

ANNEXE 4

LES DIFFÉRENTES PROBLÉMATISATIONS DES ARTICLES RECENSÉS EN CALCUL FORMEL

A. Les articles sans problématisation

Approche seulement technique

- F1 Approche seulement technique
- F16 Exemple d'utilisation
- F18 Illustration d'un point de vue sur l'intégration à l'aide du calcul formel
- F23 Aucune. Fiches d'utilisation d'un produit
- F27 Approche analytique, avec DERIVE, d'un problème géométrique
- F46 Utilisation de DERIVE dans un problème de modélisation très réaliste
- F48 Illustration et réflexions sur la programmation avec DERIVE de polynômes d'interpolation.
- F53 Visualiser certaines propriétés des nombres rationnels et irrationnels en utilisant la rotation associée
- F59 Exemples de visualisations graphiques dans DERIVE
- F65 Tracé simultané de courbes. Programmation et applications
- F66 Utilisation du système pour dériver sur des exemples
- F82 Exemples d'utilisation de DERIVE en théorie des nombres (programmation)
- F83 Approche seulement technique (démonstration automatique de théorèmes de géométrie)
- F90 Implémentation d'algorithmes parallèles utilisant plusieurs calculatrices (technique)
- F100 Approche uniquement technique
- F106 Utilisation de DERIVE dans un problème de modélisation très réaliste
- F116 Un pb de modélisation traité avec la TI-92. Originalité : on utilise des données 'acquises' grâce à un 'CBL'
- F118 Implémentation d'un algorithme de démonstration géométrique
- F125 Implémentation technique de DERIVE
- F132 Visualisations en 3D avec DERIVE (technique)
- F135 Tracé simultané de courbes. Programmation et applications
- F139 Illustration de la notion d'isomorphisme à partir de la non-assimilation par DERIVE du couple $[a,b]$ et du complexe $a+ib$
- F142 Exemples d'utilisation de fonctions programmées pour visualiser les champs de vecteurs
- F145 Exemples pour montrer comment DERIVE aide à comprendre le produit de convolution
- F148 Un problème d'extremum avec la TI-92
- F152 Un problème de modélisation traité avec la TI-92. Originalité : croissance non exponentielle (plus réaliste)
- F157 Un problème de modélisation traité avec la TI-92
- F158 Exemples de problèmes et de l'intervention du calcul formel dans la résolution

Allusion aux élèves

- F32 Implémentation d'algorithmes dans le langage de programmation de la TI-92. Allusion à un travail possible avec des élèves
- F37 Un sujet mathématique implémenté dans DERIVE. Une allusion à l'enseignement.
- F49 DERIVE pour enseigner "Fourier". Les aspects techniques sont très détaillés. Une vague référence à Cornu et Tall au début ; très peu d'indications sont données sur le travail des élèves, sinon que "sans DERIVE, cet enseignement n'aurait pas été possible"

- F50 Utilisation de DERIVE pour des méthodes d'approximation d'intégrales. Un travail d'élèves " forts en math et motivés " est présenté
- F63 10 pages de construction de fonctions dans DERIVE pour la logique du 1^{er} ordre et les relations ensemblistes, deux pages sur les étudiants : leur tâche est de construire les fonctions ; on ne sait pas ce qu'ils font exactement.
- F69 Recherche de conditions de convergence des suites récurrentes $x_{n+1} = | \cos(x_n) |$; les aspects mathématiques et DERIVE sont très développés ; en revanche on a seulement des idées générales sur l'activité des élèves
- F77 24 pages de math et DERIVE sur la z-transformation, suivies de deux pages de considérations très générales sur les difficultés des étudiants. L'auteur reprend des observations de Wain sur les difficultés d'élèves et annonce qu'elles peuvent être facilement surmontées !!
- F99 Problèmes d'extrema originaux avec DERIVE. Technique avec allusion aux élèves.
- F119 Comment produire les fonctions classiques de la théorie des signaux avec DERIVE. Visualiser des combinaisons de ces fonctions aiderait considérablement le développement cognitif du sujet
- F127 La théorie du calcul propositionnel doit être connue des étudiants avant de pratiquer sur ordinateur. Un programme peut alors élargir leur expérience beaucoup plus rapidement qu'en calculant à la main.
- F137 L'utilisation de la TI-92 pour les équations différentielles. Deux lignes sur les élèves et l'enseignement.
- F150 4 pages sur le sujet mathématique, 4 pages sur l'implémentation DERIVE et deux lignes sur les élèves.
- F156 Problèmes de modélisation avec DERIVE. Technique avec allusion aux élèves.
- F141 Exploration avec DERIVE de l'effet des conditions initiales sur les solutions d'un système. Technique avec allusion aux élèves.
- F154 Exemples de visualisations en 3D dans DERIVE. Allusion aux élèves.
- F163 L'auteur place le calcul formel dans la continuité des autres outils mathématiques (tables...). Il met en évidence des problèmes et des pièges (pitfall), ainsi que la nécessité de " contre-mesures " et d'une formation des étudiants

