

**A PROPOS DE L'UTILISATION DES CALCULATRICES
AU LYCEE**

**Par Marie LATTUATI
Isabel SANTOS RODRIGUES**

**DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES
UNIVERSITÉ - PARIS VII**

25

JUIN 1995

**A PROPOS DE L'UTILISATION DES CALCULATRICES
AU LYCEE**

**Par Marie LATTUATI
Isabel SANTOS RODRIGUES**

A propos de l'utilisation des calculatrices au lycée.

Introduction.

Ces dernières années, nombreux sont les enseignants de mathématiques de lycée qui s'interrogent sur les questions pédagogiques et fondamentales posées par l'introduction des calculatrices dans l'enseignement des mathématiques et par l'évolution rapide de leurs puissances de calcul.

Récemment accompagnée de recommandations d'emploi et de formations officielles du MEN, la calculatrice ne s'insère pas aisément dans les activités mathématiques traditionnelles d'enseignement et son utilisation en classe nécessite donc une adaptation, sinon une transformation, de notre conception des méthodes d'enseignement. Aussi les enseignants et les didacticiens s'interrogent-ils sur l'utilisation de ce nouvel instrument.

Parmi les nombreuses questions qui interfèrent, citons par exemple :

- l'intérêt *mathématique* de l'utilisation de la calculatrice dans l'enseignement secondaire,
- l'*optimisation de l'emploi* de la calculatrice suivant la filière et le niveau des élèves,
- les causes des *différences de niveau, de pratique et de comportement* entre les enseignants et entre les élèves observées dans la réalité quotidienne du cours de mathématiques... etc.

Ce sont précisément l'étude de ces importantes différences de niveau, de pratique et de comportement constatées d'une part entre les enseignants de lycée et d'autre part entre les élèves d'une même classe qui ont retenu, depuis deux ans, l'attention de notre groupe de recherche⁽¹⁾.

Nous nous sommes donc données comme objectif **l'étude des pratiques effectives des enseignants** de mathématiques et de leurs élèves de lycée dans l'exploitation des calculatrices programmables et graphiques en mathématiques.

Dans cet article, nous présentons à la fois les modalités et les résultats de chacune de ces deux recherches.

I. Analyse des pratiques et des représentations de professeurs de lycée à propos des calculatrices.

Une observation sommaire des pratiques et des déclarations d'enseignants de mathématiques de lycée, débutants ou expérimentés, nous avait conduites à distinguer, schématiquement, deux types de populations : les enseignants qui subissent l'introduction de la calculatrice dans leurs classes et ceux qui l'utilisent activement.

(1) Groupe de recherche en DDM, CALC DIDIREM, Paris 7, sous la direction de Mme Aline ROBERT.

Cette première étude essaie d'analyser, dans une perspective proche de la sociologie, les raisons **déclarées** qui refléteraient ces deux comportements.

Par l'intermédiaire d'un questionnaire divisé en cinq parties :

- Votre expérience d'enseignant,
- Vous et les calculatrices,
- Enseignement des mathématiques et calculatrices,
- Élèves et calculatrices,
- Identification de l'enseignant,

nous avons cherché à déterminer les régularités décelables chez les enseignants de mathématiques qui leur font accepter ou rejeter les calculatrices.

Après avoir présenté le questionnement initial qui a déterminé l'élaboration du questionnaire, nous donnons les caractéristiques de la population étudiée, puis nous développons une analyse des principales réponses obtenues et nous décrivons les conclusions actuelles avec l'orientation des travaux futurs.

A) Le questionnaire :

Pour expliquer la différence de comportement entre les deux populations d'enseignants que nous avons distinguées "*a priori*", nous sommes parties de l'hypothèse suivante : *la présence de plusieurs facteurs favorables est nécessaire pour déclencher le choix d'une utilisation non subie d'un outil nouveau.*

A l'aide d'un pré-questionnaire (annexe 1), très ouvert et qualitatif, testé auprès d'une trentaine d'enseignants de mathématiques en juin 1992, nous avons décelé des facteurs favorables qui sont apparus prépondérants, et que nous avons retenus pour le questionnaire final : l'âge et le sexe de l'enseignant, sa formation en mathématiques, informatique ou didactique (§5 du questionnaire), sa capacité d'investissement dans les innovations (§2), le niveau et le type de classe où il enseigne, son ancienneté de professeur, les objectifs de son enseignement pour les élèves et l'appréciation personnelle de sa réussite ou de son échec relatif dans son métier (§1).

