, mentionnées plus haut, montrent que les rapports entre la part technique et la part conceptuelle, dite noble, des mathématiques sont plutôt à penser en terme de dialectique que d'opposition. Leurs observations et conclusions peuvent s'appliquer au cas du tableur :

- Distinction entre complexité apparente et complexité réelle d'une tâche
- Illusion d'une démarche expérimentale en mathématiques
- Bouleversement des stratégies du professeur,
- Complexité des genèses instrumentales : phases et niveaux d'instrumentation
- Problèmes de gestion, absence d'institutionnalisation des techniques instrumentées.

Par rapport à l'enseignement traditionnel, l'utilisation du tableur pour l'apprentissage de l'algèbre ne se pose alors plus seulement en termes de : « *l'apprentissage de l'un est là pour remédier aux insuffisances de l'autre* » mais aussi en termes de « *transmission des éléments d'une dialectique technique/conceptuel* » inscrite dans une certaine culture mathématique qui **se trouve être** instrumentée (Lagrange, 2000; Rabardel, 1999). Nous nous interrogeons alors sur la façon dont s'opère cette instrumentation dans le cas du tableur.

### II.2 Tableur et conceptualisation en algèbre

Quelles démarches de résolution ou techniques le tableur favorise-t-il ? Comment y vivent les objets usuels et ceux déjà repérés en papier-crayon comme problématiques pour l'algèbre ? Quels nouveaux objets sont-ils introduits ?

Nous présentons ici 2 résultats principaux : d'une part la démarche de résolution, d'autre part les objets et nouveaux objets introduits par l'outil : leur appréhension, statut et symbolisme.

## La démarche de résolution : Analyse de la « méthode essai/ erreur »

Bon nombre de problèmes (optimisation, équation) peuvent se résoudre avec le tableur par une méthode proche de la méthode essai/ erreur utilisée en papier- crayon. Nous commençons donc par étudier cette dernière en la comparant aux méthodes « arithmétique » et « algébrique ».

**En papier- crayon :** Nous avons défini des critères pour caractériser les 3 méthodes : type de calcul : numérique/littéral), type de résolution (direct/indirect), nature des objets mis en jeu (expressions/équations), démarche (calculs à effectuer/équation à résoudre/égalité à tester), type de données utilisées (connues/ inconnues). La comparaison montre que l' « essai/erreur » est intermédiaire : arithmétique pour certaines des caractéristiques, algébrique pour d'autres ou encore « mixte ».

**Avec le tableur :** Le tableur apporte alors à cette méthode des spécificités la rapprochant davantage encore de la méthode algébrique :

1°) il facilite la gestion des données : cellules distinctes, formules intermédiaires, imbriquées, résultats intermédiaires.

2°) il présente un triple système de représentation : langage naturel (noms des colonnes), langage numérique (valeurs attribuées et résultats calculés) et langage symbolique s'approchant de l'algèbre (formules du tableur).

3°) enfin, les formules, intervenant dans la résolution, se rapprochent des équations auxquelles aurait mené l'algèbre. *Le tableur ajoute une organisation algébrique à une résolution arithmétique.*

En conclusion, la méthode (accessible même aux élèves en difficultés) favorise, par l'organisation de la feuille elle-même, la transition vers l'algèbre.

### II.3 Les objets et nouveaux objets : Appréhension, Statut, Symbolisme

A côté des éléments importants qui ont été repérés en papier-crayon comme posant des difficultés pour l'apprentissage de l'algèbre (lettre, signe d'égalité, expressions, formules), nous montrons que de nouveaux éléments sont introduits **par le tableur lui-même**, relatifs aux nouvelles possibilités, aux contraintes externes et internes, aux gestes liés à l'instrument. Nous détaillerons ici quelques exemples du rôle joué par l'instrumentation sur la conceptualisation à travers l'analyse de fonctionnalités du tableur.

Commençons par étudier le cas simple de 2 cellules connectées entre elles par une formule. Un nouvel objet que nous allons détailler ici est mis en évidence : la « variable- cellule » :

En papier-crayon, les variables dans les formules sont écrites à l'aide d'un symbole (une lettre généralement pour le niveau qui nous intéresse ici). A cette variable « lettre » se rattache un ensemble de valeurs (numériques ici) possibles. La variable « lettre » existe en référence à cet ensemble de valeurs possibles.