Présentation d'un enseignement

- F12 Utilisations de la TI-92 pour des 'expériences' niveau lycée. En dernière page, un bilan très positif, mais très général de l'utilisation par les élèves
- F20 Considérations assez générales sur les mathématiques et leur enseignement, suivies d'exemples d'activités avec la TI-92. Conclusion optimiste sur les changements apportés par la technologie (style d'enseignement, examens, attitude des élèves...)
- F21 6 manières potentielles d'intégrer DERIVE dans un cours de mathématiques. On ne voit pas les élèves, leurs procédures, leurs connaissances
- F22 En dépit du titre, il est seulement présenté quelques utilisations de DERIVE pour illustrer graphico-algébriquement des notions de physique
- F35 Exemples d'activités utilisant l'environnement informatique
- F36 L'utilisation de la TI-92 dans un enseignement rénové. Très descriptif
- F40 " Mémoriser et pratiquer les procédures papier/crayon ne conduit pas à la compréhension des concepts. Dans le passé, il n'y avait pas d'autre choix que d'enseigner l'entraînement et la pratique. Comment passer au niveau supérieur " enseigner à penser les mathématiques" ?

- F51 DERIVE est parfait pour enseigner les équations différentielles. A l'appui de cette thèse, 15 pages de techniques d'utilisation de DERIVE, et 2 pages sur l'expérience d'enseignant de l'auteur.
- F55 Evolution d'un projet d'enseignement en fonction de la TI-92. Très descriptif,
- F57 L'utilisation de DERIVE en terminale avec trois 'fenêtres d'observation' (suites, étude de fonctions, modélisation). On voit surtout la stratégie d'enseignement. Quelques observations. Données en conclusion sur les élèves.
- F62 Test de logiciels. Rôle dans l'apprentissage de quelques notions. Exemples d'utilisation
- F67 Cours avec activités de laboratoire pour un enseignement de l'analyse
- F71 Cours informatisé d'algèbre linéaire avec Mathcad
- F72 Un enseignement d'algèbre linéaire avec DERIVE. Plutôt descriptif.
- F74 Un travail de conjectures sur les solutions de $\cos(z)=k$, ($|\text{abs}(k)|>1$). DERIVE fournit aux étudiants une expérience " en avance sur le développement théorique "
- F75 Compte rendu d'expérimentation
- F76 DERIVE pour enseigner certains aspects de " Fourier ". Les aspects techniques sont très détaillés.
- F78 Des hypothèses sont avancées à propos de l'impact du calcul formel sur divers aspects de l'enseignement (très généraux)
- F79 Un cours de modélisation mathématique avec Maple. Une page de présentation du cours, 13 pages de traitement d'un problème (technique) et une page de considérations pédagogiques générales sur le cours,
- F80 Une fiche de travail sur la résolution des équations de degré trois.
- F84 Introduction de la dérivée en utilisant les potentialités de DERIVE
- F85 Apologie du calcul formel
- F86 La TI-92 peut jouer un rôle dans l'enseignement traditionnel, mais il faut aussi concevoir un curriculum adapté 'aux nécessités du futur'. Une ébauche est proposée pour cela...
- F95 Exemples d'utilisation de DERIVE en analyse
- F96 Utilisation de CAS pour l'introduction à l'intégration (math. + implémentation TI-92)
- F98 Réflexion et suggestions sur l'utilisation au niveau post-bac
- F104 Concerne l'utilisation par le professeur. En préparation et pas par les élèves.
- F120 L'auteur donne des exemples d'apports du calcul formel à trois dimensions qu'il distingue dans l'enseignement des maths (application, compréhension, théorisation)
- F121 Un programme TI-92 qui étudie les variations à la place de l'élève. Il serait justifié par le fait qu'il s'agit d'une tâche routinière,
- F123 Considérations " didactiques " générales suivies de proposition d'implémentation des nombres réels et des simplifications algébriques.
- F126 Démonstration automatique en géométrie avec DERIVE. Bases mathématiques et implémentation. Un cours a été donné à des étudiants professeurs, 'très impressionnés'. Introduire ces méthodes dans le secondaire serait 'un peu extrémiste'
- F144 Cours intégrant DERIVE avec des commentaires sur le déroulement
- F146 Description d'un module visant à apprendre à modéliser et à intégrer l'usage du logiciel approprié pour une solution complète d'un problème. L'activité des étudiants est décrite et discutée, mais l'ensemble est très technique