Afin d'obtenir une image des conditions d'utilisation de la calculatrice en classe, nous avons inclus à notre questionnaire les §3 et 4, l'un sur le rôle que tient la calculatrice dans leur enseignement, l'autre sur leur perception de l'utilisation de la calculatrice par les élèves.

Pour cette étude, nous n'avons pas cherché à construire un échantillon représentatif des enseignants de mathématiques de lycée, mais, par l'intermédiaire d'enseignants relais, nous avons distribué dans différents lycées le questionnaire précédé d'une introduction présentant les objectifs de notre recherche (annexe 2).

Le questionnaire a été distribué en septembre 1992 à environ 400 professeurs de lycée et nous avons pu en décembre retenir **200 réponses**⁽²⁾ issues de 34 lycées de France, dont 12 lycées parisiens.

(2) Les auteurs remercient vivement tous les enseignants qui ont accepté de participer à cette expérience.

Questionnaire pour les enseignants sur l'utilisation des calculatrices programmables en classe de mathématiques.

LORSQUE VOTRE RÉPONSE CORRESPOND A UNE CASE INDIQUÉE, COCHEZ LA. SI C'EST UNE RÉPONSE LIBRE, UTILISEZ LES LIGNES RÉSERVÉES A CET EFFET.

1 Votre expérience d'enseignant _____

Vous avez enseigné les mathématiques	au collège	pendant	années	<table border="1"><tr><td>public</td><td>privé</td></tr></table>	public	privé
	public	privé				
	au lycée	pendant	années	<table border="1"><tr><td>public</td><td>privé</td></tr></table>	public	privé
	public	privé				
au lycée professionnel	pendant	années	<table border="1"><tr><td>public</td><td>privé</td></tr></table>	public	privé	
public	privé					
dans le technique	pendant	années	<table border="1"><tr><td>public</td><td>privé</td></tr></table>	public	privé	
public	privé					
autres (préciser) _____						

Vous enseignez (ou avez enseigné) dans des classes jugées difficiles

jamais	parfois	souvent
--------	---------	---------

Si vous aviez tout à fait le choix, quelles classes choisiriez-vous (précisez public, privé, sections, niveaux, lieu ...)?

Etes-vous en moyenne

satisfait(e)	insatisfait(e)
--------------	----------------

 de votre enseignement ?
 Donnez un objectif concernant l'apprentissage des élèves que vous pensez atteindre (en général)

et un ou deux objectifs que vous jugez importants et que vous n'arrivez pas à atteindre.

Avez-vous déjà participé à certaines innovation ou à PAE ...

oui	non
-----	-----

Avez-vous déjà (co)signé un texte écrit ayant un rapport avec l'enseignement des maths?

oui	non
-----	-----

2 Vous et les calculatrices _____

1. Avez-vous eu du mal à vous mettre à utiliser une calculatrice?

oui	non
-----	-----

 Si oui pourquoi?

2. Avez-vous changé d'avis sur cette utilisation?

oui	non
-----	-----

 Si oui pourquoi?

3. Utilisez-vous dans certaines de vos classes des logiciels, des imagiciels?

oui	non
-----	-----

 Dans quelles classes :

4. Quelle(s) calculatrice(s) utilisez-vous?
 5. Utilisez-vous la calculatrice seulement "en même temps" que vos élèves ou autrement (pour vos propres activités mathématiques par exemple)?

comme les élèves	autrement
------------------	-----------

3 Enseignement des mathématiques et calculatrices _____

6. Précisez à quoi la calculatrice POURRAIT servir aux élèves en mathématiques (en indiquant à quelles classes vous pensez).

