INSTITUT
DE RECHERCHE
POUR L'ENSEIGNEMENT
DES MATHEMATIQUES

24
MAI 1994

CAHIER DE DIDIREM

Acquisition de connaissances concernant l'impact de l'intégration de logiciels de calcul formel dans l'enseignement des mathématiques sur les représentations et pratiques mathématiques des élèves de l'enseignement secondaire

Par Michèle ARTIGUE,
Jean Philippe DROUHARD, Jean Baptiste LAGRANGE

DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES
UNIVERSITE - PARIS VII

ACQUISITION DE CONNAISSANCES CONCERNANT L'IMPACT DE L'INTEGRATION DE LOGICIELS DE CALCUL FORMEL DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES SUR LES REPRESENTATIONS ET PRATIQUES MATHEMATIQUES DES ELEVES DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

EQUIPE DIDIREM

UNIVERSITE DENIS DIDEROT PARIS 7

SOMMAIRE

Les logiciels de calcul formel étaient, jusqu'à il y a peu, réservés aux mathématiciens ou utilisateurs professionnels des mathématiques. Ces dernières années ont vu l'apparition de logiciels de calcul formel, comme le logiciel DERIVE, moins puissants mais a priori suffisamment puissants pour les besoins de l'enseignement secondaire, implémentables sur des micro-ordinateurs relativement modestes voire des calculatrices et enfin, d'un coût raisonnable.

D'une part, l'enseignement ne peut rester aveugle à cette évolution, d'autre part, on imagine aisément que l' intégration réussie de logiciels de calcul formel ne va pas aller de soi. Elle risque de remettre en cause, plus profondément encore que l'introduction des calculatrices numériques puis graphiques, les équilibres établis au sein des contenus d'enseignement, notamment les équilibres entre les composantes conceptuelles et techniques de l'enseignement des mathématiques.

Pour soutenir et guider efficacement les évolutions nécessaires ou inévitables, des travaux d'innovation et de recherche sont nécessaires. Il importe de se donner les moyens de dépasser dans ce domaine comme dans d'autres le registre de l'opinion pour arriver à cerner ce que peuvent réellement apporter les logiciels de calcul formel à l'enseignement des mathématiques, et ce en fonction des niveaux d'enseignement concernés, pour préciser les conditions d'une gestion efficace de ces nouveaux outils, pour déterminer des formations appropriées pour les enseignants.

C'est dans cette problématique que se situent la recherche dans laquelle s'est engagée l'équipe DIDIREM dans le cadre d'une convention passée en 1993 avec la Direction des Lycées et Collèges du Ministère de l'Education Nationale. Plus précisément, il s'agit ici d'essayer de cerner en quoi l'utilisation d'un logiciel comme DERIVE est susceptible d'agir sur les conceptions et pratiques mathématiques des élèves.

Nous avons fait le choix de nous placer, dans cette recherche, dans des conditions a priori favorables. Nous travaillons principalement avec les élèves d'enseignants familiers avec le logiciel et l'ayant intégré depuis plus d'un an à leur enseignement. Il ne s'agit pas ici en effet d'étudier directement le problème de la diffusion de l'utilisation de DERIVE mais, en amont, de préciser ses potentialités, de cerner des conditions de réalisation de ces potentialités, d'identifier d'éventuels obstacles, de battre en brèche éventuellement certaines idées naïves. Pour une telle étude, le travail avec des "experts" nous semble particulièrement bien adapté.

Sur le plan méthodologique, il nous a semblé nécessaire de croiser dans cette recherche des méthodologies internes et externes. Les questionnaires associés à la méthodologie externe nous permettront une vision relativement large de l'effet sur les représentations et les pratiques ; ils nous permettront également de formuler des hypothèses sur les relations éventuelles de ces effets avec tel ou tel type d'utilisation.
Mais il nous a semblé nécessaire de croiser ce type de données - opinions sur les représentations et pratiques, leur évolution, fournies par les différents acteurs - avec des données concernant directement les pratiques elles-mêmes C'est cette réalité des pratiques que nous essayons d'approcher via la méthodologie interne d'analyse fine du

fonctionnement de quelques situations "typiques". Toujours pour nous situer dans les conditions a priori les plus favorables, nous nous limiterons à des situations présentées par des "experts" comme susceptibles de mettre en jeu telle ou telle potentialité du logiciel pour l'enseignement des mathématiques. Les experts sont ici les membres du groupe "Calcul Formel" de la D.L.C., groupe qui fonctionne déjà depuis plus de deux ans, sous la direction d'Anne Hirlimann. Précisons que, de manière générale, la recherche est menée en collaboration étroite avec ce groupe aux réunions duquel Michèle Artigue, membre de l'Equipe DIDIREM et responsable de cette recherche, participe depuis octobre 1992.

La recherche est prévue pour se dérouler en trois phases :
La première phase, est une phase de mise au point des instruments de la recherche : recherche bibliographique, mise au point d'une grille d'observation et d'analyse des situations, mise à l'essai de la grille sur quelques situations a priori adaptées au niveau collège et lycée, préparation et test des premiers questionnaires, analyse des données recueillies.
La deuxième phase, est celle où, les instruments ayant été définitivement mis au point, les questionnaires seront soumis à un échantillon plus large d'enseignants et d'élèves et où l'ensemble des situations "typiques" retenues feront l'objet d'une expérimentation.
La troisième phase sera classiquement consacrée à l'analyse des données recueillies dans la deuxième phase et à la rédaction du rapport final.

Ce rapport est consacré à la première phase du travail qui s'achève maintenant. Il a été rédigé par Michèle Artigue, Jean Philippe Drouhard et Jean Baptiste Lagrange qui participent, avec Maha Abboud, pour l'équipe DIDIREM, à cette recherche. Il s'agit d'un premier rapport d'étape, rédigé alors que nous ne disposons pas encore du recul nécessaire vis à vis du travail mené. C'est pourquoi en particulier, si nous y insistons sur la problématique du travail mené, sur les instruments élaborés pour le mener à bien et présentons les résultats des premiers tests de ces instruments, nous nous gardons bien de formuler, vis à vis d'un domaine aussi neuf, des conclusions péremptoires. Nous demandons au lecteur de ne voir là que l'expression de la plus élémentaire prudence.

Nous voudrions pour terminer cette introduction remercier chaleureusement tous les membres du groupe "Calcul Formel" de la D.L.C. Sans leur soutien, sans leur coopération, cette recherche n'aurait pas vu le jour, sans eux, elle ne pourrait se développer.

Paris, le 6 Décembre 1993,
Michèle Artigue, Jean Philippe Drouhard, Jean Baptiste Lagrange

PREMIERE PARTIE

REPERES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE CALCUL FORMEL ET L'ENSEIGNEMENT

La recherche comporte, nous l'avons précisé dans l'introduction, un volet bibliographique. Il s'agit, dans cette partie, d'essayer de cerner l'"état de l'art" en matière d'utilisation de logiciels de calcul formel dans l'enseignement des mathématiques, notamment dans l'enseignement secondaire. Il s'agit aussi de repérer les hypothèses implicites et explicites faites par les chercheurs et innovateurs travaillant sur ce domaine, ainsi que de préciser les résultats déjà obtenus.

Pour cette étude, nous ne nous limiterons pas aux seuls articles concernant le logiciel DERIVE. En effet, pour sélectionner les articles susceptibles d'apporter des informations sur la mise en place et les effets de l'utilisation de logiciels de calcul formel dans les classes, le critère du logiciel employé n'est pas nécessairement le plus pertinent. De la même façon, on ne peut se limiter aux seuls -trop rares- articles en français, la littérature sur le sujet étant, essentiellement, en anglais.

Il existe à l'heure actuelle un nombre assez considérable, et croissant constamment, de références bibliographiques sur le calcul formel et l'enseignement. Il n'est pas question d'en faire une analyse exhaustive dans le cadre de cette convention. Nous chercherons plutôt à cerner les tendances actuelles du travail dans ce domaine à travers une sélection d'ouvrages nous semblant particulièrement représentatifs de "l'état de l'art".

Dans la phase initiale du travail dont nous rendons compte ici, nous avons cherché, tout en effectuant les premiers repérages bibliographiques, à élaborer une grille susceptible de guider l'analyse d'ouvrages et articles concernant l'utilisation de logiciels de calcul formel dans l'enseignement. La première version de la grille a été construite à partir de deux sources récentes :
- la première étant un ouvrage consacré exclusivement à DERIVE : il s'agit des actes de l'Ecole Internationale sur les Aspects Didactiques du Calcul Formel, "Enseigner les mathématiques avec DERIVE", qui s'est tenu à Krems (Autriche) au printemps 1992,
- la seconde étant plus générale : il s'agit des actes du Colloque "Technology in Mathematics Teaching" qui s'est tenu a Birmingham en automne 1993.
Ceci correspond à un ensemble de 28 articles dont la liste est donnée ci-après :

"Teaching Mathematics with DERIVE"
Proceedings of the International School on the didactics of Computer Algebra, J. Böhm, Ed., Chartwell Bratt, Bromley BR1 2NE (1992).

(1) WATKINS A. J.	Introducing Calculus with DERIVE
(2) ASPETSBERGER K.	Using DERIVE in Analytic Geometry
(3) ETCHELLS T. A.	Investigating Probability Distributions with DERIVE
(4) SCHOLLUM M.	The Usage of DERIVE in Mathematics by Fifteen-Year-Old Pupils
(5) MONAGHAN J.	Using a Computer Algebra System to teach Quadratic Functions
(6) BARZEL B.	Taylor Series Expansion
(7) BÖHM J.	The Riemann Integral and DERIVE - An Attempt
(8) WILLIAMSON K.	DERIVE and 16-19 Mathematics: A Blessing and not a Curse
(9) KEUNECKE K-H.	Computer Aided Mathematics in School
(10) DRIJVERS P.	DERIVE in the Dutch Classroom
(11) GARCIA-LOPEZ A., MINANO-RUBIO R. & RINCON-DE-ROJAS F.	Using DERIVE to teach Mathematics for Computer Science Students
(12) REBOLO MEDICI P.	Computer and Education: A High-School Experiment Using the Mathematical Software DERIVE
(13) TANNER D.	Using Computer Algebra to Teach the Foundations of Calculus
(14) ZÖCHLING J.	Ideal gas - Real gas using DERIVE
(15) SJÖSTRAND D.	Geometry with DERIVE

"Proceedings of the Technology in Mathematics Teaching 1993 International Conference, A Bridge Between Teaching and Learning"
B. Jaworski, ed., University of Birmingham.

(16) BERGSTEN C.	On Analysis Computer Labs
(17) BJÖRK L-E. & BROLIN H.	ADM- Project

(18) TILAK DE ALWIS	Effective Use of Mathematica
(19) ERSOY Y. & TOLUK Z.	Prospective Mathematics teachers' views on Computer Algebra Systems: DERIVE
(20) FORD N. J.	Progressive Introduction of Computer Software in Undergraduate Mathematics Courses
(21) GALIZIA M-T. & MASCARELLO M.	Symbolic Mathematical Systems in Teaching Integration and Fourier Series.
(22) HUNTER M., MARSHALL P., MONAGHAN J. & ROPER T.	Using a Computer Algebra System with Year 10 Students
(23) LAWSON D. A.	A Toolkit for Mathematicians
(24) LOVE E.	Software for Mathematics Education
(25) MACKIE D.	Using Computer Algebra to Investigate Models
(26) MARTINEZ SANCHEZ A. & LIAS QUINTERO A-I.	Using Computers: An Experinence in Algebra and Discrete Mathematics
(27) OLIVE-INKPEN S.	Learning is not a Spectator Sport: an Interactive Calculus Encounter
(28) VVEDENSKY D. D.	Mathematical Physics with MATHEMATICA

Nous nous sommes également appuyés sur l'article synthétique publié par Joël Hillel en 1991 : "Computer Algebra Systems as Learning Tools", *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 91/5, Karlsruhe.

Nous décrirons dans cette partie la grille de lecture élaborée puis nous présenterons, de façon synthétique, ce qui ressort à nos yeux de ce premier repérage bibliographique. Il va de soi que la grille élaborée est une grille provisoire que la poursuite de la recherche bibliographique amènera à raffiner et remanier. Le lecteur trouvera, annexés à ce chapitre, un tableau présentant le dépouillement des 28 articles étudiés à l'aide de la grille ainsi qu'une bibliographie concernant spécifiquement DERIVE, transmise par B.Kutzler.

I - UNE PREMIERE GRILLE DE LECTURE

Pour chacun des articles répertoriés ci-dessus, une fiche de lecture comportant sept rubriques a été réalisée (cf. ci-après). A partir des informations recueillies dans chaque rubrique, une première grille de lecture permettant une vision plus synthétique des différents articles a été réalisée. Cette grille présente globalement la même structure que la fiche mais les informations y sont présentées sous forme codée, en fonction des regroupements qu'il nous a semblé pertinents de réaliser. Nous sommes loin de disposer pour l'instant de codages satisfaisants pour l'ensemble des informations recueillies dans les fiches et chaque grille ne rend donc compte que très partiellement de la fiche correspondante. Il nous a semblé utile de la présenter néanmoins dans ce rapport intermédiaire. Elle permet de se faire une idée, non pas du contenu précis des articles, mais des questions qui y sont évoquées ou traitées.

0. Caractéristiques générales de la publication

Cette partie est classique : nature de l'ouvrage, titre, auteur(s), éditeur, année de parution, nombre de pages.
Pour l'instant, il n'y a pas eu de codage spécifique réalisé.

1. Niveaux d'enseignement concernés

Nous avons distingué les niveaux suivants :
- pour le secondaire :
  * avant l'enseignement officiel de l'algèbre soit, en France, le début du collège (6ème - 5ème, âges 11 - 13 ans) - code 1
  * entre le début de l'enseignement de l'algèbre et le début de l'enseignement de l'analyse soit, en France, la fin du collège et le début du lycée (4ème - 2nde, âges 13 - 16 ans) - code 2
  * après le début de l'enseignement de l'analyse, soit en France, les dernières classes du lycée (1ère - terminale, âges 16-18 ans) - code 3
- pour le post-secondaire :
  * la première année de DEUG ou le niveau "College" à l'étranger - code 4
  * les niveaux DEUG2, licence et plus généralement undergraduate - code 5

et nous avons regroupé pour l'instant dans une catégorie "Autres - code 6", les autres populations.
Lorsqu'aucun niveau d'enseignement n'est spécifié, le code est 0.

2. Nature du travail présenté

Nous avons distingué à ce niveau les articles de réflexion générale ou de suggestions d'activités sans réalisation associée - code 0 - et les articles faisant référence à des expérimentations - codes allant de 1 à 5 : 1 pour une référence purement allusive, 5 pour une présentation détaillée.

Plusieurs articles faisant référence à l'utilisation de questionaires, nous avons également codé cette caractéristique, en distinguant deux types de questionnaires :

ceux centrés sur l'évaluation des commaissances mathématiques des élèves et étudiants - code 1 - et ceux centrés sur les représentations des étudiants sur les mathématiques, les logiciels concernés, leur intérêt pour l'apprentissage des mathématiques... - code 2.

Enfin, nous avons codé également en 1/0, la présence / absence dans les articles de propositions précises d'activités mathématiques utilisant les logiciels concernés. Il est clair qu'il s'agit là d'un premier codage qu'il sera nécessaire d'affiner en prenant en compte d'une part les thèmes mathématiques des activités proposées, d'autre part, le rôle que l'on envisage d'y faire jouer à DERIVE, lorsque l'on disposera de catégorisations satisfaisantes.

3. L'explicitation d'un cadre théorique

Nous n'avons pas ici éprouvé le besoin, vu le matériel dépouillé, d'aller au delà d'un simple codage à trois valeurs : 0 lorsqu'il n'y a pas de référence à un cadre théorique, 1 lorsque cette référence est simplement allusive, 2 lorsqu'elle est clairement explicitée. Il serait sans doute été intéressant d'introduire un codage plus fin selon qu'il s'agit d'un cadre théorique élaboré par l'auteur de l'article ou de la référence à des cadres théoriques existants et selon la nature du cadre théorique explicité.

4. Le ou les logiciel(s) considéré(s)

Il s'agit ici des six logiciels suivants : DERIVE, MAPLE, MATHEMATICA, μMATH, MACSYMA, THEORIST

5. Les potentialités du ou des logiciel(s) évoquées

En fait, pour cette première grille, nous nous sommes bornés à reprendre, en effectuant quelques regroupements pour limiter la dispersion, les différents points mentionnés par les auteurs. L'ensemble se présente encore de façon assez hétéroclite. Soulignons cependant que certaines potentialités peuvent apparaître suivant les auteurs de façon plutôt positive (on met surtout l'accent sur l'intérêt pour l'apprentissage) ou plutôt négative (on met surtout l'accent les difficultés rencontrées dans la réalisation de cette potentialité), d'où un codage à trois valeurs : 0/1/-1 pour absence / présence positive / présence négative.
Voici les critères retenus :

- Favorise une meilleure interaction élève /tâche via l'interactivité élève / logiciel : feed back immédiats .... (abréviation : interactivité)
- Favorise un travail plus autonome des élèves et étudiants et donc permet de mieux gérer l'hétérogénéité (abréviation : autonomie)
- Favorise le développement de discussions, la formulation d'argumentations (abréviation : discussion / argumentation)
- Favorise, en libérant l'élève des calculs, des activités intellectuelles de plus haut niveau : la réflexion, la compréhension (abréviation : réflexion / compréhension)
- Favorise l'organisation de la résolution, le développement de stratégies (abréviation : organisation / stratégies)

- Favorise la découverte de propriétés via la reconnaissance de "formes" mathématiques (abréviation : forme)
- Favorise la généralisation (abréviation : généralisation)
- Favorise le contrôle, la vérification (abréviation : contrôle)
- Favorise des activités d'interprétation (abréviation : interprétation)
- Favorise des activités d'estimation (abréviation : estimation)
- Favorise la mise en place d'une pratique expérimentale des mathématiques : conjectures, exploration, essais.... (abréviation : expérimentation)
- Favorise l'intégration à l'enseignement de problèmes plus réalistes, plus riches, plus complexes (abréviation : problèmes +)
- Favorise l'intégration à l'enseignement d'activités de modélisation (abréviation : modélisation)
- Permet de gagner du temps, du fait de la rapidité d'exécution des calculs du logiciel (abréviation : temps)
- Permet d'effectuer des calculs exacts (abréviation : calcul exact)
- Favorise l'articulation de registres de représentation, de cadres de fonctionnement mathématique (abréviation : articulation)

6. Les caractéristiques du logiciel évoquées

Ces caractéristiques peuvent être de nature très diverse (caractéristiques du fonctionnement mathématique, caractéristiques érgonomiques) et encore une fois, être perçues de façon positives ou négative : par exemple, on mentionnera les limites et dysfonctionnements mathématiques du logiciel en soulignant les problèmes dont le traitement est de ce fait impossible ou les réponses erronnées auxquelles il faut s'attendre ou l'on mentionnera ces mêmes limites et erreurs en montrant l'exploitation didactique positive qui peut en être faite. D'où un codage du même type que pour la rubrique précédente. La distinction entre les deux rubriques recèle d'ailleurs une part d'arbitraire, les caractéristiques étant rarement évoquées en dehors de toute considération pédagogique.

Voici les critères retenus :

- nature du logiciel, logiciel pour experts initialement non conçu pour l'enseignement (code : expert)
- limites et dysfonctionnements mathématiques du logiciel (code : limites)
- caractéristiques de l'affichage écran (code : écran)
- caractéristiques de la syntaxe (code : syntaxe)
- programmabilité du logiciel (code : programmation)
- considérations d'ergonomie plus générales (code : ergonomie)

7. Aspects cognitifs et didactiques

Dans cette rubrique, nous avons regroupé des considérations qui nous semblaient dépasser une analyse purement liée au logiciel. Les lectures faites pour l'instant nous ont conduits à introduire dans la grille les catégories suivantes, codées elles aussi en 0/1/-1 :

- Effet des connaissances mathématiques antérieures sur l'appréhension et l'utilisation des systèmes de calcul formel (abréviation : connaissances)

- Effet des représentations de l'informatique et des logiciels sur l'appréhension et l'utilisation des systèmes de calcul formel (abréviation : représentations)
- Influence des systèmes de calcul formel sur les contenus d'enseignement et l'évaluation (abréviation : contenus / évaluation)
- Articulation entre le fonctionnement papier / crayon et le fonctionnement informatique (abréviation : info - papier / crayon)

II - PREMIERE SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

La recherche bibliographique entreprise a pour premier but d'obtenir des informations sur l'"état de l'art" concernant le domaine. Nous n'avons pas su ni même voulu, dans le cadre de ce premier travail exploratoire, construire a priori une taxonomie rigoureuse et nous couler dans son moule. L'élaboration d'une telle taxonomie est plutôt, comme nous l'avons déjà précisé, un des objectifs de cette recherche bibliographique. Dans un premier temps, nous avons plutôt essayé de construire une série de rubriques correspondant à la réunion (au sens mathématique) des thèmes abordés par chacun des articles et c'est de ce travail qu'est issue la grille de lecture présentée dans le paragraphe précédent.

Comme le lecteur l'aura sans doute remarqué, les rubriques retenus reflètent avant tout les hypothèses des auteurs des articles, et non pas, par exemple, les représentations que pourraient avoir les étudiants des logiciels qu'ils utilisent. Le choix que nous avons fait de nous intéresser aux attentes et aux observations des expérimentateurs (par opposition à celles des étudiants) est dicté par la prédominance écrasante (en nombre d'articles) du point de vue de l'enseignant (ou, mais ce n'est pas toujours le cas, du chercheur) sur celui de l'apprenant. Nous reviendrons plus loin sur ce déséquilibre, et sur les caractéristiques auxquelles il est associé.

Dans cette première synthèse, pour structurer les thèmes recensés, il nous a semblé intéressant de reprendre la classification générale proposée par Joel Hillel dans son article de synthèse (remarquablement clair) de 1991. Il suggère en effet de distinguer pour les systèmes de Calcul Formel trois fonctions:

- outil de calcul,
- outil de découverte,
- outil d'enseignement.

Il montre clairement qu'il ne s'agit pas d'une partition, mais que ces trois aspects ont leurs caractéristiques propres qu'il s'agit de ne pas amalgamer abusivement.

II.1 Les Thèmes abordés

Les Systèmes de Calcul Formel, outils de Calcul

La plupart des articles insistent, d'une manière ou d'une autre, sur l'aide que peuvent apporter les systèmes de calcul formel à la "compréhension", à l'"intuition" des notions mathématiques, par le fait qu'ils déchargent l'élève des calculs fastidieux (*tedious*: "assommants"). Certains auteurs formulent cette caractéristique ainsi : à l'élève, les processus intellectuels de haut niveau, à la machine, ceux de bas niveau. En général, les termes "compréhension", "intuition" ou "processus intellectuels de haut niveau" sont censés aller de soi et être immédiatement compris du lecteur. Ces termes font référence à l'expérience de celui-ci en tant qu'enseignant, bien plus qu'à un cadre théorique, presque toujours, soit absent, soit limité à l'invocation de Piaget ou de Papert. On note, à ce niveau également, plusieurs références au système "White Box / Black Box", "Black Box / White Box".

En l'absence de perspective théorique, on est en particulier dépourvu de toute indication sur la *manière* dont les systèmes de calcul formel peuvent influer sur la "compréhension" des élèves (quelle que soit par ailleurs l'acception qu'on donne à ce mot). La seule indication dont on dispose sur ce "comment" est que les systèmes de calcul formel peuvent permettre de travailler sur des situations "riches", plus complexes, plus "réalistes" ou plus difficiles d'abord, que celles qui sont usuellement apprêtées au préalable, voir affadies, pour l'apprentissage. De nombreux exemples sont donnés, dans des domaines mathématiques où les calculs à la main seraient d'une difficulté rédhibitoire (équations différentielles non linéaires, développement en série de Taylor à des ordres élevés, manipulations de "grosses" matrices) ou pour des modélisations de systèmes physiques "réalistes" dont les modèles mathématiques sont techniquement ardus. Cette remarque rejoint la problématique de la modélisation, et par certains aspects, celle dite du "Problem Solving", qu'on retrouvera plus bas.

<u>Les Systèmes de Calcul Formel, outils de Découverte</u>

Immédiatement après la facilité calculatoire, en rapport avec le fait qu'elle rend peu onéreux les essais et les expériences, vient la thématique du rôle des systèmes de calcul formel, pour la découverte de nouvelles propriétés. Se rattachent à cette problématique les notions de "reconnaissance de forme" (pour identifier une propriété commune à de nombreux exemples construits par les élèves avec l'aide du système), de conjecture, d'interprétation d'un résultat. Certains auteurs insistent sur la capacité des systèmes de calcul formel à représenter ainsi, par la multiplication d'exemples, des énoncés d'ordre général. D'autres remarquent que cet usage pédagogique va à rebours de l'usage des professionnels qui n'utilisent les systèmes que pour explorer des objets très particuliers.

La facilité à explorer de nombreuses voies est supposée aller de pair avec un apprentissage facilité des connaissances stratégiques. Dans le même ordre d'idées, cela va avec la facilité à faire des contrôles, des vérifications.

Il faut souligner cependant que divers articles évoquent les difficultés que rencontrent les élèves et étudiants à mettre en question les résultats de la machine ou à "estimer" les résultats qu'elle produit (ce qui rejoint le registre de l'interprétation).

<u>Les Systèmes de Calcul Formel, outils d'Enseignement</u>

Un certain nombre d'auteurs notent que ces caractéristiques des systèmes de calcul formel influent sur ce qu'on doit, ou qu'on ne peut plus, enseigner. Cela peut porter sur le contenu, un certain nombre d'exercices "bateaux" devenant sans objet. Cela peut également porter sur l'organisation de la situation d'enseignement, en valorisant les interactions entre pairs, les "discussions mathématiques", la construction d'argumentations. Nombre d'auteurs, faute de cadre théorique consistant, évoquent plus vaguement l'"autonomie" des élèves ou la possibilité pour chacun d'apprendre "à son rythme". Un seul article aborde la question de la complémentarité des fonctionnements dans un système de calcul formel et dans l'environnement usuel papier / crayon.

Inversement, quelques articles voient dans la possibilité de changer de cadre de fonctionnement et de registre de représentation (nous retraduisons ici, en des termes plus familiers au lecteur français, ce qui apparaît dans les textes, formulé en général dans d'autres termes) une justification des vertus pédagogiques des systèmes de calcul formel. C'est le cas, en particulier, de la fonctionnalité de représentation graphique qui est perçue presque unanimement comme très importante. De même, la notion de "problem solving" sert parfois de justification théorique à l'intérêt des applications présentées, mais aucun des articles recensés ici n'analyse finement cette articulation. Cette absence peut être un artefact lié à notre échantillon.

Certains auteurs insistent de manière complémentaire sur les prérequis, en termes de connaissances mathématiques ou informatiques, ou en terme de représentation de l'outil informatique et de ses usages, nécessaires pour tirer profit de l'utilisation de systèmes de calcul formel.

D'autres insistent plutôt sur l'influence de l'usage de ces systèmes sur l'évaluation. Ainsi est-il remarqué qu'il est bien plus aisé d'évaluer des performances dans des tâches de "bas niveau", que des compétences de "haut niveau".

Ces observations, toutefois, ne sont pas universelles, et un certain nombre d'articles présentent des propositions de séquences d'enseignement, voire des modules logiciels consacrés à l'étude d'un thème, sans sembler se préoccuper le moins du monde de l'insertion de ces séquences dans une progression quelconque ni des problèmes d'évaluation que cela pourrait poser.

Le rôle didactique des caractéristiques propres des Systèmes de Calcul Formel

Dans l'ensemble, relativement peu d'articles insistent sur les effets, positifs ou négatifs, des caractéristiques des systèmes de calcul formels pour l'apprentissage. Cela concerne aussi bien l'interactivité et la vitesse, que les contraintes morpho-syntaxiques à l'entrée (forme des écritures pour les communiquer à la machine) ou à la sortie (présentation "brute" ou via des traitements de formules mathématiques du type LATEX, format des nombres). De nombreux articles vantent la "simplicité" ou la "facilité" à utiliser tel ou tel logiciel, d'autres pointent des erreurs ergonomiques. Le fait qu'un calcul formel est un calcul *exact* (contrairement au calcul numérique usuel), l'usage didactique de l'exploration des limites du système ou la possibilité de programmation sous-jacente ne sont abordés que marginalement.

I.2 Commentaires et réflexions

Dans l'ensemble, la plupart des auteurs semblent considérer les systèmes de calcul formel de *leur* point de vue de mathématiciens, ou du point de vue d'élèves "idéaux", bien plus que du point de vue des élèves tel qu'il ressort des (trop rares) enquêtes détaillées. Ceci est renforcé par le fait que la plupart des articles traitent d'expériences d'enseignement à des niveaux "lycée" ou "université", avec des élèves qui, peu ou prou, ont acquis un minimum de règles du jeu mathématique. A un niveau moins élevé (niveau collège), les systèmes de calcul formel apparaissent au contraire comme des révélateurs des difficultés (par ailleurs souvent déjà identifiées par la Didactique) que les élèves rencontrent précisément avec ce "jeu" mathématique, par exemple, le statut et les règles d'usage des représentations graphiques ou symboliques.

En conséquence, les discours théoriques relevés dans notre échantillon, concernant les vertus et les risques des systèmes de calcul formel, apparaissent en fait fortement contextualisés (en particulier par rapport au niveau d'apprentissage) et ce, à l'insu la plupart du temps de leurs auteurs. En fait, on retrouve de manière assez caricaturale que ce sont ceux qui enseignent au niveau mathématique le moins élevé (ici, le collège par rapport au lycée ou à l'université) qui semblent les plus conscients des difficultés proprement didactiques de leurs élèves. Comme le remarque John Monaghan (co-auteur lui-même, et ce n'est sans doute pas un hasard, d'une des rares études quantitatives détaillées des difficultés rencontrées par des élèves, au niveau du collège) dans son article de Krems:

> *"It is a sad but true fact that much cognitive curriculum analysis takes place in the context of primary education".*

Dans l'ensemble, une grande partie des articles dépouillés ici s'avèrent donc un peu décevants dans la perspective que nous nous sommes fixée. Faute d'un travail d'observation fine des élèves, confrontée à des cadres théoriques ayant quelque consistance, on en reste trop souvent à une description d'un canevas d'enseignement, vu par l'enseignant lui-même, assorties de considérations générales sur les vertus pédagogiques des systèmes de calcul formel, comme si ce domaine n'avait pas encore véritablement été investi par la recherche. A ce titre, il est significatif de repérer le peu d'articles consacrés précisément à ces questions dans les actes de congrès comme les congrès annuels du groupe international des congrès "Psychology of Mathematics Education" (aucun article par exemple dans les actes des congrès d'Assisi en 1991 et de Durham en 1992, bien qu'une quarantaine de présentations de recherche concernent l'utilisation de l'outil informatique dans l'enseignement, par exemple).

ANNEXE 1

Code article	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Niveaux d'enseignement	3-4	3	3-4	5	2-3	2	4	4	3	3	3	4	3	3	6
Nature du travail															
Expérimental	4	2	0	0	4	5	2	0	0	0	2	4	1	1	2
Questionnaires	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Activités mathématiques	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Cadre théorique	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0
Logiciel(s) utilisé(s)															
DERIVE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MAPLE	1														
MATHEMATICA	1														
μMATH	1														
MACSYMA															
THEORIST	1														
Potentialités du logiciel															
Interactivité					1							1			
Autonomie	1				-1	1				1					
Discussion/argumentation	1					1									
Réflexion, compréhension	1			1					1			1	1		1
Organisation / Stratégies	1														
Formes	1														
Généralisation	1						1				1				
Contrôle															
Interprétation		1			1	1						1	1		
Estimation	1													1	
Expérimentation	1								1	1	1	1	1	1	
Problèmes plus riches	1								1		1			1	
Modélisation	1				1						1				1
Temps												1			
Caclul exact									1						
Articulation	1				1	1									
Caractéristiques du logiciel	1														
Expert															
Limites									1				1		
Ecran	1								1						
Syntaxe	1					1			1		-1				
Programmation	1								1						
Ergonomie	1	1			-1				1		-1	1			
Aspects cognitifs, didactiques															
Connaissances	1														
Représentations															
Contenus / Evaluation					1					1	1	1			
Info - Papier / Crayon						1									

Code article	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Niveaux d'enseignement	3-4	4	3	5	6	5	5	2	5	0	5	5	3	5
Nature du travail														
Expérimental	0	5	3	1	0	2	2	5	0	0	1	1	0	1
Questionnaires	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Activités mathématiques	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Cadre théorique	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Logiciel(s) utilisé(s)														
DERIVE	1		1		1		1	1	1		1	1		
MAPLE		1											1	
MATHEMATICA				1										1
μMATH						1								
MACSYMA						1								
THEORIST													1	
Potentialités du logiciel														
Interactivité														
Autonomie													1	1
Discussion/argumentation			1											
Réflexion, compréhension		1					1				1		1	
Organisation / Stratégies			1											
Formes				1				-1						
Généralisation										1	1			
Contrôle		1	1			-1								
Interprétation			1				1	-1			1			
Estimation		1	1											
Expérimentation			1	1										
Problèmes plus riches		1		1										1
Modélisation							1				1			
Temps								1						
Caclul exact								1						
Articulation		1					1	-1		1	1			1
Caractéristiques du logiciel														
Expert										1				
Limites							1							
Ecran									1					
Syntaxe														
Programmation														1
Ergonomie						-1	1	-1						
Aspects cognitifs, didactiques														
Connaissances								-1						
Représentations			1					-1						
Contenus / Evaluation			1				1	1				1	1	
Info - Papier / Crayon														

Bibliography on DERIVE

edited by

Bernhard Kutzler

(Soft Warehouse Europe, Austria)

15. September 1993

AHONEN E, 1993. **The Mechanics of Erkki Ahonen**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 10-14 (part 1), and no 10, pp 12-14 (part 2).

APPEL H, 1992a. **Anwendungsbezogene Mathematik mit DERIVE in der Realschule (German; Applied Mathematics with DERIVE)**. In: *[Böhm 92a]*, pp 287-298.

APPEL H, 1992b. **Zum Einsatz des Programmes DERIVE im Mathematikunterricht der Realschule (German; Using DERIVE to Teach Mathematics)**. In: *"Computer und Unterricht"*, no 7: "Kopieren", pp 64ff.
***** DC

APPEL H, 1992c. **Zur Problematik des Einsatzes von DERIVE im Mathematikunterricht (German; On the Problem of Using DERIVE to Teach Maths)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 5, pp 18-21.

APPEL H, 1992d. **Wunschliste für Verbesserungen (German; Wishlist for Improvements)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 6, pp 17-19.

APPEL H, 1993a. **Anwenden und Üben von Lerninhalten mit Hilfe des Programmes DERIVE (German; Using DERIVE to Apply and Practice Maths)**. In: *"Computer und Unterricht"*, no 10: "Üben".
***** DC

APPEL H, 1993b. **Neue Aufgaben - alte Aufgaben (German; Old Assignments - New Assignments)**. In: *"Proc. 10. Arbeitstagung des AK Mathematikunterricht und Informatik in der GDM"* (ed. H. Hischer), Franzbecker, Hildesheim.
***** DC

APPEL H, 1993c. **CABRI und DERIVE - ein Unterrichtsbeispiel für den gemeinsamen Einsatz (German; CABRI and DERIVE - An Example for their Joint Use)**. In: "Proc. 10. Arbeitstagung des AK Mathematikunterricht und Informatik in der GDM" (ed. H. Hischer), Franzbecker, Hildesheim.
***** DC

APPEL H, 1993d. **Erfahrungsbericht - DERIVE im Mathematikunterricht (German; Experiences - Teaching Maths with DERIVE)**. In: *"Proc. 27. Bundestagung für Didaktik der Mathematik in Fribourg"*.
***** DC

APPEL H, BRAND R, 1991. **Joint Venture DERIVE und CABRI im Mathematikunterricht (German; Joint Venture - Teaching Mathematics with DERIVE and CABRI)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 4, pp 18-22.

ARNEY D C, 1991. **DERIVE Laboratory Manual for Differential Equations**. Addison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-57268-0, 255 pages.

ARNEY D c, 1992a. **Exploring Calculus with DERIVE**. Addison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-52839-8, 166 pages.
*****

ARNEY D C, 1992b. **The Student Edition of DERIVE.** Addison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-50664-5, 387 pages.

ASPETSBERGER K, 1990. **Computeralgebra-Systeme im Mathematikunterricht (German; CAS for Teaching Mathematics).** In: *"IST-News"*, vol 1/90, pp 6-8.

ASPETSBERGER K, 1991. **Computeralgebra-Systeme im Mathematikunterricht (German; CAS for Teaching Mathematics).** In: *"Proc. Lehrerfortbildungstagung 1991, Univ Vienna, 5 April 1991"*.

ASPETSBERGER K, 1992a. **Der Einsatz von DERIVE im Rahmen der Analytischen Geometrie (German; Using DERIVE for Analytical Geometry).** In: *"Proc. 21st Kolloquium Mathematik-Didaktik"*, Universität Bayreuth, pp 4-13.

ASPETSBERGER K, 1992b. **Using DERIVE in Analytic Geometry.** In: *[Böhm 92a]*, pp 21-28.

BABSON J, 1989. **Computer Algebra.** In: *"Foglight"*, Jul'89, pp 16ff.
***** (SWH)

BARZEL B, 1991. **Taylorreihenentwicklung mit DERIVE (German; Taylor Series Expansion with DERIVE).** *"Mathematik betrifft uns"*, no 6/91-1, 33 pages.

BARZEL B, 1992. **Taylor Series Expansion.** In: *[Böhm 92a]*, pp 57-62.

BENEKE T, SCHWIPPERT W, 1991. **Mathematisches Programmpaket mit tollen Möglichkeiten (German; Mathematical Softwareproduct with Exceptional Possibilities).** In: *"Infografik"*, no 3/91, p 6-10.

BERRY J, GRAHAM T, WATKINS A J P. **Some Experiences of Using DERIVE at Plymouth.** *"CTM: Research Report"*, no 7, 11 pages.

BERRY J, GRAHAM T, WATKINS A J P, 1993. **Learning Mathematics Through DERIVE.** Ellis Horwood (Simon&Schuster International Group), 250 pages.

BERRY J, WATKINS T, 1992. **Report on an Educational Visit to Austria (21st-28th May 1992**). *"CTM: Internal Report"*, no 1, 18 pages.

BEILBY M, 1991. **DERIVE Version 2.01 Review.** In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 2, no 1, p 7.

BETTS K S, 1990. **Math Packages Multiply.** In: *"Mechanical Engineering"*, Aug'90, p 32.
***** (SWH)

BIBBY N, 1989. **DERIVE A Mathematical Assistant.** In: *"PC User"*, no 105, p 110.
*****

BIBBY N, 1991. **Wherefore plug-and-chug?: Computer Algebra versus A-level Mathematics.** In: *"The Mathematical Gazette"*, vol 75, no 471, pp 40-47.

BÖHM J, D-N-L. **DERIVE-NEWS-LETTER 1-10.** The Bulletin on the DERIVE User Group, 1991-1993 approx. 310 pages.

BÖHM J, 1991a. **Finanzmathematik mit DERIVE (German; Financial Mathematics with DERIVE).** In: *[Böhm D-N-L]*, no 1, pp 13-22 (part 1), and no 2, pp 9-17 (part 2).

BÖHM J, 1991b. **Solving ODEs Using DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 2, pp 22-28 (part 1), and no 3, pp 15-33 (part 2).

BÖHM J, 1991c. **How to Write my Own Demo-File.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 4, p 30.

BÖHM J, 1992a. **Teaching Mathematics with DERIVE - Proceedings of the International School on the Didactics of Computer Algebra, April 27-30, 1992, Krems, Austria.** Chartwell-Bratt Ltd., ISBN91-44-37891-2, 298 pages.

BÖHM J, 1992b. **The Riemann Integral and DERIVE - An Attempt.** In: *[Böhm 92a]*, pp 63-96.

BÖHM J, 1992c. **Selfmade Scales.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 5, pp 28-30.

BÖHM J, 1992d. **Riemann at Random with DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 17-21.

BÖHM J, 1992e. **Roses in my DERIVE Garden.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 24-27.

BÖHM J, 1993. **Trigonometry for the Classroom.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 15-17.

BORCHERDS P H, MCCAULEY G P, 1990. **Computer Algebras: A Reaction on Meeting REDUCE and DERIVE for the First Time.** In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 1, no 1, p 10.

BORKOWSKI M, 1992. **DERIVE znaczy "wyprowadzi'c" (Polish).** In: *"Bajtek, Magazyn Komputerowy"*, no 4(80)'92, p 24.

BROOK J, 1992. **Programming with Equations.** In: *"Program Now"*, no 11/92, pp 23-24.

BURBAGE J, 1990. **DERIVE - A Mathemtical Assistant Version 1.53 (Review).** In: *"PC Report"*, May'90, pp 37-39.

CASTELLETTI M, 1989. **A Lezione di Matematica (Italian; Take a Maths Lesson).** In: *"SP Computer Magazine"*, Jun'89, pp 162-166.
***** DC

CASTELLETTI M, 1990. **DERIVE Ovvero dieci in matematica (Italian).** In: *"Amstrad"*, no 4'90, pp 72-80.

CASTELLETTI M, 1991. **DERIVE V2: Sempre dieci in matematica (Italian).** In: *"Amstrad"*, no 7'91, pp 38-44.

CASTELLETTI M, 1992. **Esperimenti didattici con un programma di Computer Algebra.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, p 28 (part 1), and no 8, pp 23-26 (part 2).

CHADID I C, 1992. **Como Hacer Matematicas Con DERIVE (Spanish).** Editorial Reverte' Colombiana S.A., ISBN 958-95511-0-6, 446 pages.
*****

CHIP-ÖSTERREICH, 1991. **DERIVE - Der Mathematikassistent (German; DERIVE - A Mathematical Assistant).** no 3/91, p 13.

CLEMENTS D, 1990. ***DERIVE, A Mathematical Assistant for your Personal Computer.*** In: *"The Economic Journal"*, Sep'90, p 1034.
***** (SWH)

COFFEE P, 1989a. **It Takes More Than Just a Mouse to Make a GUI.** In: *"PC Week"*, 23 Oct 89, p 48.
***** (SWH)

COFFEE P, 1989b. **Math Packages for the PC and Macintosh.** In: *"PC Week"*, 30 Oct 89, pp 52-58.
***** (SWH)

COM, 1991. **alpha tangens omega (German; Review).** no 3/91, p 82.

COMPUTER SHOPPER, 1991. **DERIVE.** March 1991.

COMPUTER SHOPPER, 1993. **Numeric vs Symbolic Computation (Comparative Review).** June 1993, pp 37-40.

CURRIE I. **Algebra Minus the Pain.** In: *"The Times Educational Supplement"*.

CZERWINSKI R, 1991. **DERIVE.** In: *"Mathematics & Computer Education"*, Winter'91, p 103.
***** SWH

DECKER R, MCGIVNEY R, WILLIAMS J, 1990. **Software Reviews - DERIVE, A Mathematical Assistant**. In: *"The Amatyc Review"*, vol II, no 2, p 77.
***** (SWH)

DEMAROIS P, 1992. **College Algebra Laboratories Using DERIVE**. MathWare, ISBN 0-9623629-1-3, 124 pages.

DER DEUTSCHE TECHNIKER, 1991. **Ausprobiert: DERIVE Version 2 (German, Review)**. no 3/91, p 83.

DOUGLAS R E, 1991. **Choose PC Software or Scientific Calculators to Tame Tough Math**. In: *"EDN"*, 14 March 1991, p 115.
***** SWH

DRIJVERS P, 1991. **Computeralgebra en wiskunde onderwijs (Dutch; Computer Algebra and Math Education)**. In: *"De Nieuwe Wiskrant"*, vol 10, no 4, pp 23-26.
***** DC

DRIJVERS P, 1992a. **DERIVE in the Classroom**. In: *[Böhm 92a]*, pp 133-140.

DRIJVERS P, 1992b. **Wiskunde leren met DERIVE (Dutch; The Learning of Mathematics with DERIVE)**. Teacherbook, ISBN-90-01-25992-8, 80 pages; Studentbook, ISBN 90-01-25991-X, 55 pages.
***** DC

DRIJVERS P, 1992c. **Het ecosysteem van de Biesbosch, modelbouw en simulatie met DERIVE (Dutch; The Ecosystem of the Biesbosch, Modelbuilding and Simulation Using DERIVE)**. In: *"De Nieuwe Wiskrant"*, vol 11, no 2, pp 12-16.
***** DC

DRIJVERS P, 1992d. **De kettingregel met DERIVE, een lesverslag (Dutch; The Chain Rule Using DERIVE, Report of a Lesson)**. In: *"Euclides"*, vol 67, no 8, pp 242-247.
***** DC

ECKER M W, 1990a. **DERIVE - An Inexpensive Alternative to Mathematica**. In: *"Computer Shopper"*, Jone'90, pp 332ff.

ECKER M W, 1990b. **DERIVE, A Mathematical Assistant for Your Personal Computer**. In: *"PC AI"*, Mar/Apr'90, pp 41-45.
***** (SWH)

ELKINS T A, 1989. **Soft Warehouse Inc.'s DERIVE**. In: *"Computer Language"*, Oct'89, p 95.
***** (SWH)

ELLIS W Jr, LODI E, 1991. **A Tutorial Introduction to DERIVE**. Brroks/Cole Publishing Co, ISBN 0-534-15522-7, 94 pages.
*****

ELRAD, 1993. **DERIVE 2.51 (German)**. no 3/93, p 16.