Dans le tableur, prenons l'exemple de la formule pour calculer des carrés : nous avons une cellule argument A2 et une cellule où une formule a été éditée, B2, se référant à cette cellule argument :

	A	B
1		
2	5	=A2^2

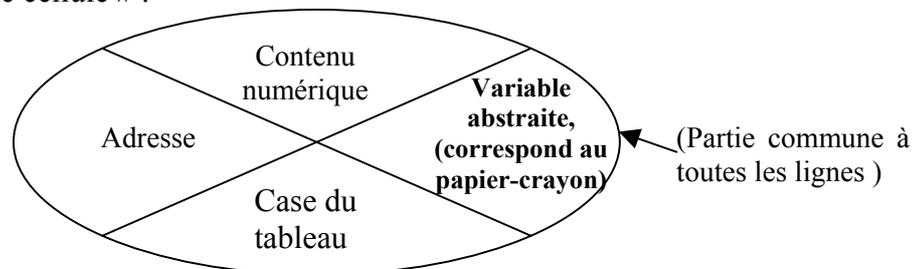
A2 est la cellule argument

La variable est, là encore, écrite à l'aide de symboles (propres au langage du tableur) et existe toujours en référence à un ensemble de valeurs possibles. Mais cet ensemble référent (abstrait ou concrétisé par une valeur particulière comme 5 sur le schéma) passe, ici, par un intermédiaire important : la cellule argument qui est à la fois :

- Référence abstraite, générale : elle représente la variable (c'est bien à elle que se réfère la formule en lui faisant jouer le rôle de variable)
- Référence concrète particulière : c'est ici un nombre (même lorsqu'on n'y a rien édité, certains tableurs lui attribue alors la valeur 0)
- Référence géographique (c'est une adresse spatiale dans le tableau)
- Référence matérielle (c'est une case du tableau, certains élèves peuvent la voir comme une boîte)

Ainsi, là où, en papier-crayon, on attache un ensemble de valeurs, se superpose, ici, une cellule argument embarquant avec elle, en plus de la représentation abstraite, générale, trois autres représentations sans équivalent en papier-crayon. Pour rappeler, dans la suite, cette différence, nous l'appellerons « **variable- cellule** » :

La « variable cellule » :



Notons que la cellule B2 présente est « à double face » : c'est à la fois une formule et l'éventuelle variable d'une autre formule dans une nouvelle cellule.

Pour plus d'exemples, ajoutons maintenant à la situation précédente quelques unes des plus intéressantes fonctionnalités du tableur : la **recopie automatique**, l'**attribution de noms** aux cellules et la **réactualisation** des données calculées :

La fonctionnalité de recopie permise dans le tableur complique encore la situation : par exemple, la formule précédente en B2 peut être recopiée automatiquement, « en tirant » vers le bas la poignée de recopie, générant cette fois une « **variable- colonne** » objet encore différent du précédent.

Ensuite, il est possible d'attribuer un nom à un groupe de cellules, par exemple 'n' pour le groupe « A2 :A5 », et d'utiliser directement ce nom dans une formule, comme par exemple « =n^2 » dans B2. Ce faisant, nous générons une autre conception de variable : cette fois la variable dans la formule est 'n' et l'intermédiaire est un ensemble fini de « cellules arguments », chacune d'elles ayant les caractéristiques d'une variable- cellule. Cependant, cette « variable- groupe » n'est pas simplement un groupe de « variables- cellules » placées les unes à côtés des autres ; le fait qu'elles soient liées par le même nom 'n' ajoute une nouvelle dimension à cette notion de variable : la multiplicité des valeurs. Cette conception est très proche de la traditionnelle. Mais, comme nous l'avons observé par la suite, cette fonctionnalité a rarement été utilisée dans les ressources professionnelles analysées jusqu'à maintenant !

Enfin, lorsque les formules contiennent des références absolues (telles \$A\$1...) le côté dynamique de la feuille de calculs créée provient de la possibilité de réactualiser les résultats.

La réactualisation des valeurs calculées lorsque l'on change les valeurs des paramètres joue également un rôle important dans l'évolution des stratégies de l'arithmétique à l'algèbre : ici, la notion de paramètre, en tant que variable du problème, émerge non seulement à travers la cellule qui joue ce rôle de paramètre, mais surtout à travers précisément le geste de réactualisation automatique.

De même, le tableur fait vivre différemment les objets nombres, signe de l'égalité, « inconnue » et « formule ». Par une étude similaire, nous pouvons analyser cette fois la notion de formule à travers chacune des fonctionnalités mentionnées plus haut. Dans l'exemple précédent, l'invariant opératoire de la formule **ne se traduit pas** par un invariant syntaxique dans le tableur : la formule du carré va, dans cet exemple, s'écrire après recopie vers le bas :  $A^2$ ,  $B^2$ ,  $C^2$  etc.. Comment cet invariant prend-il alors sens pour l'élève ? Est-ce à travers précisément le geste de recopie ?