B. Les “ innovations argumentées ”

- F28 Rapport sur un type d'activité avec DERIVE. “ L'activité d'investigation ”. Le cadre est délimité en fonction de l'écologie de DERIVE dans les enseignements pré-universitaires. “ D. change plus le ‘comment’ que le ‘quoi’ ”. Le style reste un peu ‘discours d'opinion’
- F30 Essai d'utilisation de la TI-92 pour les débuts de l'algèbre. Activités et réactions d'élèves assez convaincantes
- F52 Un exemple d'utilisation de DERIVE pour des conjectures, des généralisations et des réfutations. Il révèle des ‘mis’conceptions sur la notion de rationnel.
- F64 Présentation du projet CALPAC. Originalités : math et physique, utilisation DERIVE et Tableur. Refonte curriculaire inspirée de Dubinski. Evaluation vue comme nécessitant un dispositif complexe, mais renvoyée à un prochain article
- F70 Présentation du projet autrichien d'introduction de DERIVE organisation de l'expérimentation, rappel des ‘principes didactiques que DERIVE, favorise’ (White box- black box et inverse, navette-fenêtre, modularité), trois niveaux d'activité (heuristique, exact, applications)
- F73 Présentation du projet Français par la responsable ministérielle.
- F87 L'intégration de CAS affecte les pratiques des professeurs, mais aussi leurs conceptions des math. Un exemple de session de formation est présenté.
- F111 L'évolution d'un problème, de papier-crayon à CAS. Différences entre l'attente du professeur et la compréhension du problème par les élèves. Nécessité de la durée
- F114 Essentiellement suggestions d'utilisation ; compte rendu très succinct sur l'expérimentation
- F134 Etude de la résolution de pb algébriques avec CAS : hypothèses, analyse a priori, exemples et premières expérimentations
- F147 Un examen oral en groupe avec DERIVE. Plutôt descriptif
- F160 Description d'une formation d'enseignants à DERIVE. Les étudiants sont d'abord mis en situation, puis encouragés à élaborer des projets. Situations et conclusions intéressantes.
- F161 Sensibiliser les enseignants aux systèmes de calcul formel

C. Les articles centrés sur des hypothèses d'amélioration de l'enseignement et de l'apprentissage

Hypothèses générales et faible validation empirique

- F3 Hypothèses générales sur les apports de DERIVE en 1S (compréhension, conceptualisation, résolution de problèmes) et une hypothèse précise sur le rôle de la disponibilité de DERIVE. Exemples de problèmes ‘courts’ et ‘longs’. Confirmation ‘informelle’
- F19 CAS comme solution au problème du niveau des étudiants, et tentative pour “ dépasser ” les difficultés algébriques. Evaluation “ subjective et anecdotique ”.
- F25 L'utilisation de DERIVE permet au professeur et aux étudiants de consacrer plus d'attention à la modélisation, à faire fonctionner l'algorithme et à interpréter les résultats
- F54 Discours général sur les bénéfices de CAS pour l'enseignement. Les arguments ‘anti-CAS’ sont réfutés un par un

- F122 Utiliser DERIVE avec des étudiants faibles en math. Idées pas très originales. Conclusions enthousiastes.
- F129 Application de la métaphore de l'étagage pour remédier à des connaissances insuffisantes chez un petit groupe d'étudiants
- F130 Hypothèses sur les apports de DERIVE aux premiers apprentissages en algèbre et en géométrie analytique. Chaque hypothèse est illustrée d'un exemple, mais n'est pas discutée. Conclusions très générales et peu appuyées
- F138 Vision idéologique de la calculatrice graphique comme aide aux apprentissages conceptuels 'particulièrement pour les élèves faibles'. Les nouvelles possibilités de la TI-92 renforceraient cette aide