ENGEL A, 1990. **Eine Vorstellung von DERIVE (German; An Introduction to DERIVE)**. In: *"Didaktik der Mathematik"*, vol 18, pp 165-182.

ESPOSITO J, 1990. **Enhance your Math Prowess with Software & Hardware**. In: *"Modern Electronics"*, May'90, pp 19-21.
***** (SWH)

ETCHELLS T A. **A First Course in DERIVE**. North College Bolton, 9 pages.

ETCHELLS T A, 1992a. **Investigating Probability Distributions with DERIVE**. In: *[Böhm 92a]*, pp 29-38.

ETCHELLS T A, BÖHM J, 1992b. **True Riemann Rectangles**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 8, pp 15-22.

ETCHELLS T A, 1993. **Computer Algebra Systems and Studens' Understanding of the Riemann Integral**. In: *[Monaghan&Etchells 1993]*, pp 38-53.

ETCHELLS T A, HURD M, MONAGHAN J, 1993. **Computer Algebra and Student Learning**. In: *"Proc. British Congress of Mathematics Education"*.
***** DC

EXNER H, 1993. **Computer Algebra revolutioniert den Zugang zur Mathematik (German; Computer Algebra Revolutionizes Mathematics)**. In: *"CAD/CAM"*, no 1/93, pp 140-141.

FITCH J, 1993. **Mathematics Goes Automatic (Comparative Review)**. In: *"Physics World"*, vol 6, no 6, pp 48-52.

FOSTER K R, BAU H H, 1989. **Symbolic Manipulation Programs for the Personal Computer**. In: *"Science"*, no 243, pp 679-684.
***** (SWH, Ioakimidis 89g)

FROELICH G, 1989. *DERIVE,* **A combination symbolic manipulator and grapher from Soft Warehouse**. In: *"Consortium"*, no 30, pp 3ff.
***** (SWH)

FUCHS K J, 1992a. **Logische Funktionen mit DERIVE (German; Logical Functions with DERIVE)**. In: *[Böhm 92a]*, pp 247-256.

FUCHS K J, 1992b. **Logic with DERIVE**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 12-16.

FURUKAWA, 1992. **DERIVE (Japanese)**. SEG Corporation, Tokiya Building, 7-13-12 Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan, 68 pages.

GARCIA-LOPEZ A, MINANO-RUBIO R, 1991. **Practicas de Matematicas. Algebra y Calculo con DERIVE y Mizar (Spanish; Practical Lessons of Mathematics. Algebra and Calculus with DERIVE and Mizar)**. E.U. Informatica.
***** DC

GARCIA-LOPEZ A, MINANO-RUBIO R, RINCON-DE-ROJAS F, 1992. **Using DERIVE to Teach Mathematics for Computer Science Students**. In: *[Böhm 92a]*, pp 147-158.

GILLIGAN L G, MARQUARDT J F, 1990/1991. **Calculus and the DERIVE Program - Experiments with the Computer (2nd Edition)**. Gilmar Publishing Co., ISBN 0-9626661-2-2, 152 pages.

GIRVAN R, 1990a. **DERIVE - The Mathematical Assistant**. In: *"Personal Computer World"*, Feb'90.
***** (SWH)

GIRVAN R, 1990. **Mathematics Beyond the Pocket Calculator**. In: *"New Scientist"*, 30 June 1990, pp 68-69.

GLYNN J, 1989/1990. **Exploring Math from Algebra to Calculus with DERIVE (2nd Edition)**. MathWare, ISBN 0-9623629-0-5, 153 pages.

GODART O, 1990. **DERIVE (French)**. In: *"Ciel et Terre"* (Societe Royale Belge d'Astronomie de Meteorologie et de Physique du Globe), p 8.

GORDON J, 1989. **DERIVE, A Mathematical Assistant**. In: *"Mathematics Teacher"*, Dec'89, pp 733-734.
***** (SWH)

GRAHAM T, 1991. **Using DERIVE's 3D-Plot Facility: A Case Study in Mathematical Modelling**. In: *"Teaching Mathematics and its Applications"*, vol 10, no 4, pp 159-162.

GRINBERG E L, 1989. **The Menu with the College Education**. In: *"Notes of the American Mathematical Society"*, Sep'89, pp 838ff.
***** (SWH)

HAIGH J G B, SMITH K C, WOOD A S, GRANT J A, 1992. **Teaching Mathematics with DERIVE.** Course notes and work sheets. NA Report 92-32, Department of Mathematics, University of Bradford.
***** DC

HANISCH G, 1991. **Die Auswirkungen der Computeralgebra auf den Mathematikunterricht (German; Computer Algebra's Impact on Math Teaching).** In: *[Hischer 91]*, pp 14-20.

HÄRING R, 1989. **Computer-Algebra-Systeme - Vergleichstest REDUCE - DERIVE (German; Computer Algebra Systems - Comparing REDUCE and DERIVE).** In: *"MC - Die Mikrocomputer Zeitschrift"*, no 11/89, pp 60-64.

HARLEY G, 1992. **DERIVE-based Laboratory Worksheets and Demonstration Sheets for Engineering Mathematics.** University of Plymouth, School of Mathematics and Statistics, 45 pages.

HARPER D, 1990. **Maths on the Menu.** In: *"Physics World"*, vol 3, no 2, pp 43.

HARPER D, 1991. **Computer Algebra - Doing Mathematics by Computer (Comparative Review).** In: *"Mathematics in Computing Software"*, issue 3, pp 2-7.

HARPER D, WOOF C, HODGKINSON D, 1991. **A Guide To Computer Algebra Systems.** John Wiley & Sons Ltd, ISBN 0-471-92910-7, 148 pages.

HASCHKOVITZ F, ANGERER D, 1992. **Fachbereichsarbeit - Verwendung von DERIVE (German; Using DERIVE for a "Fachbereichsarbeit").** In: *[Böhm 92a]*, pp 271-286.

HEHL F W, MEYER H, 1992. **Mit Buchstaben auf dem Computer rechnen (German; Symbolmanipulation on a Computer; Comparative Review).** In: *"Physikalische Blätter"*, vol 48, no 5, pp 377-381.

HENN H-W, 1991. **Aufgaben für den Computereinsatz im Mathematikunterricht - "Die alternative Abituraufgabe" (German; Assignments when Using the Computer in Math Teaching - "The Alternative Test Examples").** In: *[Hischer 91]*, pp 124-125.

HERGET W, 1991. **Mathematikunterricht - wie geht es weiter? (German; Teaching Mathematics - How to Proceed?).** In: *[Hischer 91]*, pp 139-148.

HERMAN E A, 1989. **DERIVE, A Mathematical Assistant Version 1.22 (Review).** In: *"American Mathematical Monthly"*, no 96, pp 948ff.
***** (SWH)

HIRSCHBERG W. **Kinematische Beschreibung von Kardan-Gelenken, hergeleitet mittels PC-Program DERIVE (German; Kinematic Description of a Universal Joint - Derived with DERIVE).** University of Linz, Research Institute for Symbolic Computation, Technical Note, 3 pages.

HISCHER H (ed) 1991. **Mathematikunterricht im Umbruch? Proc. 9. Arbeitstagung "Mathematikunterricht und Informatik", 27-29 Sept 1991, Wolfenbüttel.** Verlag Franzbecker, ISBN 3-88120-211-0, 148 pages.

HODGKINSON D E, 1991. **Module on Sequences and Series with DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 4, pp 23-29 (part 1), and no 5, pp 9-17 (part 2).

HOLTZMANN J, 1990. **Fun with Math (Review).** In: *"Radio Electronics"*, no July'90, pp 76-77.

HOOGEWIJS A, 1992. **DERIVE - een steun bij het wiskunde-onderwijs? (Dutch).** In: *"Wiskunde en Onderwijs"*, no 18, pp 205-222.

HORBATSCH M, 1990. **Teaching Calculus and Linear Algebra with DERIVE.** In: *"Computers in Physics"*, Nov/Dec 1990, pp 656-660.

HORBATSCH M, 1993. **Solving Physics Problems in the Classroom with DERIVE 2.0.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 4-9 (part 1), and no 10, pp 6-11 (part 2), and no 11, pp (part 3).

HOSACK J, 1989. **A New CAS: DERIVE**. In: *"Computer Algebra Systems in Education Newsletter"*, no 5, pp 4ff. ***** (SWH)

HUNTER M, 1993. **The Use of DERIVE within a Traditional Teaching Situation**. In: *[Monaghan&Etchells 1993]*, pp 27-37.

HUNTER M, MARSHALL P, MONAGHAN J, ROPER T, WAIN G, 1993. **Using Computer Algebra Systems with Younger Students**. In: *[Monaghan&Etchells 1993]*, pp 68-82.

HUNTER M, MONAGHAN J, 1993. **Quadratics Made Easy?** In: *"MicroMath"*, vol 9, no 3. ***** DC

HURD M, 1993. **Student Learning with a Computer Algebra System and a Spreadsheet**. In: *[Monaghan&Etchells 1993]*, pp 54-67.

IOAKIMIDIS N I, 1989a. **The Crack Tip Elastic Stress Field Using Computer Algebra Software**. University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 15 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989b. **Symbolic Computations for the Approximate Solution of Singular Integral Equations: Application to a Crack Problem**. University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 16 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989c. **Orders of Singularity at Wedge Apices: The Computer Algebra Approach**. University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 8 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989d. **Chebyshev Approximations to Stress Intensity Factors: An Application of DERIVE**. University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 9 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989e. **Application of Computer Algebra to the Iterative Solution of Singular Integral Equations**. University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 20 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989f. **Computer Algebra and Symbolic Computational Mechanics**. University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 18 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1990. **Application of DERIVE to Conformal Mapping Techniques in Plane Elasticity Problems**. University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 13 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1991. **The Location of Discontinuity Intervals of Sectionally Analytic Functions: Application to the Interface Crack Problem**. In: *"Computers Math. Applic."*, vol 21, no 2-3, pp 69-74.

JATZEK G, 1993. **Höhere Mathematik leicht gemacht (German; Higher Mathematics Made Simple)**. In: *"Wiener Zeitung"*, 19 May 1993, p 22.

JOHNSON J, 1990. **Computers in the Math Classroom**. In: *"The Computing Teacher"*, May 90, pp 29-32.

JOHNSON J, EVANS B, 1992. ***Discovering Calculus with DERIVE***. John Wiley & Sons, Inc., ISBN 0471-55155-4, 193 pages.

KAYSER H-J, 1992. **Trickfilme mit DERIVE - Graphisches Differenzieren (German; Trick Film with DERIVE - Graphical Differentiation)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 6, pp 10-12.

KEIL K A, 1989. **Formeln, Gleichungen, Funktionen, Graphik mit dem Computer in der Schule ohne Programmieren (German; Formulae, Equations, Functions, Graphics on the School Computer without Programming)**. In: *"BUS"*, no 17, pp 11-15.

KEHRHAHN J, 1990. **Komfortable Mathematik (German; Comfortable Mathematics)**. In: *"PC-Plus"*, no 2/90, p 16.

KEMPSKI B L, 1991. **Applications of Computer Algebra to Mathematics in Engineering Education**. In: *"Proc. 6th European Seminar on Mathematics in Engineering Education, April 10-13, 1991, Budapest"*, pp 67-73. ***** DC

KEUNECKE K-H, 1992. **Computer Aided Mathematics in School.** In: *[Böhm 92a]*, pp 129-132.

KEUNECKE K-H, 1993. **Schallschwingungen von Musikinstrumenten (German; Soundoscillations from Music Instruments).** In: *"Praxis der Naturwissenschaften"*, no 7/42.
***** DC

KLOUTH R, 1991. **DERIVE.** In: *"Die Höhere Schule"* (Organ des deutschen Philologenverbandes).

KOEPF W, 1993a. **Taylor Polynomials of Implicit Functions, of Inverse Functions, and of Solutions of Ordinary Differential Equations.** Freie Universität Berlin, Fachbereich Mathematik, 10 pages.

KOEPF W, 1993b. **Zur Berechnung der trigonometrischen Funktionen (German; Evaluating Trigonometric Functions).** Freie Universität Berlin, Fachbereich Mathematik, preprint A/16-93, 9 pages.

KOEPF W, 1993c. **Ein elementarer Zugang zu Potenzreihen (German; An Elementary Introduction to Powerseries).** Freie Universität Berlin, Fachbereich Mathematik, preprint A/21-93; Also in: *"Didaktik der Mathematik"* (to appear).
***** DC

KOEPF W, BEN-ISRAEL A, 1993a. **Integration mit DERIVE (German; Integration with DERIVE).** In: *"Didaktik der Mathematik"*, vol 21, no 1, pp 40-50.

KOEPF W, BEN-ISRAEL A, GILBERT R P, 1993. **Mathematik mit DERIVE (German; Mathematics with DERIVE).** Vieweg-Verlag, ISBN 3-528-06549-4, 394 pages.

KOZUBIK A, 1993. **Independent Replicated Experiments.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 10, pp 15-18.

KUTZLER B, 1989. **DERIVE - ein mathematischer Assistent (German; DERIVE - A Mathematical Assistant).** In: *"Technik Aktuell"*, no 3/89, pp 26-27.

KUTZLER B, 1990. **2000 Jahre Mathematik auf einer Diskette: DERIVE - Eine neue Ära beginnt! (German; 2000 Years of Mathematics on a Disk: DERIVE - A New Area Begins!)** In: *"Technik Aktuell"*, no 2/90, pp 2-4.

KUTZLER B, 1990. **DERIVE - ein mathematisches Expertensystem für PC's (German; DERIVE - A Mathematical Expert System for PCs).** In: *"Neuheiten"*, no 1/90, p 31.

KUTZLER B, WALL B, WINKLER F, 1992. ***Mathematische Expertensysteme (German; Mathematical Expert Systems).*** Expert Verlag, ISBN 3-8169-0908-6, 119 pages.

KUTZLER B, 1992. **Der Mathematik-Assistent DERIVE Version 2 (German; The Mathematical Assistant DERIVE Version 2).** In: *"Computeralgebra in Deutschland"*, Fachgruppe Computeralgebra der GI, DMV, GAMM, pp 151-157.

LECHNER J, 1992. **Einsatz von DERIVE von der 4. bis zur 7. Klasse AHS (German; Using DERIVE at Grade Levels 8 to 11).** In: *[Böhm 92a]*, pp 159-174.

LEINBACH L C, 1991. **Calculus Laboratories Using DERIVE.** Wadsworth Publishing Company, ISBN 0-534-15480-8, 147 pages.

LLORENS FUSTER J L, 1992. **Aplicaciones de DERIVE: Sucesiones y series de números reales (Spanish).** Servicio de publicaciones de la EUITA, Valencia, 37 pages.
***** DC

LLORENS FUSTER J L, 1993a. **Aplicationes de DERIVE: Geometría afín y euclídea de R^3 (Spanish).** Servicio de publicaciones de la EUITA, Valencia, 75 pages.
***** DC

LLORENS FUSTER J L, 1993b. **Introducción al uso de DERIVE, Aplicaciones al Algebra Lineal y al Calculo Infinitesimal (Spanish).** Dept. de Matematica Aplicada, Universitat Politecnica de Valencia, ISBN 84-7721-

199-X, 270 pages.
*****

LOKAR M, 1991a. **DERIVE, program za simbolicno racunanje (Slovenic).** Rackova knjiznica 7, DMFA Slovenije in Zavod Republike Slovenije za solstovo in sport, Ljubljana, 56 pages.

LOKAR M, 1991b. **DERIVE.** In: *"Presek"* (Journal for young people interested in mathematics, physics and computer science), no 19, pp 210-212.

LOKAR M, 1991c. ***DERIVE, Inset, Wordstar, ... (Slovenic).*** In: *"Presek"*, no 19, pp 327-330.
***** DC

LOKAR M, 1992. **Programi za simbolicno racunanje - DERIVE (Slovenic; Programs for Symbolic Computation - DERIVE).** In: *"Obzornik za Matematiko in Fiziko (Journal of Slovene society of Mathematics and Physics)"*, no 39, pp 1-7.

LOKAR M, 1993. **DERIVE (Slovenic).** Prirocnek zatecaj, B2 d.o.o., Ljubljana, 67 pages.
***** DC

van MAANEN J, 1991. **Computer-algebra in het vwo: ondersteunend of ondermijnend? (Dutch).** In: *"Euclides"* (Organ van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren), vol 67, no Sept., pp 4-7.

MACCALLUM M, 1989. **Pocket Calculus (Comparative Review).** In: *"Physics World"*, 2, June'89, pp 27-29.

MACKIE D, 1990. **Using DERIVE to Enhance Maths Teaching.** In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 1, no 4, pp 6-8.

MACKIE D, 1992. **A Computer-Aided Approach to Differential Equations.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 9-11.

MAIER W L, 1990. **DERIVE - A Mathematical Assistant (Review).** In: *"Computers in Physics"*, March/April'90, pp 210-211.

MANAUT F, 1991. **Una ayuda matematica (Spanish).** In: *"Binary"*, Nov'91, p 66.
***** SWH

MARINELL G, 1993. **Bivariate Normalverteilung (German; Bivariate Normal Distribution).** In: *[Böhm D-N-L]*, no 10, pp 19-21.

MARLEWSKI A, 1992a. **DERIVE Pomocnik Matematyczny Wersja 2.0 (Polish).** Wydawnictwo Nakom (Poznan), ISBN 83-85060-49-9, 355 pages.

MARLEWSKI A, 1992b. **Rational Collocation.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 8, pp 10-14.

MARSHALL P, 1992. **Symbol Manipulators at GCSE.** In: *"Mathematics in School"*, vol 21, no 1, pp 14-15.
***** (Berry/Graham/Watkins)

MATHEMATICS REVIEW, 1990. ***Can Computers Do A-Level.*** vol 1 no 1 pp 30-31.

MATHSOFT User's Journal, 1990. **NASA Engineer Uses DERIVE to Analyze a Satellite Navigation System.** vol 4, no 1, p 8.

MAUVE R, MOOS J P, 1993. **Mathematik mit DERIVE - Arbeitsblätter zur experimentellen Mathematik am Computer (German; Mathematics with DERIVE - Worksheets for Experimental Mathematics on a Computer).** Pädagogische Hochschule Heidelberg, Institut für Datenverarbeitung, 87 pages.

MEISL Ch, 1992. **Der Einsatz des Computeralgebrasystems DERIVE im Alltag eines AHS-Schülers (German; A Students View of Using DERIVE).** In: *[Böhm 92a]*, pp 257-270.

MEYER J, WINKELMANN B, 1991. **Prüfungsaufgaben trotz DERIVE (German; Test Examples Despite DERIVE).** In: *[Hischer 91]*, pp 126-127.

MILES P, 1990. **DERIVE as Precalculus Assistant**. In: *"Notices of the American Mathematical Society"*, vol 37, no 3, pp 275-276.

MINANO-RUBIO R, 1993a. **Use of Computing Tools In Mathematics Teaching at the University**. In: *"Proc. III Congreso de Matemática Capricornio COMCA'93"*, Antofagasta (Chile), Aug'93, pp 161-166.
***** DC

MINANO-RUBIO R, 1993b. **¿C'606 36 hag6 c6n DERVIVE? (Spanish; How can I make it with DERIVE?)**. E.U. Informatica, U.P.V.
***** DC

MINASI M, 1989. ***Math Package Update (Comparative Review)***. In: *"AI Expert"*, Nov'89, pp 13-14.

MITASCH G, 1992. ***Computeralgebrasysteme - Verwendung im Mathematikunterricht (German; Computer Algebra Systems - Using them to Teach Mathematics)***. In: *"IST-News"*, no 3/92, pp 26-27.

MONAGHAN J, 1992. ***Using a Computer Algebra System to Teach Quadratic Functions***. In: *[Böhm 92a]*, pp 51-56.

MONAGHAN J, 1993. **New Technology and Mathematics Education - New Secondary Directions**. Chapter 11 of *"Issues in Teaching Mathematics"*, A. Orton, G. Wain (eds), Cassell.
***** DC

MONAGHAN J, ETCHELLS T, 1993. **Computer Algebra Systems In the Classroom**. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, The University of Leeds, ISBN 0-904421-52-X, 82 pages.

MOONEY J, 1992. **Using DERIVE to Teach Laplace Transforms**. In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 3, no 3, pp 6-8.

MYRCHA J, 1992. **Z matematyka na ty (Polish)**. In: *"ENTER - Magazyn Komputerowy"*, no 4'92, pp 67-68.

NEUBRAND M, 1992. **Potenzfunktionen-"Fächer" und Exponentialfunktionen-"Rosette": Graphisch unterstützte Zugänge zu zwei wichtigen Funktionenklassen (German)**. In: *"MNU"*, no 45/2, pp 67-71.

NEUWIRTH E, 1989. **DERIVE - Ein Program, das Mathematik beherrscht und nicht nur rechnen kann (German; DERIVE - A Program that Masters Mathematics)**. In: *"Monitor"*, no 2/89, pp 118-122.

NEUWIRTH E, 1992. **DERIVE - Das Maturawissen auf einer Diskette (und noch mehr)**. In: *"IST-News"*, no 3/92, pp 23-25.

NEUWIRTH E, 1993. **DERIVE und der HP95LX: Höhere Mathematik in der Hosentasche (German; DERIVE and the HP95LX: Higher Mathematics in the Trouser Pocket)**. In: *"Monitor"*, no 3/93, pp 42-43.

NIKKEI BYTE, 1989. **DERIVE**. Apr'89, p 255.
***** (SWH)

NUSSBAUMER P, 1992. **DERIVE im Informatikunterricht der Oberstufe (German; DERIVE in a Computer Science Course at Upper Secondary Level)**. In: *[Böhm 92a]*, pp 141-146.

OFFEREINS R P, 1989. **DERIVE, een wiskundige tovenaar (Dutch)**. In: *"HCC Nieuwsbrief"*, no 123 (Dec/89), p 51.

OFFEREINS R P, 1991. **DERIVE Versie 2 - A Mathematical Assistant (Dutch)**. In: *"HCC Nieuwsbrief"*, no 144 (Oct/91), pp 44-45.

OLWELL D H, DRISCOLL P J, 1992. **Calculus & DERIVE**. Saunders College Publishing, ISBN 0-03-076156-5, 154 pages.

OTTO E, 1989. **Problemlose Mathematik (German; No Problems with Mathematics)**. In: *"c't"*, no 4/89, pp 100-104.

PALMITER J, 1992. **DERIVE, A Mathematical Assistant.** In: *"The College Mathematics Journal"*, vol 23, no 2, p 158.
***** SWH

PCkurier, 1992. **Calki (cze'sciowo) niegro'zne (Polish).** no 5'92, p 18.

PC-Plus, 1990. **Mehr Drive mit DERIVE (German; More Drive with DERIVE; Review).** no 4/90, pp 44-45.

PENA TRESANCOS Jaime, 1991. **DERIVE v 2.0 - Programe de cálculo matemático de propósito general (Spanish).** In: *"PC World"*, no 68, p 268.

PETERSON N, 1989. **DERIVE.** In: *"Science Software"*, vol 5, no 4, pp 329-333.
***** (SWH)

PFITZER G, 1990. **Visualizing Math.** In: *"Computer Graphics World Magazine"*, Jun'90, p 63.
***** (SWH)

PINDOR A, 1989. **Numerical and Scientific Software for Microcomputers.** In: *"ComputerNews"* (Canada), Mar'89, pp 17ff.
***** (SWH)

PITCHER N, 1990. **Introducing Students to DERIVE.** In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 1, no 3, pp 5-6.

PITCHER N, 1991. **Block 4 - Computer Algebra (Worksheets).** Mathematical Sciences Laboratory, Paisley College, pp 54-69.

PITCHER N, 1992. **A Computer-Based Laboratory Course in Mathematical Sciences.** In: *"Computers Education"*, vol 18, no 1-3, pp 135-141.

PITCHER N, JOHNSON M, 1992. **Problem Solving with DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 5, pp 25-27.

POURNELLE J, 1989a. **A User's View.** In: *"Info World"*, 3 Jul 89, p 42.
***** (SWH)

POURNELLE J, 1989b. **A User's View.** In: *"Info World"*, 6 Nov 89, p 69.
***** (SWH)

PRÖPPER W, 1993. **Von der Binomial- zur Normalverteilung (German; From Binomial to Normal Distribution).** In: *[Böhm D-N-L]*, no 10, pp 26-30.

RADONS G, 1993. ***DERIVE (German).*** In: *"Physik in unserer Zeit"*, vol 24, no 2, pp 60-61.

RAHI E, 1990. **DERIVE (Finnish).** Kustannus Ky Teknikus, 1- painos, Kirjapaino Grafia Oy, Turku, Finland, ISBN 951-95722-7-9, 52 pages.
***** SWH

RAUCH J, 1991. **Freiheit für Formeln (German; Freedom for Formulae; Review).** In: *"DOS Test Magazin"*, no 3'91, p 110.

RAUSCHE M, 1991. **Mathe-Kolleg - Ein Expertensystem für Berechnungen (German; Math College - An Expert System for Doing Computations).** In: *"konstruktions praxis"*, no 3/91, p 112.

REBOLO MEDICI P, 1992. **Computer and Education: A High-School Experiment Using the Mathematical Software DERIVE.** In: *[Böhm 92a]*, pp 175-190.

ROSENBAUM O, 1989. **Keine Angst vor der Mathematik: DERIVE - ein Programm zur Lösung mathematischer Aufgaben (German; No Fear of Mathematics: DERIVE - A Program for Solving Mathematical Problems).** In: *"PCpur"*, no 11'89, pp 100-101.

ROYLE J V, 1991. **Inverse Laplace Transforms Using DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 4, pp 15-18.

SALTER M, GILLIGAN L, 1992. **Linear Algebra Experiments Using the DERIVE Program**. Gilmar Publishing Company, 122 pages.
*****

SAMPSON D, 1990. **DERIVE**. In: *"Cheer"*, no 10, May 1990, pp 14-18.

SAVIC D, 1989. **Matematicki Genije (Slovenic)**. In: *"Racunari 50"* (Yugoslavia), May'89, pp 20-21.
***** (SWH)

SCHEU G, 1992a. **Arbeitsbuch Computer-Algebra mit DERIVE (German; Working Book Computer Algebra with DERIVE)**. Dümmler Verlag, ISBN 3-427-45721-4, 154 pages.

SCHEU G, 1992b. **Entdeckungen in der Menge der Primzahlen mit DERIVE (German; Discoveries about Prime Numbers - Made with DERIVE)**. In: *"Praxis der Mathematik"*, vol 34, no 3, pp 119-122.

SCHEU G, 1992c. **Goldbach's Conjecture**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 22-23.

SCHEU G, 1993a. **Discoveries in Pascal's Triangle with DERIVE**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 27-28.

SCHEU G, 1993b. **Berechnungen von Intervallschachtelungen mit dem Programm DERIVE (German; Computing a Nest of Intervals with DERIVE)**. In: *"MNU"*, vol 46, no 5, pp 291-294.
***** DC

SCHEU G, 1993c. **Untersuchungen von Iterationsverfahren mit dem Programm DERIVE (German; Investigation Iterations with DERIVE)**. In: *"Praxis der Mathematik"*.
***** DC

SCHEUERMANN H, 1991. **Der belastete Spannungsteiler - untersucht mit Hilfe von DERIVE (German; The Loaded Voltage Dividor - Investigated with DERIVE)**. In: *[Hischer 91]*, pp 82-90.

SCHNEGELBERGER M, 1990. **Zum Einsatz von DERIVE beim Lösen von Abitur-Aufgaben**. In: *"Beiträge zum Mathematikunterricht"*.
????????? (Neubrand 92)

SCHNEGELBERGER M, 1991. ***Zum Einfluß symbolverarbeitender Software auf den Analysisunterricht - Analyse von Abiturklausuren und empirische Befunde (German; How Symbolic Computation Software Affects Calculus Teaching - Analysis of Final Tests and Empirical Results)***. In: *[Hischer 91]*, pp 68-72.

SCHNEGELBERGER M, WYNANDS A, 1990. **DERIVE für den Analysisunterricht in der Sekundarstufe II (German; DERIVE for Teaching Calculus in Secondary Education)**. In: *"BzM"*.
????????? (Weigand/Weth 90)

SCHOLLUM M, 1992. **The Usage of DERIVE in Mathematics by Fifteen-Year-Old Pupils**. In: *[Böhm 92a]*, pp 39-44.

SCHÖNWALD H G, 1991. **Zur Evaluation von DERIVE (German; Evaluating DERIVE)**. In: *"Didaktik der Mathematik"*, vol 19, pp 252-265.

SCHUMM F, 1991a. **Über die Verwendung von DERIVE zur Erzeugung von Wertetafeln mit Hilfe der VECTOR-Anweisung (German; Using the VECTOR Command to Produce Tables)**. In: *[Böhm, D-N-L]*, no 1, pp 9-12 (part 1), and no 2, pp 7-8 (part 2).

SCHUMM F, 1991b. **Übernahme von Texten und Graphiken aus DERIVE in Word 5 mit Hilfe von CAPTURE.COM (German; Using CAPTURE.COM to Import Text and Graphs into Word 5)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 2, pp 18-21.

SCHUMM F, 1991c. **Mit ITERATES in das Chaos (German; With ITERATES to the Chaos)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 3, pp 8-14 (part 1), and no 4, pp 8-14 (part 2).

SEIDENBERG T, 1989. **DERIVE: A Mathematical Assistant for Your Personal Computer.** In: *"Washington Mathematics"*, Oct'89, p 7.
***** (SWH)

SHILLOW N W, 1990. **RAMbling On DERIVE.** In: *"PSMATYC Newsletter"*, Winter 1990, pp 10-13.
***** (SWH)

SIMON B, 1989. **$200 Algebra/Symbolic Manipulation Program Takes on Mathematica.** In: *"PC Magazine"*, 26 Sept 98, p 48.
***** (SWH)

SIMON B, 1990. **Four Computer Mathematical Environments (Comparative Review).** In: *"Notices of the American Mathematical Society"*, vol 37, no 7, pp 861-869.

SIMON B, 1990. **The New World of Higher Math (Comparative Review).** In: *"PC Magazine"*, May 29 1990, pp 323-336.

SIMON B, 1992. **It's Not Just for Mainframes Anymore (Comparative Review).** In: *"PC Magazine"*, vol 11, no 14, August'92, pp 405-433.

de SIQUEIRA C E R, DOMINGOS J R V, 1993. **Extended Fourier Series in DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 18-26.

SJÖSTRAND D, 1992. **Geometry with DERIVE.** In: *[Böhm 92a]*, pp 229-246.

SJÖSTRAND D, WASEN R, 1992. **Experiment med matematik - DERIVE i undervisningen (Swedish).** 94 pages.

SOEFFKY M, 1993. **Formel-Knacker - Drei Computer-Algebra-Systeme im Vergleich (German; Formulacracker - Comparing Three Computer Algebra Systems).** In: *"c't"*, no 3/93, pp 120-128.

SOUTHWARD R W, 1991. **The Application of the Computer Algebra System DERIVE to A Level and GCSE Mathematics.** Dissertation, Dept of Mathematical and Computing Sciences, Surrey University, August 1991, 50 pages.

SOUTHWARD R W, 1992. **Finding a Gradient.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 5, pp 21-24.

SOUTHWARD R W, 1993. **DERIVE at A-Level.** In: *"MicroMath"*, vol 9, no 1, pp 35-37.

STOUTEMYER D R, 1990. **Mechanical Engineering Applications of the DERIVE PC Symbolic Math Program.** In: *"Proc. of the Symposium on Symbolic Computation and Their Impact on Mechanics"*, American Society for Mechanical Engineering. Also in: *[Böhm D-N-L]*, no 6, pp 19-31.

STOUTEMYER D R, 1991a. **DERIVE Tutorial (Draft).** Soft Warehouse, Inc., 70 pages.

STOUTEMYER D R, 1991b. **Supplementary Notes for an Advanced DERIVE Minicourse (Draft).** Soft Warehouse, Inc., 62 pages.

STRASSBERG D, 1990. **Taking the Drudgery Out of Problem Solving (Comparative Review).** In: *"EDN"*, March 15, 1990, pp 53-62.

STRASSER R, 1992. **Untersuchungen unterrichtsrelevanter Mathematik-Software: DERIVE (German; Examining Software for Teaching Mathematics: DERIVE).** Thesis, Hans-Leinberger-Gymnasium Landshut, 43 pages.

STRÖMBERG H, 1992. **HP95LX med DERIVE (Swedish).** In: *"Datorn i Utbildningen"*, no 2/92, pp 34-35.

TALL D, 1991. **DERIVE: A Mathematical Assistant for Your Personal Computer.** In: *"MicroMath"*, no 3/91, pp 42-43.

TANNER D A, 1991. **DERIVE - A Brief Introduction.** City University London, Dept. of Mathematics, 31 pages.

TANNER D A, 1992. **Using Computer Algebra to Teach the Foundations of Calculus.** In: *[Böhm 92a]*, pp 191-212.

TELES E, PENN H L, WILKIN J, 1992. **DERIVE, A Mathematical Assistant.** In: *"The College Mathematics Journal"*, vol 23, no 2, pp 1158-161.

TÖNISSON T, 1989. **DERIVE klarar mer än torra siffror (Swedish).** In: *"Mikrodatorn"*, no 3, pp 78-80.

WAITS B K, 1991. **Graphing Calculators Revitalize Mathematics Education in the United States.** In: *[Hischer 91]*, pp 43-48.

WAGENKNECHT Ch 1991. **Gibt es nur DERIVE? - Über die Chance der begrifflichen Konzentration in der Schulmathematik durch informatische Methoden (German; Nothing but DERIVE? - The Computer and the Chance to Concentrate on Concepts).** In: *[Hischer 91]*, pp 60-64.

WASEN R, SJÖSTRAND D, 1990. **Svensk Handledning DERIVE.** GrafiTex-Data, Kisa, 33 pages.

WATKINS A J P, 1990. **A Guide to Using DERIVE.** Booklet, Polytechnic South West.
***** DC

WATKINS A J P, 1991. **Teaching Engineering Mathematics with Computer Algebra.** In: *"Proc. 6th European Seminar on Mathematics in Engineering Education, Technical University of Budapest"*, pp 190-199.
***** DC

WATKINS A J P, 1992a. **DERIVE-based Investigations for Post-16 Core Mathematics.** Chartwell-Bratt Ltd., ISBN 0-86238-312-9, 52 pages.

WATKINS A J P, 1992b. **Using DERIVE for Teaching Mathematics to HITECC Students.** *"CTM: Internal Report"*, no 4, 40 pages.

WATKINS A J P, 1992c. **Introducing Calculus with DERIVE.** In: *[Böhm 92a]*, pp 1-20.

WATKINS A J P, 1993. **A New Approach to Mathematics for Engineers.** In: *"Int. Journal of Mathematics Education, Science and Technology"*, vol 24.
***** DC

WAZIR I, 1991. **DERIVE - A Mathematical Assistant (Review).** In: *"The Centroid (The ECIS Mathematics Committee)"*, vol 2, no 1, pp 6-8.

WEIGAND H-G, 1991. **Überlegungen zum Arbeiten mit DERIVE (German; Thoughts about Using DERIVE).** In: *[Hischer 91]*, pp 78-81

WEIGAND H-G, WETH Th, 1990. **Das Lösen von Abituraufgaben mit Hilfe von DERIVE (German; Doing the Final Exam with DERIVE).** In: *"BUS"* (Zeitschrift der Zentralstelle für Computer im Unterricht, Augsburg, Germany), no 20, pp 56-59. Also in: "MNU", no 44(1991), pp 177-182.

WILD P D. **Algebraic Computing in Schools.** 61 pages.

WILLIAMSON K, 1992. **DERIVE and 16-19 Mathematics: A Blessing and not a Curse.** In: *[Böhm 92a]*, pp 97-128.

WINKELMANN B, 1989. **Didaktische Beschreibung mathematischer Software am Beispiel DERIVE (German; Didactical Description of Mathematics Software - DERIVE, an Example).** In: "BzM", pp 394-397.

WINKELMANN B, 1991. **Zur Rolle des Rechnens in anwendungsorientierter Mathematik: Algebraische, numerische und geometrische (qualitative) Methoden und ihre jeweiligen Möglichkeiten und Grenzen (German; The Role of Calculations in Applied Maths: Algebraic, Numeric, and Geometric (Qualitative) Methods and Their Possibilities and Limitations).** In: *[Hischer 91]*, pp 32-42.

WUNDERLING H, 1991. **Erfahrungen mit der Benutzung von Software (DERIVE) im Mathematikunterricht (German; Experiences with Using Software (DERIVE) in Math Teaching).** In: *[Hischer 91]*, pp 73-77.

WUNDERLING H, 1992. **Nonstandard Analysis - Wieder ein Versuch (German; Nonstandard Calculus - Another Attempt).** In: *[Böhm D-N-L]*, no 6, pp 13-16.

WURNIG O, 1992. **Mathematikschularbeiten mit DERIVE - Erste Erfahrungen (German; Mathematics Tests with DERIVE - First Experiences).** In: *[Böhm 92a]*, pp 45-50.

WYNANDS A, 1991. **Was mir an MathCAD und was mir an DERIVE (nicht) gefällt - Thesen und Beispiele für den Mathematikunterricht (German; What I (do not) like about MathCAD and DERIVE - Hypotheses and Examples for Math Teaching).** In: *[Hischer 91]*, pp 65-67.

ZANTIS F-P, 1990. **DERIVE - Ein Mathematik-Experten-System (German; DERIVE - A Mathematical Expert System).** In: *"ELRAD"* (Magazin für Elektronik und technischer Rechneranwendungen), no 2/90, pp 40-41.

ZIZI J, 1993. **DERIVE, Maple et Mathematica pour Tous (French; DERIVE, Maple, and Mathematica for Everyone).** Eynolles.
***** DC

ZÖCHLING J, 1992. **Ideal Gas - Real Gas Using DERIVE.** In: *[Böhm 92a]*, pp 213-228.

ZÖCHLING J, 1993. **Gasdynamik mit Hilfe von DERIVE (German; Dynamic of Gases Treated with DERIVE).** In: *"MNU"*, vol 10.
***** DC

DEUXIEME PARTIE

OBSERVATION DE SITUATIONS D'ENSEIGNEMENT AVEC DERIVE

Cette observation est la seconde composante de la recherche menée. Il s'agit d'aborder ici de manière interne la question de l'évolution des représentations et pratiques mathématiques des élèves à travers l'utilisation du logiciel DERIVE. Comme le précise la note méthodologique, cette approche interne nous semble incontournable et doit en particulier aider à mettre en regard les discours tenus par élèves et enseignants sur leurs pratiques et la réalité de ces pratiques. Il s'agit donc d'analyser le fonctionnement des élèves dans des séances d'enseignement utilisant le logiciel DERIVE , d'analyser le rapport aux mathématiques qu'ils y développent, rapport susceptible d'influencer plus globalement leurs représentations et pratiques mathématiques.

Les observations effectuées dans la première phase de cette recherche ont été essentiellement menées pour mettre au point le dispositif d'observation qui serait utilisé dans la deuxième phase, préciser le questionnement initial et les types de situations à observer en priorité.

Différentes formes d'observation auraient pu être a priori élaborées si l'on considère le problème à l'étude dans cette recherche : l'influence de l'utilisation de DERIVE sur les pratiques et représentations des élèves. On aurait pu notamment envisager de centrer l'observation sur une classe précise et, pour cette classe, observer systématiquement toutes les séances utilisant DERIVE . Vu le peu de connaissance que nous avons du fonctionnement réel des élèves sous DERIVE, il nous a semblé préférable, dans ce travail qui a nécessairement donc un aspect exploratoire, de privilégier la diversité : diversité au niveau des classes, des enseignants, des types de situation proposés. Il va de soi que le choix ainsi effectué n'a pas que des avantages. En particulier, il est clair que les observations faites, vu leur caractère ponctuel, ne pourront être directement exploitées pour prouver une évolution des pratiques et représentations des élèves.

Le choix effectué nous semble cependant raisonnable. En effet, ce sont les questionnaires enseignants et élèves qui sont censés nous fournir des informations interprétables en termes d'évolution des représentations et des pratiques. Les observations ont été organisées notamment pour contrôler les informations recueillies à ce niveau externe. Les questionnaires concernant a priori tous les niveaux d'enseignement secondaire à partir de la fin du collège, il nous semble préférable de disposer, via les observations, d'une vision large des pratiques réelles d'enseignement avec DERIVE.

Nous avons donc choisi, pour cette partie, d'observer des situations proposées par les membres du groupe "Calcul Formel" de la D.L.C. - que nous considérons comme des experts - comme des situations susceptibles de mettre en évidence les potentialités offertes à l'enseignement des mathématiques par l'utilisation de DERIVE.

Ces potentialités sont a priori de nature diverse et nous essayerons de le prendre en compte dans le choix des situations observées.

Dans ce chapitre, nous préciserons dans une première partie, les questions que nous cherchons à aborder dans cette composante de la recherche ; nous présenterons ensuite le dispositif mis au point pendant la première phase du travail pour l'organisation et l'analyse des observations ; nous illustrerons ensuite le fonctionnement de ce dispositif sur un premier exemple Nous reviendrons en conclusion aux questions initialement posées.

I - LES QUESTIONS A L'ETUDE

Il apparaît clairement, à la lecture des textes concernant l'utilisation de DERIVE dans l'enseignement, la conviction forte de leurs auteurs que son utilisation peut constituer une aide à l'enseignement des mathématiques. Les raisons le plus souvent avancées sont, rappelons-le, les suivantes[1] :

- possibilité pour l'élève de se concentrer sur la signification des concepts introduits, la démarche mathématique elle-même, l'interprétation des résultats obtenus, via la prise en charge par DERIVE de l'exécution des calculs numériques et algébriques ainsi que celle des tracés graphiques,
- possibilité pour l'élève de développer, de façon économique, vu les capacités du logiciel, une démarche expérimentale : exploration de situations, émission et test de conjectures, avant la validation mathématique proprement dite, et donc de rapprocher sa pratique d'élève de celle du mathématicien en activité de recherche,
- possibilité pour l'élève d'aborder et de traiter des problèmes plus riches et plus complexes que les problèmes construits pour les environnements d'enseignement usuels en papier/crayon et de coordonner aisément dans leur résolution des outils de nature diverse : outils numériques, algébriques et graphiques, ceci devant contribuer à lutter contre le cloisonnement usuel des notions dans l'enseignement, favoriser l'articulation entre les mathématiques enseignées et leurs domaines d'exploitation, favoriser aussi l'articulation des différents cadres de fonctionnement du travail mathématique,
- possibilité pour l'élève de prendre mieux conscience du statut des notions manipulées dans le calcul algébrique et des règles qui régissent leur manipulation via la possibilité de travail offerte directement à ce niveau.

Ainsi donc, il ressort de la littérature que DERIVE peut favoriser, comme beaucoup de logiciels, une pratique plus réflexive, plus expérimentale des mathématiques, contribuer à en donner une vision moins strictement scolaire, et qu'il peut aussi, par ses caractéristiques, aider plus spécifiquement à modifier le rapport des élèves à l'algèbre.

Il s'agit là en fait de potentialités attribuées a priori à DERIVE et non, même si à l'occasion elles sont présentées comme telles, de certitudes acquises. Les différents travaux de recherche

[1]Nous nous référons ici, bien sûr, aux données présentées dans la première partie de ce rapport mais, également, à ce qui nous a semblé ressortir des discussions ayant eu lieu en 1992-1993 au sein du groupe "Calcul Formel" de la D.L.C.

menés depuis plus de dix ans dans les environnements informatiques d'apprentissage montrent bien malheureusement les difficultés rencontrées dans l'actualisation des potentialités a priori identifiées des logiciels, même lorsque ces dernières paraissent tout à fait raisonnables. Il nous semble important de prendre en compte ce que nous ont apporté ces travaux pour dépasser, sans le renier, l'enthousiasme généreux des pionniers et aborder fermement les questions suivantes :

Quels problèmes pose l'actualisation des potentialités identifiées a priori ? Sont-elles d'ailleurs toutes actualisables, aujourd'hui dans le système d'enseignement ? Sont-elles de plus actualisables indépendamment du niveau d'enseignement ? Quelles contraintes enfin doivent satisfaire les situations d'enseignement organisées, sur le plan du contenu et de la gestion, pour permettre au mieux cette actualisation ?

C'est ce questionnement qui servira de toile de fond à l'organisation des observations conduites dans cette recherche et à leur analyse. Elles devraient permettre de mieux comprendre le fonctionnement des élèves dans l'environnement DERIVE, permettre de mieux comprendre les rapports existant entre ce fonctionnement et certaines caractéristiques des situations d'enseignement élaborées, permettre de dégager des conditions d'une exploitation efficace de cet environnement aux différents niveaux d'enseignement.

Nous préciserons maintenant la façon dont nous avons pris en compte ce questionnement global à travers un certain nombre de points.

I.1 - Les problèmes liés à la connaissance du logiciel DERIVE

Comme tout logiciel informatique utilisé dans l'enseignement secondaire en France actuellement, DERIVE n'est pas un instrument en permanence à la disposition des élèves. C'est un objet que l'élève rencontre, sauf contextes très particuliers, uniquement à l'intérieur de l'Ecole, voire même dans certains cas, uniquement dans le cadre des heures de mathématiques. Le contact avec le logiciel est de ce fait un contact épisodique, morcelé. Divers travaux ont montré les problèmes posés par un contact de ce type. Même, pour des logiciels dont l'accès est facile et cela semble a priori le cas pour DERIVE, se pose la question de l'entretien des connaissances DERIVE nécessaires et celle du parasitage possible de l'activité mathématique par des difficultés situées à ce niveau.