## II.4 Conclusion

L'outil sans éliminer les difficultés repérées en papier-crayon, génère de la complexité, malgré une apparente facilité d'utilisation : objets nouveaux créés, objets usuels et modalités d'action modifiés (démarches de résolution). Nous pouvons rapprocher ces éléments des sous-entendus que nous avons mis en évidence dans notre première partie. D'autre part, ces éléments s'ajoutent aux difficultés usuelles de symbolisme, écriture, décodage de formules, appréhension, statuts des objets, déjà mis en évidence en papier crayon.. Comment ces nouveaux objets vont-ils interférer avec ceux déjà problématiques en papier- crayon ? Au moment même où l'élève vit ce passage à l'algèbre, ses ruptures, fausses continuités, différentes transitions ; au moment où il doit à la fois donner de nouveaux statuts aux anciens objets et changer ses démarches de résolution ; des éléments propres au tableur viennent s'entremêler et interférer avec les notions de variable, inconnue, équation, formule... Ces interférences ont-elles une influence positive, négative, négligeable sur les conceptualisations attendues (soit en référence à l'environnement papier- crayon) ?

Par ailleurs, dans la mesure où le nombre de machines est souvent limité, il nous faut aussi considérer les changements introduits par un travail « à deux » : les rôles joués par les processus interpersonnels dans les conceptualisations ne sont pas à négliger et doivent aussi être pris en compte.

Nous avons voulu montrer là que la genèse instrumentale, dans le cas du tableur, s'accompagne de questions qui sont essentielles pour une perspective didactique. Ce travail théorique nous fournit maintenant un cadre d'étude pour aborder les problèmes d'intégration à travers l'analyse des ressources et des pratiques : Y a-t-il prise en compte de cette genèse instrumentale dans les ressources, dans les pratiques ? Ces questions peuvent-elles expliquer certaines réussites d'intégration ou, au contraire, certains échecs ?

## III PREMIERS RESULTATS AUTOUR DE L'ANALYSE DES RESSOURCES

L'étude précédente théorique a montré l'existence d'éléments implicites au niveau de l'usage technique du tableur, éléments absolument nécessaires pour réaliser l'activité attendue. Nous avons également montré l'existence de nouveaux objets en environnement tableur, se construisant au cours des genèses instrumentales et interférant avec les conceptualisations traditionnellement attendues. Par suite, nous nous sommes demandés si les ressources professionnelles prenaient en compte ces divers éléments. Nous avons alors utilisé le cadre théorique précédent pour bâtir une grille d'analyse des activités qui prenne en compte

non seulement les éléments mathématiques mais aussi l'instrumentation propre au tableur. Elle se compose de différents pôles : mathématiques, didactique, instrumentation, tableur ; chacun d'eux ayant différents critères. Voici, par exemple, une partie du pôle « Tableur » où, dans la dernière colonne, nous avons défini les différentes valeurs de chaque critère pour une activité donnée :

Critères	Valeurs possibles
Type de travail avec le tableur et tâches associées :	« édition de données », « calculatrice », « feuille protégée, prête à l'emploi », « travail des formules », « travail des différents systèmes de références », « travail des méthodes de résolution », « travail graphique »,...
Fonctionnalités requises :	Articulation de divers registres, Nouvelles capacités, Variables instrumentales, Autres stratégies possibles

Certains critères étant communs à plusieurs pôles, nous pouvons les placer en parallèle. Voici une partie de la grille (simplifiée pour des raisons d'espace) pour le critère « Analyse d'une tâche donnée » montrant l'articulation entre les différents pôles :

Mathématiques	Instrument	Artefact Tableur
Tâche		Traduction en tâche tableur
Technique mathématique correspondante pour résoudre la tâche	technique instrumentale pour résoudre la tâche	Gestes correspondants
	Eventuellement technologie/ théorie	
Retour à une réponse dans le domaine mathématique		Réponse/ solution en environnement tableur

Nous continuons actuellement à travailler sur cette grille, cependant, elle nous a déjà produit quelques résultats. Nous les présentons brièvement dans ce qui suit :

### III.1 Les problèmes soulevés

Nous avons retrouvé, comme prévu en théorie, la non-prise en compte des « sous-entendus » dans les activités : supposés acquis au niveau des fonctionnalités du tableur, place dans une progression vis-à-vis du tableur, vis-à-vis des contenus mathématiques, contrat « élève-professeur » qui s'est établi dans le cadre de l'instrumentation avec le tableur. L'origine de ces questions réside sans doute dans la nature même des ressources proposées : activités éparpillées et traitant localement d'un point du programme, difficulté à proposer un travail qui s'inscrit tant dans la durée que dans une progression explicite