7. Avez-vous changé quelque chose dans votre enseignement depuis que les élèves utilisent des calculatrices?

oui	non	je ne sais pas
-----	-----	----------------

 Si oui quoi?

8. En particulier comment tenez-vous compte des calculatrices dans les exercices que vous proposez aux élèves?

dans vos énoncés de contrôles?

dans vos notes?

9. Avez-vous rencontré des problèmes d'enseignement liés aux calculatrices?

oui	non	je ne sais pas
-----	-----	----------------

Si oui lesquels?

10. Encouragez-vous vos élèves à programmer?

oui	non
-----	-----

4 Élèves et calculatrices

11. Comment vos élèves utilisent-ils effectivement leurs calculatrices? (précisez sections, niveaux, ...)

12. Y a-t-il des différences entre les élèves dans l'utilisation des calculatrices?

oui	non
-----	-----

Précisez ce que vous avez pu constater (en indiquant les sections, le niveau, ...)

13. Est-ce que les calculatrices ont introduit des changements côté élèves dans l'apprentissage de des mathématiques?

oui	non	je ne sais pas
-----	-----	----------------

5 Identification

Age

20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 65
---------	---------	---------	---------

Sexe

F	G
---	---

Études post-baccalauréat

Estimez-vous votre formation en mathématiques suffisante?

Formation en informatique, didactique ...

•Vous avez reçu une formation en *informatique*

nulle	légère	moyenne	sérieuse
-------	--------	---------	----------

Il s'agit d'une auto-formation

oui	non
-----	-----

•Vous avez reçu une formation en *didactique des mathématiques*

nulle	légère	moyenne	sérieuse
-------	--------	---------	----------

Il s'agit d'une auto-formation

oui	non
-----	-----

Avez-vous commencé à utiliser une calculatrice programmable pendant vos études secondaires?

B) Quelques caractéristiques de la population étudiée (§5 du questionnaire).

1°) Répartition selon l'âge et le sexe, exprimée en % :

	20 - 30 ans	30 - 40 ans	40 - 50 ans	50 - 65 ans
Femmes	4%	14%	31%	13%
Hommes	5%	6%	19%	8%

TABLEAU 1

On peut noter que, par le hasard de la constitution de l'échantillon, la répartition entre les hommes (37%) et les femmes (63%) et la prépondérance de la classe d'âge 40-50 ans ne reflètent pas la distribution nationale. On trouvera en annexe 3 la répartition nationale au 1er janvier 1992.

2°) Répartition selon le niveau des études universitaires, exprimée en effectifs :

Le tableau 2 regroupe les enseignants en fonction de leur niveau d'étude : licence, maîtrise, capes ou agrégation de mathématiques.

Certaines simplifications sont apparues nécessaires :

- un enseignant possédant à la fois une licence et le capes a été classé dans la catégorie capes,
- un enseignant ayant déclaré un DEA, sans autre précision, a été placé parmi les maîtrises.

Les enseignants qui déclarent une thèse de mathématiques ont été distingués des maîtrises⁽³⁾.

licence	maîtrise	capes	agrégation	thèse	non réponse
33	35	55	49	10	18

TABLEAU 2

Devant la dispersion et le manque de précision des réponses, nous n'avons pu exploiter les résultats. On trouvera en annexe 4 la répartition nationale de la DEP pour 1991- 1992.

(3) La question "Etudes post-baccalauréat" manquait de précision, ce qui explique les difficultés de classement des réponses.

3°) Caractéristiques des formations en informatique et en didactique.

Il nous a semblé intéressant de corrélérer les réponses à ces deux formations, et de distinguer les réponses selon le sexe de l'enseignant.

Les résultats obtenus en pourcentage sont donnés par le tableau 3.