Nous porterons donc dans l'observation une attention particulière à ces questions : Quelles connaissances DERIVE sont nécessaires au fonctionnement des situations observées ? Quelles connaissances, sans être indispensables, sont particulièrement utiles ? Celles supposées connues sont-elles réellement disponibles ? Quels problèmes sont éventuellement provoqués par la non disponibilité ? Comment l'enseignant les gère-t-il ? Les problèmes induits par ce type de fonctionnement empêchent-ils une opérationalisation raisonnable de DERIVE ou sont-ils gérables dans les conditions de fonctionnement actuelles et si oui comment ?

I.2 - Les problèmes de concurrence entre DERIVE et la calculatrice

A l'inverse de DERIVE, la calculatrice est un outil à la disposition permanente de l'élève. Même si l'enseignement des mathématiques ne prend pas en charge l'apprentissage de son utilisation, elle est dans l'enseignement secondaire un instrument familier à l'élève. Les calculatrices disposant de capacités de calcul formel restent peu répandues mais, de plus en plus, les élèves de lycée disposent de calculatrices graphiques et utilisent les capacités graphiques de leur calculatrice. Dans ce domaine graphique au moins donc, la calculatrice se pose en concurrente de DERIVE.

On peut donc supposer que, si les tâches proposées aux élèves n'exploitent pas vraiment des spécificités propres du logiciel DERIVE, les élèves, excepté si le contrat de la tâche impose l'utilisation de DERIVE, seront plus tentés d'utiliser leur calculatrice que DERIVE, et ceci même si a priori DERIVE semble mieux adapté à la situation proposée.

Nous porterons donc dans l'observation une attention particulière à ces questions. Les tâches proposées mettent-elles réellement en jeu les possibilités spécifiques de DERIVE par rapport aux calculatrices graphiques dans les cadres numérique, algébrique et graphique ou à l'interaction de ces cadres ? Quel outil choisit l'élève s'il a réellement le choix de l'outil ? Comment éventuellement s'opère l'interaction entre les outils disponibles ? Avec quel effet sur le fonctionnement de la situation ? Quel rôle joue ou peut jouer l'enseignant à ce niveau ? Que peut-on en inférer sur les conditions à satisfaire par les situations proposées ?

I.3 - Les problèmes d'articulation entre l'ergonomie de DERIVE et le fonctionnement papier / crayon

Les questions précédemment posées rejoignent indirectement celles de l'articulation entre le fonctionnement sous DERIVE et le fonctionnement en papier / crayon. L'élève est habitué à développer ses activités mathématiques dans un environnement papier / crayon essentiellement. Va-t-il intégrer facilement l'utilisation de DERIVE à ce fonctionnement ? Comment va s'articuler chez lui le travail avec DERIVE et le travail papier / crayon ? Quelles fonctions va-t-il attribuer au logiciel ? Quelles difficultés éventuelles va poser le fonctionnement sous DERIVE et, en particulier, la gestion des informations fournies à l'écran, dans une organisation linéaire qui n'est pas forcément celle utilisée en papier /crayon, sous des registres sémiotiques standardisés qui n'ont pas la souplesse des écritures et représentations diverses utilisées en papier / crayon ?

Il nous semble important dans l'observation d'étudier ces questions via des situations où une certaine autonomie est laissée à l'élève dans son fonctionnement mathématique.

I.4 - Les problèmes de centration sur la démarche, sur les aspects conceptuels

De nombreux auteurs, nous l'avons mentionné plus haut, soulignent l'intérêt de logiciels comme DERIVE qui, effectuant les calculs techniques à la place de l'élève, lui permettent de se concentrer sur la démarche de résolution d'un problème, voire sur les aspects conceptuels de la tâche.
En fait, est posée, via cette affirmation, la question complexe des rapports entre le technique et le conceptuel. Ces deux aspects de la connaissance ne peuvent être considérés comme indépendants. Quel rôle joue dans la résolution et la compréhension d'un problème le travail technique que l'on y effectue ? Quelles connaissances suppose la possibilité de piloter le technique sans passer par la phase de réalisation effective ? A partir de quel seuil de connaissances, la centration sur la démarche peut-elle être effective, productive ? Comment organiser dans ce registre des situations qui ne fonctionnent pas uniquement avec les élèves qui savent déjà ?

Il nous semble particulièrement important donc d'inclure dans l'observation des situations où cette potentialité de DERIVE soit explicitement mise en jeu et d'étudier ce que nous apprend sur ces questions difficiles l'observation fine du comportement des élèves.

I.5 - Les problèmes de mise en place d'une démarche expérimentale et les questions de niveau d'activité mathématique

De nombreux auteurs soulignent également l'intérêt de logiciels comme DERIVE pour le développement d'une démarche expérimentale en mathématique. Divers travaux de recherche ont cependant montré que l'utilisation de logiciels ne s'accompagnait pas nécessairement, dans les classes, d'une réelle activité mathématique des élèves et que se produisait assez facilement une dérive pseudo-expérimentale. Si les situations d'enseignement ne sont pas profondément repensées à la fois sur le plan de leur contenu et de leur gestion, on court en effet le risque de voir se développer des situations où, le travail technique usuel étant pris en charge par le logiciel, le travail de l'élève se réduit à des tâches d'exécution presse-bouton et d'observation. : l'élève suit une fiche d'instructions, note les données et résultats qui apparaissent sur l'écran, son activité expérimentale se bornant à faire des remarques et constatations sur ces données.

Il nous semble donc important d'étudier dans une situation mathématique avec DERIVE ce qui, du travail mathématique, est pris en charge par le logiciel et ce qui est de la responsabilité de l'élève, à quel niveau se situe réellement l'activité mathématique de ce dernier et ce que l'on peut en attendre en termes de connaissances. En particulier, dans une situation qui se veut expérimentale, on étudiera comment est ménagé le travail expérimental par le jeu des anticipations et des contrôles, par le degré d'autonomie laissé à l'élève dans l'organisation de l'exploration.
Ceci devrait conduire à l'explicitation pour le moins d'un questionnement guidant la construction de ce type de situations.

I.6 - Les problèmes liés au statut et à la manipulation des objets algébriques

Les problèmes posés par l'apprentissage de l'algèbre élémentaire, les insuffisances des stratégies usuelles de l'enseignement dans ce domaine ont été étudiés par de nombreux chercheurs. Différents facteurs ont été mis en évidence, notamment :

- le fait que l'entrée dans le monde de l'algèbre suppose une rupture avec le fonctionnement arithmétique antérieur de l'élève : il faut accepter de passer du travail sur des quantités où chaque opération effectuée a un sens précis, où l'égalité peut vivre avec un sens de production à un travail où sont essentiellement en jeu des relations entre expressions littérales, où l'égalité doit donc prendre nécessairement un autre sens, où le contrôle par le sens n'est pas forcément toujours possible et où justement l'efficacité du détour algébrique tient à la possibilité de s'affranchir de cette nécessité pour s'en remettre à des règles de fonctionnement formelles à certaines étapes de la résolution ;
- le fait que l'équilibre, propre au travail algébrique, entre un contrôle par le sens et un contrôle formel est très difficile à mettre en place, faisant de ce domaine un domaine qui pour l'élève est souvent privé de sens, où les règles de manipulation formelle relèvent du droit plutôt que du vrai et se prêtent à des dérapages de toutes sortes ;
- le fait enfin que le langage algébrique a ses règles sémiotiques propres nécessitant un apprentissage spécifique, qui ne va pas de soi, et que l'enseignement a beaucoup de mal à faire vivre de façon satisfaisante dans les classes des situations visant cet apprentissage.

DERIVE étant un logiciel doté de possibilités de calcul formel, on peut faire l'hypothèse qu'il peut aider à rendre plus efficace cet enseignement de l'algèbre, notamment :

- par l'attention qu'il conduit à apporter au langage algébrique lui-même, pour les besoins de la communication avec l'ordinateur et non pour de simples raisons de contrat didactique,
- par l'obligation qui est faite d'expliciter via les commandes DERIVE certains gestes qui, dans le fonctionnement usuel, restent implicites et de les relier à des opérations mathématiques,
- par la possibilité qu'il offre de travailler relativement tôt dans l'apprentissage sur des expressions relativement complexes, sans avoir à assurer l'intégralité du travail mathématique mais en centrant ce dernier sur tel ou tel point particulier, et ce faisant de motiver des recherches de régularités, des interrogations qui aident à construire les règles du jeu algébrique, sans le réduire à l'application de quelques recettes,

à condition bien sûr de construire des situations adéquates.

Mais d'un autre côté, les expérimentations menées avec DERIVE ont concerné pour l'instant presque exclusivement des niveaux d'enseignement se situant au delà de l'initiation algébrique. On ne sait donc pas à l'heure actuelle s'il existe un seuil dans les connaissances et compétences algébriques en dessous duquel l'intégration de DERIVE à l'enseignement, surtout dans les conditions d'utilisation actuelles, poserait plus de problèmes qu'elle ne permettrait d'en résoudre.

Il nous semble donc important d'inclure dans les observations des situations où les hypothèses formulées ci-dessus sur les potentialités théoriques de DERIVE soient réellement à l'oeuvre avec, en particulier, des observations au niveau du collège.

I.7 - L'expertise DERIVE du côté de l'enseignant

Les observations qui seront effectuées dans cette recherche le seront auprès d'enseignants experts ayant une grande habitude de l'enseignement en environnement informatique et plus spécifiquement de l'utilisation de DERIVE. Divers travaux de recherche ont mis en évidence les perturbations induites, dans les systèmes de prévision, de décision et de gestion des situations d'enseignement, par l'utilisation d'environnements informatiques, ces environnements constituant des milieux bien plus complexes que ceux habituellement utilisés dans les classes. On peut faire l'hypothèse que les situations observées mettront en jeu à des degrés divers l'expertise informatique et l'expertise DERIVE de ces enseignants. Même si ce n'est pas l'objet principal de ce travail de recherche, il nous semble important de repérer, dans les situations observées, les manifestations d'expertise de l'enseignant, une analyse à ce niveau conditionnant celle des conditions d'opérationalisation de DERIVE et de transmissibilité des situations élaborées hors du cercle des experts, notamment en formation initiale et continue d'enseignants.

II - DISPOSITIF D'OBSERVATION ELABORE

Nous décrivons maintenant le dispositif d'observation mis au point dans la première phase de la recherche.
Ce dispositif, pour chaque situation observée, est classiquement constitué de trois phases :
- la préparation de l'observation,
- l'observation proprement dite,
- l'entretien post-observation.

II.1 - La préparation de l'observation

Cette première phase doit permettre de disposer à l'avance d'informations sur la situation qui sera observée. Ces informations sont nécessaires pour réaliser une analyse a priori[2] de la situation à laquelle seront confrontées ultérieurement, dans une méthodologie classique en didactique, la ou les réalisations effectives. Elles sont aussi nécessaires pour préciser les points auxquels l'observation sera a priori particulièrement attentive.

Nous souhaitions, vu les objectifs assignés à l'observation, limiter le plus possible la perturbation qui serait apportée au fonctionnement usuel des enseignants observés ; nous souhaitions aussi que la participation aux observations n'induise pas pour eux une charge de travail trop importante. C'est pourquoi, nous avons choisi de mettre au point un questionnaire préalable à l'observation respectant les contraintes suivantes :

---

[2]Compte-tenu de ce qui suit, il ne s'agit pas d'une analyse a priori au sens classique de l'ingénierie didactique mais d'un objet adapté et plus restreint.

- il devait fournir les principales informations nécessaires à la réalisation de l'analyse a priori,
- il devait être concis,
- il devait respecter le plus possible les modes d'anticipation et d'explicitation usuels des enseignants,
- il devait enfin être formulé dans un langage accessible à un non didacticien.

En particulier, nous avons essayé de tenir compte du fait que l'expertise, en majeure partie, relève davantage des compétences que des connaissances et reste donc largement informulable ou difficilement formulable. Nous avons aussi essayé de tenir compte du fait qu'un enseignant, même s'il effectue une préparation soignée d'une séance d'enseignement, ne prévoit à l'avance qu'une petite partie des décisions qu'il aura à prendre en classe et se réserve une large possibilité d'adaptation en temps réel.

Nous fournissons ci-après la version actuelle du questionnaire, encore susceptible de modifications.

QUESTIONNAIRE PREPARATOIRE A UNE OBSERVATION DE TYPE T.P.

1. Combien de fois avez-vous utilisé DERIVE dans votre enseignement cette année avant cette séance ?

2. A quand remonte la dernière utilisation :
   - a) collective en classe ?
   - b) en TP ?

3. Quels sont les objectifs de cette séance et comment s'insère-t-elle, le cas échéant, dans la progression de l'enseignement ?

4. En quoi l'utilisation de DERIVE vous semble-t-elle intéressante ici ?

5. Est-elle à votre avis nécessaire au bon fonctionnement de la situation et si oui pourquoi ?

6. Les élèves sont-ils libres d'utiliser ou non DERIVE pendant la séance ?

7.Peuvent-ils utiliser aussi leur calculatrice ?

8. Connaissances informatiques et connaissances sur DERIVE nécessaires. Parmi ces connaissances, lesquelles :
   - a) supposez-vous bien connues,
   - b) pensez-vous avoir besoin de rappeler (pour chacune précisez sous quelle forme vous prévoyez de le faire : rappel écrit, rappel collectif oral, rappel individuel ou par groupes en cas de besoin),

- c) allez-vous devoir introduire et comment prévoyez-vous de le faire.

9. Pouvez-vous décrire brièvement les principales phases de la séance et le déroulement temporel prévu ?

10. Pour chacune des phases de travail individuel ou en petits groupes des élèves, pouvez-vous préciser :
    - a) quel est le travail mathématique que doivent réaliser les élèves,
    - b) quel(s) rôle(s) va jouer DERIVE (contrôle de résultats, aide à l'exploration, à l'élaboration de conjectures, outil de calcul numérique ou algébrique, outil de représentation graphique ....),
    - c) à quels comportements vous vous attendez de la part des élèves,
    - d) quelles interventions éventuelles vous prévoyez de faire.

11. Pensez-vous faire un ou plusieurs bilans collectifs pendant la séance ? Si oui, à quel(s) moment(s), sous quelle forme et avec quel(s) objectif(s) ?

12. Prévoyez-vous une institutionnalisation pendant la séance ou après ? Sur quels contenus ?

13. Pensez-vous rencontrer des difficultés mathématiques ou informatiques ? Si oui lesquelles et comment envisagez-vous d'y faire face ?

14. Autres points que vous souhaitez mentionner.

Le questionnaire est envoyé aux enseignants au moins une quinzaine de jours avant l'observation prévue. Il est retourné aux observateurs quelques jours avant l'observation.
Les chercheurs peuvent, le cas échéant, compléter les informations ainsi recueillies par un entretien avec l'enseignant avant l'observation.

II.2 - L'observation

Elle est réalisée par deux observateurs qui observent chacun un groupe d'élèves choisi par l'enseignant suivant des critères précisés avec les observateurs dans chaque cas. Les observateurs n'ont pas à intervenir dans le déroulement de la séance ou dans le travail des groupes. La seule intervention a priori prévue est de conseiller aux élèves de faire appel à l'enseignant, en cas de blocage prolongé.
Les échanges entre ces élèves ainsi que les phases collectives sont enregistrés. Les productions écrites des élèves dans la séance (brouillons, fiches...) sont recueillies et photocopiées avant de leur être rendues. Le travail réalisé avec DERIVE est sauvegardé et imprimé à l'issue de la séance.

Une grille d'observation souple a été élaborée à l'issue des premières observations. Elle est constituée de la façon suivante :

temps	forme de travail : papier/crayon DERIVE	écran DERIVE	problèmes informatiques	actions des élèves	interventions de l'enseignant et de l'observateur	explications

La colonne "explications" correspond aux explications qui semblent nécessaires à l'observateur pour comprendre le contenu des autres colonnes.

II.3 - L'entretien après observation

Cet entretien a pour objet :
- de compléter les informations recueillies par les observateurs pendant la séance par celles obtenues par l'enseignant,
- d'élucider éventuellement des points qui posent problème aux observateurs,
- d'essayer de pointer les décalages existant entre les prévisions et le déroulement effectif et d'en chercher des raisons,
- de recueillir les impressions de l'enseignant à chaud sur le fonctionnement de la séance,
- de recueillir des informations sur la façon dont il pense donner suite au travail effectué dans la séance, compte-tenu du déroulement effectif.

Il n'y a pas de grille prévue a priori pour cet entretien qui est enregistré.

III - UN EXEMPLE D'OBSERVATION

L'observation qui sera présentée ici n'a pas été réalisée exactement dans les conditions présentées ci-dessus puisque justement les premières observations ont servi à mettre au point le dispositif, mais néanmoins dans des conditions proches. Nous les précisons ci-après, avant de présenter l'analyse a priori de la situation, le déroulement effectif, puis enfin les conclusions que nous tirons de cette observation

III.1 - Le contexte de l'observation

L'observation a été réalisée dans une classe de seconde du lycée Jacques Brel de Vénissieux de 30 élèves, au cours d'une séance de T.P. d'une heure pour laquelle les élèves étaient dédoublés.
La préparation de l'observation a été effectuée sur la base d'un premier texte qui avait été distribué lors d'une réunion du groupe "Calcul formel" et se présentait comme un guide de préparation, d'observation et d'analyse de situations d'enseignement avec DERIVE. Nous reproduisons ci-après la première partie qui nous intéresse plus particulièrement.

AVANT LA SEANCE

1) Préciser les objectifs de la séance, son insertion dans l'enseignement, les hypothèses faites sur le rôle et l'apport potentiel de DERIVE dans la séance.

2) Préciser les connaissances informatiques et les connaissances sur DERIVE nécessaires au bon fonctionnement de la séance, en distinguant :

- ce que vous supposez bien connu,
- ce que vous pensez avoir à rappeler ; sous quelle forme prévoyez-vous alors de faire ces rappels : écrit, oral collectif, par petits groupes en fonction des besoins ?
- éventuellement, les connaissances nouvelles que vous vous proposez d'introduire et en précisant sous quelle forme vous pensez le faire.

3) Préciser, concernant l'organisation de la séance :

- les différentes phases et la fonction globale de chacune d'elles, le déroulement temporel prévu,
- ce qui vous semble important dans les choix effectués au niveau des activités mathématiques proposées aux élèves et au niveau de la gestion de ces activités ; quels sont en particulier les choix qui vous semblent directement liés à l'utilisation de DERIVE ?
- les comportements auxquels vous vous attendez de la part des élèves compte-tenu des tâches qu'ils ont à effectuer, de la façon dont ils sont susceptibles de les interpréter, des connaissances dont ils disposent, des moyens d'action et de contrôle à leur disposition (que peuvent-ils faire, produire, à quelles incompréhensions, quels blocages, quelles difficultés et erreurs peut-on s'attendre ?)
- les interventions que vous prévoyez de faire ou d'avoir à faire en distinguant :

* les interventions de type <u>dévolution</u> visant à introduire une tâche ou à négocier un changement de tâche,
* les interventions de type <u>médiation</u> visant à aider les élèves à résoudre les problèmes posés,
* les interventions de type <u>institutionnalisation</u> visant à pointer ce qui a été appris pendant la séance en termes de connaissances, méthodes... et à commencer à le décontextualiser.

L'enseignant avait rédigé une présentation de la situation en se référant à ce texte. Nous résumerons dans le paragraphe suivant les éléments d'information issus de ce texte et de l'entretien qui a précédé l'observation.

L'observation elle-même a porté sur deux groupes de deux élèves pendant la première séance et sur un groupe de deux élèves pendant la seconde séance. L'observation a été réalisée avec l'aide d'animateurs de l'IREM de Lyon qui ont pris en charge l'observation d'un groupe à la première séance et d'autre part ont fait un enregistrement audio-visuel de l'observation de la deuxième séance. Les élèves avaient été volontairement choisis comme des élèves moyens ne manifestant pas de rejet vis à vis de l'informatique. Il était convenu que les observateurs n'intervenaient pas dans la résolution mais qu'en cas de blocage, ils pouvaient suggérer aux élèves d'appeler l'enseignant, soit l'appeler eux-mêmes discrètement s'ils sentaient les élèves dans une impasse sans que ces derniers en soient conscients. A de rares exceptions près, ce contrat a été respecté.

Les fichiers élèves ont été enregistrés et imprimés à la fin des séances. L'enseignant de la classe a essayé de se remémorer ses différentes interventions auprès des groupes non observés, pour compléter les informations recueillies. Le TD lui-même a fait l'objet d'un premier bilan à chaud.

III.2 - L'analyse a priori de la séance

1. Contexte et objectifs de la séance

Cette séance fait suite à une séance d'une heure avec DERIVE qui a servi à reprendre contact avec le logiciel et à contribuer à donner du sens à la tâche qui sera proposée aux élèves au cours de la séance observée.

Après une reprise en mains de DERIVE, cette séance a été centrée sur la résolution d'équations. Dans un premier temps, les élèves ont eu à résoudre à la main des équations numériques de degré 1 et des équations de degré 2, soit factorisées, soit correspondant à des identités remarquables, DERIVE servant dans cette phase d'instrument de contrôle. Dans les équations du premier degré, tous les cas possibles étaient représentés. Ensuite, ils ont eu à construire une formule générale de résolution de l'équation $ax+b=0$, l'enjeu donné étant celui de leur permettre de programmer la résolution de ces équations sur leur calculatrice. Ensuite, on demandait aux élèves de tester la formule sur les équations du premier degré déjà résolues à la main dans la séance. Il s'agissait donc, à travers cette activité, de commencer à donner du sens, dans un contexte simple, à la notion de formule générale de résolution d'une famille d'équations et à la notion de champ de validité d'une formule.
Aux dires de l'enseignant, cette séance préliminaire s'est déroulée de façon satisfaisante.

La séance observée a été conçue comme une généralisation de cette première activité : il s'agit maintenant de faire fabriquer par les élèves les formules de résolution d'un système linéaire de deux équations à deux inconnues et de poser la question de leur champ de validité. Les élèves, bien sûr n'ont pas appris à rentrer un système et à le résoudre en utilisant les commandes dont dispose spécifiquement DERIVE.

On espère, à travers cette tâche, aider les élèves à différencier le statut d'objets algébriques comme inconnues et paramètres. On espère aussi les aider, via l'élaboration de formules générales et la détermination de leur champ de validité, à développer une attitude plus réflexive vis à vis des processus particuliers de résolution qu'ils ont déjà mis en oeuvre à diverses reprises depuis la classe de troisième, sur des exemples numériques, et donc améliorer leur compréhension de ces processus.

2. Les hypothèses faites sur le rôle de DERIVE dans cette séance

Les hypothèses principales sont les suivantes :
a) DERIVE, en libérant l'élève de l'exécution des calculs, peut l'aider à se centrer sur les processus de résolution en jeu, à ne pas perdre le fil de la démarche suivie et à développer l'attitude réflexive souhaitée.

b) D'autre part, l'explicitation nécessaire des étapes de la résolution via des commandes DERIVE comme Resol, Substitute peut conduire les élèves à expliciter certains gestes implicites de la résolution et à leur donner davantage un statut opératoire. Les explicitations demandées dans l'utilisation de ces commandes vont également obliger à distinguer inconnues et paramètres, à réaliser qu'une équation peut être résolue par rapport à plusieurs inconnues et non uniquement par rapport à x.
L'enseignant fait l'hypothèse que ces deux caractéristiques du fonctionnement avec DERIVE devraient permettre d'empêcher ou au moins de limiter les comportements de cercle vicieux auxquels on peut légitimement s'attendre et aider à gérer la résolution.

c) On fait aussi l'hypothèse que cette situation, par son caractère relativement formel, est une situation qui aurait du mal à vivre dans un environnement papier/crayon usuel mais qu'en revanche, dans l'environnement DERIVE, la question de l'élaboration de processus généraux de résolution généralisant ceux déjà existant du fait des commandes, semblera aux élèves un enjeu plus naturel.

d) De plus il s'agit d'une situation complexe, où les élèves ont à manipuler des écritures algébriques comportant 8 lettres distinctes et l'on peut penser que beaucoup d'élèves auraient du mal à mener à bien les calculs sans l'aide de DERIVE.

e) L'existence de feed back immédiats, dans une situation considérée a priori comme difficile, est considérée également comme un atout de DERIVE. Néanmoins, le contrôle exercé par DERIVE reste ici partiel. Excepté si les élèves prennent la peine de vérifier leurs formules par substitution dans les équations - et ceci semble peu probable - DERIVE ne "dira" pas si les formules trouvées sont ou non correctes.

f) Enfin, dans la dernière phase, on fait l'hypothèse que DERIVE va permettre aux élèves à la fois d'éviter des erreurs de calcul et de gagner du temps, puisqu'il suffit de substituer les coefficients des systèmes donnés dans les formules obtenues sans refaire aucun calcul.

g) DERIVE a, dans cette phase, un autre rôle à jouer : dans les cas d'impossibilité ou d'indétermination, il affiche des messages. Ce ne sont pas toujours des messages en clair (en cas d'indétermination, on obtient §1) mais les élèves les ont déjà rencontrés, ne serait-ce que dans le test de la formule de résolution de l'équation du premier degré. On fait l'hypothèse que ceci va aider leur interprétation de la situation : par la confiance dans le calcul effectué par

DERIVE, qui les empêchera de douter, ainsi que par la reconnaissance d'un feed back déjà rencontré.

3. Les connaissances DERIVE nécessaires

Les connaissances DERIVE nécessaires sont, dans cette situation peu nombreuses : écriture d'expressions simples, résolution - l'enseignant pense gérer de façon locale, en fonction des besoins, les difficultés éventuellement rencontrées pour résoudre en y, la variable par défaut étant x - la reprise d'expressions, la substitution. Elles ne sont pas nouvelles et ne devraient pas poser problème.

4. Le déroulement prévu pour la séance

La séance est conçue comme une séance de TD où les élèves travaillent de façon autonome en dehors des phases de dévolution conduites par l'enseignant. La synthèse du travail des différents groupes et l'institutionnalisation projetée sur la résolution des systèmes auront lieu à la séance suivante. D'où un déroulement en quatre phases :

- *Phase 1 :* Lecture de l'énoncé avec les élèves et dévolution de la première tâche : trouver des formules générales de résolution pour un système linéaire de deux équations à deux inconnues :

$$ax+by = c$$
$$ex+fy = g.$$

L'enseignant précisera que résoudre un système d'équations, c'est trouver tous les couples de réels vérifiant simultanément les deux égalités et qu'ici les valeurs trouvées pour x et y dépendront des coefficients a, b, c, e, f et g Il fera référence au travail "analogue" précédemment effectué sur les équations du premier degré.

- *Phase 2 :* Les élèves travaillent par binôme. Lorsqu'ils ont obtenu les formules, ils les écrivent sur la feuille de réponse à rendre à la fin de l'heure et appellent l'enseignant.

- *Phase 3 :* L'enseignant contrôle les formules et, si elles sont correctes, présente la tâche suivante : tester les formules obtenues sur les trois systèmes suivants, les résultats des tests étant à inscrire sur la feuille de réponse :

$$2x-y = 4 \qquad 3x+2y = 5 \qquad x+5y = 2$$
$$x-y = 3 \qquad 1{,}5x+y = 2 \qquad 0{,}2x+y = 0{,}4$$

- *Phase 4 :* Les élèves travaillent de façon autonome sur cette nouvelle tâche jusqu'à la fin de la séance.

5. Les interventions prévues de l'enseignant

En dehors de la dévolution et du contrôle des formules, elles concernent la phase 2 et sont les suivantes :

- en cas de blocage complet, suggérer de commencer par résoudre un système numérique, par exemple :

  $2x+3y=7$

  $-x+y=-1$
- si les élèves entrent le système et résolvent une équation en x puis bloquent, suggérer d'utiliser les deux équations,
- si les élèves résolvent les deux équations en x puis bloquent, attirer l'attention sur les deux expressions de x trouvées, qui peuvent être éloignées sur l'écran,
- si les élèves résolvent les deux équations en y puis bloquent, attirer l'attention sur les deux expressions de y trouvées, qui peuvent être éloignées sur l'écran,
- si les élèves tournent en rond, résolvant en fonction de x puis de y, rappeler la consigne,
- si ces interventions sont inefficaces, suggérer la résolution d'un système numérique.

6. Les comportements attendus

Sur ce plan, les prévisions manquent de précision. Les élèves ont déjà rencontré des systèmes d'équations linéaires en troisième et peuvent essayer de se souvenir des techniques de résolution utilisées alors. Si c'est le cas, ils disposent en principe de deux stratégies :

- soit tirer x de la première équation puis substituer la valeur obtenue dans la seconde,
- soit essayer de procéder par combinaisons linéaires d'équations pour éliminer une inconnue et recommencer ou substituer pour obtenir l'autre.

La première méthode semble a priori plus aisée à mettre en oeuvre avec DERIVE car ils n'ont pas appris à multiplier une expression par un coefficient.

Ils peuvent aussi essayer de se référer à la situation précédente, d'autant plus qu'elle sera évoquée dans la phase de dévolution. Ceci peut les inciter à résoudre les deux équations en x. Penseront-ils ensuite à égaler les deux valeurs de x obtenues pour obtenir une équation en y ? Une intervention de l'enseignant est prévue si il y a blocage à ce niveau.

Les élèves peuvent aussi, par analogie avec les équations de droites, mettre le système sous la forme $y=f(x)$ et $y=g(x)$. Penseront-ils alors à égaler les deux valeurs de y obtenues pour se retrouver avec une équation du premier degré en x ? Une intervention de l'enseignant est prévue dans ce cas.

Les élèves peuvent bien sûr aussi utiliser les commandes DERIVE pour résoudre successivement en x, puis en y et tourner en rond. Là encore, une intervention est prévue.

Dans la quatrième phase, les élèves peuvent pleinement profiter de l'économie de DERIVE et procéder par substitution. Ils peuvent aussi rentrer les systèmes numériques et reproduire le processus de résolution qui a servi à l'élaboration des formules. L'aisance avec laquelle ils reproduiront ce processus, en le débarrassant éventuellement de tous leurs errements, sera alors un bon test d'intégration d'une démarche de résolution générale.

Enfin, il est difficile de faire des prévisions sur la façon dont les élèves exploiteront les feed back fournis dans le cas de systèmes impossibles ou indéterminés. D'autant plus que les élèves arriveront à cette phase de l'activité, s'ils y arrivent, vraisemblablement en fin de séance, un peu fatigués.

7. Difficultés possibles spécifiques à l'utilisation de DERIVE

Il est clair qu'avec DERIVE, tel que manipulé ici, les systèmes n'apparaîtront jamais comme des systèmes contrairement à la disposition papier/crayon. Et ce d'autant plus qu'après avoir rentré une équation, les élèves peuvent déjà se lancer dans des processus de résolution en x ou en y. On peut se demander si cela ne va pas constituer une gêne pour les élèves, en favorisant un traitement séparé des équations.

Au cours de la résolution, des expressions à rapprocher peuvent se trouver éloignées sur l'écran, voire non visibles simultanément. On peut faire l'hypothèse que cet événement est relativement probable. En effet, le problème à résoudre est pour eux un vrai problème et ils seront sans doute tentés, en cas d'hésitations, d'essayer les commandes de résolution offertes par DERIVE, ne serait-ce que pour voir ce qu'elles donnent. L'écartement des équations peut aussi résulter de fausses manipulations avec non effacement des intermédiaires. Ceci aussi peut constituer une gêne a priori.

On peut penser que ces difficultés spécifiques DERIVE se manifesteront moins si les élèves couplent le fonctionnement DERIVE avec un fonctionnement papier / crayon. Il est donc particulièrement important d'étudier ici les interactions éventuelles entre les deux environnements et leurs effets.

Enfin, dans la syntaxe DERIVE, x apparaît par défaut comme variable de résolution et ceci peut bloquer certains élèves.

III.3 - Le déroulement effectif

Le déroulement effectif a été globalement conforme au scénario prévu. Tous les élèves ont travaillé pendant la séance entière et ont été visiblement motivés par l'activité. Beaucoup de groupes ont abordé la quatrième phase mais, comme on pouvait raisonnablement s'y attendre, très peu ont pu l'achever. L'établissement des formules a cependant posé à la plupart des groupes plus de difficultés que cela n'avait été envisagé dans l'analyse a priori et, en particulier, les interventions initialement prévues de l'enseignant se sont révélées souvent insuffisantes. En revanche, il semble bien que, même dans les groupes où ces formules ont été obtenues au prix de multiples difficultés et où l'on peut avoir l'impression que l'enseignant a donné petit à petit toutes les clefs, le rapport des élèves aux systèmes et à leur résolution semble avoir bougé. La façon dont ils traitent ensuite la tâche de test des formules montre une intégration certaine du travail précédent.

Le lecteur trouvera en annexe un compte-rendu détaillé du déroulement effectif. Ce compte-rendu est basé sur les histoires des trois groupes observés. Nous y avons ajouté des informations plus succinctes concernant trois groupes non observés. Pour ces trois derniers groupes, en effet, l'enseignant de la classe, dans la discussion suivant la séance, nous a fourni des informations suffisantes pour interpréter, sans trop de risques d'erreur, les fichiers informatiques enregistrés et reconstruire le travail du binôme. Dans ce paragraphe, pour ne pas alourdir exagérément le texte, nous nous bornerons à résumer brièvement l'évolution de chacun de ces groupes, en donnant entre parenthèses quelques indications temporelles (les durées étant indiquées à partir du début du travail autonome des élèves).

1.Groupe 1

Les deux élèves du groupe 1commencent par fabriquer une équation numérique, en se donnant les valeurs de a, b, x et y et en en déduisant la valeur du second membre : c. Ils passent à DERIVE pour résoudre l'équation et rencontrent alors un problème informatique qu'ils ne savent pas identifier : ils utilisent les chiffres du pavé numérique et comme le pavé numérique n'est pas activé, rien n'apparaît sur l'écran. Sur les conseils de l'observateur, les élèves appellent alors l'enseignant qui débloque immédiatement la situation. Les élèves utilisent ensuite la commande Resol pour résoudre en x l'équation.

Repassant en P/C, ils fabriquent avec les mêmes valeurs de x et y une seconde équation, pour compléter le système. Cette équation est, sans qu'ils l'aient cherché, proportionnelle à la première. Essayant de se souvenir des résolutions faites en troisième, ils soustraient les deux équations puis résolvent l'équation obtenue par effacement successif de x et de y : ils suppriment le terme en y et résolvent en x, puis ils suppriment le terme en x et résolvent en y. Ils obtiennent ainsi deux valeurs de x et y qui ne sont pas celles choisies au départ et s'en rendent compte. Ils essaient de s'en sortir, en appliquant la même stratégie à la somme des deux équations, sans plus de succès. Ils envisagent ensuite de faire le produit des équations mais reculent devant la complexité formelle. Ils se donnent ensuite un nouveau système qu'ils résolvent toujours de la même façon, toujours sans succès (10mn).

Dans une seconde phase du travail, après avoir jeté un coup d'oeil à l'écran voisin, ils décident de faire comme à la séance précédente et après avoir donné à x la valeur -b/a, obtiennent une équation en y qu'ils résolvent en repassant sous DERIVE. Ils sont a priori satisfaits du résultat obtenu, bien que conscients, il le diront au professeur, de naviguer au hasard sans trop savoir ce qu'ils font (15mn).

L'enseignant passe alors et, suite à leur récit, explique d'une part qu'ils mélangent deux résolutions, a et b n'ayant pas ici la même signification qu'à la séance précédente, d'autre part qu'ils ne peuvent espérer résoudre le système en utilisant une seule équation.

Cette intervention déstabilise les élèves qui abandonnent l'utilisation de la formule pour revenir à la stratégie initiale. Les élèves ne vont pas parvenir à exploiter ces suggestions schématiques. Ils reviennent une fois de plus à la stratégie initiale ou à des variantes (effacer y mais non son coefficient).
L'enseignant repasse une fois de plus et, constatant l'échec, leur fait réexpliquer toute leur démarche, puis les oriente de façon plus précise vers la méthode déjà suggérée (25mn).

Après son départ, les élèves repassent sous DERIVE qu'ils chargent de la résolution en x des deux équations du premier système. Les deux équations étant proportionnelles, ils obtiennent deux fois la même expression et sont de nouveau perdus. L'observateur intervient alors et modifie la deuxième équation. Ils la résolvent en x avec DERIVE puis cherchent à résoudre en y. Ils ont quelques problèmes à trouver comment faire mais s'en sortent seuls (30mn). Ils obtiennent ainsi quatre expressions : deux pour x en fonction de y et deux pour y en fonction de x.

L'enseignant va devoir intervenir une fois de plus. Il suggère d'égaler les deux valeur de x puis, devant l'expression des élèves, tape lui-même l'équation en y correspondante. Les élèves reprennent alors la main, résolvent en y sous DERIVE et obtiennent la valeur 0 qui les trouble. L'enseignant les rassure et les branche sur la recherche de x. Les élèves proposent aussitôt de remplacer y par sa valeur dans une des équations. L'enseignant acquiesce et leur demande de passer rapidement au cas général, ce qu'ils font sans achever la résolution numérique.

Le cas général est géré de façon mixte : DERIVE et P/C. Ils tapent les équations, les font résoudre en x, notent au fur et à mesure sur leur brouillon. Ensuite, ils égalent les deux expressions et font résoudre en y. (40mn).
Pour trouver x ensuite, ils hésitent entre la reproduction de la même démarche et la substitution, avant de choisir la substitution. N'utilisant pas la commande Substitue, ils tapent l'équation en x après avoir fait la substitution en P/C mais oublient des parenthèses. Ceci les conduit, après résolution, à une expression de x qui ne ressemble en rien à celle obtenue pour y. Ils sont persuadés de s'être trompés et décident de changer de méthode.
L'enseignant passe à ce moment là et leur explique l'erreur de parenthésage. Ils décident alors de poursuivre par substitution. Quelques petites erreurs seront commises et immédiatement corrigées et, au bout de 45mn, ils ont enfin les formules.
L'enseignant leur confirme qu'elles sont correctes et donne les instructions pour la suite.

Dans cette dernière phase, ils choisissent de fonctionner avec DERIVE pour aller plus vite. Ils font les substitutions de tête dans les formules et tapent directement les expressions numériques. Ils rencontrent alors un dernier problème pour simplifier ces expressions : ne pensant pas à utiliser la commande Simplifie, ils font divers essais infructueux avant que l'enseignant ne vienne les aider. A la fin de la séance, ils ont obtenu la valeur de y pour le premier système numérique et calculent à toute vitesse en P/C la valeur correspondante de x.

2. Groupe 2

Les élèves du groupe 2 se donnent au départ un système numérique et commencent sa résolution en P/C par combinaisons linéaires. Elles déterminent ainsi y puis substituent dans la première équation pour trouver x. Jugeant peut-être l'équation obtenue compliquée, elles ne terminent pas la résolution et se donnent un second système. Elles déterminent y de façon analogue puis, pour obtenir une fraction plus simple pour y, modifient un coefficient du système. Elles terminent alors la résolution, puis décident de passer à DERIVE pour traiter le cas général.

Elles rentrent directement la somme des deux équations générales et activent la commande Resol. Quand x s'affiche, elles tapent 4/3, la valeur obtenue pour x dans la résolution numérique précédente et DERIVE bloque. L'enseignant, qui passe à ce moment là, leur précise qu'elles doivent rentrer les deux équations pour rentrer le système, ce qu'elles font. Ne sachant visiblement plus que faire ensuite, elles rentrent le système numérique déjà résolu puis, bloquées, appellent l'enseignant qui leur conseille d'essayer de mettre en oeuvre avec DERIVE la méthode de résolution utilisée en P/C. (25mn)

Après s'être demandé s'il existe une commande DERIVE permettant de multiplier une équation par un nombre, elles décident de taper les équations multipliées par les coefficients convenables, leur somme (où les termes en x s'annulent) puis obtiennent y en activant successivement les commandes Simplifie et Resol. Elles repassent en P/C pour faire la substitution, tapent l'équation correspondante et la font résoudre par DERIVE pour obtenir x.

Elles repassent ensuite en P/C pour aborder le cas général et refont exactement les mêmes manipulations jusqu'à arriver à l'équation en y : y(eb-fa) = ce-ga. La résolution de cette équation leur pose visiblement problème et elles s'arrêtent. L'enseignant passe et, constatant qu'elles ne voient pas comment obtenir y à partir de cette expression, leur suggère de demander à la machine, ce qu'elles s'empressent de faire. Elles obtiennent ainsi y en activant la commande Resol.
Elles repassent ensuite en P/C, effectuent de la même manière des combinaisons linéaires permettant d'éliminer y et, quand elles ont l'équation en x, la rentrent en machine et la font résoudre par DERIVE (45mn).

Elles appellent ensuite l'enseignant qui confirme l'exactitude des formules obtenues et donne les instructions pour la suite. Une des élèves veut reproduire la démarche pour chaque système, l'autre veut utiliser les formules ; l'enseignant tranche en faveur de la seconde proposition. En P/C, elles écrivent, côte à côte, le premier système numérique donné et le système général mais n'arrivent à gérer le problème des coefficients égaux à 1 et -1. Elles écrivent en effet : 2x-y = 4 et ax-y = c , x-y = 3 et x-y = f , et n'arriveront pas avant la fin de la séance à surmonter cette difficulté.

3 Groupe 3

Au départ, les deux élèves de ce groupe essaient de se souvenir des méthodes utilisées en troisième. Elles se rappellent qu'on faisait la différence des deux équations puis qu'on remplaçait par la valeur trouvée dans une des équations. Elles se lancent alors, en P/C, directement dans le cas général, écrivent la différence des deux équations mais ne savent qu'en faire. L'une suggère de remplacer les lettres par des chiffres, l'autre reprend l'idée au bond ; elles y voient le moyen d'introduire des distinctions de cas ($a>0$, $a<0$...) et cela leur va tout à fait.

Elles passent à DERIVE, entrent une équation numérique à coefficients positifs, activent la commande Substitue pour substituer des valeurs à x et y et arrivent, après simplification DERIVE à : 23 = 10 (5mn).
L'enseignant passe, leur fait expliquer ce qu'elles ont fait jusqu'à présent, leur dit que le choix de valeurs de x et y au hasard n'est peut-être pas la bonne méthode et leur rappelle la consigne.

Après son départ, elles repassent en P/C, se donnent un système numérique et écrivent la différence des deux équations (sans effectuer les différences de coefficients, donc sous forme parenthésée). Elles repassent ensuite en DERIVE pour rentrer l'équation et la faire résoudre mais, quand x s'affiche sur l'écran (commande Resol), elles tapent des valeurs numériques qui ne sont pas acceptées par DERIVE. Elles sont alors bloquées et l'observateur leur conseille d'appeler l'enseignant (10mn). Ce dernier leur explique la syntaxe de la commande Resol puis s'en va.

Elles utilisent correctement la commande et obtiennent x en fonction de y mais éprouvent le besoin de vérifier l'expression obtenue ; l'une le fait en refaisant le calcul en P/C, l'autre en rentrant l'équation réduite et en la faisant résoudre par DERIVE.
Elles veulent ensuite en déduire une expression générale en remplaçant les coefficients numériques par les coefficients littéraux, réfléchissent aux correspondances possibles mais l'identification leur semble difficile (15mn). Elles font alors résoudre par DERIVE l'équation en y, puis essaient de nouveau d'identifier : la proposition faite pour x oublie y, la proposition faite pour y oublie le dénominateur. Les expressions littérales obtenues les laissent insatisfaites. Après réflexion, elles trouvent qu'il manque y dans l'expression de x et qu'il manque sans doute aussi quelque chose dans l'expression de y, puis finissent par trouver que c'est sans doute b-f, qui dans leur exemple numérique vaut -1 donc "qu'on ne voit pas". L'une propose de modifier les coefficients pour éviter ce problème, ce qu'elles font.
Elles repassent en DERIVE pour résoudre la nouvelle équation différence en x et en y (20mn)

L'enseignant passe et leur explique que l'objectif n'est pas d'obtenir x en fonction de y et y en fonction de x. Il leur suggère de travailler avec les deux équations et non pas une seule.

Après son départ, les élèves entrent la première équation numérique et la font résoudre par DERIVE en x et en y. Elles obtiennent pour y une fraction dont le numérateur est factorisé. Ceci les étonne et elles se mettent à vérifier, l'une en refaisant le calcul en P/C, l'autre en rentrant l'expression non factorisée sous DERIVE et en la faisant simplifier. Elles sont ainsi rassurées et écrivent les formules obtenues. Elles constatent très vite qu'elles ont toujours x en fonction de y et y en fonction de x et ne sont pas plus avancées. Elles rayent les formules et s'arrêtent (30mn).

L'enseignant passe et leur demande où elles en sont. Elles expliquent qu'elles n'ont pas vraiment avancé. L'enseignant leur dit alors qu'elles ont trouvé une valeur de y avec la première équation et qu'ensuite elles tournent un peu en rond, mais qu'elles ont deux équations. Cette intervention suffit à débloquer la situation : une élève dit qu'elle a compris, l'autre propose de prendre x dans une équation et de remplacer ensuite dans l'autre. L'enseignant acquiesce.

Elles repassent alors en DERIVE, une des élèves rentre la seconde équation et la fait résoudre en y. L'autre ne comprend pas bien. Pour lui expliquer, la première repasse en P/C, écrit les deux équations, la valeur de x tirée de la première et la valeur de y tirée de la seconde, puis elle substitue la valeur trouvée de x à x, mais dans la première équation, celle qui a servi à l'obtenir. Ensuite elle rentre le début de l'équation en DERIVE pour la faire simplifier (c'est : $2(\frac{10-3y}{2})$, mais oublie de taper le signe de division. Après simplification, DERIVE renvoie donc l'expression erronée : $4(10 - 3y)$. L'élève repasse en P/C pour écrire l'équation complète puis rentre l'équation en machine et la fait resoudre, arrivant ainsi à : $y = \frac{10}{3}$. Elle reproduit ensuite la même démarche pour x mais, cette fois-ci sans faire d'erreur, ce qui l'amène à l'équation : $6x+13 - 6x=13$, qui, donnée à résoudre à DERIVE, renvoie la réponse d'indétermination : x = §1 (35mn).