### III.2 Disparités/ richesses des activités

Deux activités d'une même catégorie peuvent, malgré un ensemble important de points communs (variables communes), présenter un grand écart au niveau du travail mathématique de l'élève. Certaines sont des successions d'instructions fermées (exécution type « presse-boutons », considérations de mises en formes etc.), d'autres sont extrêmement riches. Ces richesses sont souvent dues à :

- la présence d'articulation entre environnements instrumentaux (tableur, papier-crayon ou encore monde sensible)
- la présence d'éléments de gestion institutionnels : place dans la progression mathématique, place dans la progression tableur,...

### III.3 Un « déplacement » vers le collègue

Certaines activités sont typiquement des exercices relevant habituellement de la classe de seconde, ils se « déplacent » ici vers le collège où une résolution est rendue possible par l'usage du tableur grâce à la méthode essai/erreur vue en théorie.

## IV PERSPECTIVES

Nous devons compléter l'analyse des ressources de manière à obtenir un paysage assez représentatif de ce qui s'offre aux enseignants. Une fois ce paysage accompli, nous nous tournerons vers les pratiques pour comprendre dans quelle mesure la prise en compte des problèmes de genèse instrumentale influe sur l'intégration du tableur : comment travaillent ceux qui ont réellement intégré le tableur ? Comment ont évolué leurs pratiques et pourquoi ? Les « perturbations » liées aux questions d'instrumentations et à leur non prise en compte dans les activités font-elles partie des raisons de la faible intégration par l'enseignant ? Celui-ci les présente-t-il comme des éléments étrangers à sa façon de « faire des mathématiques », à la représentation qu'il veut en offrir à ses élèves ? Ou bien n'y a-t-il que les motifs souvent évoqués : peur de changer ses habitudes, refus de fournir les efforts requis pour cette intégration, problèmes matériels, manque de formation, peur d'être incompetent... ? Nous faisons l'hypothèse que le professeur, non expert de l'outil :

- est peu sensible aux potentialités évoquées de l'instrument
- voit d'abord les différences, pressent une complexité ajoutée
- se trouve mal armé pour conjuguer l'instrumentation et les apprentissages mathématiques
- et que pour toutes ces raisons, il peut difficilement tirer bénéfice des ressources qui lui sont offertes

Notre recherche s'attache maintenant à tester ces hypothèses et à étudier comment se fait, ou pourquoi ne se fait pas, l'intégration du tableur chez les enseignants : Quelles sont les résistances, quelles en sont les raisons ?

### Références

**Artigue M.** : 2001, 'Learning mathematics in a CAS environment : the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work', *Second CAME conference*, Utrecht, juillet 2001

**Arzarello F, Bazzini, Chiappini**: 2001, 'A model for analysing algebraic processes of thinking', *Perspectives on school algebra*, Vol.22 Kluwer Academic Publisher

**Capponi B.** :1999, 'Le tableur pour le collège, un outil pour l'enseignement des mathématiques', *Petit x n°52*, IREM de Grenoble, pp.5-42

**Grugeon B.** : 1995, Thèse de Doctorat, Université de Paris VII, pp.9-96

**Lagrange J.B.** :2000, 'L'intégration d'instruments informatiques dans l'enseignement : une approche par les techniques', *Educational Studies in Mathematics 43(1)*, pp.1-30

**Rabardel P.** : 1999, 'Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques', *Actes de l'Université d'été, Houlgate*, Août 1999, IUFM Caen, pp.2003-213

**Rojano T./ Sutherland R.**: 1997, 'Pupils strategies and the Cartesian method for solving problems: the role of spreadsheets', *Proceedings of the 21<sup>st</sup> International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, Vol.4,Finlande,pp.72-79

**Rojano T./ Sutherland R.**: 2001, 'Algebraic reasoning with spreadsheets', *Reasoning, explanation and proof in school mathematics and their place in the intended curriculum*, International Seminar, Cambridge

**Sfard A.** : 1991, 'On the dual nature of mathematical conceptions : reflections on processes and objects as different sides of the same coin', *Educational Studies in Mathematics 22*, pp.1-36

**Trouche L.** : 1996, Thèse de Doctorat

**Vergnaud G.** : 1989/90, 'Psychologie du développement cognitif et didactique des mathématiques. Un exemple : les structures additives.', *Petit x n°22*, IREM de Grenoble, pp.51-69