Informatique→ Didactique ↓	Nulle		Légère		Moyenne		Sérieuse		total		moyenne
Nulle	18	13	23	18	7	10	4	8	52	50	51
Légère	6	1	18	18	8	11	1	7	33	38	35
Moyenne	2	1	7	1	2	3	1	1	12	7	10
Sérieuse	1	1	2	1	0	3	0	0	2	6	4
total	27	17	50	39	17	27	6	17			
	23		46		21		10				

TABLEAU 3 : Répartition en POURCENTAGE des niveaux de formation en informatique et en didactique.

ainsi, par exemple :

8	11
---	----

8% des femmes et 11% des hommes ont déclaré posséder une formation moyenne en informatique et légère en didactique.

A la lecture de ce tableau, il n'apparaît pas de différence significative entre les hommes et les femmes sur le niveau de leur formation en didactique : 14% des femmes et 13% des hommes possèdent une formation moyenne ou sérieuse en didactique, alors qu'une différence apparaît en informatique : 23% des femmes et 44% des hommes possèdent une formation moyenne ou sérieuse en informatique.

Par ailleurs, la réponse à la question "*Estimez-vous votre formation en mathématiques suffisante?*" nous apprend que 70% des enseignants estiment détenir une formation suffisante pour leur enseignement de mathématiques.

C) Analyse des réponses au questionnaire.

Ce paragraphe traite les réponses des §2, 3 et 4 du questionnaire.

(1) L'enseignant et les calculatrices (§2 du questionnaire).

A la question 1 : "Avez-vous eu du mal à vous mettre à utiliser une calculatrice" , nous avons obtenu : 69 OUI (36%) et 121 NON (64%).

Cette question a, par ailleurs, été dépouillée suivant trois critères : l'âge, le sexe et la formation en informatique, afin de tester certaines de nos hypothèses.

SEXE	oui	non
femme	40%	58%
homme	28%	72%

TABLEAU 4 : Influence du sexe

AGE	OUI	NON
20-30 ans	40%	60%
30-40 ans	32%	68%
40-50 ans	33%	64%
50-65 ans	40%	60%

TABLEAU 5 : Influence de l'âge

Formation en informatique	OUI	NON
Nulle	58%	41%
Légère	32%	65%
Moyenne	27%	72%
Sérieuse	10%	89%

TABLEAU 6 : Influence de la formation en informatique

On peut constater que les femmes sont plus nombreuses que les hommes à déclarer des difficultés à utiliser la calculatrice. L'âge de l'enseignant n'est pas un critère discriminant et on vérifie que la formation en informatique s'avère très corrélée avec la facilité d'utilisation d'une calculatrice.

Les raisons données à la question 1 sont importantes à analyser. Rappelons que 36% des enseignants (69 réponses) ont affirmé avoir rencontré des difficultés pour utiliser une calculatrice. Leurs raisons sont alors de deux types :

- **les difficultés d'ordre technique** : 47 réponses invoquent le manque de temps pour s'entraîner, la complexité des modes d'emploi, l'absence d'intérêt pour cet outil ou la difficulté à mémoriser les instructions de programmation.

Ces difficultés sont celles de l'apprentissage d'un nouvel appareil.

Mais 17 réponses invoquent des **raisons plus conceptuelles** : la calculatrice apporte-t-elle un progrès? Est-ce encore des mathématiques? Une certaine rigueur et certaines connaissances vont-elles disparaître, rendues obsolètes ou inutiles?

Cependant 45 parmi ces 69 enseignants déclarent avoir changé d'avis sur l'utilisation de la calculatrice (question 2) et leurs justifications expriment quatre idées :

- **l'efficacité de l'outil** (14 réponses) facilite les calculs, les tracés, les recherches de solutions d'équations et permet l'accès à une nouvelle classe de problèmes,

- **la normalisation des modèles** et des modes d'emploi, l'existence de formations efficaces (10 réponses) ont favorisé l'acquisition du savoir-faire. L'utilisation devient alors quelquefois "amusante" voire "passionnante",

- **la conscience professionnelle** de l'enseignant (7 réponses) l'incite à utiliser les calculatrices inscrites dans les programmes scolaires,

- **la calculatrice apporte des ouvertures** à l'enseignement : elle représente un outil de motivation des élèves (4 réponses), elle autorise une nouvelle approche des concepts mathématiques et entraîne à la conjecture et au développement de l'esprit critique (7 réponses).