L'enseignant passe à ce moment là. L'observateur lui explique rapidement ce qui se passe. L'enseignant fait expliquer leur démarche aux élèves puis leur explique qu'elles tournent en rond, qu'elles doivent remplacer dans l'autre équation, pas dans la même. L'élève qui avait été le moteur du groupe dans cette phase, se fait répéter l'information puis elles se remettent au travail en P/C. Elles écrivent la valeur de x extraite de la première équation, substituent formellement dans la seconde, puis rentrent l'équation obtenue sous DERIVE et la font résoudre. Elles substituent ensuite la valeur trouvée de y dans la deuxième équation pour obtenir la valeur de x et obtiennent enfin les valeurs de x et de y.

Une des élèves propose alors de vérifier les résultats obtenus en utilisant pour x la même méthode que pour y. Elle écrit l'expression de y obtenue à partir de la deuxième équation, substitue formellement cette expression à y dans la première équation et entre l'équation obtenue pour la faire résoudre par DERIVE. mais elle fait une erreur de frappe (une signe - deveint +) et la résolution DERIVE donne alors une valeur pour x différente de celle déjà trouvée (40mn). Les élèves, ne comprennant pas ce qui se passe, décident d'appeler l'enseignant. Ce dernier arrive confirme que les deux méthodes sont correctes et devraient donner le même résultat mais il ne voit pas d'emblée où se situe l'erreur. l'observateur la montre. l'enseignant, avant de partir, rappelle l'objectif du TD : l'obtention de formules générales.

Les élèves repassent en P/C, écrivent le système, résolvent la première équation en x, substituent formellement dans la seconde puis veulent simplifier l'expression avant de l'entrer dans la machine. Elles essaient donc de simplifier : $e\frac{c-by}{a}$, écrivent : $\frac{ec-eby}{ea} = \frac{c-e(by)}{a}$, puis : $\frac{c-eby}{a} + fy = g$, ce qui ne les satisfait pas.
La séance est alors pratiquement finie. L'observateur leur demande pourquoi elles n'ont pas rentré l'expression directement dans la machine. Elles répondent qu'elles pensent que c'est trop compliqué et que DERIVE ne donnerait pas la solution. L'observateur leur suggère d'essayer quand même, ce qu'elles font, obtenant enfin la valeur générale de y.
L'enseignant passe, confirme que la formule est exacte, leur demande comment elles feraient pour trouver la valeur de x. L'une répond qu'elle remplacerait la valeur de y dans une équation et, à l'enseignant qui lui demande de préciser quelle équation, elle répond : "la seconde".

4. Groupes 4, 5 et 6

Les trois groupes non observés, contrairement à ceux qui précèdent se situent directement dans le cas général.

Le groupe 4 travaille d'abord en P/C. Elles écrivent le système général, résolvent en x les deux éuqations puis passent à DERIVE pour traiter les expressions obtenues. le fichier DERIVE fait apparaître la différence des deux expressions de x et la résolution de l'équation implicite en y associée. Elles sont arrivées à ce point de la résolution très rapidement et s'y retrouvent bloquées. L'enseignant ne les aidera pas au début puis, devant la persistance du blocage, interviendra en leur demandant de chercher aussi x. Elles adoptent alors la même stratégie que pour y : résolution en P/C des deux équations en y, passage à DERIVE pour la résolution de l'équation en x associée à la différence des deux expressions de y.
L'enseignant se demande cependant à la fin de cette phase si elles sont bien convaincues d'avoir résolu le problème posé.
Pour le test des formules, elles travaillent en P/C et vont rencontrer des problèmes d'identification des coefficients dans le cas de coefficients égaux à 1 ou -1. Elles n'arriveront pas à surmonter ces problèmes avant la fin de la séance.

Le groupe 5 utilise beaucoup plus DERIVE (19 lignes de fichier contre 5 pour le groupe précédent). Il entre la première équation puis la fait résoudre par DERIVE en x et en y. Il se trouve alors bloqué et l'enseignant leur indique qu'il faut utiliser les deux équations du système. Suite à cette intervention, les élèves entrent la deuxième équation et la résolvent elle aussi en x et en y. L'expression suivante sur le fichier est la différence des deux expressions trouvées pour y. L'équation implicitement associée est ensuite résolue par DERIVE et l'expression de x en fonction des paramètres obtenue.
A ce moment là, ces élèves se retrouvent elles aussi bloquées. L'enseignant sera obligé d'intervenir. Il le fera comme pour le groupe 4 et avec les mêmes résultats.
Dans la phase de test, les élèves utilisent directement la formule pour trouver x et identifient correctement les coefficients. Elles n'utilisent pas la commande Substitue mais rentrent directement l'expression. Cette expression est rentrée sans ajouter les parenthèses nécessaires.

Après Simplification par DERIVE, elles obtiennent la valeur $-\frac{9}{2}$ pour x. Cette valeur est ensuite subsitutée à x dans la deuxième équation qui est entrée et résolue par DERIVE (on notera que l'équation est : $-\frac{9}{2} - y = 3$!). D'où la valeur de y : $-\frac{15}{2}$. Les élèves remplacent ensuite x par sa valeur dans la première équation, résolvent avec DERIVE et obtiennent une deuxième valeur de y : -13. Face à cette contradiction, ils reprennent la deuxième équation et la résolvent une fois de plus avec DERIVE. Leur fichier s'arrête là.

Le groupe 6 rencontre quelques difficultés informatiques en début de séance et est obligé de changer de poste. Elles commencent ensuite à travailler en P/C, résolvent les deux équations en x puis remplacent x par son expression dans la deuxième équation et s'arrêtent là. Leur fichier DERIVE fait apparaître les deux équations du système puis une expression fausse de x : $x = -\frac{fy}{e}$, puis les deux expressions correctes de x, leur différence et la solution de l'équation implicite en y qui en résulte. C'est sans intervention de l'enseignant que les élèves vont ici continuer en substituant l'expression obtenue à y dans la première équation. Elles n'opèrent pas par substitution et retapent tout mais oublient le second membre de l'équation, ici nécessaire puisque non nul. Elles appellent alors l'enseignant pour savoir comment corriger sans avoir à tout retaper. L'enseignant leur réexplique l'usage de la touche F3 de recopie et elles terminent la résolution.
Pour le test des formules obtenues, elles utilisent aussi DERIVE mais en reproduisant la démarche intégrale. Elles ne terminent pas le premier exemple

III.4. Analyse

Nous analyserons dans ce paragraphe les observations réalisées sur deux plans, en cherchant :

- ce qu'elles nous apprennent sur le fonctionnement des élèves avec le logiciel DERIVE dans cette situation précise, sur la validité des hypothèses faites dans l'analyse a priori et plus globalement sur les questions explicitées au début de cette partie du rapport,
- ce qu'elles nous apprennent sur le plan méthodologique.

1. Dévolution de la situation et implication des élèves dans la résolution du problème posé

Conformément aux hypothèses faites dans l'analyse a priori, il semble bien que dans le contexte DERIVE, cette situation soit perçue par l'ensemble des élèves comme une situation de recherche dans laquelle ils peuvent s'investir et dans laquelle ils s'investissent. Tous, comme nous l'avons déjà souligné, semblent comprendre la consigne donnée, travaillent toute la durée de la séance et les protocoles d'observation montrent bien que, même pour des groupes qui rencontrent d'énormes difficultés, la motivation peut rester élevée.
Ceci est d'autant plus à souligner que cette situation peut paraître à première vue d'un formalisme peu en rapport avec l'esprit actuel de l'enseignement de l'algèbre et peu adaptée

aux élèves actuels, en dépit de l'accent mis par les programmes, de façon générale, sur l'identification de méthodes susceptibles de transcender telle ou telle résolution particulière.

Le fait que, via DERIVE, on ne soit pas confronté au fil de la séance à un seul problème mais à une succession de problèmes de nature diverse, que l'on puisse essayer des choses dans un phénomène de "pêche" que nous analyserons plus loin, que l'on ne soit pas complètement dépendant de l'enseignant pour la validation, n'y est sans doute pas étranger.
En effet, même si la validation de DERIVE n'est que partielle, il apparaît de manière évidente dans les observations que les élèves disposent de moyens supplémentaires de contrôle, en particulier au niveau des formules générales (les formules relatives à x et y doivent, par exemple, respecter une certaine symétrie de forme) et utilisent ces moyens. Chaque fois que les élèves appellent l'enseignant pour contrôler la correction des formules, on sent bien que c'est plus pour montrer qu'ils ont réussi que parce qu'ils doutent encore.

Le problème posé aux élèves est bien aussi, conformément à l'analyse a priori, un vrai problème pour les élèves dont la résolution ne va pas de soi. Le fait qu'aucun des six groupes cités ci-dessus (que l'on peut considérer comme représentatifs de l'ensemble de la classe), en dépit d'états initiaux et de fonctionnements très différents, ne dépasse le premier exemple numérique, est significatif de la difficulté du problème posé.

2. Apports et limites de DERIVE dans cette situation

L'analyse a priori postulait que l'utilisation de DERIVE pouvait non seulement aider à faire vivre cette situation mais intervenir plus directement dans la résolution du problème posé et ce, de diverses façons :

- explicitation de certains gestes implicites de la résolution et aide à la mise en évidence des processus mathématiques sous jacents à la résolution déjà pratiquée des systèmes numériques, tout ceci devant aider les élèves à mieux gérer la résolution du problème et ne pas perdre le fil,
- aide à la distinction entre inconnues, paramètres, à la rupture avec le rôle privilégié de la variable x,
- aide technique par la prise en charge du calcul algébrique sur les expressions complexes à traiter,
- et, dans la phase de test des formules, gain de temps, limitation des risques d'erreurs, aide à l'interprétation des cas particuliers rencontrés via l'analyse des feed back renvoyés par le système.

Que ressort-il à ce propos des observations ?
Dans le premier groupe, les élèves partent sur un exemple numérique et, essayant de se souvenir des résolutions faites en troisième, soustraient les deux équations puis développent une stratégie de résolution par effacement successif de x et y qui constitue une manière pour le moins brutale de se ramener à du connu. Cette stratégie est développée en P/C et DERIVE ne joue alors aucun rôle. Ensuite les élèves inventent une nouvelle stratégie qui consiste à utiliser là encore brutalement la formule générale obtenue à la séance précédente pour obtenir une valeur de x et pouvoir se ramener à du connu. Cette fois-ci, DERIVE est mis à contribution

dans la résolution mais simplement peut-être pour imiter les voisins. Après intervention de l'enseignant, les élèves reviennent à un fonctionnement P/C et à des adaptations de leur stratégie initiale. Lorsque l'enseignant leur donne des indications plus précises, ils repassent à DERIVE qu'ils chargent de la résolution en x et y des expressions. Ils entrent ici dans le phénomène de cercle vicieux et DERIVE ne leur est d'aucune utilité. L'enseignant interviendra une fois de plus et la résolution du système numérique "initial" aboutira enfin.
Il semble bien que pour ces élèves, on était au départ très loin d'une résolution possible du problème même numérique et que donc, les hypothèses sur DERIVE, faites au niveau de la généralisation au littéral de procédures numériques efficaces, ne pouvaient être en jeu.
Le réinvestissement dans le cas général de cette laborieuse résolution est, en revanche, en un certain sens exemplaire : la méthode semble complètement intégrée et l'on peut penser qu'ici DERIVE joue le rôle imparti en résumant via une commande précise certaines étapes du processus.
On peut penser aussi que, sans DERIVE, ces deux élèves, bien qu'ayant identifié les différentes étapes de la résolution et percevant même les choix possibles pour déterminer la seconde inconnue, n'arriveraient pas au bout des calculs. Le fait de pouvoir déléguer ici les calculs à DERIVE est un atout important. Cette délégation n'empêche cependant pas les erreurs de parenthésage de produire leurs effets, donc ne garantit pas le succès et l'on voit bien le rôle joué ici, au delà de DERIVE, par le contrôle de la forme des expressions.
En résumé, on peut plutôt mettre ici à l'actif de DERIVE, le fait que lorsque les étapes de la résolution ont été mises en place sur un exemple numérique, DERIVE permet de gérer la complexité formelle engendrée par la généralisation, en gardant le fil via les marqueurs d'étape.

Le groupe 3 est également un groupe pour lequel la résolution numérique pose encore problème. DERIVE est d'abord utilisé pour résoudre en x, la différence, encore une fois des deux équations du système numérique que les élèves se sont donné. Mais le fait que les élèves vérifient ensuite en P/C montre que le logiciel n'apporte rien ici. DERIVE est ensuite utilisé pour essayer quelque chose. On voit ici se manifester le phénomène que nous avons qualifié plus haut de "pêche". Le faible coût des actions incite, quand on ne sait trop quoi faire, à tenter des calculs, avec l'espoir qu'il en sortira peut-être quelque chose d'intéressant et d'inattendu que l'on pourra exploiter. Ici, pourquoi ne pas résoudre en y après avoir résolu en x ? En ce sens, on pourrait même dire que DERIVE favorise l'apparition de la situation de cercle vicieux. Le travail de réflexion mené ensuite pour en déduire des formules analogues pour un système général se fait en P/C mais DERIVE est à nouveau utilisé pour refaire les calculs quand elles décident de changer les coefficients. L'enseignant qui passe, en attirant leur attention sur le système, ferme cette piste et l'utilisation de DERIVE faite ensuite conduit au cercle vicieux, en germe dès le début. Elles n'en sortiront pas seules, mais une intervention apparemment anodine de l'enseignant suffira à débloquer la situation. De débloquer mais pas d'aboutir puisque les élèves vont substituer la valeur trouvée dans l'équation qui a servi à l'obtenir. Une erreur de parenthésage liée au passage du P/C à DERIVE les empêchera de se trouver face à une équation indéterminée et compliquera encore la situation. L'enseignant leur dira leur erreur mais sans rentrer dans de réelles explications et si ces élèves savent à la fin de la séance qu'il faut remplacer dans l'autre équation, on ne sait trop quel est le statut de cette connaissance. Le passage au général, lorsqu'il s'effectue enfin, là encore ne pose pas de

problèmes de démarche mais le manque de confiance dans DERIVE qui s'est manifesté au cours de la séance, empêche d'exploiter ici ses possibilités : d'une part, on voit bien que les deux élèves ne savent pas gérer la complexité des formules qu'elles ont à manipuler, d'autre part comme elles pensent que DERIVE ne sait pas le faire non plus, elles ne peuvent en tirer profit.
Pour ces deux élèves, le bilan de l'utilisation de DERIVE ne semble donc guère positif.

Les élèves du groupe 2, contrairement aux deux groupes précédents disposent d'une technique de résolution des sytèmes numériques : la technique par combinaisons linéaires. Au départ, elles fonctionnent en P/C dans un cas numérique et changent de système quand elles tombent sur une expression compliquée au lieu d'exploiter DERIVE. Elles ne vont entrer dans DERIVE que lorsque, sûres d'elles sur le plan numérique, elles passeront au cas général. Ce passage se traduit par un décrochement : au lieu de réinvestir la stratégie initiale, les élèves entrent la somme des équations (une conduite similaire à celle des deux autres groupes) puis, lorsqu'elles activent la commande Resol, visiblement ne comprennent pas ce qu'elles font. Même après intervention de l'enseignant, quand elles ont rentré le système, elles bloquent sur l'adaptation de leur méthode - plus complexe il faut le reconnaître que celle de la stratégie consistant à résoudre les deux équations en x et à égaler, finalement utilisée par les deux autres groupes, pour laquelle les commandes ne sont en rien modifiées. Cette adaptation aurait peut-être été plus accessible si elles avaient appris auparavant à multiplier une expression par une quantité. L'enseignant va leur conseiller de transposer d'abord à DERIVE leur résolution numérique, ce qu'elles feront, dans un fonctionnement mixte, conduisant à bien marquer les différentes étapes. Et, il faut noter qu'elles repasseront ensuite en P/C pour la généralisation aux lettres pour se retrouver bloquées avec l'expression : y(eb-fa) = ce-ga, sans penser spontanément à ce moment là à revenir à DERIVE. C'est l'enseignant qui suggèrera d'utiliser DERIVE. La suite de la résolution montre bien ce que leur apporte DERIVE puisqu'elles continuent à faire les calculs à la main jusqu'au moment où elles se retrouvent bloquées et passent ensuite à DERIVE. Pour le test des systèmes, elles reviendront à un fonctionnement P/C.
Si l'on résume ce qui précède, il semble que pour ces élèves, DERIVE ne constitue pas un appui spontané. Pourtant, son utilisation, lorsqu'elle est suscitée, est profitable. Elle semble aider à reprendre dans une perspective distanciée, la résolution numérique déjà faite ; elle permet aussi aux élèves de surmonter l'obstacle de la complexité dans l'établissement des formules générales.

Les trois groupes non observés, contrairement à ceux qui précèdent, se situent directement dans le cas général.
Le groupe 4 travaille d'abord en P/C, sans tomber dans le cercle vicieux des résolutions en x et en y. DERIVE semble spontanément utilisé pour résoudre lorsque la complexité augmente. On peut penser en voyant les premières expressions qu'il n'y a pour ces élèves aucun problème. Ce n'est pas le cas puisqu'elles se retrouvent ensuite en situation de blocage. Elles ne cherchent visiblement pas à utiliser DERIVE pour explorer la situation et tenter quelque chose et DERIVE, dans ces conditions, ne semble d'aucune utilité pour débloquer la situation.
Le groupe 5 utilise DERIVE dès le départ et adopte le comportement de cercle vicieux. Ceci conduit à un premier blocage. L'intervention de l'enseignant va permettre d'introduire une deuxième équation et d'arriver à la différence des deux expressions de y puis à x, toujours avec

DERIVE. Puis on rencontrera le même arrêt que dans le groupe 4. Il sera résolu de la même façon. DERIVE sera aussi constamment utilisé dans la phase de test, mais là il n'est pas sûr que son utilisation permette de gagner du temps du fait des erreurs de parenthésage, contrairement aux hypothèses faites. Pour ce groupe, qui utilise constamment DERIVE, il est paradoxalement moins facile de cerner l'apport de DERIVE, faute d'éléments de comparaison.
Pour le groupe 6, c'est différent : on note un fonctionnement initial en P/C qui témoigne d'une stratégie générale élaborée mais n'aboutit pas, semble-t-il pour des raisons de complexité formelle. Le passage à DERIVE permet de surmonter l'obstacle.

Ainsi donc, dans cette situation, DERIVE n'est pas l'instrument miraculeux qui va permettre aux élèves de gérer de façon autonome un problème difficile, de penser en termes de stratégie en oubliant le détail des calculs, d'éviter les conduites de cercle vicieux. Ces observations nous incitent à une vision moins enthousiaste mais elles ne nous autorisent pas non plus à conclure à l'inutilité de DERIVE dans cette situation.

Tout d'abord, l'environnement DERIVE, les observations fines le montrent bien, aide à faire vivre cette situation, qui, bien que difficile, est ici parfaitement gérable. Il contribue à sa viabilité de différentes façons, notamment :
en suscitant l'intérêt pour un problème de nature formelle,
- en incitant, pour des raisons de coût nul, les élèves à essayer des commandes sans trop savoir ce qu'il peut en résulter et en élargissant donc la palette des actions possibles.
Ces essais ne font pas nécessairement avancer le problème de façon directe, mais le maintiennent en vie et font bouger, même imperceptiblement, le rapport que les élèves établissent avec lui.
Il faut bien sûr souligner que tous les groupes ne vont pas profiter de façon égale de ces possibilités d'exploration et qu'en particulier leur rentabilité semble nécessiter une attitude relativement confiante vis à vis des capacités de DERIVE et des résultats qu'il transmet (cf. le fonctionnement du groupe 3).
Il nous semble également intéressant de souligner que, contrairement à ce que l'on observe fréquemment avec des logiciels attractifs sur le plan perceptif, DERIVE ne semble pas ici donner pas lieu, dans les moments d'exploration, à un affaiblissement de l'activité mathématique.

En revanche, DERIVE tend plutôt à hâter l'apparition des phénomènes de cercle vicieux comme nous l'avons montré et ne donne pas vraiment les moyens d'y échapper hors intervention de l'enseignant. Il est aussi difficile d'affirmer qu'il favorise spontanément une centration sur la démarche et l'explicitation de cette démarche si elle était implicite. En revanche, il semble que lorsque les élèves ont mis au point pendant la séance une démarche performante sur un exemple numérique, DERIVE facilite de façon évidente sa généralisation hors du numérique[1]. C'est visible au niveau des trois groupes observés. Pour ceux qui sont capables de démarrer le problème dans le cas général et dont on peut penser qu'ils disposent au

[1]Il faut noter que la démarche la plus économique en DERIVE consiste à résoudre les deux équations par rapport à une même variable, égaler les deux expressions en utilisant la commande de recopie F3 puis résoudre et ensuite à reproduire le même processus avec l'autre variable. Ceci ne correspond pas aux deux méthodes présentées en troisième : combinaisons linéaires, résolution dans une équation et substitution dans l'autre.

moins d'une stratégie partielle de résolution, l'apport de DERIVE semble se situer davantage au niveau de la gestion de la complexité formelle (cf. le fonctionnement des groupes 4 et 6) En revanche, contrairement à ce que l'on aurait pu penser, DERIVE ne semble pas suffire à permettre le prolongement, par symétrie entre x et y, d'une stratégie partielle de résolution (cf. le fonctionnement des groupes 4 et 5).

Enfin, les hypothèses faites sur le rôle de DERIVE dans la dernière phase de la situation ne semblent pas évidentes à valider. Pour les élèves qui utilisent les formules, vu la simplicité des coefficients numériques, ce n'est pas le calcul numérique qui pose véritablement problème. La difficulté majeure est celle de l'identification des coefficients 1 et -1. De plus, comme les élèves n'utilisent pas la commande Substitue mais retapent les expressions, l'utilisation de DERIVE introduit ici la difficulté annexe du parenthésage. Comme ces questions de parenthésage ne sont pas encore bien maîtrisées, au lieu d'éviter les erreurs, DERIVE en produit que l'on ne rencontrerait pas en environnement P/C.
C'est pour les élèves qui reproduisent la démarche au lieu d'utiliser directement les formules, paradoxalement, que la situation semble la plus facile car ils ne se heurtent pas alors au problème d'identification des coefficients et il est clair que, là, DERIVE permet un gain de temps essentiel, les élèves, à ce moment de la séance, ayant parfaitement intégré la succession des opérations à réaliser et la manipulation des commandes DERIVE associées..

3. Difficultés informatiques, difficultés spécifiques à DERIVE

Dans cette situation, les problèmes purement informatiques ont été minimes et n'ont pas entravé le fonctionnement de la situation. Parmi les six groupes observés, deux seulement en ont rencontré : dans un cas, il s'agissait d'un problème matériel et le groupe a dû changer de poste, ce qui s'est fait rapidement, dans l'autre, les élèves n'avaient pas activé le pavé numérique et ne s'en apercevaient pas ; le problème a été immédiatement résolu par l'enseignant dont on perçoit ici l'expertise.

Venons-en aux questions plus spécifiquement liées à l'utilisation de DERIVE. Une plus grande familiarité avec la commande F3 de recopie aurait pu certes accélérer le fonctionnement des groupes, mais ceci n'a pas réellement entravé le fonctionnement de la séance. En fait, les difficultés rencontrées avec DERIVE ont été peu nombreuses, conformément aux prévisions, et le plus souvent liées étroitement à des difficultés d'ordre mathématique. Les difficultés rencontrées concernent en effet directement la commande Resol et, indirectement, la commande Substitue. Si les élèves avaient été plus familiers avec l'instruction Substitue, ils n'auraient peut-être pas éprouvé le besoin de retaper certaines équations et auraient pu éviter ainsi des erreurs de parenthésage, mais s'ils avaient bien maîtrisé le parenthésage des quotients, le problème ne se serait pas non plus posé. Si les élèves avaient mieux maîtrisé la commande Resol, ils n'auraient peut-être pas proposé des valeurs numériques, mais cette proposition de valeurs numériques n'est-elle pas aussi significative de problèmes de compréhension mathématique ?

Enfin, il ne semble pas, que l'écartement sur l'écran d'expressions à rapprocher ait gêné les élèves, d'une part parce qu'ils semblent avoir intégré étroitement dans leur travail le fonctionnement DERIVE et le fonctionnement papier / crayon, d'autre part parce que les observations montrent clairement que les difficultés à rapprocher des expressions, quand elles se sont produites étaient d'ordre mathématique et profondes ; proximité ou éloignement à l'écran, n'était pas le vrai problème !

4. Articulation du fonctionnement DERIVE et du fonctionnement Papier / Crayon :

Les observations montrent bien que, même si cela est variable selon les groupes, on note une articulation du travail DERIVE et du travail papier / crayon. DERIVE sert à résoudre les équations (pour certains élèves seulement à partir d'un certain niveau de difficulté, pour d'autres de façon systématique), il sert aussi à essayer des choses sans risque quand on ne sait trop quoi faire. Mais aucun des groupes observés n'a travaillé uniquement sur l'écran, certains même ont travaillé plus en P/C qu'avec DERIVE. En particulier lorsqu'il fallait réfléchir, lorsque la résolution n'allait pas de soi, les élèves reprenaient leur brouillon. Ceci ne devrait pas nous étonner. Nos élèves, comme nous, ont l'habitude de penser, de raisonner en mathématiques face à une feuille de papier, en s'appuyant sur des écritures formelles, des représentations icôniques et autres. Il est normal qu'ils reviennent à ce support lorsque la situation est suffisamment complexe pour ne pas pouvoir être gérée mentalement, l'écran DERIVE ne suffisant pas à constituer un substitut adéquat.

A la limite, ceci nous pourrait nous conduire à faire l'hypothèse qu'un élève qui fonctionnerait uniquement sous DERIVE, soit traiterait un problème qui pour lui n'en est pas vraiment un, soit agirait sans s'investir réellement mathématiquement dans la situation.

Ceci implique aussi que la réalisations des potentialités supposées de DERIVE, en particulier au niveau conceptuel, passe par la prise en charge dans les situations d'enseignement de l'articulation des deux fonctionnements, au niveau des élèves comme au niveau des activités qui leur sont proposées.

5. L'intérêt diagnostic de cette situation

Nous voudrions souligner, indépendamment de l'aspect DERIVE, l'intérêt diagnostic de cette situation en ce qui concerne certains éléments du rapport à l'algèbre des élèves. Les difficultés rencontrées ici rencontrent en effet un certain nombre de difficultés déjà identifiées dans les recherches didactiques sur l'algèbre.

La situation pose d'abord le problème de la signification de l'acte : "résoudre une équation" pour l'élève.

Pour un certain nombre d'élèves, même en seconde, résoudre une équation, c'est accomplir une série de manipulations qui vont conduire à x =.... et ils sont d'ailleurs incapables d'interpréter une résolution qui ne se terminerait pas de cette façon. On peut penser que, pour beaucoup d'élèves, en dépit de l'introduction de l'enseignant : "Trouver les solutions du système, c'est trouver tous les x et y qui rendent les deux phrases vraies", ce qui est en jeu ici, c'est de transformer les équations données jusqu'à arriver à x =... et y =... Les difficultés rencontrées par les élèves nous y incitent :

- soit que, comme les élèves du groupe 1, ils inventent spontanément des méthodes pour se débarasser des variables en trop,
- soit qu'ils ne puissent sortir du cercle vicieux des $x=f(y)$ et $y=f(x)$,
- soit qu'ayant développé une technique performante pour obtenir x, ils se retrouvent bloqués vis à vis de y.

La situation peut-elle les faire bouger à ce niveau ? Ceci n'a rien d'évident car DERIVE, considéré comme un outil, en un sens, conforte tout à fait cette vision. Il prend même en charge les intermédiaires et livre, excepté dans les cas particuliers, directement la valeur de l'inconnue. De plus, dans les cas d'impossibilité, il affiche un message et dans les cas d'indétermination un signe cabalistique, que l'élève peut apprendre à interpréter formellement, évitant ainsi d'avoir à gérer lui-même des expressions de la forme : $0.x = 0$ ou $0.x = A$, A non nul.
A travers cette séance, les élèves ont peut-être simplement enrichi leur palette de manipulations possibles, sans avoir à questionner plus avant le sens de la résolution.

Un second problème est celui du sens de l'égalité.
L'évolution du sens de l'égalité est un élément clef dans la consommation de la rutpure arithmétique / algèbre, comme nous l'avons souligné dans le premier paragraphe. La résistance rencontrée ici à égaler les valeurs de x ou de y trouvées, alors que, même si elles sont éloignées sur l'écran, elles sont souvent recopiées côte à côte sur les brouillons, est à nos yeux un symptôme de cette difficulté. La résolution d'un système apparaît bien, à travers la méthode favorisée par DERIVE, comme une résolution qui rompt avec la linéarité de la résolution d'une équation unique. On résoud en x la première équation puis il faut l'abandonner pour passer à la seconde, puis ensuite oublier ces deux équations en quelque sorte pour penser que l'on a obtenu deux expressions différentes d'une même quantité et les égaler. Il n'y a pas de raison que l'adaptation aille de soi.

Un troisième problème est celui des implicites des écritures algébrique.
On le voit ici fonctionner très bien avec les problèmes d'identification des coefficients égaux à 1 et à -1, y compris même chez des élèves qui ont établi les formules sans trop de difficultés.

6. Questions méthodologiques :

Cette observation, rappelons-le, avait pour premier objet de tester le dispositif mis au point pour les observations. En ce qui concerne la préparation des observations, le dispositif retenu nous semble satisfaisant.
En ce qui concerne les observations proprement dites, cette première expérimentation montre nous semble-t-il clairement, que d'une part, nous savons peu de choses sur le fonctionnement réel d'élèves face à DERIVE, d'autre part que pour comprendre ce fonctionnement, on ne peut faire l'économie d'observations fines. Le lecteur, nous l'espérons, aura en particulier perçu la pauvreté des informations fournies par les seuls fichiers informatiques en dépit de leur utilité. Encore faut-il souligner que nous avons supposé ici dans l'interprétation des fichiers qu'il n'y avait pas eu effacement intermédiaire, que nous avons choisi les fichiers qui nous semblaient les plus facilement interprétables, compte-tenu des informations supplémentaires fournies par

l'enseignant, qu'enfin les interprétations proposées pour les fichiers se nourrissent aussi des observations détaillées.

D'autre part, les difficultés que nous avons rencontré à faire le compte-rendu de ces observations, nous confirme dans l'idée qu'il faut systématiquement enregistrer les groupes observés même si les bandes ne sont pas ensuite systématiquement dépouillées.

ANNEXE : COMPTE RENDU DES OBSERVATIONS

I - OBSERVATION DU GROUPE 1

Ce groupe est constitué de deux garçons : N. et S. Ce sont des élèves moyens mais c'est sans doute l'un des groupes qui a rencontré le plus de difficultés au cours de cette activité. Son exemple est donc particulièrement instructif.

13h05

N. et S. fonctionnent au départ en P/C[1]. Ils commencent par fabriquer une équation numérique, en se donnant les valeurs de a, b, x et y et en en déduisant le second membre. D'où l'équation :

$$2x + 4y = 12 \qquad (x = 2 \text{ et } y = 2)$$

S. incite N. à passer à D. pour résoudre. Ce passage pose un des rares problèmes informatiques rencontrés pendant la séance. En effet, le pavé numérique n'est pas activé et quand N. tape en utilisant le 2 de ce pavé, rien n'apparaît sur l'écran. Il essaie avec d'autres chiffres sans obtenir plus de succès, puis avec la commande Fonction. Voyant les élèves bloqués, l'observateur leur conseille d'appeler l'enseignant (E.). E. arrive et identifie immédiatement la cause de la "panne".

S. et N. activent alors la commande Resol et arrivent à l'expression en x :

$$x = 2(3 - y)$$

Cette expression ne fait pas leur affaire. Ils décident donc de rajouter une équation puisqu'il leur faut un système. Ils le font selon le même principe que pour la première équation, en gardant les mêmes valeurs de x et y et en faisant leurs calculs en P/C, d'où l'équation :

$$3x + 6y = 18$$

S. et N. essaient alors de se souvenir des méthodes de résolution utilisées en troisième, l'année précédente. N. se souvient qu'on faisait la différence des deux équations et le fait, toujours en P/C. D'où l'équation :

$$1x + 2y = 6$$

N. résoud ensuite cette équation, en x puis en y, en supprimant le terme en y pour résoudre en x, puis en supprimant le terme en x pour résoudre en y. Soit :

$$1x = 6 \qquad x = 6$$

$$2y = 6 \qquad y = \frac{6}{2} \qquad y = 3$$

[1]P/C : abréviation pour papier / crayon, D : abréviation pour DERIVE

Le fait d'avoir construit les équations à partir des solutions se révèle ici positif car N. va remarquer que les valeurs trouvées ne sont pas celles données initialement. Ceci les fait rire, d'un rire gêné. Ils vont essayer de résoudre le conflit par diverses manipulations mais sans changer fondamentalement de stratégie et sans essayer de trouver la cause du phénomène observé. Ainsi, successivement :

1) Ils additionnent les deux équations, d'où l'équation : $5x + 10y = 30$, qu'ils résolvent de la même facon pour obtenir $x = \frac{30}{5}$

2) Ils se proposent de multiplier les équations mais reculent devant la complexité de l'équation qui va résulter : elle contiendra des $6x^2$,

3) Ils contruisent alors un nouveau système :

$$3x + 9y = 27$$
$$2x + 3y = 12,$$

en utilisant cette fois-ci respectivement les valeurs 3 et 2 pour x et y et le résolvent de la même façon, ce qui leur donne :

$$1x + 6y = 15$$
$$1x = 15$$

et concluent, une fois de plus, que le résultat obtenu est forcément faux.

13h15

Désemparé, S. jette un coup d'oeil sur l'écran voisin et dit à N. qu'ils n'ont rien compris, qu'en fait il faut faire comme à la séance précédente avec x, a et b. Il est gêné, dit-il, de ne pas savoir ce que vaut x, puis propose d'essayer quelque chose et, passant à DERIVE, fait taper à N. l'équation :

$$2(3 - y) = -2$$

qu'ils résolvent aussi en utilisant DERIVE. Ils obtiennent ainsi pour y la valeur 4.

En fait, S. a obtenu la valeur -2 pour x en utilisant la formule obtenue à la séance précédente :

$$x = -\frac{b}{a}$$

et en remplaçant a et b par leurs valeurs (2 et 4) dans la première équation du système.
Il n'explique pas comment il a procédé. Les valeurs de x et y trouvées sont, une fois de plus, différentes de celles qui ont servi à construire le système, mais cette fois-ci S. et N. ne s'en aperçoivent pas, peut-être parce que le choix de ces valeurs remonte déjà à un certain temps, peut-être aussi parce que la manipulation effectuée qui utilise une formule déjà démontrée, substitue et résoud leur semble suffisamment compliquée et mathématique pour donner des garanties.

N., qui se demande d'où sort la valeur -2 de x, demande des explications à S. qui les lui fournit et semble satisfait. S. est, lui, enthousiaste et déclare qu'il est un génie !
Mais comme le montre la discussion avec E. qui suit, ils sont tout à fait conscients de naviguer au hasard et ne sont pas si sûrs que ça d'avoir résolu le problème posé.

13h20

E. passe et leur demande ce qu'ils ont trouvé. S. explique qu'ils font des calculs sans trop savoir ce qu'ils font puis les deux expliquent ce qu'ils ont fait jusque là. E. leur explique qu'ils mélangent deux résolutions différentes, que les a et b utilisés ici n'ont pas la même signification que ceux de la séance précédente et que, de plus, ils ne peuvent résoudre un système en utilisant une seule des équations.

Après son départ, S.et N. sont déstabilisés. N. va chercher dans son cartable une feuille concernant des résolutions graphiques d'équations, mais ceci ne l'inspire pas non plus. Ils reprennent alors le système de départ, abandonnent l'utilisation de la formule mais reviennent en fait au type de résolution initial (soustraction puis effacement tour à tour de chaque variable). L'un part de la différence : équation 1- équation 2, l'autre de la différence : équation 2 - équation 1 et ils vérifient qu'ils aboutissent au même résultat.
L'intervention de E. n'a donc pas suffi à débloquer la situation. Soustrayant les deux équations avant de résoudre, ils ont bien l'impression de remplir la partie du contrat qui consiste à utiliser les deux équations et ensuite, bloqués par la présence des deux variables, ils n'arrivent pas à se détacher de leur stratégie de base.

Trois minutes plus tard, E. repasse voir où ils en sont. S. lui explique qu'ils n'ont pas trouvé et qu'ils essaient de se souvenir de ce qu'ils faisaient l'année dernière. E. leur conseille alors de chercher plutôt à trouver par eux-mêmes une méthode pour résoudre puis, sentant sans doute la force du blocage rencontré, se décide à suggérer une méthode de résolution :

> *E. : Est-ce-que l'on ne peut pas essayer de résoudre uniquement par rapport à x ?*
> *S. : En mettant une valeur à y ?*
> *E. : Non, en gardant y et en essayant d'obtenir x en fonction de y dans la première équation, puis aussi x en fonction de y dans la seconde et en égalant.*

Les indications fournies sont ici très schématiques. N. et S. ne vont pas réussir à les exploiter. Lorsque E. est parti, en effet, N. écrit les successions d'égalités suivantes :

$$2x = 12 \qquad x = \frac{12}{2} \qquad x = 6 \qquad 3x = 18 \qquad x = 6$$

Il est donc revenu au système initial et, cette fois-ci, a considéré séparément les deux équations, les a résolu en x, toujours par la méthode d'effacement, trouvant ainsi deux valeurs de x. Il semble rassuré de trouver dans les deux cas la même valeur de x, ce qui est normal ici puisque les deux équations choisies sont proportionnelles.
Il est clair qu'il essaie ici de prendre en compte les indications données, sans arriver pour autant à se résoudre à accepter le détour de laisser apparaître y dans les expressions de x.

N. détermine ensuite la valeur de y par substitution, en écrivant :

$$12 + 4y = 12 \qquad 4y = 12\text{-}12 \quad 4y = 0 \qquad y = \frac{0}{4}$$

S. n'a pas directement participé à cette élaboration et a écrit de son côté :

$3x + 6 = 18 \qquad 3x = 12 \qquad x = \frac{12}{3} \qquad x = 4$

S. a donc, lui aussi, modifié sa stratégie mais de manière différente en effaçant le y gênant au lieu de supprimer simplement le terme en y. Voyant le résultat obtenu par N., différent du sien, il lui demande ce qu'il a fait.

E. repasse à ce moment, regarde ce que S. a écrit et lui demande comment il est arrivé à l'équation : $3x + 6 = 18$

S. explique qu'il a calculé dans sa tête. E. réclame des explications plus précises. C'est N. qui en fait répond en expliquant tout ce qu'ils ont fait depuis le départ.

E. essaie alors à nouveau de les réorienter vers le schéma de résolution déjà proposé, mais en intervenant de facon plus précise que précédemment.

> *E. : Bon, vous savez que la solution du systeme (il le fait réecrire) est x=3 et y=2, mais maintenant vous devez essayer de voir comment vous pouvez le retrouver. La, vous aviez déja obtenu x en fonction de y (il montre l'égalité x=2(3-y)), vous devez essayer maintenant de faire la même chose avec la seconde équation.*

13h30

Une fois E. parti, N. et S., qui ont maintenant compris ce qu'ils doivent faire, le font. Malheureusement leurs deux équations étant proportionnelles, ils retombent exactement sur la même expression : $x = 2(3 - y)$. Ne voyant pas comment sortir de cette impasse et ne voulant pas couper la construction en cours, l'observateur intervient alors et leur propose de modifier la seconde équation en : $3x + 5y = 18$, en leur disant que leur problème est dû au fait qu'ils ont choisi un cas très particulier.

La résolution en x les conduit alors à une seconde expression de x : $x = \frac{18-5y}{3}$ qu'ils réécrivent sur leur feuille mais ne savent pas utiliser.

N. et S. vont alors chercher à obtenir de facon symétrique des expressions en y. Ils ne savent pas qu'ils peuvent piloter le choix de la variable de résolution directement dans la commande Resol. Ils tentent donc d'obtenir la résolution en y en écrivant y en premier : $4y + 2x = 12$. Bien sûr, cela ne donne rien.

13h35

Ils relancent alors la commande Resol et décident d'essayer de changer x en y. Cette fois-ci, ils réussissent et arrivent ainsi à :

$$y = \frac{6-x}{2} \qquad \text{puis} \qquad y = \frac{3(6-x)}{5}$$

et sont contents, ayant l'impression d'avancer. Ils écrivent les quatre expressions trouvées sur la feuille de compte-rendu et les encadrent. Mais ils se retrouvent très vite de nouveau bloqués, ne sachant que faire de ces quatre expressions. L'observateur décide d'appeller E.

E. va donner à N. et S. la seconde clef de la résolution. Il essaie d'abord de leur faire remarquer qu'en égalant les deux expressions de x, ils vont se retrouver dans un cas connu, conformément aux interventions prévues.

E. : vous avez obtenu $x = 2(3-y)$ *et* $x = \frac{18-5y}{3}$ *; si vous égalez les deux membres, vous aurez combien d'inconnues ?*
S. : y ?
G. : Oui, y, donc une inconnue et une équation à une inconnue, vous savez résoudre ?
S. : Oui (mais d'un ton sans conviction).

Devant le ton de S., E. se décide à les aider plus directement. Il est alors 13h40.
E. tape l'équation en y obtenue en égalant les deux expressions de x. Lorsqu'elle est tapée, N. reprend la main, active Resol et ils obtiennent : y=0.
Cette valeur particulière va de nouveau les perturber : ils se demandent si c'est normal de trouver 0 et s'ils doivent trouver pourquoi ils obtiennent 0..
E. explique que non et les branche sur la recherche de x. N. propose de remplacer y par sa valeur dans une équation. E. acquiesce et leur demande de passer rapidement au cas général, le véritable but du T.P.

E. parti, N.et S. passent directement au cas général. Ils le gèreront de façon mixte : DERIVE et P/C. N. tape : ax + by = c qu'il fait résoudre en x, puis ex + fy = g qu'il fait aussi résoudre en x. Ils écrivent au fur et à mesure sur le brouillon.
A ce moment de la résolution, S. a une incertitude : faut-il faire la différence des deux expressions trouvées pour x ? N. répond sans hésitation qu'il faut les égaler et S. acquiesce aussitôt. N. retape l'équation en y comme l'avait fait E. dans son intervention précédente, fait une faute de frappe, aussitôt relevée par S; et corrigée. Ils résolvent et obtiennent y.

13h45

y étant trouvé, il s'agit maintenant de trouver x. Visiblement, ca ne pose pas de problèmes. N. et S. pensent tout de suite aux deux méthodes possibles : N. est partisan de la substitution, S. de recommencer la même démarche que pour x, car il trouve la substitution compliquée. N., qui est leader du groupe à ce moment de la séance, l'emporte. Une erreur de parenthésage dans la substitution va créer un nouveau problème.
En effet, N. n'utilise pas l'instruction substitue mais tape l'expression complète, en oubliant les parenthèses du quotient et le second membre :

ax + b(ag-ce/af-be)

La résolution en x donne :

$$x = \frac{b(a^2g-abe-cef)}{a^2}$$

Cette expression, qui ne ressemble pas du tout à celle obtenue pour y, ne les satisfait pas.
N. propose de recommencer en utilisant la méthode de S. N. et S. sont donc prêts à surmonter cette difficulté..

E. passe et ne voit pas d'emblée ce qui se passe. L'observateur lui indique l'erreur de parenthésage. E. l'explique alors aux élèves qui, du coup, décident de ne pas changer de méthode.

13h50

S. et N. vont alors entrer l'expression, N. tapant et S. dictant. Ils feront encore une petite erreur (N. entre l'expression avant d'avoir entré le second membre), repérée tout de suite par S. Ils ne perdront pas de temps car N. pensera à recopier l'expression par F3. Ils obtiennent enfin la valeur de x sous une forme analogue à celle obtenue pour y et sont satisfaits.
Ils appellent E. qui confirme et recopient sur leur feuille. E. leur donne alors la consigne relative à la suite.

N. et S. se pressent. Visiblement, ils veulent profiter au maximum du peu de temps qui leur reste. N. demande à S. s'ils font à la main ou avec DERIVE. S. choisit l'ordinateur, qui va plus vite. Ils ne vont pas utiliser la commande de substitution mais font eux-mêmes la substitution de tête et retapent les formules.
Ils commettent encore quelques petites erreurs de parenthésage mais S. contrôle et elles sont corrigées rapidement.

Ils arrivent ainsi, pour le premier système à $\frac{2\,3 - 4\,1}{2\,1 - 1\,1}$. Ils veulent faire simplifier l'expression par DERIVE mais ne se souviennent plus de la commande. S. essaie Calcul qui le lance dans dérivée, intégrale ... puis pense utiliser Resol en mettant y = devant l'expression. E. passe et leur dit d'utiliser la commande Simplifier. Ils arrivent ainsi à y = 2.
C'est la fin de la séance. Ils calculent rapidement sur leur brouillon la valeur correspondante de x, voudraient vérifier en utilisant la formule mais n'ont pas le temps.