Hypothèses plus spécifiques et validation externe

- F14 Un module DERIVE en première année d'université. Les contenus sont détaillés, une analyse statistique essaie de montrer des performances améliorées. Ce n'est pas le cas à court terme. A plus long terme, oui, mais est-ce en rapport avec DERIVE ?
- F33 Evaluation de l'effet d'un " Computer Aided Instruction ". Etude comparative externe à l'aide de " skill tests ", questionnaires d'attitude, interviews.
- F91 Etude comparative, évaluation, représentation, difficultés avec et sans Mathematica
- F97 L'utilisation de DERIVE, en première année d'université. technique. Présentation d'un projet, de façon très générale. Une originalité est que DERIVE est autorisé à l'examen. Amélioration 'drastique' des résultats due, selon l'auteur, à la méthode et non aux conditions d'examen
- F101 Un groupe d'étudiants utilisant DERIVE est comparé à un groupe témoin sur trois points : l'habileté dans les calculs, les attitudes, les capacités en résolution de problèmes
- F102 Présentation du projet (Application concept, techno.). Discussion centrée sur la notion de fonctions, appuyée sur la littérature didactique. Evaluation statistique des modifications dans les conceptions des élèves,
- F103 Hypothèse : l'affectif, la position par rapport aux mathématiques, sont influencés par les changements curriculaires introduisant la technologie. Etude comparative dont les résultats sont " personnellement décevants ". Difficulté à évaluer les changements à court terme.
- F124 Les modifications apportées à l'introduction de la dérivée à partir d'hypothèses constructivistes et de l'introduction de DERIVE.
- F131 Etude comparative d'un groupe d'étudiant utilisant une TI-92 dans une approche centrée sur les significations avec un groupe standard. Les élèves TI-92 sont meilleurs aux items symboliques (calcul direct ou élaboration d'une solution)
- F133 Intégration des TI-92 dans un module d'enseignement des équations logarithmiques et exponentielles, comparaison avec l'enseignement standard

D. Les articles centrés sur des “ questions ”

Exploration de questions générales

- F56 Les limites et contraintes de CAS illustrées par les TI-92. Conclusion : un CAS ne dispense pas un élève de comprendre le mécanisme utilisé.
- F81 DERIVE en 3ème et seconde. Huit questions sont posées en début d'article, mais elle ne sont pas traitées dans l'article. Plusieurs exemples de travaux d'élèves avec DERIVE sont donnés. Un exemple de résolution de problème en examen avec DERIVE est étudié plus spécialement
- F94 Quelles méthodes donner aux étudiants pour qu'ils comprennent les résultats donnés par le CAS ? (compte tenu des distorsions que l'outil génère) ? Pour quelles tâches, l'outil est-il utile ? (meilleur outil ne veut pas dire plus de réussite).
- F107 Comparaison de cinq recherches sur l'utilisation du calcul formel et recommandations pour de futures recherches
- F108 Une revue de questions sur CAS en terminale (curriculum, compréhension examens) et sur l'ordinateur (conception du produit et de l'interface, manuels, formation des maîtres)
- F110 Fait-on des mathématiques de la même façon en papier-crayon et avec une TI-92 ? Cette réflexion conduit à une classification des actions (processes) et à des questions sur les modifications apportées par les CAS
- F115 Deux modes fondamentaux dans les CAS (graphique numérique, et symbolique) qui mettent en jeu des modes de pensée différents
- F153 Réflexion sur les problèmes soulevés par l'intégration des CAS et une suggestion d'utilisation

Questions théoriques

- F2 L'hypothèse est que le style cognitif “ dépendant ou non du champ ” aurait un effet sur l'usage de CAS. Mise en relation avec le style “ Moyen orient ”. (rapport culture-cognitif). Les “ indépendants du champ ” profiteraient mieux du potentiel du calcul formel.
- F31 Tentative de théorisation de l'apport de DERIVE à l'interaction des registres et difficultés éventuelles. Illustrée par l'introduction de la dérivée (Meyer)
- F42 Les théories “ ad-hoc ” du calcul formel (boîte blanche-boîte noire et réciproque) sont étudiées et critiquées à l'aide trois exemples. L'auteur propose de plutôt considérer les théories générales de “ l'éducation mathématique ”