Parmi les 121 enseignants qui "n'ont pas eu de difficultés", on relève peu de changement d'opinion. Les raisons invoquées sont alors la trop grande multiplicité des modèles (3 réponses) ou la déception de l'enseignant face à l'utilisation, qu'il estime abusive, de la calculatrice par les élèves (6 réponses).

Une certaine ambiguïté dans la formulation des questions 1 et 2 a provoqué 2 types de réponses : certains enseignants donnent des raisons matérielles et d'autres des justifications de principe. Ces deux types de réponses cohabitent dans plusieurs questionnaires.

Les réponses aux questions 3 et 4 ne réservent pas de surprise : 15% des enseignants utilisent des logiciels et une majorité utilise une calculatrice de marque Casio (63%) ou Texas Instrument (36%). Un pourcentage significatif d'enseignants (46%) utilise plusieurs calculatrices de marques ou de performances différentes.

(2) L'enseignement des mathématiques et les calculatrices (§3 du questionnaire)

Une analyse qualitative permet de classer les réponses selon 3 thèmes :

- la calculatrice introduit de **nouvelles difficultés** pour le professeur dans l'enseignement des mathématiques (question 9).

La diversité des calculatrices est perçue comme une source d'inégalité entre les élèves. Son utilisation comme aide-mémoire ou traceur de courbes rend difficile une évaluation objective des connaissances et des travaux des élèves : les enseignants essaient de contourner cette difficulté en proposant des travaux avec ou sans calculatrice, en sanctionnant les incohérences, en exigeant des justifications précises.

D'autres difficultés sont liées à la gestion de la classe (36% de réponses) : nécessité pour l'enseignant de connaître le fonctionnement de tous les modèles courants et de gérer l'hétérogénéité du savoir-faire des élèves.

Certaines difficultés, enfin, sont d'ordre plus mathématique : confusions fréquentes entre réel et décimal, entre valeurs exacte et approchée, entre résultats lu et justifié, ... souvent imputées à un emploi aveugle de la calculatrice.

- la calculatrice conduit l'enseignant à **modifier ses exercices**.

Certains enseignants proposent maintenant à leurs élèves des exercices de programmation. Puisqu'il n'est plus nécessaire de se préoccuper de la simplicité des calculs, il devient possible de proposer des problèmes en relation avec la physique ou l'étude de situations concrètes.

L'enseignant peut également commencer une étude de fonction par son tracé, réalisant ainsi une véritable révolution pédagogique!

Enfin, pour éviter une totale dépendance des élèves à leurs calculatrices, des enseignants donnent des interrogations de cours, des exercices de calculs numériques ou algébriques sans calculatrice.

- la calculatrice est une **aide au travail mathématique** (question 6).

Elle permet une initiation à la programmation (36 réponses), l'exploration numérique (45 réponses), l'aide à la conjecture (26 réponses), la vérification des résultats (43 réponses) et les tracés de courbes (21 réponses). Elle permet un gain de temps (36 réponses).

Dans 76 questionnaires, l'enseignant cite des chapitres ou des thèmes d'étude où la calculatrice apporte une aide : l'étude des fonctions (15 réponses), des limites (15 réponses), des suites (12 réponses), des statistiques (25 réponses) sont les chapitres les plus souvent cités.

Quelques remarques s'imposent à la lecture des réponses très riches du paragraphe 3 du questionnaire :

- un seul enseignant nomme la géométrie : pour les enseignants, la calculatrice reste l'outil des statistiques, des calculs et de l'analyse.
- plusieurs réponses laissent deviner une interrogation plus ou moins formulée : la calculatrice est-elle à l'origine d'un changement dans l'approche des concepts en analyse et plus généralement dans l'enseignement des mathématiques, ou bien n'est-elle qu'un *révélateur* de ce changement?
- il serait important d'étudier l'influence de la calculatrice sur la façon dont les élèves appréhendent les concepts de réel et décimal, limite, valeur exacte et approchée.
- enfin, la présence de fonctions très élaborées sur les calculatrices et la curiosité des élèves entraînent l'enseignant à dépasser le programme scolaire. Par exemple, les fonctions Arccos ou Arcsin sont utilisées spontanément par les élèves en terminale C alors que, simultanément, le support théorique nécessaire (notions de fonctions bijectives et réciproques) n'occupe plus qu'une très petite place dans le programme.