II - GROUPE 2

C'est un groupe de deux filles (A. et B.) qui sont loin de rencontrer les mêmes difficultés que les garçons du groupe 1. Elles savent résoudre les sytèmes numériques et le problème qu'elles ont à résoudre est bien le problème de généralisation théoriquement en jeu dans cette situation. Elles arriveront aux formules quasiment de façon autonome, mais n'iront pas beaucoup plus loin que le groupe 1.

Au départ, comme dans le groupe 1, A. et B. prennent un exemple numérique, le système :

$$2x + 8y = 3$$
$$-3x + 5y = -1$$

sans se donner cependant les valeurs de x et y. Elles le résolvent ensemble en P/C en utilisant la méthode des combinaisons linéaires : la première équation est multipliée par 3 et la seconde par (-2).
Elles écrivent ainsi :

$$6x + 24y = 9$$

$$-6x + 10y = -2$$

puis :

$$24y + 10y = -2$$
$$34y = 7$$

A. écrit $y = \frac{7}{34}$ tandis que B. sort sa calculatrice. Puis, elles substituent la fraction obtenue pour y dans la première équation et écrivent :

$$2x + \frac{56}{34} = 3$$
$$2x + \frac{28}{17} = 3$$

13h15

Elles ne terminent pas les calculs et prennent un deuxième système :

$$2x + y = 3$$
$$-3x + 5y = -2$$

Elles le résolvent toujours en P/C, de façon identique et arrivent à :

$$y = \frac{5}{13}$$

Cette fois-ci, elles changent dans la deuxième équation le coefficient 5 en 6 pour obtenir 15 au lieu de 13 et pouvoir simplifier la valeur de y :

$$y = \frac{1}{3}$$

Elles subsituent ensuite la valeur obtenue pour y dans la première équation :

$$2x + \frac{1}{3} = 3$$
$$2x = 3 - \frac{1}{3} = \frac{9}{3} - \frac{1}{3} = \frac{8}{3}$$
$$x = \frac{8}{3}/\frac{1}{2} = \frac{4}{3}$$

Satisfaites, elles décident de passer au cas général et de rentrer le système sur l'écran.
En fait, elles ne rentrent qu'une équation, somme des deux équations :

$$ax+ex+by+fy = c+g$$

Elles activent ensuite la commande Resol mais, lorsque la variable de résolution x s'affiche, tapent $\frac{4}{3}$, la valeur trouvée pour x dans le système numérique précédent. DERIVE refuse de fonctionner.

E. passe à ce moment et leur précise qu'elles doivent rentrer les deux équations pour rentrer le système. Elles rentrent alors les deux équations :

$$ax + by = c$$

$ex + fy = g$

puis, ne sachant visiblement pas se débrouiller avec DERIVE dans ce cas général, elles rentrent leur système précédent :

$2x + y = 3$
$-3x + 6y = -2$

N'étant pas plus avancées, elles appellent E. qui leur conseille de décrire et essayer d'appliquer avec DERIVE la méthode de résolution qu'elles ont utilisé en P/C.

13h30

A. et B. expriment qu'elles veulent multiplier les équations par 3 et -2 et se demandent ce que ça veut dire exactement. Peut-être se demandent-elles s'il existe une commande DERIVE qui fait cette opération. Finalement, après réflexion, elles tapent :

$3(2x + y) = 3.3$
$2(-3x + 6y) = 2(-2)$
$12y + 3y + 6x - 6x = 9-4$

activent la commande Simplifie, obtiennent :

$15y = 5$

activent la commande Resol et obtiennent :

$$y = \frac{1}{3}$$

Repassant en P/C, elles substituent dans la première équation :

$$2x + \frac{1}{3} = 3$$

tapent cette expression, puis activent la commande Resol pour obtenir :

$$x = \frac{4}{3}$$

Elles décident alors de faire la même chose avec des lettres et repassent en P/C.
B. écrit :

$ax + by = c \qquad e$
$ex + fy = g \qquad -a$

puis :

$eax + eby = ce$
$-aex - fay = -ga$
$eby - fay = ce - ga$

Elle remarque qu'elle peut mettre y en facteur et écrit :

$y(eb - fa) = ce - ga$

Elle regarde l'expression obtenue avec perplexité.

E. passe à ce moment là et leur demande ce qu'elles veulent obtenir. Elles répondent : y
E. leur demande comment elles peuvent obtenir y à partir de cette expression.
Pas de réponse.

E. leur suggère alors de demander à la machine.

Elles passent donc à DERIVE, rentrent la dernière expression puis activent la commande Resol. Elles obtiennent :

$$y = \frac{ag\text{-}ce}{af\text{-}be}$$

Elles font ensuite la même chose pour x, ne reprenant donc pas la méthode de substitution utilisée dans la résolution numérique. Passant en P/C, elles écrivent :

$$\begin{array}{ll} ax + by = c & f \\ ex + fy = g & -b \end{array}$$

puis :

$$\begin{array}{l} afx + bfy) = cf \\ -bex - bfy = -bg \\ (af - be)x = cf - bg \end{array}$$

Elles rentrent ensuite cette équation dans la machine et la résolvent avec DERIVE pour obtenir :

$$x = \frac{cf\text{-}bg}{af\text{-}be}$$

Elles appellent ensuite E.

13h50

E. arrive, confirme l'exactitude des formules et donne la consigne de la suite de l'activité. Elles remplissent la feuille réponse puis passent au test des formules.
A. veut rentrer les équations pour chaque système et reproduire la démarche. B. veut utiliser les formules. E., qui passe, tranche en faveur de la proposition de B.
Elles commencent le travail en P/C, écrivent côte à côte le système donné et le système à paramètres suivant :

$$\begin{array}{ll} 2x - y = 4 & ax - y = c \\ x - y = 3 & x - y = f \end{array}$$

La comparaison des deux systèmes les laisse perplexes car il leur manque beaucoup de coefficients.
La séance se termine sur ce problème.

III - GROUPE 3

Ce groupe, constitué lui aussi de deux filles (N. et V.), est un groupe pour lequel la résolution numérique, contrairement au groupe précédent pose encore problème, comme pour le groupe 1. Mais son histoire sera, on le verra, différente de celle de ce premier groupe et les élèves arriveront tout juste à obtenir les formules à la fin de la séance.

16h15

N. et V. essaient de se souvenir de la façon dont on résolvait les systèmes en 3ème. N. se rappelle qu'on faisait la différence des deux équations, que ça donnait x ou y et qu'ensuite on remplaçait par la valeur trouvée dans une des équations.
Elles se lancent directement dans le cas général en P/C. N. écrit :

$$x(a - e) + y(b - f) = c - g$$

puis s'interroge sur ce que sont les coefficients du système, ce qu'il faut faire, essayant de se rappeler ce que E. a dit en introduisant l'activité. V. lui montre les expressions entre parenthèses, suggérant que ce sont peut-être les coefficients.
Mais l'une et l'autre ne savent que faire de cette expression.

V. va suggérer de remplacer les lettres par des chiffres. N. reprend la balle au bond, y voyant une occasion de distinguer différents cas : a entier positif, a entier négatif (à quoi répond ce besoin de distinguer différents cas : étude de signes d'expressions algébriques, réminiscences de la séparation a nul, a non nul dans la résolution de l'équation ax = b ?). Cette idée séduit V. qui suggère aussi les cas : b positif et b négatif.

Elles décident alors de passer à DERIVE et le font sur un exemple numérique avec a positif :

$$2x + 5y = 10$$

Elles activent ensuite la commande Substitue et substituent 4 et 3 à x et y. Elles arrivent ainsi à :

$$2\ 4 + 5\ 3 = 10$$

puis, par simplification, à :

$$23 = 10$$

16h20

E. passe et leur demande où elles en sont. Elles expliquent qu'elles ont obtenu 23=10. E. leur fait préciser comment elles en sont arrivées là. V. répond que c'est en prenant des valeurs au hasard. E. commente que le hasard n'est peut-être pas la meilleure méthode et leur rappelle la consigne.

N. dit qu'il n'y a pas besoin d'ordinateur et repasse en P/C pour se donner un système numérique :

$$2x + 3y = 10$$
$$6x + 4y = 13$$
$$x(2-6) + y(3-4) = 10 - 13$$

V. entre cette dernière ligne sous DERIVE et active la commande Resol. Mais, quand x s'affiche, elle tape des valeurs numériques qui ne sont pas acceptées par DERIVE. N. et V. sont bloquées. L'observateur leur conseille d'appeler E., ce qu'elles font.

16h25

E. leur explique la syntaxe de l'instruction Resol puis s'en va.

Elles résolvent alors en x et obtiennent :

$$x = \frac{3-y}{4}$$

N. vérifie en refaisant le calcul en P/C que le résultat fourni par DERIVE est correct. V. vérifie de son côté avec DERIVE en tapant : $-4x - y = -3$ et en réactivant Resol.
Elles sont satisfaites et N. dit qu'il suffit alors de remplacer les valeurs numériques par les coefficients généraux pour obtenir les formules. Elles réflechissent aux correspondances possibles et cela ne leur paraît pas évident.

16h30

N. propose d'essayer autre chose, de faire résoudre en y par la machine. Elles passent en DERIVE et le font, d'où l'expression :

$$y = 3 - 4x$$

Elles repassent en P/C pour essayer d'exploiter cette nouvelle expression. V. écrit :

$$x = \frac{-(c-g)-(b-f)}{a-e}$$
$$y = (c-g) - (a-e)x$$

mais ceci les laisse insatisfaites.

Après réflexion, N. dit qu'il manque sûrement un y dans l'expression de x. V. corrige :

$$x = \frac{-(c-g)-(b-f)y}{a-e}$$

puis dit qu'il manque sans doute aussi quelque chose dans l'expression de y. N. pense que c'est b-f et qu'on ne le voit pas car b-f vaut : -1.

V. propose de changer les coefficients pour éviter ce problème. Elles changent le coefficient 4 en 5, résolvent de nouveau avec DERIVE et obtiennent :

$$x = \frac{3-2y}{4}$$

$$y = \frac{3-4x}{2}$$

16h35

E. passe, se fait expliquer ce qui a été fait puis leur rappelle que l'objectif n'est pas d'obtenir x en fonction de y et y en fonction de x. Il leur suggère de faire leurs manipulations avec les deux équations de départ et non une seule.

N. et V. entrent alors sous DERIVE la première équation : $2x + 3y = 10$, puis la résolvent successivement en x et en y. Elles obtiennent ainsi :

$$x = \frac{10-3y}{2}$$

$$y = \frac{2(5-x)}{3}$$

Le facteur 2 les étonne et elles se mettent à vérifier. N. le fait en P/C. V. tape : 10 - 2x, active la commande Simplifie et réobtient : 10 - 2x ; elle essaie ensuite la commande Factorise et obtient bien cette fois-ci : 2(5 - x).
Les deux sont rassurées mais pas plus avancées car, encore une fois, elles ont x en fonction de y et y en fonction de x. Elles écrivent les formules, les rayent et ne savent trop quoi faire.

16h45

E. passe et leur demande où elles en sont. V. lui répond qu'elles n'ont pas vraiment avancé. E. dit alors :

> *Vous avez trouvé* $y = \frac{10-2x}{3}$ *avec cette première équation mais ensuite vous tournez un petit peu en rond. Vous avez deux équations.*

La suggestion semble immédiatement comprise par N. qui dit qu'elle a compris. E. lui demande d'expliquer et c'est V. qui répond pour dire qu'on peut prendre x dans une équation et remplacer ensuite dans l'autre. E. donne son feu vert à cette manipulation.

V. prend alors l'initiative. passant en DERIVE, elle rentre l'équation : $6x + 4y = 13$ et la résoud en y, d'où :

$$y = \frac{13-6x}{4}$$

N. lui demande d'expliquer ce qu'elle fait.

V. repasse en P/C, écrit les deux équations, la valeur de x tirée de la première et la valeur de y tirée de la seconde, puis elle substitue la valeur de x à x mais dans la première équation, écrivant :

$$2(\frac{10-3y}{2}) + 3y = 10$$

Elle donne l'expression à calculer à DERIVE mais oublie de taper la barre de fraction. DERIVE lui renvoie donc la réponse : 4(10 - 3y) après simplification de 2((10 - 3y)2).
V. repasse en P/C et écrit alors :

$$4(10 - 3y) + 3y = 10$$

puis rentre cette expression en machine et résoud pour obtenir :

$$y = \frac{10}{3}$$

Ensuite, elle fait la même chose pour x avec la seconde équation, travaillant là encore à la fois en P/C et avec DERIVE. Cette fois-ci, il n'y a pas d'erreur de calcul, d'où l'équation :

$$6x + 4(\frac{13-6x}{4}) = 13$$

qui devient :

$$6x + 13 - 6x = 13$$

qui, donnée à résoudre à DERIVE, renvoie la réponse : x=§1

16h50

E. passe à ce moment là. O. lui dit rapidement ce qui se passe. E. demande à N. et V. d'expliquer comment elles ont fait, puis leur explique qu'elles tournent en rond, qu'elles doivent remplacer dans l'autre équation, pas dans la même. V. se fait répéter l'information puis elles se remettent au travail.

V. écrit au brouillon :

$$x = \frac{10-3y}{2}$$

$$6(\frac{10-3y}{2}) + 4y = 13$$

rentre l'expression sous DERIVE et fait résoudre pour obtenir : $y = \frac{17}{5}$.

Ensuite elle recommence avec l'autre inconnue :

$$y = \frac{13-6x}{4}$$

$$2x + 3(\frac{13-6x}{4}) = 10$$

N. alors lui propose de remplacer plutôt y par sa valeur numérique. Elle tape :

$$6x + 4\frac{17}{5} = 10$$

et fait résoudre pour obtenir :

$$x = -\frac{1}{10}$$

Mais N. veut alors vérifier en reprenant la première méthode. Faisant une erreur de frappe, elle entre l'équation :

$$2x + 3(\frac{13+6x}{4}) = 10$$

et, en résolvant, obtient :

$$x = \frac{1}{26}$$

16h55

Devant ces deux résultats différents, N. et V; décident d'appeler E. qui arrive aussitôt, confirme que les deux méthodes sont correctes mais ne voit pas immédiatement où se situe l'erreur de calcul. L'observateur explique l'erreur. E. rappelle ensuite l'objectif du TD qui est d'obtenir des formules générales.

V. et N. repassent en P/C intégral, écrivent le système :

$$ax + by = c$$
$$ex + fy = g$$

résolvent la première équation en x :

$$x = \frac{c\text{-}by}{a}$$

puis substituent dans la seconde :

$$e\frac{c\text{-}by}{a} + fy = g$$

Elles regardent, plus haut sur leur brouillon, l'exemple numérique pour dire qu'elles vont maintenant trouver la valeur de y mais veulent simplifier l'expression avant de l'entrer dans la machine. Elles écrivent alors :

$$\frac{ec\text{-}eby}{ea} = \frac{c\text{-}e(by)}{a}$$

puis :

$$\frac{c\text{-}eby}{a} + fy = g$$

ce qui ne les satisfait pas.

La séance est alors pratiquement finie. L'observateur demande à N. et V. pourquoi elles ne rentrent pas l'expression telle que en machine. V. répond que c'est trop compliqué et que la

machine ne donnerait pas la solution. L'observateur suggère d'essayer. V. tape la première expression (correcte) et obtient enfin la valeur de y.
E. qui passe confirme que c'est bon et leur demande ce qu'elles feraient pour trouver la valeur de x. V. répond qu'elles remplaceraient la valeur de y dans une équation. E. demande : "N'importe laquelle ?" V. répond : "La deuxième."

<u>Les trois groupes qui suivent maintenant sont des groupes non observés.</u>

IV - GROUPE 4

C'est un groupe de deux filles qui vont essentiellement travailler en P/C. Leur fichier DERIVE se limite aux 5 expressions encadrées ci-après.

1: $a\,x + b\,y = c$

2: $\dfrac{c - b\,y}{a} - \dfrac{g - f\,y}{e}$

3: $y = \dfrac{a\,g - c\,e}{a\,f - b\,e}$

4: $\dfrac{c - a\,x}{b} - \dfrac{g - e\,x}{f}$

5: $x = \dfrac{c\,f - b\,g}{a\,f - b\,e}$

Les informations complémentaires dont nous disposons pour ce groupe sont les suivantes :

- elles se situent d'emblée dans le cas général,
- elles résolvent en x les deux équations,
- elles passent à DERIVE pour traiter les expressions obtenues, entrent la différence des deux expressions obtenues pour x à la main puis résolvent en y.

Elles arrivent à ce point de la résolution très rapidement et ensuite semblent bloquées. L'enseignant ne les aidera pas au début puis, le blocage se prolongeant, leur dira qu'il faudrait aussi trouver x. Elles adoptent alors la même démarche qu'au début de la séance :

- résolution à la main des deux équations en y,
- passage à DERIVE pour le traitement.

Elles ont donc à ce moment là les formules demandées mais l'enseignant se demande si elles sont bien convaincues d'avoir résolu le problème posé.

Dans le test des formules sur des exemples numériques, elles vont fonctionner en P/C et elles rencontreront des problèmes d'identification des coefficients dans le cas de coefficients égaux à 1 et -1. Ainsi pour le premier système, elles écriront :

$$b = -y \qquad\qquad e = x$$

puis :

$$y = \frac{2.3\text{-}4\text{-}x}{2.y}$$

barreront l'expression obtenue mais n'arriveront pas à s'en sortir.

V - GROUPE 5

C'est également un groupe de deux filles. Leur fichier DERIVE, qui contient 19 expressions est reproduit à la page suivante.

Comme le précédent, ce groupe se situe d'emblée dans le cas général. La lecture du fichier nous indique qu'il travaille d'abord sur une équation : $ax + by = c$, qu'il fait résoudre par DERIVE en x puis en y. On peut penser que la deuxième expression qui répète simplement la première est consécutive à une fausse manoeuvre. A ce moment là, selon l'enseignant, le groupe se trouve alors bloqué et il sera obligé d'intervenir. Il rappellera aux élèves qu'elles ont à résoudre un système et non une seule équation et qu'elles doivent se servir des deux équations du système.

Suite à cette intervention, les élèves entrent la deuxième équation et la résolvent avec DERIVE par rapport à x et y.
L'expression DERIVE suivante est la différence des deux expressions trouvées pour y. Elle est obtenue, comme pour le groupe précédent, sans intervention de l'enseignant. Ensuite, il y a résolution en x de l'équation implicitement associée par DERIVE à cette différence et l'expression de x en fonction des paramètres est obtenue.

Comme dans le cas du groupe précédent, les élèves vont s'arrêter après cette première étape et se retrouver bloquées, le fil de la résolution perdu. L'enseignant sera conduit à faire le même type d'intervention quand il verra que le groupe n'arrive pas seul à surmonter le blocage.
Les élèves reproduisent alors la stratégie précédemment utilisée et obtiennent l'expression de y.

Ensuite, dans la phase de test, les élèves utilisent directement la formule pour trouver x, comme dans le groupe précédent, mais eux n'éprouvent pas de difficulté à identifier les coefficients. En revanche, ils entrent l'expression en DERIVE sans la parenthéser (on peut vérifier que la suite d'instructions : 4*-1--1*3/2*-1--1*1, donne bien l'affichage de l'expression 12 et simplifiée donne bien la valeur de l'expression 13). Cette expression est ensuite substituée à x dans la deuxième équation du système qui est entrée en machine et résolue avec DERIVE pour aboutir à la valeur de y : $-\frac{15}{2}$. La substitution dans l'équation est ici en effet bien plus simple que la substitution dans la formule de y. Les élèves remplacent ensuite x par sa valeur dans la première équation (est-ce pour contrôler leur travail ?), résolvent

1: $a x + b y = c$

2: $a x + b y = c$

3: $x = \frac{c - b y}{a}$

4: $y = \frac{c - a x}{b}$

5: $e x + f y = g$

6: $x = \frac{g - f y}{e}$

7: $y = \frac{g - e x}{f}$

8: $\frac{c - a x}{b} - \frac{g - e x}{f}$

9: $x = \frac{c f - b g}{a f - b e}$

10: $\frac{c - b y}{a} - \frac{g - f y}{e}$

11: $y = \frac{a g - c e}{a f - b e}$

12: $4 (-1) - - \frac{13}{2} (-1) - - 11$

13: $- \frac{9}{2}$

14: $- \frac{9}{2} - y = 3$

15: $y = - \frac{15}{2}$

16: $2 \left(- \frac{9}{2}\right) - y = 4$

17: $y = -13$

18: $- \frac{9}{2} - y = 3$

19: $y = - \frac{15}{2}$

avec DERIVE et trouvent une autre valeur de y : -13. Ceci est normal, leur valeur de x étant erronée. Visiblement ils repèrent la contradiction puisqu'ils reprennent la deuxième équation et la résolvent une fois de plus. Le fichier s'arrête là.

VI - GROUPE 6

Le groupe 6 est lui aussi un groupe de deux filles qui se lancent d'emblée dans la résolution générale. Elles rencontrent quelques problèmes informatiques au début qui les obligent à changer de poste. Leur fichier informatique, qui contient 15 expressions, est reproduit page suivante.

Elles commencent par travailler à ce nouveau poste en P/C après avoir rentré le système. Elles résolvent les deux équations en x puis remplacent x par $\frac{c-by}{a}$ dans la deuxième équation et arrivent ainsi à :

$$\frac{ec-(e.by)}{a} + fy = g$$

et s'arrêtent là (la complexité de l'expression formelle les effraie sans doute).

On ne sait d'où vient l'expression 3, sans doute est-elle obtenue en P/C et ensuite entrée en DERIVE. Elle figure d'ailleurs sur le brouillon du groupe, barrée. Les élèves entrent ensuite les expressions 3 et 4 déjà obtenues en P/C ou les retrouvent en utilisant DERIVE, entrent la différence puis résolvent avec DERIVE, ce qui leur donne la valeur de y. L'enseignant ne se souvient pas être intervenu dans cette phase. L'expression 8, identique à 7 est peut-être due à une demande de simplification, l'expression pouvant paraître aux élèves très compliquée.

C'est, sans intervention de l'enseignant que les élèves rentrent ensuite l'expression suivante obtenue en substituant à y la valeur obtenue, dans le premier membre de la première équation. Les élèves se rendent compte visiblement avant de lancer la résolution qu'elles ont oublié le second membre. Elles appellent alors l'enseignant qui leur réexplique l'utilisation de la touche F3. Elles résolvent ensuite en x avec DERIVE et disposent des formules cherchées.

Elles passent ensuite aux exemples numériques et commencent à traiter le premier en utilisant DERIVE et en reproduisant la démarche générale, contrairement aux deux groupes précédents : résolution de la première équation en x puis substitution dans la seconde, effectuée mentalement et entrée. Leur fichier s'arrête là.

1: $a\,x + b\,y = c$

2: $e\,x + f\,y = g$

3: $x = - \dfrac{f\,y}{e}$

4: $x = \dfrac{c - b\,y}{a}$

5: $x = \dfrac{g - f\,y}{e}$

6: $\dfrac{c - b\,y}{a} - \dfrac{g - f\,y}{e}$

7: $y = \dfrac{a\,g - c\,e}{a\,f - b\,e}$

8: $y = \dfrac{a\,g - c\,e}{a\,f - b\,e}$

9: $a\,x + \dfrac{b\,(a\,g - c\,e)}{a\,f - b\,e}$

10: $a\,x + \dfrac{b\,(a\,g - c\,e)}{a\,f - b\,e} = c$

11: $x = \dfrac{c\,f - b\,g}{a\,f - b\,e}$

12: $2\,x - y = 4$

13: $x - y = 3$

14: $x = \dfrac{y + 4}{2}$

15: $y + \dfrac{4}{2} - y = 3$

TROISIEME PARTIE

QUESTIONNAIRES

Les questionnaires, comme nous l'avons précisé dans l'introduction, ont pour objectif de nous fournir une vision relativement large de l'effet de l'utilisation de DERIVE sur les représentations et pratiques de l'enseignement secondaire.

Dans une première phase de la recherche, nous avons élaboré, en concertation avec le groupe "Calcul Formel" de la D.L.C., un premier questionnaire élèves qui a été testé avec les élèves de classes des membres du groupe, à la fin de l'année scolaire. Nous avons ainsi obtenu des réponses correspondant pour 8 classes (4 classes de niveau collège et 4 classes de niveau lycée), se répartissant de la façon suivante : 4 classes de troisième - collège d'Herblay, dans la région parisienne, 1 classe de seconde - Lycée J.Perrin à Lyon, 1 classe de première S - Lycée A.Sorel à Honfleur, 2 classes de terminale C - Lycée T.Deck à Guebwiller et Lycée Rotrou à Dreux,.représentatives des divers niveaux de l'expérimentation.

Pour cette première version, exploratoire, les réponses aux questions ont été laissées volontairement relativement ouvertes. C'est à partir de l'analyse des réponses à cette première version que sera élaborée la deuxième version, elle plus fermée, la fermeture facilitant le traitement quantitatif des réponses.

Cette deuxième version sera soumise, au troisième trimestre de l'année scolaire 1994 à un ensemble plus large d'élèves Elle devrait concerner un échantillon d'une cinquantaine d'enseignants utilisant chacun DERIVE dans une ou plusieurs classes. Cet échantillon sera consitué en s'appuyant notamment sur le réseau IREM et plus particulièrement la commission inter-IREM "Informatique", via les membres du groupe "Calcul Formel" de la D.L.C. Il sera composé de deux types d'enseignants :

- d'une part, des enseignants familiers des environnements informatiques d'enseignement et utilisant DERIVE, au moment de la passation, depuis plus d'un an dans leurs classes
- d'autre part, des enseignants suivant sur l'année une formation à DERIVE avec l'un des membres du groupe "Calcul Formel" et utilisant DERIVE pour la première année dans leurs classes.

La recherche a pour objet les représentations et pratiques mathématiques des élèves. Il nous a semblé cependant important, pour faciliter l'interprétation des réponses fournies, de disposer d'éléments d'information extérieurs sur l'intégration du logiciel DERIVE et plus généralement d'environnements informatiques dans les classes concernées. C'est pourquoi, dans cette première phase de la recherche, nous avons aussi élaboré un questionnaire enseignant, toujours en collaboration avec les membres du groupe "Calcul Formel". Ce questionnaire sera. envoyé à tous les enseignants de l'échantillon, au début de l'année 1994. Ce questionnaire devrait également permettre d'alléger le questionnaire élève puisque les informations communes à toute une classe, seront normalement fournies par le questionnaire enseignant.

Dans cette partie, nous présenterons d'abord la première version du questionnaire élève et le questionnaire enseignant. Ensuite, nous ferons un premier bilan du dépouillement, encore en cours, du premier questionnaire élève. Ce bilan portera sur six classes : deux des quatre classes de collège et les quatre classes de lycée. Le lecteur trouvera annexé à ce chapitre les fiches de dépouillement correspondant à ces six classes.

I - PRESENTATION DU PREMIER QUESTIONNAIRE ELEVE

Après trois questions générales ayant pour but de d'identifier la classe de l'élève et son sexe :

1.Classe :		2.Etablissement :
3.Sexe :	F	G

le questionnaire est organisé autour des quatre rubriques suivantes :

1. Environnement technologique de l'élève
2. Rencontre avec DERIVE, familiarité acquise avec le logiciel
3. La perception des possibilités et limites de DERIVE
4. DERIVE, l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques

Nous allons le présenter, rubrique par rubrique.

I.1- Environnement technologique de l'élève

Dans cette rubrique, faisant l'hypothèse que l'environnement technologique dans lequel se trouve l'élève, à la fois à l'Ecole et hors de l'Ecole, l'usage qu'il en fait, les représentations qu'il a développé à son propos, auront une influence sur son rapport à DERIVE et donc sur l'effet que l'intégration de DERIVE à son enseignement de mathématiques pourra avoir sur ses représentations et pratiques, nous cherchons à cerner cet environnement.
Les questions posées concernent bien sûr l'environnement informatique de l'élève mais aussi les calculatrices, avec lesquelles l'ordinateur est directement en compétition (cf. la deuxième partie de ce rapport). Ce sont les suivantes :

4. Quelle calculatrice avez-vous ?	Oui	Non
Vous permet-elle de :		
5.Tracer des Graphiques ?	Oui	Non
6.Faire du Calcul Formel ? (par exemple développer $(2x+1)(x+3)$	Oui	Non
Si oui, l'utilisez-vous pour :		
7.Tracer des Graphiques ?	Oui	Non
8.Faire du Calcul Formel ?	Oui	Non

L'utilisez-vous :

9.En cours de maths ? Souvent Rarement

10.A la maison ? Souvent Rarement

11.Pouvez-vous utiliser un microordinateur en dehors du collège ou du lycée ? Oui Non

12.Si oui, l'utilisez-vous :

Souvent Assez Souvent Rarement Jamais

13.Pour quoi faire ?

14.Avez-vous utilisé des logiciels en mathématiques avant cette année scolaire ?

Plus de 10 fois Entre 3 et 10 fois 1 pou 2 fois Jamais

15.Aimez-vous utiliser des logiciels en cours de mathématiques ?

Oui Non Indifférent

16. Pourquoi ?

I.2 - Rencontre avec DERIVE, familiarité acquise avec le logiciel

On cherche ici à savoir si l'élève connaissait DERIVE avant d'entrer dans cette classe, la fréquence et les conditions d'utilisation actuelles. On cherche aussi à savoir si DERIVE lui semble un logiciel d'accès et de maîtrise faciles, à cerner les difficultés qu'il a pu rencontrer dans son apprentissage et le niveau de familiarité acquis. Les questions sont les suivantes :

17.C'est votre première année d'utilisation de DERIVE : Oui Non

Cette année, vous avez utilisé DERIVE (préciser approximativement le nombre d'heures, le cas échéant) :

18.En classe : heures

19.Au C.D.I. : heures

20.En atelier ou club : heures

21.A la maison : heures

22.Autres (préciser) : heures

A vore avis, aprrendre à se débrouiller avec DERIVE, c'est :

23.Facile Oui Non

24.Rapide Oui Non

A votre avis, apprendre à bien se servir de DERIVE, c'est :

25.Facile Oui Non

26.Rapide Oui Non

27.Avez-vous rencontré des difficultés pour apprendre à vous servir de DERIVE ?

Oui Non

28.Si oui, donnez des exemples :

29. Vous sentez-vous maintenant à l'aise avec DERIVE ? Oui Non

30. Quelles commandes utilisez-vous ?

Notez la difficulté pour vous des apprentissages suivants (de 1 = facile à 10 = difficile)
31.
32.
33. Apprendre à se servir de votre calculatrice
34.
35. Apprendre à utiliser DERIVE

Précisons que pour les questions 31-35, il s'agit de comparer la difficulté d'apprentissage de DERIVE à celle de la calculatrice et à celle de contenus mathématiques précis. Comme divers niveaux de classes sont concernés, nous laissons les enseignants libres de proposer trois contenus (questions 31, 32 et 34) sachant qu'ils doivent choisir un contenu à leurs avis facile, un contenu de difficulté moyenne et un contenu difficile.

I.3 - La perception des limites et possibilités de DERIVE

Il s'agit dans cette rubrique de cerner la perception qu'ont les élèves de ce logiciel, de ses possibilités comme de ses limites, de connaître aussi les fonctions qu'il aimerait lui ajouter. Quatre questions sont concernées : 36, 37, 43 et 44. Nous les reproduisons ci-après. Elles seront regroupées dans la deuxième version du questionnaire.

36. Dans ce que DERIVE sait faire, qu'est-ce-qui vous paraît le plus étonnant ?

37. Si l'on pouvait ajouter des possibilités à DERIVE, en priorité vous souhaiteriez :

43. DERIVE peut-il parfois donner des résultats faux ? Oui Non
44. Sur quoi fondez-vous votre opinion ?

I.4 - DERIVE, l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques

Pour cette rubrique, nous avons exploré, dans cette première version du questionnaire diverses pistes. On trouvera donc des questions qui peuvent paraître partiellement redondantes. On trouvera aussi, à la fois, des questions ouvertes et un ensemble d'énoncés concernant DERIVE par rapport auxquelles les élèves doivent se situer suivant une échelle allant de 1 (tout à fait d'accord) à 4 (pas du tout d'accord).

Les questions concernent différents points, sur lesquels nous cherchons à cerner les représentations des élèves :

- les différences entre le fonctionnement mathématique en environnement DERIVE et le fonctionnement usuel,
- les potentialités de DERIVE pour l'apprentissage des mathématiques, les problèmes posés par leur réalisation,
- l'intégration de DERIVE au fonctionnement institutionnel, notamment les problèmes liés à l'évaluation, dont on pense qu'ils jouent un rôle non négligeable dans le rapport que les élèves développent vis à vis de ce logiciel.

Enfin, tout en sachant que l'exploitation n'en serait pas facile, nous avons demandé aux élèves de préciser quelles sont les activités menées avec DERIVE qui les avaient le plus intéressés, celles qui les avaient le moins intéressés. Il s'agissait de voir si certaines régularités étaient visibles à ce niveau, en dépit de la diversité des pratiques des différentes classes.
Les questions correspondant à cette rubrique sont finalement les suivantes :

38.DERIVE peut-il vous aider à faire des mathématiques ?
Oui Non Sans Opinion
39.Pour quoi faire et comment ?

40.A votre avis, est-ce-que c'est différent de faire des mathématiques avec DERIVE ?
Oui Non Sans Opinion
41. Pourquoi ?

42.Est-ce que vous aimeriez avoir DERIVE en permanence pour faire des mathématiques ?
Oui Non Sans Opinion

45.Parmi les activités avec DERIVE, dites celles qui vous ont le plus intéressé(e) et pourquoi :

46.Parmi les activités avec DERIVE, dites celles qui vous ont le moins intéressé(e) et pourquoi :

47.Y-a-t-il des choses que vous avez l'impression d'avoir mieux comprises et apprises grâce aux activités avec DERIVE ? Si oui, lesquelles ?

48.Est-ce-que vous aimeriez pouvoir utiliser DERIVE pendant les contrôles ?
Oui Non Sans Opinion
49. Pourquoi ?

50.Votre prof de maths vous laisse le choix pour le prochain contrôle : avoir ou non DERIVE, que choisissez-vous ?
Avoir DERIVE Ne pas avoir DERIVE Sans Opinion
51.Pourquoi ?

Ainsi que :
Pour chacune des phrases suivantes dites si vous êtes :
Tout à fait d'accord (1) Plutôt d'accord (2) Plutôt pas d'accord (3) Pas du tout d'accord (4) Sans Opinion (5)

52.Avec DERIVE, même si on a des difficultés avec le calcul littéral, on peut faire des mathématiques	
53.Avec DERIVE, il n'y a plus besoin d'apprendre à calculer ou à tracer des courbes, il le fait à notre place	
54.Ca ne sert à rien de travailler avec DERIVE puisqu'aux contrôles et aux examens, il faut rédiger les calculs et les démonstrations	

55.Quand on utilise DERIVE, il faut bien organiser son travail sinon on perd beaucoup de temps	
56.DERIVE, ça donne envie de faire des mathématiques	
57.DERIVE, ç'est compliqué et ça ne sert pas à grand chose pour apprendre des mathématiques	
58.Quand DERIVE ne donne pas de réponse, c'est que le problème n'a pas de solution	
59.DERIVE c'est bien pour se donner des idées dans des problèmes difficiles	
60.DERIVE c'est bien pour contrôler ses réponses	
61.DERIVE c'est bien pour découvrir des règles de calcul	
62.DERIVE c'est bien pour exécuter les calculs pénibles	
63.DERIVE, ça permet de ne pas se noyer dans les calculs quand on résoud un problème	
63.DERIVE, ça permet de ne pas se noyer dans les calculs quand on résoud un problème	

II - QUESTIONNAIRE ENSEIGNANT

Le questionnaire enseignant, que nous avons élaboré, après avoir effectué un premier dépouillement sommaire du questionnaire élève, a différents objectifs :

- permettre d'alléger le questionnaire élève,
- recueillir des informations relativement détaillées sur les conditions d'utilisation de DERIVE et plus largement des outils informatiques dans l'enseignement de mathématiques de la classe, sur les activités proposées aux élèves et le rôle joué par DERIVE dans ces activités,
- avoir l'avis de l'enseignant sur l'utilisation faite de DERIVE dans la classe et ses effets,
- pouvoir, sur un certain nombre de points, croiser les réponses des élèves et celles de leur enseignant, pour faciliter l'interprétation.

Il nous a semblé aussi intéressant d'essayer de préciser le rapport à DERIVE des enseignants eux-mêmes via un certain nombre de questions concernant leur rencontre avec DERIVE, les formations éventuellement suivies, les usages éventuels hors de la classe.

Ce questionnaire est structuré en quatre rubriques :

- informations générales,
- initiation à DERIVE,
- séances avec DERIVE
- évaluation, bilan

qui renvoient plus ou moins directement aux rubriques du questionnaire élève. Nous le reproduisons ci-dessous

Si vous utilisez DERIVE dans plusieurs classes, remplissez s'il vous plaît un questionnaire par classe

I. INFORMATIONS GENERALES

1. Classe :

2. Nombre d'élèves : F : G :

3. De quel équipement informatique (fixe ou mobile) pouvez-vous disposer dans votre établissement pour l'enseignement des mathématiques dans cette classe ?

4. Y avez-vous facilement accès ? Sinon, quels sont les principaux problèmes rencontrés ?

5. Quels logiciels avez-vous utilisés pendant l'année pour cette classe ?
   - occasionnellement (préciser si possible pour chacun le nombre d'utilisations) :
   - régulièrement (préciser si possible pour chacun le rythme d'utilisation) :

6. Organisez-vous par ailleurs des activités nécessitant l'utilisation des calculatrices ?
régulièrement occasionnellement rarement jamais

7. Comment avez-vous connu DERIVE ?

8. Avez-vous reçu une formation spécifique à propos de ce logiciel et de son utilisation pour l'enseignement (si oui, préciser) ?

9. Depuis combien de temps utilisez-vous DERIVE
   - pour votre usage personnel et la préparation de vos cours ?
   - avec vos élèves ?

10. Comment avez-vous utilisé DERIVE cette année avec les élèves de cette classe ?
    - utilisation collective en classe :
      Oui Non Nombre de séances[1] :
    - TD en salle informatique :
      Oui Non Nombre de séances :
    - autres (préciser) :

11. Vos élèves ont-ils accès à DERIVE en dehors de la classe :
    - au CDI ? Oui Non
    - dans un club mathématique ? Oui Non
    - autres (préciser) :

12. Si oui, quelle proportion d'élèves profite de ces possibilités :
    - régulièrement :
    - occasionnellement :

[1]Il peut s'agir bien sûr d'une utilisation partielle pendant la séance

II. INITIATION A DERIVE

13. Avez-vous organisé une ou plusieurs séances spécifiques pour l'initiation à DERIVE (si oui préciser combien de séances, si non préciser pourquoi) ?

14. Pensez-vous que l'initiation à DERIVE est :
très facile facile assez difficile difficile

15. Quelle proportion de vos élèves vous semble maintenant vraiment à l'aise avec DERIVE ?

16. Quelles commandes DERIVE avez-vous utilisées (entourer les commandes utilisées régulièrement et cocher les commandes utilisées occasionnellement) :

Ici figurera un répertoire des commandes les plus classiques

17. Avez-vous rencontré certaines difficultés techniques, pédagogiques, dans l'utilisation de DERIVE avec les élèves et si oui lesquelles ?

III. SEANCES AVEC DERIVE

18. Pour chacune[2] des séances utilisant DERIVE que vous avez organisées, pouvez-vous préciser :
- le thème de la séance et ses objectifs,
- le mode d'utilisation de DERIVE choisi (collectif, individuel),
- ce qu'apporte à votre avis l'utilisation de DERIVE (prise en charge de calculs pénibles, moyen de contrôle, aide à l'exploration et à la formulation de conjectures, aide à la visualisation, articulation entre les cadres algébrique et graphique ....)

IV. EVALUATION, BILAN

18. Quelles sont les séances qui, à votre avis, ont le mieux marché et pourquoi ?

19. Quelles sont les séances qui, à votre avis, ont le moins bien marché et pourquoi ?

20. Quel bilan faites-vous de l'utilisation de DERIVE dans cette classe (donner une appréciation de 0 à 4 : 0 bilan très négatif, 4 bilan très positif) ?

0 1 2 3 4

21. Pouvez-vous préciser cette appréciation en indiquant :

---

[2]Si vous utilisez DERIVE très fréquemment, répondez aux questions posées pour un ensemble de séances qui vous semble représentatif des utilisations faites et décrivez plus rapidement les autres séances.

- ce qui vous a semblé le plus positif dans cette utilisation de DERIVE pour l'enseignement des mathématiques dans cette classe,
- les limites que vous voyez à l'apport de DERIVE

22. Si vous aviez une classe comparable l'an prochain :
- utiliseriez-vous de nouveau DERIVE ?
- apporteriez-vous des modifications dans son utilisation (séances modifiées, ajoutées, supprimées, modifications techniques...) ?

III - PREMIERS RESULTATS DU DEPOUILLEMENT DU QUESTIONNAIRE ELEVE

Les réponses des élèves ont été dans un premier temps dépouillées classe par classe. Pour chaque classe, on a d'abord constitué une fiche donnant d'une part, les pourcentages voire moyennes pondérées pour toutes les réponses permettant un dépouillement quantitatif direct et synthétisant d'autre part, les réponses aux questions ouvertes. C'est sur la base de ces premières fiches qu'a commencé l'analyse, toujours en cours, dont nous présentons ci-après les premiers résultats. Elle porte, comme nous l'avons précisé dans l'introduction, sur six des huit classes concernées.

III.1 - Informations générales

Nous les avons résumées dans le tableau ci-après

Classe	Etablissement	Filles	Garçons	Nombre d'élèves
3A	Collège d'Herblay	16	9	25
3B	Collège d'Herblay	10	10	20
2nde	Lycée J.Perrin	11	8	19
1ere S	Lycée Sorel	7	11	18
TC	Lycée T.Deck	8	10	18
TC	Lycée Rotrou	9	17	26

III.2 - Environnement technologique des élèves

1. <u>Equipement en calculatrices et utilisations (questions 4-10)</u>

Dépouillement :

Pour le dépouillement de la question 4, nous avons classé les calculatrices citées dans les réponses des élèves en trois groupes, dont nous donnons les pourcentages :

- Les calculatrices "collège": TI Galaxy ou CASIO FX92, ou modèles inférieurs pouvant présenter jusqu'à une centaine de fonctions, mais pas de graphisme, ni de calcul formel,
- Les calculatrices lycée: TI 8x, CASIO FX 180, 6800, 7800, 8800, etc... disposant de davantage de fonctions. Certains modèles permettent l'affichage de graphique(s), de rentrer des formules ou des programmes avec des symboles alphabétiques, mais elle ne permettent pas le calcul formel: (l'expression (2x+1)*(x+3) peut être entrée, mais pas développée par la calculatrice,

- Les calculatrices "ordinateur", c'est à dire les modèles HP 48, qui seules, ont réellement des capacités de calcul formel.

Pour les questions 5, 6, 7, 8, nous donnons le pourcentage de *Oui*
Pour les questions 9 et 10, nous donnons le pourcentage de *Souvent*

Résultats :

L'équipement est cohérent avec le niveau des classes (≈90% de calculatrices "collège" dans les deux troisièmes, très peu en lycée).
Au collège, il y a très peu de calculatrices graphiques (moins de 1%). Au lycée, au contraire, les possibilités graphiques sont assez générales (77 à 94 %), et sont utilisées dans les mêmes proportions.

De façon paradoxale, le pourcentage de calculatrices annoncées comme "pouvant faire du calcul formel", et de même les utilisations des calculatrices pour le calcul formel atteignent des scores de 17 à 50%, alors que les calculatrices "ordinateur", ne dépassent pas 11%. Une explication serait que des élèves attribuent des capacités de calcul formel à des machines comme la TI 81 qui permettent de rentrer des formules ou des programmes avec des symboles alphabétiques, mais pas le calcul formel. Ce serait un indice d'une mauvaise compréhension par les élèves de la notion même de "calcul formel", qui constitue un des objets de la recherche.

Les calculatrices sont souvent utilisées à la maison aussi bien qu'en classe (autour de 80%). seules les classes de terminale présentent un score d'utilisation "souvent" plus important "à la maison" qu'en classe, ce qui est à mettre en rapport avec l'importance prise par le travail personnel en dehors des cours dans ces classes, et peut-être aussi avec une tendance à utiliser les calculatrices davantage en phase d'"application" et moins en phase de "découverte" ou d'appropriation.

De façon générale, il serait intéressant de comparer ces résultats avec des données nationales sur l'équipement et l'utilisation des calculatrices, de façon à savoir si les classes "où les professeurs utilisent des logiciels" présentent aussi des caractéristiques spécifiques du point de vue de l'utilisation des calculatrices.

2. Possibilité d'accès à un ordinateur et utilisations (questions 11-13)

Dépouillement :

Nous donnons le pourcentage de *Oui* à la question 11, rapporté à l'ensemble de la classe.
Pour la question 12, nous donnons les pourcentages des 4 réponses proposées (*Souvent, Assez souvent, Rarement, Jamais*) **rapporté aux élèves ayant répondu Oui à la question 11**, puis nous calculons un score moyen dans la classe (Moy.), en attribuant le poids 3 à la réponse *Souvent,* le poids 2 à la réponse *Assez souvent,* le poids 1 à la réponse *Rarement,* le poids 0 à la réponse *Jamais.* Ce score moyen constitue un indice de la fréquence d'utilisation dans la classe.
Nous donnons ensuite la totalité des réponses libres des élèves à la question 13.