Questions sur les élèves

- F60 Les bases apportées par l'usage de DERIVE sont-elles exploitées par les étudiants dans leurs apprentissages ultérieurs ? En fait, les étudiants ont tendance à utiliser DERIVE seulement pour des vérifications car ils ne sont pas aidés dans l'approche de nouveaux sujets.
- F143 Dans une même formation aux logiciels pour faire des mathématiques, Excel a été très apprécié des étudiants, tandis que DERIVE est apparu peu compréhensible et peu pertinent. Les deux “ outils ” sont comparés et des conditions de bonne intégration de DERIVE sont énoncées

- F151 Etude des difficultés d'élèves utilisant DERIVE : difficultés liées à l'implémentation et difficultés liées au manque de maturité mathématique des élèves
- F162 Recherche sur l'utilisation de DERIVE comme outil de diagnostic et remédiation des difficultés en algèbre élémentaire

Questions sur l'enseignant

- F6 Difficultés des enseignants à intégrer les nouvelles technologies
- F26 Description du comportement des enseignants intégrant des outils informatiques
- F109 Revue des facteurs intervenant chez les enseignants dans l'aptitude à intégrer les nouveaux outils, dispositif de formation continue

Questions sur l'instrument

- F29 Analyse des pratiques de calcul dans le secondaire et du micromonde des TI-92, mise en évidence d'implicites qui pourraient faire l'objet d'enseignement
- F43 Comparaison DERIVE/ TI-92 à travers les réactions d'étudiants. Discussion intéressante sur l'interface, mais ensemble plutôt anecdotique.

Questions sur les situations d'utilisation

- F11 Utilisations de DERIVE en terminale. Questions posées par l'utilisation et la définition de fonctions dans DERIVE, comme alternative aux commandes. Questions posées par l'examen de fin d'année avec DERIVE : connaissances et méthodes, nécessités techniques, rédaction
- F17 Des questions sont posées sur l'utilisation du calcul formel en première et deuxième année d'enseignement supérieur. Des réponses sont apportées à partir de l'expérience du CTI de Birmingham
- F24 Discussion didactique de l'apport de l'ordinateur dans ce cas
- F41 Sur des tâches de recherche de racines de polynômes, comparaison de procédures observées avec DERIVE et avec calculatrice graphique
- F44 Comparaison des épreuves de différents pays européens, problème de l'évaluation par rapport aux outils de calcul
- F45 Revue de l'usage des calculatrices et du calcul formel pour les examens dans différents pays
- F68 Etude de la résolution de problèmes non standard par un panel de 8 étudiants s'aidant de TI-92; étude clinique des facteurs influençant la résolution.
- F105 Dans les domaines mathématiques envisagés, les algorithmes ont leur place et sont généralement abordés à l'aide de langages procéduraux. L'auteur pose des questions sur l'impact de l'introduction de DERIVE. Questions intéressantes, mais pas de réponse.
- F113 "CAS modifie la structure didactique des leçons". Hypothèse testée par observation méthodique de 57 leçons avec et sans ordinateur (activité professeur, fonction didactique, objectif, méthode, structure sociale. activité des étudiants, progression de la leçon, 'impressions du professeur.')
- F140 L'impact de la réforme sur l'enseignement des séries n'a pas été évalué. Trois méthodes d'enseignement sont comparées. L'étude avec ANCOVA "ne supporte pas" les hypothèses optimistes

F159 l'expérience de l'auteur dans l'utilisation en classe de l'informatique (depuis 1971) est rapportée. L'intégration de DERIVE pose le problème de deux groupes dans la classe (avec et sans DERIVE à la maison). Peu problématisé, donc difficile de tirer des conclusions

E. L'intégration

F5 Intégration

F7 Étude de questions d'instrumentation et présentation d'une ingénierie didactique intégrant les TI-92 pour l'introduction de l'analyse

F8 Confronter l'analyse a priori du produit et des potentialités avec l'expérimentation effectuée

F10 Présentation de l'étude, problématique, méthodologie. Exemples. Perspectives

F13 Evaluation du projet autrichien. Méthodologie. Questionnaire profs et élèves. Intéressantes dissimilarités dans les appréciations professeurs et élèves sur l'apport de DERIVE.

F38 Etude des processus d'instrumentation d'objets complexes

F89 Quelles modifications CAS apporte-t-il à la pratique quotidiennes de l'enseignement et de l'apprentissage des maths ? Le recueil de données par questionnaire a permis d'identifier les attentes des professeurs et les attitudes des élèves. L'intégration est problématique,