Résultats :

Les possibilités d'accès à l'ordinateur en dehors du temps scolaire varient de 38% (TC Lycée Rotrou) à 60 % (3B Herblay). Sous réserve de vérification à partir de données nationales, ces scores semblent élevés, et les plus élevés devraient pouvoir être mis en relation avec une origine sociale plutôt favorisée.
Cependant, le score moyen, qui varie entre 1,2 et 2, ne montre pas une utilisation très intensive des machines. Les utilisations principales sont le jeu et le traitement de texte. L'utilisation de l'ordinateur pour l'apprentissage de disciplines scolaires est, semble-t-il, marginal.

3. Les logiciels en mathématiques (questions 14 -16)

Dépouillement :

Pour la question 14, nous donnons les fréquences des 4 réponses proposées (*Supérieur à 10, entre 3 et 10 fois, 1 ou 2, Jamais*), puis nous calculons un horaire moyen dans la classe (Moyenne (heures)), en attribuant le poids 12 à la réponse *Supérieur à 10,* le poids 6 à la réponse *entre 3 et 10 fois,* le poids 2 à la réponse *1 ou 2,* le poids 0 à la réponse *Jamais.* Cet horaire moyen constitue un indice du temps d'utilisation des logiciels les années précédentes, pour les élèves de la classe.
Nous donnons les fréquences des 3 réponses proposés à la question 15 (*Oui, Non, Indifférent*), et nous classons les réponses libres des élèves à la question 16, suivant ces trois réponses. A l'intérieur de ces 3 classes, nous regroupons les réponse libres par ressemblance.

Résultats :

L'horaire moyen de la question 4 s'établit autour de 3,8 pour les classes de lycée, et atteint 7,8 et 9,4 dans les classes du collège. On peut penser que les classes du collège ont gardé le même professeur (ou un professeur de la même équipe) en 4ème et 3ème, ce(s) professeur(s) pratiquant les logiciels dans les deux niveaux. Le score de 3,8 des classes de lycée doit être par contre assez représentatif de classes "normales".

Relativement aux fréquences de réponse *Oui* à la question 15, nous avons deux groupes de trois classes avec des différences marquées:
- Les deux troisièmes du collège d'Herblay, et la 1ère S du lycée d'Honfleur donnent 80% ou plus de réponse *Oui.*
- Les autres classes sont plus partagées avec des scores de 47% à 56% de *Oui.*

Il est difficile d'interpréter cette différenciation sans connaître davantage les logiciels utilisés et les circonstances d'utilisation. L'analyse des réponses à la question 16 montre que les élèves répondent aussi en fonction de l'utilisation qu'ils ont eu dans l'année présente, donc en fonction de l'utilisation de DERIVE. Bien sûr, en TC, la présence de l'examen en fin d'année joue sans doute un rôle dans les opinions négatives, mais ceci n'explique pas les opinions négatives ou indifférentes en Seconde.

Parmi les raisons invoquées pour une réponse positive, on trouve :
- Le changement de méthode (assez souvent invoqué)
- Une autre manière de voir les mathématiques (souvent invoqué)

- Un gain de temps
- Une meilleure compréhension (assez minoritaire, sauf en 3B)
- Une occasion de rencontre avec l'ordinateur (assez souvent invoqué)

Parmi les réponses invoquées pour une réponse négative ou indifférente, on trouve :
- Insuffisance des logiciels
- Perte de temps, par rapport au programme, aux examens (souvent invoqué en TC)
- Difficultés avec l'ordinateur (l'ordinateur ajoute de la complexité).

Même si les utilisations de l'ordinateur sont le plus souvent appréciées du fait du changement de pédagogie qu'elles impliquent, et du rapport différent aux mathématiques qu'elles peuvent instituer, elle ne semblent pas apporter, selon l'opinion des élèves (à l'exception de la 3B), une aide décisive à leur compréhension des mathématiques.

III.3 - Rencontre avec DERIVE, familiarité acquise avec le logiciel

Dépouillement :

Nous donnons la fréquence de réponse *Oui* à la question 17 (première année de DERIVE), puis la moyenne sur la classe des nombres d'heure d'utilisation obtenues comme réponse à chacune des questions 18 à 21. Aucun élève n'ayant répondu à la question 22, elle n'est pas dépouillée.
Nous donnons ensuite la fréquence de réponses positives (*facile, rapide*) aux question 23 à 26.
Pour les questions 27 et 28 et 29, nous donnons respectivement le pourcentage d'élèves déclarant avoir rencontré des difficultés, puis le pourcentage d'élèves déclarant être "à l'aise maintenant". Puis nous rapportons l'ensemble des réponses libres à la question 28 "donnez des exemples (de difficultés)".
A la question 30, il a été obtenu, dans certaines classes, la liste des items de menu les plus courants, dans d'autres, pas de réponse. Ces réponses ne nous ayant pas paru très informatives, nous ne les avons pas dépouillées.
Pour les questions 31 à 35, nous avons établi la moyenne et l'écart type des indices de difficulté donnés par les élèves de chaque classe. Sur le document, dans chaque classe, les questions apparaissent dans l'ordre des moyennes croissantes (donc dans l'ordre de difficulté croissant).

Résultats :

La fréquence d'utilisation de DERIVE pour la première année (question 17) fait apparaître les mêmes différences entre classes que la question plus générale du nombre d'utilisation antérieure de l'ordinateur en mathématiques (question 4) : seuls les élèves des classes de 3ème ont un taux d'utilisation antérieur de DERIVE atteignant ou dépassant 40%.

Le nombre moyen d'heures d'utilisation en classe (question 18) varie notablement d'une classe à l'autre, mais il semble qu'il y ait des différences d'interprétation entre des élèves ayant comptabilisé seulement les heures d'activités spécifiquement DERIVE, et d'autres ayant intégré toutes les heures où le logiciel a été mis à leur disposition y compris pour l'activité mathématique ordinaire.

Des utilisations "à la maison" peuvent exister; elles sont le fait d'élèves isolés qui annoncent parfois un nombre d'heures d'utilisations important (80h). Les autres utilisations sont nulles (CDI) ou très peu rencontrées (Club: une fois).
Les réponses à cette question nous semblent devoir être prises avec précaution : oubli de séances, difficulté à estimer un nombre d'heures. Pour le questionnaire définitif, il sera intéressant de croiser les réponses des élèves, sans doute assez subjectives, avec les informations fournies par les enseignants.

Les réponses obtenues aux questions 23 - 26 confirment les hypothèses généralement faites sur la facilité d'accès à DERIVE. Les élèves semblent d'autre part bien percevoir la différence qui existe entre savoir se débrouiller avec DERIVE et savoir bien s'en servir, puisque les pourcentages de réponses positives baissent sensiblement d'une affirmation à l'autre. Cette différence est moins marquée dans la 3B du collège d'Herblay. On peut penser qu'à ce niveau, les élèves ont fait rapidement le tour des utilisations du logiciel compatibles avec leurs connaissances en algèbre, alors que, dans les classes de lycée, les élèves ont pu rencontrer des usages du logiciel, particulièrement en analyse, impliquant une plus grande complexité de mise en oeuvre (commande substituer, choix des paramètres de simplification, tracés graphiques...). Il ne semble pas possible d'interpréter les différences entre les deux classes de 3ème du collège d'Herblay sans en savoir davantage sur les activités menées et sur les élèves.

Les fréquences de "difficultés rencontrées" (questions 27 et 28) sont, plus faibles en collège, et les élèves "maintenant à l'aise" (question 29) y sont plus nombreux. Nous proposons la même explication que ci-dessus. Par contre, les différences constatées entre classes de lycée n'ont pas d'interprétation évidente.
Les réponses libres des élèves sur leurs difficultés apportent peu d'informations précises : on peut penser que d'une part, certains élèves rencontrent des difficultés liées à la manipulation de la machine (blocages, touches...) et que d'autres difficultés sont davantage en relation avec la complexité du logiciel ou de la tâche à accomplir.

Le rangement suivant la moyenne des indices de difficultés au questions 31 à 35 place l'item 35 (*Apprendre à utiliser DERIVE*) en position 2, 3 ou 4. N'apparaissant dans aucune classe en première ou en dernière position, l'apprentissage de DERIVE n'est donc considéré ni comme particulièrement facile, ni comme exceptionnellement difficile. A l'exception de la TC du lycée DECK, il est ressenti cependant comme plus difficile que l'apprentissage de la calculatrice.

III.4 - Perception de limites et possibilités de DERIVE

Dépouillement :

Nous présentons sur deux colonnes les réponses libres des élèves aux question 36 (*Dans ce que peut faire DERIVE, qu'est ce qui vous paraît le plus étonnant ?*) et 37 (*Si l'on pouvait ajouter des possibilités à DERIVE, en priorité vous souhaiteriez ?*), avec un classement par similitude.
Nous dépouillons la questions 43 en donnant les fréquences des deux réponses proposées (*Oui, Non*) et nous classons les réponses libres des élèves à la question 44 suivant ces trois réponses. A l'intérieur de ces 2 classes, nous regroupons les réponses libres par ressemblance. Dans la classe TC Deck, nous avons une fréquence importante de non-

réponse à la question 43, c'est pourquoi nous avons établi une colonne supplémentaire à cet effet.

Résultats :

Dans toutes les classes, la majorité des fonctionnalités décrites comme "*étonnantes*" concernent la rapidité et la complexité des calculs, ainsi que le graphisme. Elles ne sont pas en fait spécifiques de DERIVE ; on pourrait les attribuer à des solveurs ou à des grapheurs purement numériques ou même à des calculatrices.
Certaines réponses témoignent d'une meilleure conscience des possibilités nouvelles apportées par DERIVE : "Trouver des valeurs exactes" (TC Deck) - "Résultat en valeur exacte" (TC Rotrou - "Le calcul formel" (1ère S Honfleur). Elles sont isolées et peu précises. Dans leur majorité, et toutes classes confondues, les élèves ne perçoivent donc pas l'apport spécifique du calcul symbolique ou ne trouvent pas les termes qui permettraient de décrire cet apport.

Les propositions de "possibilités à ajouter" vont dans 4 directions, présentes sans beaucoup de variations dans toutes les classes:
- Augmenter l'ergonomie du logiciel (souris, menus, interface vocale ...)
- Vérifier, Résoudre le problème (c'est à dire se charger aussi de la mise en équation), Rédiger le problème, Tracer le tableau de variations (et pas seulement calculer la dérivée). Il s'agit de rendre le logiciel capable d'accomplir aussi la part de la tâche qui, dans l'état actuel, reste à la charge de l'élève.
- Expliquer, détailler, "démontrer" les calculs. On peut voir, là aussi, un souci de voir confié au logiciel une part plus importante de la tâche, mais les élèves expriment sans doute également, par leur demande d'explicitation du processus de calcul (ce que l'on appelle "avoir accès aux traces" en intelligence artificielle), une exigence d'aide à leurs apprentissages : "voir comment DERIVE fait, pour faire pareil".
- Faire "tout" avec DERIVE: de la géométrie, de la physique, des langues. Là encore, on peut penser que la spécificité de DERIVE n'est pas bien perçue.

La fréquence de réponse *Oui* (DERIVE peut donner des résultats faux) à la question 43 s'établit autour de 25%, sauf dans la 1S où elle atteint 67%. Il y a beaucoup de non-réponses particulièrement en TC Deck (44 %). Ces fréquences sont peu informatives, car les élèves emploient les mêmes arguments (réponses libres à la question 44) à l'appui de l'une ou l'autre opinion.
Dans leur grande majorité, les élève font en fait confiance au fonctionnement de l'ordinateur et/ou du logiciel ; en effet, quand ils estiment possibles des erreurs ou quand ils en ont observé, ils les attribuent généralement à l'utilisateur, que celui-ci ait entré des données incorrectes ou qu'il ait utilisé un séquence de commandes incorrectes.
Les réponses qui mettent effectivement en doute la fiabilité du logiciel et/ou de la machine sont peu précises ("Rien n'est infaillible"), ou s'appuient sur de mauvais arguments : par exemple, les cumuls d'arrondis ("Défauts connus des calculettes"), qui ne s'appliquent pas au calcul symbolique, ou "j'ai obtenu 0=-324" qui est certes une valeur logique "fausse", mais pas un résultat faux.
Seule une réponse laisse apercevoir une compréhension des limites du logiciel: "il faut faire attention ... au domaine de définition de la fonction étudié".

III.5 - DERIVE, l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques

1. Les maths avec DERIVE (questions 38 à 42)

Dépouillement :

Nous donnons les fréquences des 3 réponses proposés à la question 38 (*Oui, Non, Sans Opinion*), et nous classons les réponses libres des élèves à la question 39, suivant ces trois réponses. A l'intérieur de ces 3 classes, nous regroupons les réponse libres par ressemblance.
Nous procédons de même avec les questions 40 et 41.
Nous donnons ensuite les fréquences des 3 réponses proposées à la question 42 (*Oui, Non, Sans Opinion*).

Résultats :

Les fréquences de réponse positives à la question 38 (*DERIVE peut nous aider à faire des maths)* sont assez homogènes (64 à 80 %), les fréquences les plus élevées apparaissant dans les classes 3B et 1S ayant manifesté également l'attitude la plus positive vis à vis des logiciels en mathématiques (question 15). On peut penser que DERIVE n'est pas vu de façon différente d'autres logiciels utilisés en classe de mathématiques.

Pour les élèves ayant répondu *Oui*, et si l'on met de côté les simples énoncés de fonctionnalités ou d' utilisations de DERIVE, et les réponses qui insistent à nouveau sur la rapidité des calculs, les réponses libres à la question 39 (*Comment* ?) s'organisent en trois classes :

- DERIVE nous aide car il fait le travail à notre place : "on a juste à taper sur la touche" (3B)
- DERIVE nous aide à mieux comprendre : on peut se concentrer sur la mise en équation (3B) - Obtenir un résultat par DERIVE permet ensuite d'"orienter les recherches" (TC Deck)
- DERIVE nous aide à la vérification : "Pour les résultats... en les comparant avec ce que l'on a fait" (TC Rotrou).

On peut associer à chaque classe une façon de penser les places respectives de l'activité mathématique et de la manipulation de DERIVE :

- Dans la première classe, la manipulation de DERIVE est comprise comme pouvant se substituer à l'activité mathématique habituelle : par exemple, (bien) utiliser les commandes DERIVE pour résoudre une équation serait aussi valable que l'utilisation d'une méthode de résolution "papier-crayon". Dans cette conception, l'activité mathématique est orientée vers l'obtention d'un résultat indépendamment des moyens mis en oeuvre, et il n'est pas étonnant que cette conception se rencontre surtout en troisième.
- Dans la seconde et la troisième classe citées, l'activité mathématique est comprise comme distincte de l'utilisation de DERIVE. DERIVE est bien un auxiliaire de l'activité, et non l'activité elle-même. Mais les deux classes se distinguent par le moment où intervient DERIVE :
  - Dans la seconde, DERIVE intervient avant, "pour se donner des idées". On trouve là une conception "expérimentale" de l'activité mathématique, se rapprochant de

celle qui est mise en avant dans la communauté des "enseignants utilisant les logiciels".

- Dans la troisième, DERIVE intervient après, "pour vérifier". Il n'apparaît pas clairement dans les réponses des élèves, que cette possibilité de vérification apporte une aide à la compréhension qualitativement différente de celle qu'apporterait le simple énoncé de la réponse, par exemple dans un livre d'exercices corrigés.

Ces classes sont présentes en lycée, la troisième classe dominant nettement.

Les réponses libres à la question 39, correspondant à des réponses négatives ou sans opinion à la question 38 sont peu nombreuses. L'idée que DERIVE aide à vérifier est ici aussi présente, mais elle est avancée pour souligner les limites de l'utilisation du logiciel.

Les fréquences des trois opinions proposées à la question 40 (*Différent de faire des Maths avec DERIVE Oui, Non, Sans Opinion*) sont peu informatives, car les mêmes arguments (réponses libres à la question 41 *Pourquoi*) peuvent être avancés à l'appui d'opinions différentes. Ces arguments recoupent largement ceux avancés aux questions 16, 37 et 38.

A la question 42, le fait le plus marquant est le taux élevé de réponses *Sans Opinion* (24 à 44%), indiquant sans doute que, pour les élèves, le choix d'avoir DERIVE en permanence serait plutôt de la responsabilité de l'institution scolaire.

<u>2. Activités avec DERIVE (questions 45 à 47)</u>

Dépouillement :

Nous donnons sur trois colonnes les réponses libres à ces trois questions.

Résultats :

Il semble difficile d'interpréter, de façon satisfaisante, les réponses à ces questions sans disposer d'informations plus détaillées sur les activités menées dans les classes, ce qui n'était pas le cas pour ce premier questionnaire.

Dans les deux classes de troisième, les élèves évoquent majoritairement, parmi les activités les plus intéressantes, la résolution des systèmes d'équation et, dans une moindre mesure, le travail sur les équations de droites. Mais on retrouve parfois aussi ces activités citées du côté négatif. Enfin, en ce qui concerne les réponses à la question 47, les avis sont partagés et dans le cas positif, ce sont encore les deux mêmes thèmes qui sont cités.

En seconde, du côté positif, le thème équation est toujours cité ainsi que les activités mettant en jeu le graphique pour l'étude de fonctions. Du côté négatif, se situent des activités jugées trop répétitives ou plus simples à gérer à la main parmi lesquelles d'ailleurs figurent aussi équations et fonctions. Dans la réponse à la question 47, on retrouve encore cités ces mêmes thèmes associés à des compétences plus générales : attention, compréhension du détail des calculs, approfondissement.

Dans les réponses obtenues en 1ère S, on retrouve le fait que des activités répétitives où la manipulation de DERIVE apparaît plus fastidieuse que le calcul crayon-papier sont peu appréciées. Du côté positif et à la question 47, on retrouve encore une fois les systèmes d'équations et le graphique, avec notamment la résolution graphique d'équations. A noter que, dans cette classe, l'activité citée comme la plus intéressante ne semble pas avoir été menée avec DERIVE (souris, figures dans l'espace...). Une fois de plus, nous rencontrons les limites de la perception précise, par les élèves, de DERIVE comme logiciel spécifique, parmi d'autres logiciels utilisés en classe de Math.

En terminale, on voit s'élargir le spectre des activités citées : étude de fonctions, calculs sur les complexes, courbes paramétrées, calcul d'intégrales et études de suites, surtout pour le lycée Rotrou. Encore une fois, les mêmes activités se retrouvent en positif et négatif et, même si les activités sont jugées intéressantes, les réponses à la question 47 sont pour le moins très partagées (au lycée Rotrou, 14 élèves sur 26 répondent simplement : non). Au lycée Deck, le nombre de séances était réduit et l'on voit dans les réponses, apparaître le facteur temps : ces élèves ont préféré la première activité où ils avaient le loisir d'explorer les possibilités du logiciel sans être contraints par le temps.

3. DERIVE pour les contrôles (questions 48 à 51)

Dépouillement :

Nous dépouillons ces questions comme les questions 38 et 39, en donnant les fréquences des trois réponses proposées à la question 48 -resp 50- (*Oui, Non, Sans opinion*), et nous classons les réponses libres des élèves à la question 49 -resp 51-, suivant ces trois réponses. A l'intérieur de ces six classes, nous regroupons les réponses libres par ressemblance.
Nous donnons également la fréquence des changements d'opinion entre les questions 48 et 50.

Résultats :

Le pourcentage d'élèves souhaitant disposer de DERIVE pour les contrôles est relativement important en collège (60 à 72%). Les arguments à l'appui de cette opinion (réponses libres à la question 49) confirment l'analyse avancée ci-dessus dans le dépouillement de la question 39 : en collège, l'utilisation de DERIVE semble un moyen légitime d'obtention d'un résultat en mathématiques.
En lycée, les fréquences sont plus contrastées (33 à 78 % de *Oui*), mais les élèves qui émettent une opinion positive, la justifient de façon assez générale par la possibilité de vérifier leurs résultats : à ce niveau, DERIVE ne se substitue pas à l'activité mathématique.

Les opinions négatives mettent en avant la perte de temps qui peut résulter d'une utilisation inexperte ou maladroite du logiciel et/ou de la machine, les contraintes matérielles (manque de place...) ou institutionnelles (examens). Certaines opinions négatives expriment un refus plus fondamental de la machine : "Ca ne sert à rien d'écrire les résultats si l'on n'a pas compris..." (3A Herblay), "On devient trop dépendant" (1S Honfleur).

Les fréquences changent peu de la question 48 à la question 50. Cependant de nombreux élèves changent d'opinion, dans un sens ou dans l'autre (15 à 47%), sans doute en fonction du contenu prévu à ce prochain contrôle. Les justifications s'appuient en général sur les mêmes arguments qu'à la question précédente. Certains élèves s'interrogent sur une possibilité de changement du barème de notation ("le professeur ne pourra pas noter les élèves sur les mêmes critères").

4. Adhésion à des opinions sur DERIVE (questions 52 à 64)

Dépouillement :

Pour chaque question, nous donnons la moyenne et l'écart type des indices d'adhésion aux opinions, calculés sur les élèves exprimant une opinion (indice de 1 à 4). Ainsi, une moyenne faible (1 à 2) indique une adhésion générale à l'opinion, une moyenne forte (3 à 4) indique un désaccord général. Nous donnons également les fréquences de non-réponse ou de sans-opinion (indice 5) comme représentatif de non-pertinence des questions pour les élèves.
Nous rangeons les questions en colonnes, dans l'ordre des moyennes croissantes.

Résultats :

Nous distinguons six classes de réponses

- Les questions 64 (*Faire un problème avec DERIVE c'est tricher*) et 57 (*DERIVE c'est compliqué...*) apparaissent systématiquement parmi les opinions pour lesquelles le désaccord est le plus général.
- La question 58 (*Quand DERIVE ne donne pas de solution...*) se caractérise par une fréquence importante de non réponse ou de sans-opinion. De façon similaire à la question 43, beaucoup d'élèves n'ont pas une opinion précise sur les performances de DERIVE.
- Les questions 60 (*DERIVE c'est bien pour contrôler ses réponses*) et 62 (*DERIVE c'est bien pour exécuter les calculs pénibles*) apparaissent systématiquement parmi les opinions pour lesquelles l'accord est le plus général, et les fréquences de sans-opinion ou de non-réponses sont faibles.
- C'est vrai également, mais moins systématiquement, pour les questions 52 (*DERIVE, même si on a des difficultés...*), 55 (*Avec DERIVE, il faut organiser son travail*) et 63 (*DERIVE ça permet de ne pas se noyer...*).
- Les questions 56 (*DERIVE ça donne envie...)* et 61 (*DERIVE c'est bien pour découvrir*) obtiennent des scores moyens avec parfois une fréquence élevée de non réponse ou de sans-opinion.
- La question 59 (*DERIVE c'est bien pour se donner des idées...)* a une situation intermédiaire entre le groupe 52-55 et le groupe 52-55-63.

Le score des questions 60 et 62 n'est pas étonnant, compte-tenu des analyses ci-dessus. Par contre, les scores des questions 52, 55 et 63, et, dans une moindre mesure de la question 59, peuvent apparaître comme une surprise intéressante.
Les questions 52, 55, 63, 59, 56, et 61 sont en effet des opinions généralement émises à l'appui de l'introduction de DERIVE dans l'enseignement de l'algèbre et de l'analyse. L'adhésion différenciée des élèves opinion introduit une hiérarchie intéressante parmi ces opinions.

1. Classe	2. Etablissement	3. Filles	Garçons	Total	Professeur
3A	Collège Herblay	64 %	36 %	25	

4. Calc. Collège	Calc. Lycée	Calc. Ord.	5. Pos. Gra.	6. Pos. C.F.	7. Ut.. Gra.	8. Ut. C.F.	9. Souv Math	10. Souv Maison
92 %	8 %	0	0	12 %	0	12 %	88 %	80 %

11. Ord. Maison	12. Souv	Assez	Rar	Jamais	Moy.	13. Pourquoi faire	
44 %	18 %	36 %	27 %	27 %	1,7	Des dossiers pour les cours sur des livres ou des films Jouer, programmer Pour jouer, programmer et faire des exercices d'anglais , de français et de math	Des jeux, 1 math. Des jeux et quelques fois du traitement de texte Pour taper des textes, pour jouer... Jeux, traitement de texte Rien

14. Logi. Maths >10	3à10	1 ou 2	Jamais	Moyenne (heures)
52 %	20 %	16 %	08 %	7,76

15-16. Aimez-vous ? Pourquoi?		
OUI 80 %	**NON** 0 %	**Indifférent** 20 %
Ca m'intéresse beaucoup plus C'est plus intéressant que les cours C'est intéressant Ca change du travail en classe Ca devrai stimuler Ca change des cours de math Ca change des cours de maths habituelles Car cela change des cours classiques de math. C'est intéressant Car c'est une autre façon de faire des maths et c'est intéressant Parce que c'est plus intéressant, et ça nous fait voir les maths sous un autre "angle" C'est une autre manière de voir les maths Je préfére apprendre par l'intermédiaire des ordinateurs, je comprend mieux Parce que je comprend plus facilement Cela change des cours à écrire pendant une heure Par plaisir de manipuler Car j'aime beaucoup manipuler un ordinateur On manie différents logiciels et en plus, on apprend à utiliser un ordinateur Oui, car c'est une autre forme d'application des cours, qui sera utile à certain plus tard		

Utilisé DERIVE

17. Première année ?	18. En classe	19. CDI	20. Club	21. Maison	23. Débrouiller facile	24. Débrouiller rapide	25. Bien se servir facile	26. Bien se servir rapide	27. Difficultés rencontrées	29. A l'aise maintenant
48 %	12 h				92 %	96 %	68 %	68 %	12 %	84 %

28. Difficultés rencontrées	Pour les substitutions dans les systèmes d'équation Difficultés dans les noms de commande

33. Apprendre à se servir de votre calcul		31. Résoudre une équation		35. Apprendre à utiliser DERIVE		34. Etudier le théorème réciproque de Thales		32. Résoudre un système d'équations.	
Moy: 1,75	Ecart:1,1	1,84	1,9	3,2	2,2	4,2	2,8	4,24	2,8

36. Etonnant	37. Possibilités à ajouter
La vitesse de calcul (6) Le temps de réflexion pour les calculs Résoudre une équation très vite Résoudre en peu de temps des calculs parfois très compliqués La rapidité et les nombreuses commandes Il est très rapide à résoudre les équations La rapidité des calculs, les nombreux choix de commande La rapidité de factoriser, réduire et développer Il résout des équations très vite La résolution graphique La résolution graphique Les graphs	Rien, il a déjà tout (3) La vérification automatique (3) La vérification devrait se faire plus facilement Les étapes dans le calcul effectué Pouvoir voir la façon de faire de Derive, avoir des explications Qu'il y ait de la géométrie Que lorsqu'on trace une droite, grâce à son equation, le nom de la droite soit précisé car on risque de mélanger plusieurs droites

38-39. DERIVE peut nous aider		
OUI 64 % Résoudre, développement, simplification Pour factoriser, développer En algèbre dans les développements Pour ne pas se tromper dans les résolutions, car, c'est comme une calculatrice Pour ne pas se tromper dans les calculs Oui, car une fois qu'on a compris comment Derive fonctionne, c'est plus facile pour faire des Maths. Pour faire des calculs que la machine n'est pas capable d'effectuer Il nous aide à mieux comprendre J'apprends mieux	**NON** 8 %	**SANS OPINION** 28 %

40. Différent avec DERIVE		
OUI 60 %	**NON** 16 %	**SANS OPINION** 16%
Cela change les méthodes de travail C'est plus simple et plus rapide Parce que c'est plus simple On y prend plus de plaisir Ca donne du "piquant" aux mathématiques On évite, le plus souvent, les fautes d'étourderie dans les calculs On apprend plus de chose Parce que l'ordinateur calcule tout à notre place On ne calcule pas On écrit l'expression, et l'ordinateur fait le développement et la résolution, donc on ne fait rien Car il fait tout tout seul Car c'est l'ordinateur qui fait tout lui même et nous n'avons rien à faire La machine fait tout toute seule, on ne réfléchit donc pas	C'est l'ordinateur qui fait tout et nous on ne fait rien donc on ne comprend rien Parce que des maths ce sont toujours des maths	Cela dépend qu'elle genre de Maths

42. Avoir DERIVE en permanence	**OUI** 24 %	**NON** 32 %	**SANS OPINION** 44 %

43-44. DERIVE peut donner des résultats faux	
OUI 16 %	**NON** 64 %
Si on marque mal l'expression, et pas correctement, le résultat attendu ne sera pas le même Si l'on ne sait pas se servir de Derive, on peut écrire des choses fausses.. et il calcule de mauvaises expressions Car Derive n'est qu'une machine et elle peut elle aussi faire des erreurs	(nr) Aucune idée; il ne m'a jamais "trompée" jusqu'à présent Lorsque nous vérifions, les résultats sont toujours exacts A chaque fois que je l'ai utilisé, il a toujours donné les bons résultats, (sauf une fois où il était "planté") Derive est une aide pour les pratiquant Car il garde les valeurs réelles et non les valeurs approximatives C'est un logiciel de calcul, il ne devrait pas faire d'erreurs Tout dépend de la manière dont on se sert de Derive. Fausses donnée-> résultats faux! Les résultats sont faux si l'on a entrée des mauvaises données Car si les résultats sont faux, c'est nous qui avons fait des erreurs de frappes Si on ne s'est pas trompé dans la commande auteur (par exemple), il ne peut pas donner de résultat faux. Les résultats ne peuvent faux, à condition d'utiliser la bonne commande

45. Activité intéréssante	46. moins intéressé	47. mieux comprises
Toutes Developpe substitue réduit simplifie Auteur, développe, car il le fait vite Les racines carrées La résolution d'équation sans même que l'on ne réflechisse Résolution des équations car c'était ultra rapide Résolution des systèmes d'équation car c'est la dernière activité que nous avons fait et c'est la seule dont je me rappelle Les systèmes Ce qui permet de résoudre un système d'équations et de tracer les droites dans un graphique La résolution graphique car ça m'a donné une autre dimension des mathématiques La résolution graphique car j'ai été amusé de voir un repère orthonormé sur Dérive	Aucune (3) Les systèmes d'équations La mise en équation d'une droite qu'on reporte sur un graphe, car il est difficile de métriser la géométrie et l'algèbre en même temps La réciproque de Thales	Oui (3) Oui, la résolution des systèmes d'équation Oui, les systèmes Oui, l'équation d'une droite Non (8) Non, aucunes car l'ordinateur fait tout lui-même

48-49. DERIVE pour les contrôles		
OUI 72 %	**NON** 08 %	**SANS OPINION** 20 %
C'est plus rapide Les calculs seraient plus rapides, et la solution plus facile à trouver Cela nous ferait gagner du temps et on aurait plus d'erreur Car Derive calcule à notre place, donc réfléchit, un peu, à notre place Car il fait le développement et on n'a rien à faire Car il n'y aurait pas d'erreur de calcul Car on est plus sûr du résultat des calculs et on a moins de chance de faire d'erreurs Car on aurait plus de chances d'avoir une bonne note, car l'ordinateur n'a pas souvent faux Car on aurait toujours tout juste Parce que je trouve cela plus facile et plus sûr Car on aurait tout juste, à condition d'utiliser la bonne commande On aurait plus de chance d'avoir moins de faute et les résultats sont corrects Oui, car je pourrais contrôler tous mes calculs On peut vérifier ses résultats et même faire tout le contrôle avec Derive, ce qui permet de ne pas se tromper	Ca ne sert à rien d'écrire les résultats si on n'a pas compris comment ils ont été trouvés.	

50-51 DERIVE pour le prochain contrôle	Changement d'opinion qu. 48 à qu. 50: 20 %	
OUI 76 %	**NON** 04 %	**SANS OPINION** 20 %
idem (6) Parce que c'est plus amusant Car avec Derive il ne faut qu'avoir les base Car c'est un atout de plus, ça ne peut être que bénéfique Pour la rapidité Pour la rapidité et la sureté des résultats Car les calculs iront plus vite et seront plus sure Car j'ai peur de me tromper dans les résolutions sans Derive Car Derive peut développer, résoudre des équations sans faire d'erreurs C'est plus sûr pour le contrôle des résultats Je ne sais pas Car cela dépend du style de contrôle. S'il est plus facile de la faire à la main, autant le faire à la main Mais je ne suis pas sûre de m'en servir, sauf, peut-être, pour vérifier les résultats que j'aurai trouvés	Car cela ne sert à rien d'avoir les bons résultats, si l'on ne comprend pas. le professeur ne pourra noter les élèves sur les mêmes critères. Il notera sur la façon de se servir du logiciel. Je pense seulement que Derive est utile en fin de contrôle pour les vérifications	

52-64. 1: Tout à fait 4: Pas du tout	62. B. pour calculs pénibles	60. B pour contrôle réponse	63. Permet ne pas se noyer dans calculs	52. Faire math, malgré diff. calcul litt	55. DERIVE » organiser. travail	59. B pour donner idées dans pb diff	61. C'est bien pour découvrir règles calc	56. Ca donne envie faire math	53. Plus besoin apprendre (fait seul)	54. Ne sert à rien (aux exams, il faut rédig.)	58. Pas réponse » pas solution	64. Faire pb avec DERIVE » tricher	57. Compliqué, ne sert à rien pour apprendre
Moyenne	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,1	3,2	3,4
Ecart type	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0	1,1	0,7	0,9	0,9
Indifférent	0	0	8 %	20 %	4%	28%	16%	32%	4	4%	36 %	28 %	20%

1. Classe	2. Etablissement	3. Filles	Garçons	Total	Professeur
3B	Herblay	50 %	50 %	20	

4. Calc. Collège	Calc. Lycée	Calc. Ord.	5. Pos. Gra.	6. Pos. C.F.	7. Ut.. Gra.	8. Ut. C.F.	9. Souv Math	10. Souv Maison
90%	5 %	5 %	10 %	5 %	5 %	0	80 %	80 %

11. Ord. Maison	12. Souv	Assez	Rar	Jamais	Moy.	13. Pourquoi faire	
60 %	33 %	33 %	17 %	8 %	1,83	Jeu (2) Pour me familiariser avec les logiciels et les jeux Tout (jeux, devoirs)	Traitement de texte + jeux (3) Traitement de texte (2) Mathématique et français

14. Logi. Maths >10	3à10	1 ou 2	Jamais	Moyenne (heures)
7 0%	15 %	5 %	10 %	9,4

15-16. Aimez-vous ? Pourquoi?		
OUI 80 %	**NON** 0 %	**Indifférent** 20 %
C'est intéressant C'est très intéressant et instructif Parce que cela change un peu du cours habituel Car cela change des cours habituels Parce que c'est mieux pour l'apprentissage des maths, et on s'ennuie moins en cours Car c'est une autre manière d'apprendre Car cela nous permet d'apprendre et de comprendre C'est plus facile à comprendre Car ça m'aide à comprendre et que ça change Plus facile pour comprendre et faire l'exercice Cela m'aide à comprendre les maths Parce que ça m'aide à comprendre, c'est plus rapide Cela me permet de mieux comprendre les exercices Car on peut faire des calcul formel Car cela permet de nous perfectionner avec l'ordinateur		Cela ne me dérange pas Je n'en ai pas l'utilité chez moi Pas besoin

Utilisé DERIVE

17. Première année ?	18. En classe	19. CDI	20. Club	21. Maison	23. Débrouiller facile	24. Débrouiller rapide	25. Bien se servir facile	26. Bien se servir rapide	27. Difficultés rencontrées	29. A l'aise maintenant
60 %	25			0,7	95 %	90 %	80 %	80 %	15	95 %

28. Difficultés rencontrées	

33. Apprendre à se servir de votre calcul.		31. Résoudre une équation		35. Apprendre à utiliser DERIVE		34. Etudier le théorème réciproque de Thales		32. Résoudre un système d'équations.	
Moy: 1,13	Ecart:2,0	1,80	1,4	1,95	1,2	3,16	1,93	3,70	2,4

36. Etonnant	37. Possibilités à ajouter
Rien (3) Sa rapidité de résolution Son temps de calcul Ca rapidité pour résoudre des équations Les graphiques (5) La précision dans le graphique (2) Avoir des coordonnées précise grâce au graph (2) Tracé une droite d'après son equation C'est qu'il peut faire des choses que l'on peut faire aussi Tout ce qui peut faire Ce serait qu'il arrive à apprendre comme nous	Je ne connais pas assez Rien (2) Il a déjà tout (2) Démontrer un développement d'équation Pouvoir résoudre des problèmes Des jeux (2) Ce serait le théorème de Thales et sa réciproque Thales

38-39. DERIVE peut nous aider		
OUI 80 % Calcul, résolution d'équation rapide Résoudre et simplifier des équations Pour les systèmes d'équations Pour résoudre un système équations en calculant très vite (pas d'erreurs de calcul); tracer des graphiques (précision dans le tracé) Equation en fonction d'un inconnu; graphique Les graphiques et résoudre les équations (2) Pour les figures et les calculs On n'a pas besoin de faire des calculs; on a juste à taper sur une touche On est sûr d'avoir notre équation bonne car il ne se trompe pas dans les calculs Il nous aide à mieux comprendre ex. systèmes d'équations Pour les équations de droite, pour bien comprendre Pour faire des exercices et recommencer; de plus on voit nos erreurs sur l'écran Je pense que Derive "aide" en ce qui concerne la réflexion: le calcul, Derive le fait, mais il faut savoir mettre en equation... ce qui est le plus important, je pense	**NON** 0	**SANS OPINION** 20 % Il ne nous donne pas les phases intermédiaires

40. Différent avec DERIVE		
OUI 75 %	**NON** 0 %	**SANS OPINION** 25 %
C'est plus rapide dans les calculs C'est rapide, on ne voit pas les étapes intermédiaires quand on résoud une éuation C'est plus facile et plus rapide Oui, car cela est plus facile Je trouve cela plus facile Car toute la partie calcul du travail est supprimé DERIVE calcule à votre place et vous fait gagner du temps Car il y a des calculs que l'on écrit pas (par ex: equa 1) Parce que on se sert d'un clavier et non d'un stylo; on comprend mieux les calculs (meilleure présentation) Car cela change de l'ordinaire, au lieu d'écrire on tape; c'est plus intéressant On s'amuse en apprenant Soin (?) et liberté On apprend mieux Ce logiciel ne parle pas, à la différence du professeur et parfois on ne comprend pas avec le professeur car il parle trop rapidement (parfois) On comprend mieux les explications puisqu'on les applique		

42. Avoir DERIVE en permanence	**OUI** 60 %	**NON** 5 %	**SANS OPINION** 35 %

43-44. DERIVE peut donner des résultats faux	
OUI 20 %	**NON** 80 %
Si on tape quelque chose de faux DERIVE donnera un résultat faux J'ai déja obtenu 0=-324 Système d'equations	Sur des faits arrivés Car on n'a jamais eu de résultat faux quand on s'en servait Je pense que s'il fait des erreurs dans les résultats c'est qu'auparavant nous avons dû introduire une donnée fausse DERIVE est un programme et ne peut donc pas se tromper si les données qu'on lui donne sont exactes Ce sont pas des résultats faux mais des résultats approximatifs Il a était programmer pour ne pas commetre d'erreur Ce logiciel est un logiciel précis, donc sans erreurs Il nous dit que notre réponse est fausse .Non je pense qu'il peut par exemple nous montrer qu'une équation est fausse mais pas nous donner un faux résultat

45.. Activité intéréssante	46. moins intéressé	47. mieux comprises
Equations, factorisations Les sytèmes d'équations, la trigonométrie Les systèmes d'équations, car j'ai mieux compris Les systèmes d'equations (3) Les sytèmes d'équation car c'est plus difficile à comprendre Calcul à 2 inconnu Les calculs d'equations à deux inconnues, car cela nous apprend à mieux comprendre le système Systèmes d'équation car on réflechit aussi Graph: car c'est plus précis que sur du papier	Aucune (4) Calculer les coordonnées grâce au graph.	Non (3) Oui, les équations et les factorisations Résoudre les équations Je trouve par exemple que les tp effectués avec derive sur les système on permit une bonne comprehension et un bon entrainement Les systèmes d'équations (3) Système par combinaison et substitution Les équations de droite Les équations de droite, grâce au graphique

48-49. DERIVE pour les contrôles		
OUI 60 %	**NON** 00 %	**SANS OPINION** 40 %
Pourquoi pas ? Facilité On aurait sans doute plus de facilité C'est mieux qu'une calculatrice Car c'est mieux que la calculatrice car on peut voir tout les résultats qu'on aobtenu Car les calculs sont plus rapides et sont exacts Pas d'erreurs dans les calculs Car ce serait plus rapide sur les choses faciles et on pourrait passé plus vite sur les choses compliqué Car à la fin de chaque contrôle je n'est jamais fini Pour contrôler les réponses Plus rapide; vérification bonne		

50-51. DERIVE pour le prochain contrôle	Changement d'opinion qu. 48 à qu. 50: 15 %	
OUI 65 %	**NON** 5 %	**SANS OPINION** 30 %
Idem (3) Pour essayer J'aurais peut-être plus de chance de réussir Calculs plus rapide Cela irait 2 fois plus vite Car nous aurions les résultats, il faudrait seulement trouvé les étapes intermédiaires ainsi nous pourrions savoir si nos résultats sont correcte Car je comprends mieux avec Car avoir Derive me met en confiance car il ne se trompe pas tandis que moi je me trompe Pour les vérifications	Car lorsque nous aurons un examen, on ne pourra pas utiliser DERIVE alors mieux vaut ne pas s'habituer à l'avoir sous sa main	

52-64. 1: Tout à fait 4: Pas du tout	62. B. pour calculs pénibles	63. Permet ne pas se noyer dans calculs	56. Ca donne envie faire math.	60. B pour contrôle réponse	55. DERIVE » organiser. travail	52. Faire math, malgré diff. calcul litt.	59. B pour donner idées dans pb diff	61 C'est bien pour découvrir règles calc	54. Ne sert à rien (aux exams, il faut rédig.)	53. Plus besoin apprendre (fait seul)	58 Pas réponse » pas solution	57. Compliqué, ne sert à rien pour apprendre	64. Faire pb avec DERIVE » tricher
Moyenne	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3	2,3	3,4	3,7	3,7
Ecart type	0,4	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	1,1	1,0	0,4	0,7
Indifférent	10 %	10 %	35 %	5 %	10 %	10 %	20 %	25 %	30 %	10 %	10 %	5 %	5 %

1. Classe	2. Etablissement	3. Filles	Garçons	Total	Professeur
2nd	J.PERRIN	11	8	19	O. Walter

4. Calc. Collège	Calc. Lycée	Calc. Ord.	5. Pos. Gra.	6. Pos. C.F.	7. Ut.. Gra.	8. Ut. C.F.	9. Souv Math	10. Souv Maison
0 %	84 %	0 %	84 %	53 %	7 %	47 %	84 %	79 %

11. Ord. Maison	12. Souv	Assez	Rar	Jamais	Moy.	13. Pourquoi faire	
53 %	30 %	20 %	20 %	30 %	1,5	Ecrire Programmer Jeux et boulot Traitement de texte et jouer	Des traitements de texte Programmer, traitement de texte et jeux Jeux, impression de documents

14. Logi. Maths >10	3à10	1 ou 2	Jamais	Moyenne (heures)
11 %	37 %	26 %	21 %	3,8

15-16. Aimez-vous ? Pourquoi?		
OUI 47 %	**NON** 26 %	**Indifférent** 26 %
Ca change de l'ordinaire Ca change des cours habituels Donne une autre approche des Maths Cela donne une autre approche des Maths Avoir une approche différente des mathématiques C'est une façon plus amusante de faire des mathématiques Cela me permet de me familiariser avec un ordinateur surtout quand on n'a pas l'occasion de connaître	Les logiciels font ce qu'on leur demande. Ils n'expliquent ce que l'on a pas compris. Je considère cela un peu comme un jeu Cela est exactement comme une calculatrice, à part que l'on peut faire de meilleurs graphiques. L'usage de la calculatrice est plus rapide Je n'ai jamais aimé l'ordinateur Je n'aime pas me servir d'un ordinateur. C'est un appareil comme un autre	On n'en fait pas forcement une bonne utilisation Ca dépend du but de l'utilisation Les Mathématiques me laissent indifférentes

Utilisé DERIVE

17. Première année ?	18. En classe	19. CDI	20. Club	21. Maison	23. Débrouiller facile	24. Débrouiller rapide	25. Bien se servir facile	26. Bien se servir rapide	29. Difficultés rencontrées	28. A l'aise maintenant
95 %	8,18 h		0,53 h		79 %	89 %	58 %	42 %	32 %	63 %

28 ifficultés rencontrées	
Pour les graphiques c'est difficile de bien comprendre Pour faire un calcul simple Pour de petits détails d'écriture avec certaines touches, ou pour changer de l'écriture au graphique.	Mode d'emploi. Savoir connaître tout les modes de calcul c'est à dire entrer dans les bons calculs, savoir s'en servir (des calculs) Les dénominations des menus ne sont pas claires

32. Résoudre une équation		33. Apprendre à se servir de votre calcul.		35. Apprendre à utiliser DERIVE		31. Etudier une fonction		34. Apprendre à utiliser une transfo ponct.uelle	
Moy: 1,76	Ecart: 1,25	3,53	2,40	4,00	2,39	5,41	2,09	6,34	3,27

36. Etonnant	37. Possibilités à ajouter
On ne sait pas se servir de toutes ses capacités, donc rien ne paraît étonnant. Rien, c'est un programme de math étudié pour. La rapidité des réponses. Sa rapidité de calcul. Tracer de graphiques, et la rapidité étonnante de calculs avec plus de 100 chiffres. Les graphes. La facilité pour tracer des courbes, la rapidité des calculs. Les graphiques. Facilité du graphisme. Les nombreux graphiques et les calculs effectués très rapidement. Résolution d'équations. Résoudre très vite de grandes équations. Résoudre les équations. DERIVE ne m'a pas étonnée, mais ce qui m'a paru comme assez pratique, c'est sa capacité de résoudre des équations ou des systèmes de plus de 2 inconnues. Les transformations ponctuelles. Les retours en arrière.	Simplifier le logiciel et permettre l'utilisation de la souris. Effacer sans pour autant recommencer le programme. Un mode d'emploi bien précis. Un bon mode d'emploi. Détailler les calculs (par exemple dans résolution de grandes équations). Graphique 3D, et puis tout est parfait. Les volumes en 3D. Résoudre un problème à partir d'un texte. Des jeux bien cochon.

38-39. DERIVE peut nous aider		
OUI 63 %	**NON** 11 %	**Sans Opinion** 26 %
Pour tracer des graphiques. Graphiques. Pour aider à visionner grâce aux graphiques certaine fonction et à résoudre rapidement des équations. Pour résoudre des calculs compliqués et pour voir les courbes des fonctions. Dans les résolutions d'équations, avec des courbes (fonctions). Pour réviser, pour comprendre, pour apprendre. Entraînement, sert de correcteur. Pour résoudre des équations et vérifier les Pour corriger des calculs Le calcul formel, mais je ne me souviens pas comment. Pour faire du calcul formel.	Trop long- pas précis	Il peut nous faire les calculs, mais on n'obtient pas le détail du calcul; il peut seulement nous aider à vérifier les calculs, se donner une idée du graphique (mais on peut obtenir tout ça avec une bonne calculatrice); c'est juste pour apprendre à se servir d'un ordinateur, peut-être pour plus tard.

40. Différent avec DERIVE		
OUI 68 %	**NON** 26 %	**Sans Opinion** 5 %
Parce que j'aime mieux travailler sur ordinateur, c'est plus instructif que ce que nos professeurs nous apprennent. Travailler avec un ordinateur est plus distrayant. C'est plus décontracté, donc on travaille plus. Car on voie autrement la manière d'apliquer les mathématiques. C'est une autre approche, peut-être plus professionnelle. On ne travaille pas seul. Le résultat est toujours juste. On prend moins de temps. Ne peut pas expliquer la résolution de l'exercice. Nous pouvons voir immédiatement le résultat sans les étapes intermédiaires. On n'a pas toutes les étapes. Trop long, pas précis.	C'est la même chose avec le professeur Dérive fait les calculs à notre place, mais le raisonnement doit être fait par nous. Pour la bonne et simple raison que les math sont ce qu'ils sont et qu'un ordinateur ne pourrait changer tout ça; DERIVE ne nous donne juste le résultat et il faut quand même trouver le raisonnement tout seul. C'est finalement une grosse calculatrice très performante. On peut se servir de la calculatrice pour faire à peu près la même chose.	C'est un plus

42. Avoir DERIVE en permanence	**OUI** 32 %	**NON** 32 %	**Sans Opinion** 37 %

43-44. DERIVE peut donner des résultats faux	
OUI 26 %	**NON** 74 %
Oubli de parenthèses. A cause des parenthèses. Si on fait des erreurs dans notre mise en équation (les signes, les parenthèses ou les nombres) Si c'était non, la question n'aurait pas lieu d'être.	Sur différents exercices faits en classe avec Derive. La seule erreur qu'il peut y avoir c'est dans la façon dont la personne à rentrer les données; il faut avoir beaucoup d'expérience, avant de bien se servir de Derive; le pourcentage d'erreur serait moins d'une erreur pour 1000 calculs, sauf si le programme à des défaillances. Si Derive donne des résultats faux, c'est surement l'élève qui a mal rentré les données dans le programme. Pour faire le programme, on lui a appris les bases exactes; maintenant, il les applique; il ne peut pas faire d'erreurs. Les programmes ont été soigneusement; mais c'est vrai qu'il y a quelques petites chances pour qu'il y en ait. C'est un programme de math. Je part du principe qu'un ordinateur se trompe rarement (tant qu'on reste dans ce domaine). J'ai confiance en l'ordinateur. Les machines ne se trompe jamais. Théoriquement, un ordinateur ne se trompe jamais. La machine est beaucoup plus précise que l'homme.

45. Activité intéressante	46. moins intéressé	47. mieux comprises
Changer les couleurs et faire des dessins. Les graphiques. Les graphiques, complets intéressants, pratiques. Les fonctions, car grâce à Derive tout est simplifié. Résoudre le problème de la boîte à chaussure. Résoudre des équations, car il le faisait pour nous. Résolution d'équations, moins de calcul et moins de chance de se tromper. Résoudre les équations et les inéquations car c'est plus rapide qu'à la main. Sinon, c'est une vérification sûre. Résolutions équations, factorisation, développement. Factorisation: plus rapide que moi. Les résolutions, car l'ordinateur donne immédiatement les résultats et l'on peut avoir les détails du calcul afin de vérifier si on a juste ou pas. Tout était intéressant.	Les factorisation, car on en fait en cours depuis plusieurs années. Le problème fait en module, c'était plus simple à la main. Les fonctions. Résoudre des équations (trop répétitif).	L'étude des fonctions. Factorisation, développement Les équations. Les fonctions. les résolutions d'équations. Je fais plus attention, moins d'erreurs de signe ou d'autre chose. Mieux approfondir Ce sont les détails des calculs dans les résolutions.

48-49. DERIVE pour les contrôles		
OUI 47 %	**NON** 32 %	**Sans Opinion** 21 %
C'est original et moderne. Pour qu'il me fasse tous mes calculs exacts et très rapidement. Pouvoir gagner du temps. C'est très rapide. Bien plus sûr et plus rapide. Pour faciliter les calculs. Pour faciliter les calculs ou les vérifier. On pourrait vérifier si les résultats sont justes, mais c'est incorrect car c'est tricher. On peut vérifier rapidement si on a juste; dans le cas contraire, on recommence notre calcul mais on est fixé.	Je pense que ca prendrait trop de temps pour corriger, même si l'on connait. Manque de temps. Trop long pour rentrer les données. Une calculatrice, c'est bien plus simple et rapide. Pas pratique, la calculatrice est plus simple et rapide. Ca serait mâcher le travail, et si l'ordinateur faisait tout le travail, il n'y aurait plus d'intérêt. Parce que je préfère raisonner seule.	Il faut voir si il va nous servir.

50-51. DERIVE pour le prochain contrôle	Changement d'opinion qu. 48 à qu. 50 47 %	
OUI 42 %	**NON** 42 %	**Sans Opinion** 16 %
Idem ci-dessus. (4) Pourquoi pas essayer avec DERIVE ? Cela permet un travail précis et rapide. Pour pouvoir vérifier les réponses si j'ai le temps ! Cela permet de vérifier les calculs.	Idem ci-dessus. (3) Idem ci-dessus, de plus la manipulation n'est pas aisée pour moi. Plus simple avec la calculatrice. Ca perturbe, on est stressé si notre calcul est faux. on peut ainsi perdre du temps en restant sur un calcul jusqu'à ce que l'on trouve le même résultat que sur le logiciel. Je suis honnête, et si j'ai une bonne note, ce sera grâce à mon savoir et non grace au savoir de l'ordinateur. Je ne pourrais pas vraiment mon niveau de capacité si j'avais DERIVE. Ce n'est pas bien qu'il y ait toujours un ordinateur sous notre main. on perd l'habitude de calculer de tête; c'est bien si on veut vérifier un calcul.	DERIVE ne nous servira pas forcement pour le ou les sujets traités dans le contrôle. Les maths me laissent indifférente.

52-64. 1: Tout à fait 4: Pas du tout	60. B pour contrôle réponse	62. B. pour calculs pénibles	55. DERIVE » organiser travail	52. Faire math, malgré di. calc.litt.	63. Permet ne pas se noyer dans calculs	59. B pour donner idées dans pb diff.	58 Pas réponse » pas solution	61 B pour découvrir règles de calc	54. Ne sert à rien (pas aux exams)	56. Ca donne envie faire math	57. Compliqué ne sert à rien pour ap	53. Plus besoin apprendre (fait seuk)	64. Faire pb avec DERIVE » tricher
Moyenne	1,2	1,4	1,6	1,9	2	2,1	2,4	2,5	2,7	2,8	3,2	3,1	3,3
Ecart type	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1	1	1,3	1,2	1,1	1,1	0,9	1,2	1,1
Indifférent	0 %	11 %	5 %	5 %	0 %	16 %	32 %	11 %	5 %	21 %	0	5 %	0 %

1. Classe	2. Etablissement	3. Filles	Garçons	Total	Professeur
1S	Sorel Honfleur	7	11	18	G. Juge

4. Calc. Collège	Calc. Lycée	Calc. Ord.	5. Pos. Gra.	6. Pos. C.F.	7. Ut.. Gra.	8. Ut. C.F.	9. Souv Math	10. Souv Maison
0	100 %	0	89 %	33 %	78 %	22 %	94 %	83 %

11. Ord. Maison	12. Souv	Assez	Rar	Jamais	Moy.	13. Pourquoi faire	
50 %	11 %	33 %	22 %	33 %	1,22	Utilisation de logiciels, programmation, jeux	Jeux video (4)

14. Logi. Maths >10	3à10	1 ou 2	Jamais	Moyenne (heures)
11 %	39 %	11 %	39 %	3,9 h

15-16. Aimez-vous ? Pourquoi?		
OUI 89 % Parce que cela change Originalité des cours C'est intéressant et amusant à la fois Travail intéressant; autre vision des maths Permet d'évoluer plus rapidement sur le graphique et une plus grande rapidité Les calculs sont plus rapides Pratique et rapide (2) Permet d'être performant, et peut servir de vérification Meilleure assimilation de la leçon Cela permet de mieux comprendre les constructions et les problèmes	**NON** 5 % Connait mal l'ordinateur	**Indifférent** 05 %

Utilisé DERIVE

17. Première année ?	18. En classe	19. CDI	20. Club	21. Maison	23. Débrouiller facile	24. Débrouiller rapide	25. Bien se servir facile	26. Bien se servir rapide	27. Difficultés rencontrées	29. A l'aise maintenant
89 %	10 h				83 %	61 %	44 %	33 %	56	39 %

28. Difficultés rencontrées	
On mélange les calculs; les calculs ne sont pas toujours clairs Résolution d'equation Systèmes d'équation	Mon ordinateur était toujours en panne; je ne suis pas très dégourdie avec un ordinateur Souvent l'ordinateur se bloque Le fonctionnement des touches, blocage de l'ordinateur Fonction exacte de chaque touche, blocage de l'ordinateur

33. Apprendre à se servir de votre calcul.		35. Apprendre à utiliser DERIVE		32. Apprendre à calculer des intégrales		31. Etudier les variations d'une fonction		34. Résoudre un pb géom. e util. une transfo géom.	
Moy: 3,53	Ecart:1,42	4,88	1,41						

36. Etonnant	37. Possibilités à ajouter
Rien La rapidité La vitesse de calcul La représentation graphique qui se fait rapidement La résolution rapide de calculs difficiles, le tracé exact des courbes Le calcul formel Les fractions Transformations et transformations dans l'espace Les travaux de géométrie dans l'espace (par exemple, voir un même cube de différents points de vue) Derive permet à partir d'une figure en perspective, de changer Faire tourner une figure; calculer les suites aussi rapidement Diversité des utilisations (3)	Que les commandes soient plus simples, en français, bref plus accessibles Le langage Moins de rigueur dans la rédaction des calculs, des equations Les menus déroulants à la souris des menus déroulants avec souris Des jeux video Utilisation dans d'autres matières (ex: Physique) Travail pour d'autres matières (physiques, langues...) Dans d'autres matières

38-39. DERIVE peut nous aider		
OUI 72 %	**NON** 6 %	**SANS OPINION** 22 %
Gagner du temps Pour faire des calculs, des systèmes d'équations difficiles à réaliser à la main Développement, ... sans faire de calcul Les choses que l'on sait faire à l'écrit, (?) la facilité avec Derive Illustration et complément de cours Pour avoir une vision pratique des maths, appliquer le simple cours, approfondir, voir plus loin. Mieux comprendre, facilité dans la construction Derive permet, comme dans la géométrie dans l'espace, de varier l'angle de vue; permet une vérification rapide; permet d'approfondir Plus évident à voir comme pour la géométrie (facilité dans la construction) Vérification d'exercices; aide à une meilleur vision de la figure dans l'espace Exercices de géométrie dans l'espace		

40. Différent avec DERIVE		
OUI 78 %	**NON** 6 %	**SANS OPINION** 17 %
Plus facile C'est plus facile de faire des graphiques que sur le papier C'est plus amusant, plus concret, et plus imagé. C'est plus concret, et on a le graphique directement, et donc plus rapidement Parce que l'on peut obtenir les résultats sur écran et plus rapidement Différent par rapport à l'écrit: il y a une facilité Autre vision des mathématiques Activités moins rébarbatives Cela change des méthodes habituelles, met un matériel de pointe au service des Maths; c'est plus intéressant Différence avec les cours magistraux On travaille nous-même, les math. deviennent intéressant, plus attractifs Activité plus vivante		Cela peut faire gagner beaucoup de temps, mais à condition de bien connaître le clavier

42. Avoir DERIVE en permanence	**OUI** 39 %	**NON** 28 %	**SANS OPINION** 33 %

43-44. DERIVE peut donner des résultats faux	
OUI 67 % Mon opinion est fondée sur le grand nombre d'utilisations possibles (par rapport à la calculatrice) Sur l'expérience de notre calculatrice Parce que cela m'est déjà arrivé Sur mon expérience Tout dépend de la façon dont on le manipule. Il faut faire attention à ce que le calcul soit réalisable et au domaine de définition de la fonction étudiée Il faut bien maîtriser le matériel. parfois Derive ne comprend pas ce qu'on veut lui dire, interprète autrement et on peut bien se tromper. Mauvaise interprétation des commandes Si erreur de syntaxe (2) Avec erreur de syntaxe de la part de l'utilisateur	**NON** 11 % On peut croire que le résultat est faux alors que Derive a en fait répondu à une autre question car on a mal rédigé la question Si erreur de syntaxe (2)

45.. Activité intéressante	46. moins intéressé	47. mieux comprises
Calculs formels pour la rapidité d'éxécution J'ai préfére les résolutions d'equations car j'ai mieux compris ce que je faisais Les graphiques: la rapidité du calcul Graphique La géométrie dans l'espace (2) Géométie dans l'espace Le géomètre: explique mieux, image Activités géométriques Les activités avec la souris et la géométrie dans l'espace Selon moi, le travail avec la souris est assez intéressant, mais aussi celui sur la géométrie dans l'espace (on se rend mieux compte des formes dans l'espace) Activité géométrique Géométrie dans l'espace, on voit mieux, c'est moins abstrait La géométrie (3)	Calcul formel L'algèbre. pas de vrai manipulation de la part de l'utilisateur L'analyse (2) Activités analytiques Les exercies d'analyse sont très longs: on va beaucoup plus vite à la main (ex: le pivot de Gauss) Les systèmes à plusieurs équations (trop long) Système d'équation, trop répétitif Résolution de systèmes d'équation car c'est pas facile à mettre en oeuvre Géométrie pour l'incommodité de l'utilisation J'aime moins les activités de géométrie que je comprends moins	Non (3) Les résolutions de syustèmes d'equation Résolution d'équationGraphique Oui, surtout les transformations et la géométrie dans l'espace En géométrie dans l'espace, les sections de plan Oui, la géométrie dans l'espace La géométrie dans l'espace

48-49. DERIVE pour les contrôles		
OUI 33 %	**NON** 38 %	**SANS OPINION** 27 %
Avec imprimante -> facilité Plus rapide (dessins en géométrie, les calculs) Pour vérifier les calculs Derive est un outils de vérification	Je en suis pas assez rapide avec l'ordinateur Je perdrais trop de temps Parce que je perdrais du temps Pour ne pas perdre trop de temps Souvent les exercices de contrôle sont faisables à la main On devient trop dépendant	Cela peut aider ou faire perdre du temps

50-51. DERIVE pour le prochain contrôle	Changement d'opinion qu. 48 à qu. 50: 17 %	
OUI 28 %	**NON** 44 %	**SANS OPINION** 28 %
Idem ci-dessus.	Idem ci-dessus. (4)	Dépend de l'activité
Cela permet toujours de vérifier les résultats	Perte de temps si l'on ne sait pas s'en servir Pas assez l'habitude	
	Peut-être sait il faire les suites, cependant, on ne sait pas l'utiliser	
	Pour plus réfléchir	

52-64. 1: Tout à fait 4: Pas du tout	60. B pour contrôle réponse	62. B. pour calculs pénibles	59. B pour donner idées dans pb diff.	55. DERIVE » organiser travail	63. Permet ne pas se noyer dans calculs	56. Ca donne envie faire math.	61 C'est bien pour découvrir règles calc	52. Faire math. malgré diff. calcul litt.	54. Ne sert à rien (aux exams, il faut rédig.)	64. Faire pb avec DERIVE » tricher	57. Compliqué, ne sert à rien pour apprendre	53. Plus besoin apprendre (fait seul)	58 Pas réponse » pas solution
Moyenne	1,3	1,4	1,5	1,6	2,0	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	3,1	3,2	3,5
Ecart type	0,6	0,6	0,7	0,9	1,0	0,5	0,8	0,7	0,7	1,1	0,6	0,9	0,6
Indifférent	0	0	0	5 %	11 %	28 %	17 %	11 %	5 %	17 %	33 %	5 %	17 %

1. Classe	2. Etablissement	3. Filles	Garçons	Total	Professeur
TC	Deck Guebwiller	44 %	56 %	18	E. Meyer

4. Calc. Collège	Calc. Lycée	Calc. Ord.	5. Pos. Gra.	6. Pos. C.F.	7. Ut.. Gra.	8. Ut. C.F.	9. Souv Math	10. Souv Maison
0	89 %	11 %	94 %	17 %	94 %	17 %	89 %	100 %

11. Ord. Maison	12. Souv	Assez	Rar	Jamais	Moy.	13. Pourquoi faire
39 %	29 %	43 %	29 %	00 %	2	Maths, Jeux , Traitement de texte. Programmation, traitement de texte, applications diverses, jeux. Consulter une banque de données et sortir certains documents sur imprimante Jeux, programmation, traitement de texte. Edition de documents, type exposé, base de données, tableur. Petits programmes (analyse de parties)

14. Logi. Maths >10	3à10	1 ou 2	Jamais	Moyenne (heures)
17%	22 %	17 %	39 %	3,6

15-16 Aimez-vous ? Pourquoi?		
OUI 56 %	**NON** 17 %	**Indifférent** 28 %
Méthode intéressante et originale de travail. Méthode originale. C'est un changement dans les méthodes de travail. C'est une autre manière de faire les maths, c'est plus rapide en ce qui concerne les calculs (dérivées, primitives, limites, factorisations...). Ca va vite et c'est un autre outil et un autre moyen de travail Gain de temps Ils permettent de vérifier des résultats, d'accélerer les calculs difficiles à la main. Possibilité de vérifier les résultats, rapidité. Cela permet de vérifier ses résultats On peut mieux comprendre les calculs; calcul rapide Possibiliités graphiques.	Car le programme est très vaste, et l'utilisation d'un logiciel ne sert pas dans l'immédiat. Alors, il vaudrait mieux traiter le programme. Je n'en vois pas l'intérêt si on s'en sert pour préparer un examen. Les ordinateurs sont peut-être (sûrement) plus puissants que les calculatrices, l'informatique est peu-être l'avenir, MAIS les ordinateurs sont interdits aux examens	Ce peut être intéressant, mais pas toujours Non seulement il faut réfléchir sur l'exercice, mais aussi sur l'utilisation de Derive

Utilisé DERIVE

17. Première année ?	18. En classe	19. CDI	20. Club	21. Maison	23. Débrouiller facile	24. Débrouiller rapide	25. Bien se servir facile	26. Bien se servir rapide	27. Difficultés rencontrées	29. A l'aise maintenant
78 %	4	0	1	7	100 %	94 %	67 %	22 %	44 %	50 %

28. Difficultés rencontrées	
Beaucoup de menus (avec abréviations) ; difficile de trouver une fonction (ex: dériver, tracer la courbe) Calcul de limites d'intégrales (bornes) Pour factoriser	Mémorisation des méthodes Comment ajouter (effacer) un therme dans un calcul; comment on passe du graph 2D en 3D et inversement Connaître les touches, travail sur les graphes Zoom sur les graphiques

32. Résoudre une equa diff. du premier ordre		35. Apprendre à utiliser DERIVE		33. Apprendre à se servir de votre calculatrice		31. Calculer ave des nombres complexes		34. Etudier la convergence d'une suite	
Moy: 2,2	Ecart:1,8	2,8	1,9	3,3	2,2	3,8	1,8	4	2

36. Etonnant	37. Possibilités à ajouter
Je n'ai pas assez utilisé Derive pour répondre La rapidité avec laquelle il calcule La rapidité d'éxécution d'opérations Trouver des valeurs exactes, là où c'est difficile à la main; calcul intégral Calcul des dérivées et intégrales, limites; simplifications, combinaisons permutations Calculer une derivé Mise en facteur, développement d'équations, recherche de limites, de dérivés et intégrales avec solutions littérales Recherche de primitives très complexes Résoudre des équations de degré élevé. trouver des primitives	Je ne connais pas toutes les possibilités de Derive (2) Aucune, il est assez complet Utilisation de la souris; version sous Windows "Applicable" sur une calculatrice pour les examens Tableau de variations complet Faire de la géométrie, plans et espace comme le logiciel GEOMETRE Des rappels, dans une options spécificque, du théorème qu'utilise la machine lorsqu'elle résoud, par exemple, une équation, ou cherche les limites. Montrer les stades du calcul, et éventuellement intégrer des démonstrations au logiciel Que l'on puisse consulter les résultats intermédiaires et pas seulement la réponse.

38-39. DERIVE peut nous aider		
OUI 72 %	**NON** 17 %	**Sans Opinion** 11 %
Pour vérifier des calculs. Vérifier des résultats (3). Il permet de vérifier les résultats obtenus en utilisant les commandes nécessaires pour arriver aux mêmes résultats. En vérifiant les calculs s'ils sont faux (et on sait maintenant quand ils le sont), on peut alors suivre une autre démarche (à la main) jusqu'à trouver le bon résultat Résoudre exercices et problèmes; donne une certaine assurance. Pour une résolution plus rapide. On peut factoriser les fonctions, calculer leur dérivée et leurs primitives. Factorisation, dérivée, limites, rapidement. Factoriser, dérivée, calcul limite Pour trouver les solutions et ainsi orienter les recherches qui aboutissent à la solution. Pour anticiper.	Il faut comprendre ce qu'on fait, sinon cela ne sert à rien Derive permet de vérifier ses résultats	

40. Différent avec DERIVE		
OUI 67 %	**NON** 22 %	**Sans Opinion** 11 %
Les réponses sont "artificielles" On réfléchit moins, on travaille moins Aucune méthode (rien que des résultats) Les astuces à voir lors d'une résolution manuelle ne sont plus à remarquer avec DERIVE Il fait les calculs à notre place Plus rapide, moins d'erreurs Il facilite les calculs On est sûr de voir si le résultat est faux, donc de savoir si on a fait une erreur Pas d'application numérique Les problèmes rencontrés changent	C'est juste une méthode plus originale C'est seulement plus rapide	Quel peut en être l'intérêt ?

42. Avoir DERIVE en permanence	**OUI** 28 %	**NON** 28 %	**Sans Opinion** 44 %

43-44 Resultat Faux		
OUI 28 %	**NON** 28 %	**Non Réponse** 44 %
Rien n'est infaillible Un ordinateur n'est pas plus intelligent qu'un homme Défauts connus des calculettes (approximation p. ex.) Derive ne connait pas toutes les hypothèses d'un énoncé et peut donc donner des résultats eronnés Mauvaise entrèe des données ou mauvaise lecture de l'énoncé, ou erreur de frappe	C'est une machine, donc elle ne se trompe que si l'on sen sert mal A moins de taper une opération "fausse"; intuition. de plus l'informatique est généralement considérée comme fiable Sauf si l'utilisateur programme mal une fonction et qu'il n'obtient pas le résultat qu'il attend	Je ne l'ai pas utilisé suffisamment pour pouvoir répondre

45. Activité intéressante	46. moins intéressé	47. mieux comprises
L'étude de la fonction (première activité) car non limité par le temps. La première activité a été très intéressante, car elle a permis la résolution très rapide d'un problème de mathématiques Etude de fonction La simplification d'écritures mathématiques Calcul de dérivée Faire une étude de problème Observation des R.G. (très précises: zoom) C'est le fait de se servir d'un ordinateur, de savoir, voire d'apprendre à s'en servir à des fins utiles (autre chose que des jeux..)	Nous n'avons travaillé que 2 heures sur Derive, durant lesquelles j'ai appris à m'en servir, ce qui m'a intéressé, donc... Aucune La seconde, car limité par le temps, soucis de finir rapidement, donc on ne prend pas le temps d'explorer les différentes possibilités du logiciel. Limiter dans le temps bloque la curiosité de l'utilisation du logiciel. La seconde activité a été moins intéressante, le travail à réaliser n'a pas été correctement compris Recherche des limites (aucune explication) Applications numériques	Non (6) La continuité en un point x donné; dérivabilité, intégrale Les intégrales Les calcus de dérivabilité, les intégrales, etc.. Recherche d'asymptotes, recherche de limites Asymptotes Derive permet d'être plus proche de l'exercice, ne pas se perdre dans les calculs

48-49. DERIVE pour les contrôles		
OUI 78 %	**NON** 17 %	**Sans Opinion** 6 %
Pour un gain de temps Gain de temps Pour aller plus vite, mais je ne sais pas si cela va bien me servir car Derive fait le travail à ma place Ca va plus vite Gain de temps, fiabilité des résultats Pour vérifier les résultats Pour vérifier mes résultats Vérification des résultats, calculs de primitives, de limites... Vérification des calculs Vérification des résultats, donne une plus grande rapidité d'éxécution, avec correction possible Vérification des résultats (simplification d'expressions, développement, dérivées, asymptote...) Pour vérifier mes résultats. Pour obtenir la dérivée d'une fonction, ses primitives, les limites... Pour être sûre d'avoir les résultats justes avec DERIVE et pouvoir aussi savoir si il y a une erreur dans mes calculs fait à la mains Pour vérifier les résultats. pour avoir des pistes de résolution an ayant les réponses	Les questions "bateau" comme étude de la fonction ne vaudront plus le point qu'elles valaient jusque là car elles seront plus faciles à vérifier Mauvaise préparation au Bac	Derive resoud quelque fois, mais n'explique pas

50-51. DERIVE pour le prochain contrôle		Changement d'opinion qu. 48 à qu. 50: 22 %
OUI 78 %	**NON** 06 %	Sans Opinion 17 %
Idem ci-dessus.(6) Ca peut toujours servir! Gain de temps, moyen de vérification Vérification occasionnelle de calculs (simplification, limites...) Il est agréable de pouvoir vérifier les résultats de calculs longs du type développements ou dérivés Si on a assez de temps pour l'utiliser pour vérifier pourquoi pas ? Pour vérifier mes calculs (mais ça n'apporte rien aux pb de méthode) Cela permettrait de perdre moins de temps pour les questions usuelles (limites, dérivées..) et de pouvoir consacrer plus de temps pour les questions qui demandent une réflexion plus poussée. Dans un premier temps, je voudrais savoir si Derive est nécessairement un outil performant lors d'un contrôle, ou s'il sert uniquement à faire perdre du temps.	Nous ne sommes pas des assistés	Dépend du critère de correcction: si on utilise Derive, le prof devrait être plus sévère sur la rédaction. Si l'élève n'utilise pas Derive, le prof devrait alors être plus indulgent

52-64. 1: Tout à fait 4: Pas du tout	62. B. pour calculs pénibles	60. B pour contrôle réponse	63. Permet ne pas se noyer dans calculs	59. B pour donner idées dans pb diff.	55. DERIVE » organiser. travail	52. Faire math, malgré diff. calcul litt.	56. Ca donne envie faire math.	54. Ne sert à rien (aux exams, il faut rédig.)	64. Faire pb avec DERIVE » tricher	61 C'est bien pour découvrir règles calc	53. Plus besoin apprendre (fait seul)	57. Compliqué, ne sert à rien pour apprendre	58 Pas réponse » pas solution
Moyenne	1,1	1,2	1,4	1,4	1,7	1,7	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,4	3,3
Ecart type	0,3	0,7	0,5	0,6	0,6	0,8	0,6	1,0	1,0	1,1	1,3	0,8	1,5
Indifférent	11 %	0	5 %	11 %	0	0	28 %	0,5	22 %	17 %	0	0	17 %

1. Classe	2. Etablissement	3. Filles	Garçons	Total	Professeur
TC	Rotrou	35 %	65 %	26	D. Bouquet

4. Calc. Collège	Calc. Lycée	Calc. Ord.	5. Pos. Gra.	6. Pos. C.F.	7. Ut.. Gra.	8. Ut. C.F	9. Souv Math	10. Souv Maison
4 %	96 %	0	77 %	0	77 %	0	62 %	88 %

11. Ord. Maison	12. Souv	Assez	Rar	Jamais	Moy.	13. Pourquoi faire	
38 %	40 %	20 %	40 %	0	2	Programmer en Turbo-Pascal Jeux (7) Traitement de texte (3)	Math., Physique,Géographie Dessin Musique

14. Logi. Maths >10	3à10	1 ou 2	Jamais	Moyenne (heures)
23 %	2 %	31 %	31 %	3,86

15-16. Aimez-vous ? Pourquoi?		
OUI 54 %	**NON** 4 %	**Indifférent** 38 %
C'est instructif et intéressant, mais j'aurais voulu voir comment s'effectue l'élaboration d'un tel logiciel Intéressant et on voie une manière de faire les mathématiques Cela donne une autre approche des maths Donne une autre approche des maths Il permet d'approfondir les exercices et de voir plus de choses. Logiciels facilitent certains calculs, certaines manipulations. Il permet de faire des calculs importants plus rapidement Permet de se servir de l'informatique Pour apprendre à utiliser un logiciel sur ordinateur	Ne m'intéresse pas	Certains programmes sont utiles et intéressants, d'autres moins. Quelques programmes intéressant d'autres sont rébarbatifs (impression de perte de temps qui pourrait être utilisé pour des exercices en demi groupe: TD) Perte de temps Programmes rébarbatifs (2) Peu de connaissances en informatique.

Utilisé DERIVE

17. Première année ?	18. En classe	19. CDI	20. Club	21. Maison	23. Débrouiller facile	24. Débrouiller rapide	25. Bien se servir facile	26. Bien se servir rapide	27. Difficultés rencontrées	28. A l'aise maintenant
88 %	15				96 %	94 %	88 %	42 %	35 %	77 %

Difficultés rencontrées	
Mode de calcul difficile à trouver Dans les premières heures à cause d'une mauvaise connaissance du logiciel et du clavier Connaître le menu	Utilisation des menus sous menus Juste au début car je n'en avai pas faitt auparavant Au début par manque de pratique et de connaissance du logiciel Au début Difficulté pour trouver les bonnes commandes au départ

33. Apprendre à se servir de votre calcul.		32. Etudier les variations d'une fonction		31. Apprendre à calculer des intégrales		35. Apprendre à utiliser DERIVE		34. Résoudre un pb géom. e util. une transfo géom.	
Moy: 2,54	Ecart:	2,73		3,61		3,88		7,38	

36. Etonnant	37. Possibilités à ajouter
Rien (2) Rapidité d'éxécution (4) Vitesse de réponse (2) Vitesse de calcul (4) Rapidité d'éxécution et résolution d'equations La simplification et la rapidité des calculs Résolutions d'équations et leurs valeurs approchées. Courbes paramétrées. Travailler sur les coniques, représenter des courbes paramétrées et nombres complexes courbes paramétrées et nombres complexes Le plus étonnant est la vitesse pour nous donner des dérivées qui sont parfois compliquées Complexité des calculs possibles Complexité des calculs Calculs avec fonctions trigo. et paramétrées Résultat en valeur exacte (2) Tout est intéressant	Rien (2) Pas de langage informatique Rendre la partie graphique plus facilement utilisable améliorer la prise en main Tableau de variations d'une fonction (2) La rédaction d'un problème Possibilité d'avoir accès aux calculs intermédiaires La technique de calcul Calculs intermédiaires (4) Qu'il met le raisonnement qu'il a effectué pour prouver une résolution. Qu'il parle (3) et qu'il explique Justificatif lors des calculs de limite Qu'il explique ses résultats

38-39. DERIVE peut nous aider		
OUI 62 %	**NON** 15 %	**Sans Opinion** 23 %
Pour faire le graphique avec les equations paramétrique Résoudre des calculs compliqués; visualisation graphique (courbes paramétrées); factorisation; vérifications Calculer les dérivées, visualiser les graphiques, résoudre des équations. Calculs Résoudre le début d'un problème Résoudre une équation ou aider à étudier une fonction Résoudre des calculs difficiles. Gain de temps: résolution de calculs difficiles Factorisation, calculs difficiles ou trop long. Pour les résultats, les développements, la factorisation, et en les comparant à ce que l'on a fait Pour vérifier le résultat Vérifier des résultats Vérifier par exemple un résultat d'une dérivée, des calculs difficiles à faire à la main Permet de vérifier les résultats	Cela ne met pas le raisonnement effectué	Trop long à taper. Bien pour f. paramétrées

40. Différent avec DERIVE		
OUI 65 %	**NON** 12 %	**Sans Opinion** 24 %
C'est plus amusant C'est plus facile On accompagne les mathématiques d'une activité agréable, c'est moins pénible C'est une autre façon de faire des maths Les résultats des calculs sont trouvés plus rapidement, (c'est de plus pratique) et avec Derive on est sûr de ne pas se tromper Les problèmes et exercices sont résolus plus rapidement La machine fait les calculs et nous la reflexion On obtient les résultats directement et sans être obligé de passer par différentes étape Pour Derive, toute les étape intermédiaire qu'un individu doit faire n'apparaissent pas à l'écran Oui, car donne les résultats numériques, mais ne donne pas le fondement de la résolution Difficultés parfois à comprendre le pb, => il n'y a pas de calculs intermédiaires Démarche difficile à comprendre; pas d'étapes intermédiaires C'est un avantage, mais on n'établit pas un travail de fond pour les calcul C'est plus ou moins long selon qu'on se serve plus ou moins bien du logiciel	Cela revient au même, mais plus rapide avec Derive	Parce qu'il nous donne les résultats, mais sans les explications

42. Avoir DERIVE en permanence	**OUI** 42 %	**NON** 19 %	**Sans Opinion** 24 %

43-44. DERIVE peut donner des résultats faux	
OUI 23 %	**NON** 69 %
Première expérience avec Derive: fonction dérivée avec des complexes. Etude de la continuité Expérience personnelle Si il a été mal programmé, car il a été programmé par l'homme qui peut très bien se tromper=> faute de programmation Quand on lui demande des choses incohérentes; quand c'est trop dur pour l'ordinateu	Expérience personnelle (2) Par expérience personnelle, c'est souvent l'utilisateur qui a rentré de mauvaises donnés en cas d'erreur. Il ne m'a jamais donné de calculs faux Si Derive fait une erreur, c'est nous qui l'avons faite au départ car c'est nous qui entrons le programme au début Si les résultats sont faux, c'est que l'on s'est trompé en entrant certaines données La machine ne peut pas faire d'erreur, c'est par contre l'utilisateur qui peut en faire. Car l'ordinateur est la machine la plus intelligente que l'homme ait créé; non, en fait, si la programmation du logiciel est parfaite, je pense que les résultats seront bons. Car c'est un ordinateur, donc une pièce parfaite (vu que le programme et bien fait donc... Car si la programmation est parfaite => pas de problème et si on rentre la bonne fonction, on aura la bonne réponse. Car les résultats faux qu'il peut donner viennent en fait de l'utilisateur qui rentre l'equation par exemple puisque si la machine fait des erreurs par rapport à ce que nous jugeons vrai, elle a donné les bons résultats vis à vis du programme qu'elle a reçu. Donc, si elle donne de mauvais résultats, c'est à cause d'une erreur humaine. Derive est programmé pour différentes fonctions; l'erreur peut provenir d'une mauvaise commande de la part de l'utilisateur (oui et non) oui: sur une mauvaise manipulation de l'utilisateur. dans le cas du résultat faux, par rapport au problème; non: par rapport aux données donné à Derive par l'utilisateur, Derive ne donnera pas de résultat faux.

45.. Activité intéréssante	46. moins intéressé	47. mieux comprises
Aucune Toutes les activités sont intéressantes Les courbes paramétrées (7)) Graphique Les coniques (6) Les calculs avec nombres complexes parce qu'ils sont très long à la main (3). Résolution de calculs complexes (on gagne du temps) Graphiques, coniques TP sur Intégrales et suites Factorise(3), simplifie, derive, calcul intégral(3) Travail sur les suites (représentation graphique) ; intégrales Le calcul	Aucune (2) Pas spécialement (2). Les transformations (3) Similitudes TP sur les tangentes à la parabole Les complexes (2) Approximation, calcul intégral, courbes paramétrées Etude de variations de fonctions car on est obligé de refaire les calculs afin d'expliquer	Non (14) Je ne sais pas Visualisation des coniques Transformation du plan (grace à la fonction graphe) L'utilisation des courbes paramétrées (2) Résolution d'inequation et prouver un encadrement

48-49. DERIVE pour les contrôles		
OUI 42 %	**NON** 46 %	**Sans Opinion** 12 %
Gain de temps Ca va vite et ça évite bcp de calculs et bcp d'erreurs Permet d'aller plus vite Cela m'éviterais de perte de temps pour les gros calculs Les calculs sont plus rapides Derive nous facilite la tâche car il nous donne le résultat et des étapes qui peuvent aider le manipulateur Pour vérifier résultats => moins de fautes. Il y aurait peut-être moins de fautes... Pour vérifier les résultats (2) Vérification de résultats	Trop long à taper et à trouver le mode de calcul Il faut donner un certain nombre d'information à Derive qui perd du temps Parce que lorsqu'on ne sait pas beaucoup s'en servir, on perd beaucoup de temps L'ordinateur serait encombrant On perdrait plus de temps avec l'ordinateur. En plus les démonstrations sont nécessaires, ce que l'ordinateur n'établit pas. Parce qu'on perdrait plus de temps à taper sur la machine que de le faire à la main. Et de plus, il faut bien que nous apprenions à calculer vite et bien. Cela en démontrerait pas les capcités de l'élève en maths, mais en informatique. Certains profs de DEUG oblige les élèves à utiliser une calculatrice non programmable La machine ne doit pas réfléchir à notre place Nous devons réfléchir, pas faire réflechir la machine. Ne possède pas assez bien le logiciel pour pouvoir m'en servir seule. Préfére réflechir sur papier. La machine bloque la reflexion.	Complexité des problèmes Car il se trompe rarement, mais on perd du temps à entrer les fonctions et à l'exécuter

50-51. DERIVE pour le prochain contrôle		Changement d'opinion qu. 48 à qu. 50: 27 %
OUI 42 %	**NON** 42 %	Sans Opinion 16 %
Idem ci-dessus. (6) Si on n'est pas obligé d'expliquer les calculs	Idem ci-dessus. (5) ISi ce n'est que pour vérifier les résultats des calculs, j'accepterai, sinon je ne désire pas avoir Derive. Il n'y a pas assez de place sur les tables La notation du prof sera en conséquence Car le jour d'une épreuve, Derive ne sera pas accepté.; il faut se mettre dans les conditions d'une épreuve le jour d'un contrôle	Idem ci-dessus. (1) Si on a DERIVE, on vérifie notre résultat, mais on peut parfois les vérifier avec notre calculatrice. Pazrce qu'il nous donne les résultats, mais on est obligé de faire les calculs intérmédiaires qui nous donnent aussi les résultats. Dépend du type de clalcul à effectuer

52-64. 1: Tout à fait 4: Pas du tout	60. B pour contrôle réponse	62. B. pour calculs pénibles	55. DERIVE » organiser travail	63. Permet ne pas se noyer dans calculs	59. B pour donner idées dans pb diff	52. Faire math malgré diff. calcul litt	56. Ca donne envie faire math.	54. Ne sert à rien (aux exams, il faut rédig.)	61 C'est bien pur découvrir règles calc	57. Compliqué ne sert à rien pour apprendre	58 Pas réponse » pas solution	64. Faire pb avec DERIVE » tricher	53. Plus besoin apprendre (fait seul)
Moyenne	1,0	1,1	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,5	2,6	3,2	3,73	3,3	3,5
Ecart type	0,2	0,4	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	0,8	0,9	0,44	0,8	0,8
Indifférent	4 %	0	15 %	12 %	11 %	15 %	30 %	4 %	35 %	4 %	11 %	19 %	0

Bibliography on DERIVE

edited by

Bernhard Kutzler

(Soft Warehouse Europe, Austria)

15. September 1993

AHONEN E, 1993. **The Mechanics of Erkki Ahonen**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 10-14 (part 1), and no 10, pp 12-14 (part 2).

APPEL H, 1992a. **Anwendungsbezogene Mathematik mit DERIVE in der Realschule (German; Applied Mathematics with DERIVE)**. In: *[Böhm 92a]*, pp 287-298.

APPEL H, 1992b. **Zum Einsatz des Programmes DERIVE im Mathematikunterricht der Realschule (German; Using DERIVE to Teach Mathematics)**. In: *"Computer und Unterricht"*, no 7: "Kopieren", pp 64ff.
***** DC

APPEL H, 1992c. **Zur Problematik des Einsatzes von DERIVE im Mathematikunterricht (German; On the Problem of Using DERIVE to Teach Maths)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 5, pp 18-21.

APPEL H, 1992d. **Wunschliste für Verbesserungen (German; Wishlist for Improvements)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 6, pp 17-19.

APPEL H, 1993a. **Anwenden und Üben von Lerninhalten mit Hilfe des Programmes DERIVE (German; Using DERIVE to Apply and Practice Maths)**. In: *"Computer und Unterricht"*, no 10: "Üben".
***** DC

APPEL H, 1993b. **Neue Aufgaben - alte Aufgaben (German; Old Assignments - New Assignments)**. In: *"Proc. 10. Arbeitstagung des AK Mathematikunterricht und Informatik in der GDM"* (ed. H. Hischer), Franzbecker, Hildesheim.
***** DC

APPEL H, 1993c. **CABRI und DERIVE - ein Unterrichtsbeispiel für den gemeinsamen Einsatz (German; CABRI and DERIVE - An Example for their Joint Use)**. In: "Proc. 10. Arbeitstagung des AK Mathematikunterricht und Informatik in der GDM" (ed. H. Hischer), Franzbecker, Hildesheim.
***** DC

APPEL H, 1993d. **Erfahrungsbericht - DERIVE im Mathematikunterricht (German; Experiences - Teaching Maths with DERIVE)**. In: *"Proc. 27. Bundestagung für Didaktik der Mathematik in Fribourg"*.
***** DC

APPEL H, BRAND R, 1991. **Joint Venture DERIVE und CABRI im Mathematikunterricht (German; Joint Venture - Teaching Mathematics with DERIVE and CABRI)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 4, pp 18-22.

ARNEY D C, 1991. **DERIVE Laboratory Manual for Differential Equations**. Addison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-57268-0, 255 pages.

ARNEY D c, 1992a. **Exploring Calculus with DERIVE**. Addison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-52839-8, 166 pages.
*****

ARNEY D C, 1992b. **The Student Edition of DERIVE**. Addison-Wesley Publishing Company, ISBN 0-201-50664-5, 387 pages.

ASPETSBERGER K, 1990. **Computeralgebra-Systeme im Mathematikunterricht (German; CAS for Teaching Mathematics)**. In: *"IST-News"*, vol 1/90, pp 6-8.

ASPETSBERGER K, 1991. **Computeralgebra-Systeme im Mathematikunterricht (German; CAS for Teaching Mathematics)**. In: *"Proc. Lehrerfortbildungstagung 1991, Univ Vienna, 5 April 1991"*.

ASPETSBERGER K, 1992a. **Der Einsatz von DERIVE im Rahmen der Analytischen Geometrie (German; Using DERIVE for Analytical Geometry)**. In: *"Proc. 21st Kolloquium Mathematik-Didaktik"*, Universität Bayreuth, pp 4-13.

ASPETSBERGER K, 1992b. **Using DERIVE in Analytic Geometry**. In: *[Böhm 92a]*, pp 21-28.

BABSON J, 1989. **Computer Algebra**. In: *"Foglight"*, Jul'89, pp 16ff.
***** (SWH)

BARZEL B, 1991. **Taylorreihenentwicklung mit DERIVE (German; Taylor Series Expansion with DERIVE)**. *"Mathematik betrifft uns"*, no 6/91-1, 33 pages.

BARZEL B, 1992. **Taylor Series Expansion**. In: *[Böhm 92a]*, pp 57-62.

BENEKE T, SCHWIPPERT W, 1991. **Mathematisches Programmpaket mit tollen Möglichkeiten (German; Mathematical Softwareproduct with Exceptional Possibilities)**. In: *"Infografik"*, no 3/91, p 6-10.

BERRY J, GRAHAM T, WATKINS A J P. **Some Experiences of Using DERIVE at Plymouth**. *"CTM: Research Report"*, no 7, 11 pages.

BERRY J, GRAHAM T, WATKINS A J P, 1993. **Learning Mathematics Through DERIVE**. Ellis Horwood (Simon&Schuster International Group), 250 pages.

BERRY J, WATKINS T, 1992. **Report on an Educational Visit to Austria (21st-28th May 1992**). *"CTM: Internal Report"*, no 1, 18 pages.

BEILBY M, 1991. **DERIVE Version 2.01 Review**. In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 2, no 1, p 7.

BETTS K S, 1990. **Math Packages Multiply**. In: *"Mechanical Engineering"*, Aug'90, p 32.
***** (SWH)

BIBBY N, 1989. **DERIVE A Mathematical Assistant**. In: *"PC User"*, no 105, p 110.
*****

BIBBY N, 1991. **Wherefore plug-and-chug?: Computer Algebra versus A-level Mathematics**. In: *"The Mathematical Gazette"*, vol 75, no 471, pp 40-47.

BÖHM J, D-N-L. **DERIVE-NEWS-LETTER 1-10**. The Bulletin on the DERIVE User Group, 1991-1993 approx. 310 pages.

BÖHM J, 1991a. **Finanzmathematik mit DERIVE (German; Financial Mathematics with DERIVE)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 1, pp 13-22 (part 1), and no 2, pp 9-17 (part 2).

BÖHM J, 1991b. **Solving ODEs Using DERIVE**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 2, pp 22-28 (part 1), and no 3, pp 15-33 (part 2).

BÖHM J, 1991c. **How to Write my Own Demo-File**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 4, p 30.

BÖHM J, 1992a. **Teaching Mathematics with DERIVE - Proceedings of the International School on the Didactics of Computer Algebra, April 27-30, 1992, Krems, Austria**. Chartwell-Bratt Ltd., ISBN91-44-37891-2, 298 pages.

BÖHM J, 1992b. **The Riemann Integral and DERIVE - An Attempt.** In: *[Böhm 92a]*, pp 63-96.

BÖHM J, 1992c. **Selfmade Scales.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 5, pp 28-30.

BÖHM J, 1992d. **Riemann at Random with DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 17-21.

BÖHM J, 1992e. **Roses in my DERIVE Garden.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 24-27.

BÖHM J, 1993. **Trigonometry for the Classroom.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 15-17.

BORCHERDS P H, MCCAULEY G P, 1990. **Computer Algebras: A Reaction on Meeting REDUCE and DERIVE for the First Time.** In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 1, no 1, p 10.

BORKOWSKI M, 1992. **DERIVE znaczy "wyprowadzi'c" (Polish).** In: *"Bajtek, Magazyn Komputerowy"*, no 4(80)'92, p 24.

BROOK J, 1992. **Programming with Equations.** In: *"Program Now"*, no 11/92, pp 23-24.

BURBAGE J, 1990. **DERIVE - A Mathemtical Assistant Version 1.53 (Review).** In: *"PC Report"*, May'90, pp 37-39.

CASTELLETTI M, 1989. **A Lezione di Matematica (Italian; Take a Maths Lesson).** In: *"SP Computer Magazine"*, Jun'89, pp 162-166.
***** DC

CASTELLETTI M, 1990. **DERIVE Ovvero dieci in matematica (Italian).** In: *"Amstrad"*, no 4'90, pp 72-80.

CASTELLETTI M, 1991. **DERIVE V2: Sempre dieci in matematica (Italian).** In: *"Amstrad"*, no 7'91, pp 38-44.

CASTELLETTI M, 1992. **Esperimenti didattici con un programma di Computer Algebra.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, p 28 (part 1), and no 8, pp 23-26 (part 2).

CHADID I C, 1992. **Como Hacer Matematicas Con DERIVE (Spanish).** Editorial Reverte' Colombiana S.A., ISBN 958-95511-0-6, 446 pages.
*****

CHIP-ÖSTERREICH, 1991. **DERIVE - Der Mathematikassistent (German; DERIVE - A Mathematical Assistant).** no 3/91, p 13.

CLEMENTS D, 1990. ***DERIVE, A Mathematical Assistant for your Personal Computer.*** In: *"The Economic Journal"*, Sep'90, p 1034.
***** (SWH)

COFFEE P, 1989a. **It Takes More Than Just a Mouse to Make a GUI.** In: *"PC Week"*, 23 Oct 89, p 48.
***** (SWH)

COFFEE P, 1989b. **Math Packages for the PC and Macintosh.** In: *"PC Week"*, 30 Oct 89, pp 52-58.
***** (SWH)

COM, 1991. **alpha tangens omega (German; Review).** no 3/91, p 82.

COMPUTER SHOPPER, 1991. **DERIVE.** March 1991.

COMPUTER SHOPPER, 1993. **Numeric vs Symbolic Computation (Comparative Review).** June 1993, pp 37-40.

CURRIE I. **Algebra Minus the Pain.** In: *"The Times Educational Supplement"*.

CZERWINSKI R, 1991. **DERIVE.** In: *"Mathematics & Computer Education"*, Winter'91, p 103.
***** SWH

DECKER R, MCGIVNEY R, WILLIAMS J, 1990. **Software Reviews - DERIVE, A Mathematical Assistant.** In: *"The Amatyc Review"*, vol II, no 2, p 77.
***** (SWH)

DEMAROIS P, 1992. **College Algebra Laboratories Using DERIVE.** MathWare, ISBN 0-9623629-1-3, 124 pages.

DER DEUTSCHE TECHNIKER, 1991. **Ausprobiert: DERIVE Version 2 (German, Review).** no 3/91, p 83.

DOUGLAS R E, 1991. **Choose PC Software or Scientific Calculators to Tame Tough Math.** In: *"EDN"*, 14 March 1991, p 115.
***** SWH

DRIJVERS P, 1991. **Computeralgebra en wiskunde onderwijs (Dutch; Computer Algebra and Math Education).** In: *"De Nieuwe Wiskrant"*, vol 10, no 4, pp 23-26.
***** DC

DRIJVERS P, 1992a. **DERIVE in the Classroom.** In: *[Böhm 92a]*, pp 133-140.

DRIJVERS P, 1992b. **Wiskunde leren met DERIVE (Dutch; The Learning of Mathematics with DERIVE).** Teacherbook, ISBN-90-01-25992-8, 80 pages; Studentbook, ISBN 90-01-25991-X, 55 pages.
***** DC

DRIJVERS P, 1992c. **Het ecosysteem van de Biesbosch, modelbouw en simulatie met DERIVE (Dutch; The Ecosystem of the Biesbosch, Modelbuilding and Simulation Using DERIVE).** In: *"De Nieuwe Wiskrant"*, vol 11, no 2, pp 12-16.
***** DC

DRIJVERS P, 1992d. **De kettingregel met DERIVE, een lesverslag (Dutch; The Chain Rule Using DERIVE, Report of a Lesson).** In: *"Euclides"*, vol 67, no 8, pp 242-247.
***** DC

ECKER M W, 1990a. **DERIVE - An Inexpensive Alternative to Mathematica.** In: *"Computer Shopper"*, Jone'90, pp 332ff.

ECKER M W, 1990b. **DERIVE, A Mathematical Assistant for Your Personal Computer.** In: *"PC AI"*, Mar/Apr'90, pp 41-45.
***** (SWH)

ELKINS T A, 1989. **Soft Warehouse Inc.'s DERIVE.** In: *"Computer Language"*, Oct'89, p 95.
***** (SWH)

ELLIS W Jr, LODI E, 1991. **A Tutorial Introduction to DERIVE.** Brroks/Cole Publishing Co, ISBN 0-534-15522-7, 94 pages.
*****

ELRAD, 1993. **DERIVE 2.51 (German).** no 3/93, p 16.

ENGEL A, 1990. **Eine Vorstellung von DERIVE (German; An Introduction to DERIVE).** In: *"Didaktik der Mathematik"*, vol 18, pp 165-182.

ESPOSITO J, 1990. **Enhance your Math Prowess with Software & Hardware.** In: *"Modern Electronics"*, May'90, pp 19-21.
***** (SWH)

ETCHELLS T A. **A First Course in DERIVE.** North College Bolton, 9 pages.

ETCHELLS T A, 1992a. **Investigating Probability Distributions with DERIVE.** In: *[Böhm 92a]*, pp 29-38.

ETCHELLS T A, BÖHM J, 1992b. **True Riemann Rectangles.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 8, pp 15-22.

ETCHELLS T A, 1993. **Computer Algebra Systems and Studens' Understanding of the Riemann Integral.** In: *[Monaghan&Etchells 1993]*, pp 38-53.

ETCHELLS T A, HURD M, MONAGHAN J, 1993. **Computer Algebra and Student Learning.** In: *"Proc. British Congress of Mathematics Education"*.
***** DC

EXNER H, 1993. **Computer Algebra revolutioniert den Zugang zur Mathematik (German; Computer Algebra Revolutionizes Mathematics).** In: *"CAD/CAM"*, no 1/93, pp 140-141.

FITCH J, 1993. **Mathematics Goes Automatic (Comparative Review).** In: *"Physics World"*, vol 6, no 6, pp 48-52.

FOSTER K R, BAU H H, 1989. **Symbolic Manipulation Programs for the Personal Computer.** In: *"Science"*, no 243, pp 679-684.
***** (SWH, Ioakimidis 89g)

FROELICH G, 1989. *DERIVE,* **A combination symbolic manipulator and grapher from Soft Warehouse.** In: *"Consortium"*, no 30, pp 3ff.
***** (SWH)

FUCHS K J, 1992a. **Logische Funktionen mit DERIVE (German; Logical Functions with DERIVE).** In: *[Böhm 92a]*, pp 247-256.

FUCHS K J, 1992b. **Logic with DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 12-16.

FURUKAWA, 1992. **DERIVE (Japanese).** SEG Corporation, Tokiya Building, 7-13-12 Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan, 68 pages.

GARCIA-LOPEZ A, MINANO-RUBIO R, 1991. **Practicas de Matematicas. Algebra y Calculo con DERIVE y Mizar (Spanish; Practical Lessons of Mathematics. Algebra and Calculus with DERIVE and Mizar).** E.U. Informatica.
***** DC

GARCIA-LOPEZ A, MINANO-RUBIO R, RINCON-DE-ROJAS F, 1992. **Using DERIVE to Teach Mathematics for Computer Science Students.** In: *[Böhm 92a]*, pp 147-158.

GILLIGAN L G, MARQUARDT J F, 1990/1991. **Calculus and the DERIVE Program - Experiments with the Computer (2nd Edition).** Gilmar Publishing Co., ISBN 0-9626661-2-2, 152 pages.

GIRVAN R, 1990a. **DERIVE - The Mathematical Assistant.** In: *"Personal Computer World"*, Feb'90.
***** (SWH)

GIRVAN R, 1990. **Mathematics Beyond the Pocket Calculator.** In: *"New Scientist"*, 30 June 1990, pp 68-69.

GLYNN J, 1989/1990. **Exploring Math from Algebra to Calculus with DERIVE (2nd Edition).** MathWare, ISBN 0-9623629-0-5, 153 pages.

GODART O, 1990. **DERIVE (French).** In: *"Ciel et Terre"* (Societe Royale Belge d'Astronomie de Meteorologie et de Physique du Globe), p 8.

GORDON J, 1989. **DERIVE, A Mathematical Assistant.** In: *"Mathematics Teacher"*, Dec'89, pp 733-734.
***** (SWH)

GRAHAM T, 1991. **Using DERIVE's 3D-Plot Facility: A Case Study in Mathematical Modelling.** In: *"Teaching Mathematics and its Applications"*, vol 10, no 4, pp 159-162.

GRINBERG E L, 1989. **The Menu with the College Education.** In: *"Notes of the American Mathematical Society"*, Sep'89, pp 838ff.
***** (SWH)

HAIGH J G B, SMITH K C, WOOD A S, GRANT J A, 1992. **Teaching Mathematics with DERIVE**. Course notes and work sheets. NA Report 92-32, Department of Mathematics, University of Bradford.
***** DC

HANISCH G, 1991. **Die Auswirkungen der Computeralgebra auf den Mathematikunterricht (German; Computer Algebra's Impact on Math Teaching)**. In: *[Hischer 91]*, pp 14-20.

HÄRING R, 1989. **Computer-Algebra-Systeme - Vergleichstest REDUCE - DERIVE (German; Computer Algebra Systems - Comparing REDUCE and DERIVE)**. In: *"MC - Die Mikrocomputer Zeitschrift"*, no 11/89, pp 60-64.

HARLEY G, 1992. **DERIVE-based Laboratory Worksheets and Demonstration Sheets for Engineering Mathematics**. University of Plymouth, School of Mathematics and Statistics, 45 pages.

HARPER D, 1990. **Maths on the Menu**. In: *"Physics World"*, vol 3, no 2, pp 43.

HARPER D, 1991. **Computer Algebra - Doing Mathematics by Computer (Comparative Review)**. In: *"Mathematics in Computing Software"*, issue 3, pp 2-7.

HARPER D, WOOF C, HODGKINSON D, 1991. **A Guide To Computer Algebra Systems**. John Wiley & Sons Ltd, ISBN 0-471-92910-7, 148 pages.

HASCHKOVITZ F, ANGERER D, 1992. **Fachbereichsarbeit - Verwendung von DERIVE (German; Using DERIVE for a "Fachbereichsarbeit")**. In: *[Böhm 92a]*, pp 271-286.

HEHL F W, MEYER H, 1992. **Mit Buchstaben auf dem Computer rechnen (German; Symbolmanipulation on a Computer; Comparative Review)**. In: *"Physikalische Blätter"*, vol 48, no 5, pp 377-381.

HENN H-W, 1991. **Aufgaben für den Computereinsatz im Mathematikunterricht - "Die alternative Abituraufgabe" (German; Assignments when Using the Computer in Math Teaching - "The Alternative Test Examples")**. In: *[Hischer 91]*, pp 124-125.

HERGET W, 1991. **Mathematikunterricht - wie geht es weiter? (German; Teaching Mathematics - How to Proceed?)**. In: *[Hischer 91]*, pp 139-148.

HERMAN E A, 1989. **DERIVE, A Mathematical Assistant Version 1.22 (Review)**. In: *"American Mathematical Monthly"*, no 96, pp 948ff.
***** (SWH)

HIRSCHBERG W. **Kinematische Beschreibung von Kardan-Gelenken, hergeleitet mittels PC-Program DERIVE (German; Kinematic Description of a Universal Joint - Derived with DERIVE)**. University of Linz, Research Institute for Symbolic Computation, Technical Note, 3 pages.

HISCHER H (ed) 1991. **Mathematikunterricht im Umbruch? Proc. 9. Arbeitstagung "Mathematikunterricht und Informatik", 27-29 Sept 1991, Wolfenbüttel**. Verlag Franzbecker, ISBN 3-88120-211-0, 148 pages.

HODGKINSON D E, 1991. **Module on Sequences and Series with DERIVE**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 4, pp 23-29 (part 1), and no 5, pp 9-17 (part 2).

HOLTZMANN J, 1990. **Fun with Math (Review)**. In: *"Radio Electronics"*, no July'90, pp 76-77.

HOOGEWIJS A, 1992. **DERIVE - een steun bij het wiskunde-onderwijs? (Dutch)**. In: *"Wiskunde en Onderwijs"*, no 18, pp 205-222.

HORBATSCH M, 1990. **Teaching Calculus and Linear Algebra with DERIVE**. In: *"Computers in Physics"*, Nov/Dec 1990, pp 656-660.

HORBATSCH M, 1993. **Solving Physics Problems in the Classroom with DERIVE 2.0**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 4-9 (part 1), and no 10, pp 6-11 (part 2), and no 11, pp (part 3).

HOSACK J, 1989. **A New CAS: DERIVE.** In: *"Computer Algebra Systems in Education Newsletter"*, no 5, pp 4ff.
***** (SWH)

HUNTER M, 1993. **The Use of DERIVE within a Traditional Teaching Situation.** In: *[Monaghan&Etchells 1993]*, pp 27-37.

HUNTER M, MARSHALL P, MONAGHAN J, ROPER T, WAIN G, 1993. **Using Computer Algebra Systems with Younger Students.** In: *[Monaghan&Etchells 1993]*, pp 68-82.

HUNTER M, MONAGHAN J, 1993. **Quadratics Made Easy?** In: *"MicroMath"*, vol 9, no 3.
***** DC

HURD M, 1993. **Student Learning with a Computer Algebra System and a Spreadsheet.** In: *[Monaghan&Etchells 1993]*, pp 54-67.

IOAKIMIDIS N I, 1989a. **The Crack Tip Elastic Stress Field Using Computer Algebra Software.** University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 15 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989b. **Symbolic Computations for the Approximate Solution of Singular Integral Equations: Application to a Crack Problem.** University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 16 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989c. **Orders of Singularity at Wedge Apices: The Computer Algebra Approach.** University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 8 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989d. **Chebyshev Approximations to Stress Intensity Factors: An Application of DERIVE.** University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 9 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989e. **Application of Computer Algebra to the Iterative Solution of Singular Integral Equations.** University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 20 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1989f. **Computer Algebra and Symbolic Computational Mechanics.** University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 18 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1990. **Application of DERIVE to Conformal Mapping Techniques in Plane Elasticity Problems.** University of Patras, School of Engineering, Technical Note, 13 pages.

IOAKIMIDIS N I, 1991. **The Location of Discontinuity Intervals of Sectionally Analytic Functions: Application to the Interface Crack Problem.** In: *"Computers Math. Applic."*, vol 21, no 2-3, pp 69-74.

JATZEK G, 1993. **Höhere Mathematik leicht gemacht (German; Higher Mathematics Made Simple).** In: *"Wiener Zeitung"*, 19 May 1993, p 22.

JOHNSON J, 1990. **Computers in the Math Classroom.** In: *"The Computing Teacher"*, May 90, pp 29-32.

JOHNSON J, EVANS B, 1992. ***Discovering Calculus with DERIVE.*** John Wiley & Sons, Inc., ISBN 0471-55155-4, 193 pages.

KAYSER H-J, 1992. **Trickfilme mit DERIVE - Graphisches Differenzieren (German; Trick Film with DERIVE - Graphical Differentiation).** In: *[Böhm D-N-L]*, no 6, pp 10-12.

KEIL K A, 1989. **Formeln, Gleichungen, Funktionen, Graphik mit dem Computer in der Schule ohne Programmieren (German; Formulae, Equations, Functions, Graphics on the School Computer without Programming).** In: *"BUS"*, no 17, pp 11-15.

KEHRHAHN J, 1990. **Komfortable Mathematik (German; Comfortable Mathematics).** In: *"PC-Plus"*, no 2/90, p 16.

KEMPSKI B L, 1991. **Applications of Computer Algebra to Mathematics in Engineering Education.** In: *"Proc. 6th European Seminar on Mathematics in Engineering Education, April 10-13, 1991, Budapest"*, pp 67-73.
***** DC

KEUNECKE K-H, 1992. **Computer Aided Mathematics in School.** In: *[Böhm 92a]*, pp 129-132.

KEUNECKE K-H, 1993. **Schallschwingungen von Musikinstrumenten (German; Soundoscillations from Music Instruments).** In: *"Praxis der Naturwissenschaften"*, no 7/42.
***** DC

KLOUTH R, 1991. **DERIVE.** In: *"Die Höhere Schule"* (Organ des deutschen Philologenverbandes).

KOEPF W, 1993a. **Taylor Polynomials of Implicit Functions, of Inverse Functions, and of Solutions of Ordinary Differential Equations.** Freie Universität Berlin, Fachbereich Mathematik, 10 pages.

KOEPF W, 1993b. **Zur Berechnung der trigonometrischen Funktionen (German; Evaluating Trigonometric Functions).** Freie Universität Berlin, Fachbereich Mathematik, preprint A/16-93, 9 pages.

KOEPF W, 1993c. **Ein elementarer Zugang zu Potenzreihen (German; An Elementary Introduction to Powerseries).** Freie Universität Berlin, Fachbereich Mathematik, preprint A/21-93; Also in: *"Didaktik der Mathematik"* (to appear).
***** DC

KOEPF W, BEN-ISRAEL A, 1993a. **Integration mit DERIVE (German; Integration with DERIVE).** In: *"Didaktik der Mathematik"*, vol 21, no 1, pp 40-50.

KOEPF W, BEN-ISRAEL A, GILBERT R P, 1993. **Mathematik mit DERIVE (German; Mathematics with DERIVE).** Vieweg-Verlag, ISBN 3-528-06549-4, 394 pages.

KOZUBIK A, 1993. **Independent Replicated Experiments.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 10, pp 15-18.

KUTZLER B, 1989. **DERIVE - ein mathematischer Assistent (German; DERIVE - A Mathematical Assistant).** In: *"Technik Aktuell"*, no 3/89, pp 26-27.

KUTZLER B, 1990. **2000 Jahre Mathematik auf einer Diskette: DERIVE - Eine neue Ära beginnt! (German; 2000 Years of Mathematics on a Disk: DERIVE - A New Area Begins!)** In: *"Technik Aktuell"*, no 2/90, pp 2-4.

KUTZLER B, 1990. **DERIVE - ein mathematisches Expertensystem für PC's (German; DERIVE - A Mathematical Expert System for PCs).** In: *"Neuheiten"*, no 1/90, p 31.

KUTZLER B, WALL B, WINKLER F, 1992. ***Mathematische Expertensysteme (German; Mathematical Expert Systems).*** Expert Verlag, ISBN 3-8169-0908-6, 119 pages.

KUTZLER B, 1992. **Der Mathematik-Assistent DERIVE Version 2 (German; The Mathematical Assistant DERIVE Version 2).** In: *"Computeralgebra in Deutschland"*, Fachgruppe Computeralgebra der GI, DMV, GAMM, pp 151-157.

LECHNER J, 1992. **Einsatz von DERIVE von der 4. bis zur 7. Klasse AHS (German; Using DERIVE at Grade Levels 8 to 11).** In: *[Böhm 92a]*, pp 159-174.

LEINBACH L C, 1991. **Calculus Laboratories Using DERIVE.** Wadsworth Publishing Company, ISBN 0-534-15480-8, 147 pages.

LLORENS FUSTER J L, 1992. **Aplicaciones de DERIVE: Sucesiones y series de números reales (Spanish).** Servicio de publicaciones de la EUITA, Valencia, 37 pages.
***** DC

LLORENS FUSTER J L, 1993a. **Aplicationes de DERIVE: Geometría afín y euclídea de R^3 (Spanish).** Servicio de publicaciones de la EUITA, Valencia, 75 pages.
***** DC

LLORENS FUSTER J L, 1993b. **Introducción al uso de DERIVE, Aplicaciones al Algebra Lineal y al Calculo Infinitesimal (Spanish).** Dept. de Matematica Aplicada, Universitat Politecnica de Valencia, ISBN 84-7721-

199-X, 270 pages.
*****

LOKAR M, 1991a. **DERIVE, program za simbolicno racunanje (Slovenic).** Rackova knjiznica 7, DMFA Slovenije in Zavod Republike Slovenije za solstovo in sport, Ljubljana, 56 pages.

LOKAR M, 1991b. **DERIVE.** In: *"Presek"* (Journal for young people interested in mathematics, physics and computer science), no 19, pp 210-212.

LOKAR M, 1991c. ***DERIVE, Inset, Wordstar, ... (Slovenic).*** In: *"Presek"*, no 19, pp 327-330.
***** DC

LOKAR M, 1992. **Programi za simbolicno racunanje - DERIVE (Slovenic; Programs for Symbolic Computation - DERIVE).** In: *"Obzornik za Matematiko in Fiziko (Journal of Slovene society of Mathematics and Physics)"*, no 39, pp 1-7.

LOKAR M, 1993. **DERIVE (Slovenic).** Prirocnek zatecaj, B2 d.o.o., Ljubljana, 67 pages.
***** DC

van MAANEN J, 1991. **Computer-algebra in het vwo: ondersteunend of ondermijnend? (Dutch).** In: *"Euclides"* (Organ van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren), vol 67, no Sept., pp 4-7.

MACCALLUM M, 1989. **Pocket Calculus (Comparative Review).** In: *"Physics World"*, 2, June'89, pp 27-29.

MACKIE D, 1990. **Using DERIVE to Enhance Maths Teaching.** In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 1, no 4, pp 6-8.

MACKIE D, 1992. **A Computer-Aided Approach to Differential Equations.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 9-11.

MAIER W L, 1990. **DERIVE - A Mathematical Assistant (Review).** In: *"Computers in Physics"*, March/April'90, pp 210-211.

MANAUT F, 1991. **Una ayuda matematica (Spanish).** In: *"Binary"*, Nov'91, p 66.
***** SWH

MARINELL G, 1993. **Bivariate Normalverteilung (German; Bivariate Normal Distribution).** In: *[Böhm D-N-L]*, no 10, pp 19-21.

MARLEWSKI A, 1992a. **DERIVE Pomocnik Matematyczny Wersja 2.0 (Polish).** Wydawnictwo Nakom (Poznan), ISBN 83-85060-49-9, 355 pages.

MARLEWSKI A, 1992b. **Rational Collocation.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 8, pp 10-14.

MARSHALL P, 1992. **Symbol Manipulators at GCSE.** In: *"Mathematics in School"*, vol 21, no 1, pp 14-15.
***** (Berry/Graham/Watkins)

MATHEMATICS REVIEW, 1990. ***Can Computers Do A-Level.*** vol 1 no 1 pp 30-31.

MATHSOFT User's Journal, 1990. **NASA Engineer Uses DERIVE to Analyze a Satellite Navigation System.** vol 4, no 1, p 8.

MAUVE R, MOOS J P, 1993. **Mathematik mit DERIVE - Arbeitsblätter zur experimentellen Mathematik am Computer (German; Mathematics with DERIVE - Worksheets for Experimental Mathematics on a Computer).** Pädagogische Hochschule Heidelberg, Institut für Datenverarbeitung, 87 pages.

MEISL Ch, 1992. **Der Einsatz des Computeralgebrasystems DERIVE im Alltag eines AHS-Schülers (German; A Students View of Using DERIVE).** In: *[Böhm 92a]*, pp 257-270.

MEYER J, WINKELMANN B, 1991. **Prüfungsaufgaben trotz DERIVE (German; Test Examples Despite DERIVE).** In: *[Hischer 91]*, pp 126-127.

MILES P, 1990. **DERIVE as Precalculus Assistant**. In: *"Notices of the American Mathematical Society"*, vol 37, no 3, pp 275-276.

MINANO-RUBIO R, 1993a. **Use of Computing Tools in Mathematics Teaching at the University**. In: *"Proc. III Congreso de Matemática Capricornio COMCA'93"*, Antofagasta (Chile), Aug'93, pp 161-166.
***** DC

MINANO-RUBIO R, 1993b. **¿C'606 36 hag6 c6n DERVIVE? (Spanish; How can I make it with DERIVE?)**. E.U. Informatica, U.P.V.
***** DC

MINASI M, 1989. ***Math Package Update (Comparative Review)***. In: *"AI Expert"*, Nov'89, pp 13-14.

MITASCH G, 1992. ***Computeralgebrasysteme - Verwendung im Mathematikunterricht (German; Computer Algebra Systems - Using them to Teach Mathematics)***. In: *"IST-News"*, no 3/92, pp 26-27.

MONAGHAN J, 1992. ***Using a Computer Algebra System to Teach Quadratic Functions***. In: *[Böhm 92a]*, pp 51-56.

MONAGHAN J, 1993. **New Technology and Mathematics Education - New Secondary Directions**. Chapter 11 of *"Issues in Teaching Mathematics"*, A. Orton, G. Wain (eds), Cassell.
***** DC

MONAGHAN J, ETCHELLS T, 1993. **Computer Algebra Systems in the Classroom**. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, The University of Leeds, ISBN 0-904421-52-X, 82 pages.

MOONEY J, 1992. **Using DERIVE to Teach Laplace Transforms**. In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 3, no 3, pp 6-8.

MYRCHA J, 1992. **Z matematyka na ty (Polish)**. In: *"ENTER - Magazyn Komputerowy"*, no 4'92, pp 67-68.

NEUBRAND M, 1992. **Potenzfunktionen-"Fächer" und Exponentialfunktionen-"Rosette": Graphisch unterstützte Zugänge zu zwei wichtigen Funktionenklassen (German)**. In: *"MNU"*, no 45/2, pp 67-71.

NEUWIRTH E, 1989. **DERIVE - Ein Program, das Mathematik beherrscht und nicht nur rechnen kann (German; DERIVE - A Program that Masters Mathematics)**. In: *"Monitor"*, no 2/89, pp 118-122.

NEUWIRTH E, 1992. **DERIVE - Das Maturawissen auf einer Diskette (und noch mehr)**. In: *"IST-News"*, no 3/92, pp 23-25.

NEUWIRTH E, 1993. **DERIVE und der HP95LX: Höhere Mathematik in der Hosentasche (German; DERIVE and the HP95LX: Higher Mathematics in the Trouser Pocket)**. In: *"Monitor"*, no 3/93, pp 42-43.

NIKKEI BYTE, 1989. **DERIVE**. Apr'89, p 255.
***** (SWH)

NUSSBAUMER P, 1992. **DERIVE im Informatikunterricht der Oberstufe (German; DERIVE in a Computer Science Course at Upper Secondary Level)**. In: *[Böhm 92a]*, pp 141-146.

OFFEREINS R P, 1989. **DERIVE, een wiskundige tovenaar (Dutch)**. In: *"HCC Nieuwsbrief"*, no 123 (Dec/89), p 51.

OFFEREINS R P, 1991. **DERIVE Versie 2 - A Mathematical Assistant (Dutch)**. In: *"HCC Nieuwsbrief"*, no 144 (Oct/91), pp 44-45.

OLWELL D H, DRISCOLL P J, 1992. **Calculus & DERIVE**. Saunders College Publishing, ISBN 0-03-076156-5, 154 pages.

OTTO E, 1989. **Problemlose Mathematik (German; No Problems with Mathematics)**. In: *"c't"*, no 4/89, pp 100-104.

PALMITER J, 1992. **DERIVE, A Mathematical Assistant.** In: *"The College Mathematics Journal"*, vol 23, no 2, p 158.
***** SWH

PCkurier, 1992. **Calki (cze'sciowo) niegro'zne (Polish).** no 5'92, p 18.

PC-Plus, 1990. **Mehr Drive mit DERIVE (German; More Drive with DERIVE; Review).** no 4/90, pp 44-45.

PENA TRESANCOS Jaime, 1991. **DERIVE v 2.0 - Programe de cálculo matemático de propósito general (Spanish).** In: *"PC World"*, no 68, p 268.

PETERSON N, 1989. **DERIVE.** In: *"Science Software"*, vol 5, no 4, pp 329-333.
***** (SWH)

PFITZER G, 1990. **Visualizing Math.** In: *"Computer Graphics World Magazine"*, Jun'90, p 63.
***** (SWH)

PINDOR A, 1989. **Numerical and Scientific Software for Microcomputers.** In: *"ComputerNews"* (Canada), Mar'89, pp 17ff.
***** (SWH)

PITCHER N, 1990. **Introducing Students to DERIVE.** In: *"Maths&Stats, Newsletter of CTI-Birmingham"*, vol 1, no 3, pp 5-6.

PITCHER N, 1991. **Block 4 - Computer Algebra (Worksheets).** Mathematical Sciences Laboratory, Paisley College, pp 54-69.

PITCHER N, 1992. **A Computer-Based Laboratory Course in Mathematical Sciences.** In: *"Computers Education"*, vol 18, no 1-3, pp 135-141.

PITCHER N, JOHNSON M, 1992. **Problem Solving with DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 5, pp 25-27.

POURNELLE J, 1989a. **A User's View.** In: *"Info World"*, 3 Jul 89, p 42.
***** (SWH)

POURNELLE J, 1989b. **A User's View.** In: *"Info World"*, 6 Nov 89, p 69.
***** (SWH)

PRÖPPER W, 1993. **Von der Binomial- zur Normalverteilung (German; From Binomial to Normal Distribution).** In: *[Böhm D-N-L]*, no 10, pp 26-30.

RADONS G, 1993. ***DERIVE (German).*** In: *"Physik in unserer Zeit"*, vol 24, no 2, pp 60-61.

RAHI E, 1990. **DERIVE (Finnish).** Kustannus Ky Teknikus, 1- painos, Kirjapaino Grafia Oy, Turku, Finland, ISBN 951-95722-7-9, 52 pages.
***** SWH

RAUCH J, 1991. **Freiheit für Formeln (German; Freedom for Formulae; Review).** In: *"DOS Test Magazin"*, no 3'91, p 110.

RAUSCHE M, 1991. **Mathe-Kolleg - Ein Expertensystem für Berechnungen (German; Math College - An Expert System for Doing Computations).** In: *"konstruktions praxis"*, no 3/91, p 112.

REBOLO MEDICI P, 1992. **Computer and Education: A High-School Experiment Using the Mathematical Software DERIVE.** In: *[Böhm 92a]*, pp 175-190.

ROSENBAUM O, 1989. **Keine Angst vor der Mathematik: DERIVE - ein Programm zur Lösung mathematischer Aufgaben (German; No Fear of Mathematics: DERIVE - A Program for Solving Mathematical Problems).** In: *"PCpur"*, no 11'89, pp 100-101.

ROYLE J V, 1991. **Inverse Laplace Transforms Using DERIVE.** In: *[Böhm D-N-L]*, no 4, pp 15-18.

SALTER M, GILLIGAN L, 1992. **Linear Algebra Experiments Using the DERIVE Program**. Gilmar Publishing Company, 122 pages.
*****

SAMPSON D, 1990. **DERIVE**. In: *"Cheer"*, no 10, May 1990, pp 14-18.

SAVIC D, 1989. **Matematicki Genije (Slovenic)**. In: *"Racunari 50"* (Yugoslavia), May'89, pp 20-21.
***** (SWH)

SCHEU G, 1992a. **Arbeitsbuch Computer-Algebra mit DERIVE (German; Working Book Computer Algebra with DERIVE)**. Dümmler Verlag, ISBN 3-427-45721-4, 154 pages.

SCHEU G, 1992b. **Entdeckungen in der Menge der Primzahlen mit DERIVE (German; Discoveries about Prime Numbers - Made with DERIVE)**. In: *"Praxis der Mathematik"*, vol 34, no 3, pp 119-122.

SCHEU G, 1992c. **Goldbach's Conjecture**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 7, pp 22-23.

SCHEU G, 1993a. **Discoveries in Pascal's Triangle with DERIVE**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 27-28.

SCHEU G, 1993b. **Berechnungen von Intervallschachtelungen mit dem Programm DERIVE (German; Computing a Nest of Intervals with DERIVE)**. In: *"MNU"*, vol 46, no 5, pp 291-294.
***** DC

SCHEU G, 1993c. **Untersuchungen von Iterationsverfahren mit dem Programm DERIVE (German; Investigation Iterations with DERIVE)**. In: *"Praxis der Mathematik"*.
***** DC

SCHEUERMANN H, 1991. **Der belastete Spannungsteiler - untersucht mit Hilfe von DERIVE (German; The Loaded Voltage Dividor - Investigated with DERIVE)**. In: *[Hischer 91]*, pp 82-90.

SCHNEGELBERGER M, 1990. **Zum Einsatz von DERIVE beim Lösen von Abitur-Aufgaben**. In: *"Beiträge zum Mathematikunterricht"*.
????????? (Neubrand 92)

SCHNEGELBERGER M, 1991. ***Zum Einfluß symbolverarbeitender Software auf den Analysisunterricht - Analyse von Abiturklausuren und empirische Befunde (German; How Symbolic Computation Software Affects Calculus Teaching - Analysis of Final Tests and Empirical Results)***. In: *[Hischer 91]*, pp 68-72.

SCHNEGELBERGER M, WYNANDS A, 1990. **DERIVE für den Analysisunterricht in der Sekundarstufe II (German; DERIVE for Teaching Calculus in Secondary Education)**. In: *"BzM"*.
????????? (Weigand/Weth 90)

SCHOLLUM M, 1992. **The Usage of DERIVE in Mathematics by Fifteen-Year-Old Pupils**. In: *[Böhm 92a]*, pp 39-44.

SCHÖNWALD H G, 1991. **Zur Evaluation von DERIVE (German; Evaluating DERIVE)**. In: *"Didaktik der Mathematik"*, vol 19, pp 252-265.

SCHUMM F, 1991a. **Über die Verwendung von DERIVE zur Erzeugung von Wertetafeln mit Hilfe der VECTOR-Anweisung (German; Using the VECTOR Command to Produce Tables)**. In: *[Böhm, D-N-L]*, no 1, pp 9-12 (part 1), and no 2, pp 7-8 (part 2).

SCHUMM F, 1991b. **Übernahme von Texten und Graphiken aus DERIVE in Word 5 mit Hilfe von CAPTURE.COM (German; Using CAPTURE.COM to Import Text and Graphs into Word 5)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 2, pp 18-21.

SCHUMM F, 1991c. **Mit ITERATES in das Chaos (German; With ITERATES to the Chaos)**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 3, pp 8-14 (part 1), and no 4, pp 8-14 (part 2).

SEIDENBERG T, 1989. **DERIVE: A Mathematical Assistant for Your Personal Computer**. In: *"Washington Mathematics"*, Oct'89, p 7.
***** (SWH)

SHILLOW N W, 1990. **RAMbling On DERIVE**. In: *"PSMATYC Newsletter"*, Winter 1990, pp 10-13.
***** (SWH)

SIMON B, 1989. **$200 Algebra/Symbolic Manipulation Program Takes on Mathematica**. In: *"PC Magazine"*, 26 Sept 98, p 48.
***** (SWH)

SIMON B, 1990. **Four Computer Mathematical Environments (Comparative Review)**. In: *"Notices of the American Mathematical Society"*, vol 37, no 7, pp 861-869.

SIMON B, 1990. **The New World of Higher Math (Comparative Review)**. In: *"PC Magazine"*, May 29 1990, pp 323-336.

SIMON B, 1992. **It's Not Just for Mainframes Anymore (Comparative Review)**. In: *"PC Magazine"*, vol 11, no 14, August'92, pp 405-433.

dé SIQUEIRA C E R, DOMINGOS J R V, 1993. **Extended Fourier Series in DERIVE**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 9, pp 18-26.

SJÖSTRAND D, 1992. **Geometry with DERIVE**. In: *[Böhm 92a]*, pp 229-246.

SJÖSTRAND D, WASEN R, 1992. **Experiment med matematik - DERIVE i undervisningen (Swedish)**. 94 pages.

SOEFFKY M, 1993. **Formel-Knacker - Drei Computer-Algebra-Systeme im Vergleich (German; Formulacracker - Comparing Three Computer Algebra Systems)**. In: *"c't"*, no 3/93, pp 120-128.

SOUTHWARD R W, 1991. **The Application of the Computer Algebra System DERIVE to A Level and GCSE Mathematics**. Dissertation, Dept of Mathematical and Computing Sciences, Surrey University, August 1991, 50 pages.

SOUTHWARD R W, 1992. **Finding a Gradient**. In: *[Böhm D-N-L]*, no 5, pp 21-24.

SOUTHWARD R W, 1993. **DERIVE at A-Level**. In: *"MicroMath"*, vol 9, no 1, pp 35-37.

STOUTEMYER D R, 1990. **Mechanical Engineering Applications of the DERIVE PC Symbolic Math Program**. In: *"Proc. of the Symposium on Symbolic Computation and Their Impact on Mechanics"*, American Society for Mechanical Engineering. Also in: *[Böhm D-N-L]*, no 6, pp 19-31.

STOUTEMYER D R, 1991a. **DERIVE Tutorial (Draft)**. Soft Warehouse, Inc., 70 pages.

STOUTEMYER D R, 1991b. **Supplementary Notes for an Advanced DERIVE Minicourse (Draft)**. Soft Warehouse, Inc., 62 pages.

STRASSBERG D, 1990. **Taking the Drudgery Out of Problem Solving (Comparative Review)**. In: *"EDN"*, March 15, 1990, pp 53-62.

STRASSER R, 1992. **Untersuchungen unterrichtsrelevanter Mathematik-Software: DERIVE (German; Examining Software for Teaching Mathematics: DERIVE)**. Thesis, Hans-Leinberger-Gymnasium Landshut, 43 pages.

STRÖMBERG H, 1992. **HP95LX med DERIVE (Swedish)**. In: *"Datorn i Utbildningen"*, no 2/92, pp 34-35.

TALL D, 1991. **DERIVE: A Mathematical Assistant for Your Personal Computer**. In: *"MicroMath"*, no 3/91, pp 42-43.

TANNER D A, 1991. **DERIVE - A Brief Introduction**. City University London, Dept. of Mathematics, 31 pages.

TANNER D A, 1992. **Using Computer Algebra to Teach the Foundations of Calculus**. In: *[Böhm 92a]*, pp 191-212.

TELES E, PENN H L, WILKIN J, 1992. **DERIVE, A Mathematical Assistant**. In: *"The College Mathematics Journal"*, vol 23, no 2, pp 1158-161.

TÖNISSON T, 1989. **DERIVE klarar mer än torra siffror (Swedish)**. In: *"Mikrodatorn"*, no 3, pp 78-80.

WAITS B K, 1991. **Graphing Calculators Revitalize Mathematics Education in the United States**. In: *[Hischer 91]*, pp 43-48.

WAGENKNECHT Ch 1991. **Gibt es nur DERIVE? - Über die Chance der begrifflichen Konzentration in der Schulmathematik durch informatische Methoden (German; Nothing but DERIVE? - The Computer and the Chance to Concentrate on Concepts)**. In: *[Hischer 91]*, pp 60-64.

WASEN R, SJÖSTRAND D, 1990. **Svensk Handledning DERIVE**. GrafiTex-Data, Kisa, 33 pages.

WATKINS A J P, 1990. **A Guide to Using DERIVE**. Booklet, Polytechnic South West.
***** DC

WATKINS A J P, 1991. **Teaching Engineering Mathematics with Computer Algebra**. In: *"Proc. 6th European Seminar on Mathematics in Engineering Education, Technical University of Budapest"*, pp 190-199.
***** DC

WATKINS A J P, 1992a. **DERIVE-based Investigations for Post-16 Core Mathematics**. Chartwell-Bratt Ltd., ISBN 0-86238-312-9, 52 pages.

WATKINS A J P, 1992b. **Using DERIVE for Teaching Mathematics to HITECC Students**. *"CTM: Internal Report"*, no 4, 40 pages.

WATKINS A J P, 1992c. **Introducing Calculus with DERIVE**. In: *[Böhm 92a]*, pp 1-20.

WATKINS A J P, 1993. **A New Approach to Mathematics for Engineers**. In: *"Int. Journal of Mathematics Education, Science and Technology"*, vol 24.
***** DC

WAZIR I, 1991. **DERIVE - A Mathematical Assistant (Review)**. In: *"The Centroid (The ECIS Mathematics Committee)"*, vol 2, no 1, pp 6-8.

WEIGAND H-G, 1991. **Überlegungen zum Arbeiten mit DERIVE (German; Thoughts about Using DERIVE)**. In: *[Hischer 91]*, pp 78-81

WEIGAND H-G, WETH Th, 1990. **Das Lösen von Abituraufgaben mit Hilfe von DERIVE (German; Doing the Final Exam with DERIVE)**. In: *"BUS"* (Zeitschrift der Zentralstelle für Computer im Unterricht, Augsburg, Germany), no 20, pp 56-59. Also in: "MNU", no 44(1991), pp 177-182.

WILD P D. **Algebraic Computing in Schools**. 61 pages.

WILLIAMSON K, 1992. **DERIVE and 16-19 Mathematics: A Blessing and not a Curse**. In: *[Böhm 92a]*, pp 97-128.

WINKELMANN B, 1989. **Didaktische Beschreibung mathematischer Software am Beispiel DERIVE (German; Didactical Description of Mathematics Software - DERIVE, an Example)**. In: "BzM", pp 394-397.

WINKELMANN B, 1991. **Zur Rolle des Rechnens in anwendungsorientierter Mathematik: Algebraische, numerische und geometrische (qualitative) Methoden und ihre jeweiligen Möglichkeiten und Grenzen (German; The Role of Calculations in Applied Maths: Algebraic, Numeric, and Geometric (Qualitative) Methods and Their Possibilities and Limitations)**. In: *[Hischer 91]*, pp 32-42.

WUNDERLING H, 1991. **Erfahrungen mit der Benutzung von Software (DERIVE) im Mathematikunterricht (German; Experiences with Using Software (DERIVE) in Math Teaching).** In: *[Hischer 91]*, pp 73-77.

WUNDERLING H, 1992. **Nonstandard Analysis - Wieder ein Versuch (German; Nonstandard Calculus - Another Attempt).** In: *[Böhm D-N-L]*, no 6, pp 13-16.

WURNIG O, 1992. **Mathematikschularbeiten mit DERIVE - Erste Erfahrungen (German; Mathematics Tests with DERIVE - First Experiences).** In: *[Böhm 92a]*, pp 45-50.

WYNANDS A, 1991. **Was mir an MathCAD und was mir an DERIVE (nicht) gefällt - Thesen und Beispiele für den Mathematikunterricht (German; What I (do not) like about MathCAD and DERIVE - Hypotheses and Examples for Math Teaching).** In: *[Hischer 91]*, pp 65-67.

ZANTIS F-P, 1990. **DERIVE - Ein Mathematik-Experten-System (German; DERIVE - A Mathematical Expert System).** In: *"ELRAD"* (Magazin für Elektronik und technischer Rechneranwendungen), no 2/90, pp 40-41.

ZIZI J, 1993. **DERIVE, Maple et Mathematica pour Tous (French; DERIVE, Maple, and Mathematica for Everyone).** Eynolles.
***** DC

ZÖCHLING J, 1992. **Ideal Gas - Real Gas Using DERIVE.** In: *[Böhm 92a]*, pp 213-228.

ZÖCHLING J, 1993. **Gasdynamik mit Hilfe von DERIVE (German; Dynamic of Gases Treated with DERIVE).** In: *"MNU"*, vol 10.
***** DC

Université Paris 7

Institut de Recherche pour l'Enseignement des Mathématiques

Tout 56/55 - 3ème étage
2, place jussieu
75251 Paris Cedex 05

Tel : 44 27 53 83 / 44 27 53 84
Télécopie : 44 27 56 08