(3) Les élèves et les calculatrices (§4 du questionnaire).

Nous souhaitons, dans cette partie, rejoindre le deuxième thème de recherche de notre groupe et appréhender, à travers les réponses des enseignants, les modes de fonctionnement des élèves. Aussi, les réponses aux questions 11 et 12 sortent du cadre de cette première étude. Par contre, la question 13 "*est-ce que les calculatrices ont introduit des changements côté élèves dans l'apprentissage des mathématiques*" s'est révélée essentielle : nous avons obtenu 179 réponses, avec la répartition suivante :

oui	non	je ne sais pas
109	16	54

TABLEAU 6

Si on enlève les "17 jeunes enseignants" sans opinion, il reste donc une proportion importante (67%) d'enseignants qui estime que "les calculatrices ont introduit des changements côté élèves dans l'apprentissage des mathématiques".

Aucun enseignant ne justifie sa réponse négative, mais il est intéressant de constater que 48 enseignants expliquent leur réponse positive, sans y avoir été invités.

La question est donc importante pour les enseignants et, au travers des réponses, on perçoit que l'opportunité de l'utilisation de la calculatrice en classe reste un sujet de débat pour les enseignants.

Nous pouvons remarquer que, parmi les 48 justifications, les mêmes arguments sont repris et utilisés de façon contradictoire par des enseignants différents pour aboutir à des appréciations favorable ou défavorable à la calculatrice.

Une classification des justifications pourrait être la suivante :

justification	appréciation	favorable à la calculatrice	défavorable à la calculatrice
systematique		- la calculatrice réhabilite la démarche expérimentale. - elle rend les mathématiques plus concrètes. - elle permet des conjectures et des contrôles. <i>(11 réponses)</i>	- la calculatrice laisse croire que les mathématiques sont une science expérimentale. - la calculatrice crée des confusions entre raisonnement et résultat. - elle génère chez les élèves des conceptions erronées. <i>(6 réponses)</i>
comportementale		- la calculatrice réconcilie les élèves avec les mathématiques. - les mathématiques ont un aspect ludique. - la calculatrice donne du sens à ce que l'élève doit retenir. <i>(10 réponses)</i>	- les élèves font une confiance aveugle à leurs calculatrices et sont en état de dépendance. - ils font beaucoup moins d'effort de raisonnement et de mémorisation. - la calculatrice donne aux élèves l'illusion du savoir-faire. <i>(13 réponses)</i>
technique		- les calculs et les tracés sont beaucoup plus faciles. <i>(5 réponses)</i>	- Les élèves perdent leurs savoir-faire en calcul. - ils perdent la notion d'ordre de grandeur. <i>(6 réponses)</i>

D) Conclusions et perspectives :

A la suite de ce travail, on peut raisonnablement estimer posséder une image assez fidèle des conditions d'utilisation de la calculatrice en classe et un bon reflet de l'opinion des enseignants de lycée, en 1993, sur l'intégration des calculatrices dans l'enseignement.

Nous pouvons retenir :

- que l'âge de l'enseignant n'est pas un facteur intervenant dans l'utilisation subie ou non-subie de la calculatrice,
- que le **sexe** est peut-être un facteur discriminant,
- qu'il existe un lien étroit entre l'utilisation volontaire de la calculatrice et la formation de l'enseignant en **informatique**,
- que les **mêmes arguments** sont utilisés par les enseignants pour aboutir à une appréciation favorable ou défavorable de la calculatrice.

Aucune conclusion ne peut être apportée, pour les autres facteurs, dans l'état actuel de nos travaux, et notre hypothèse "*La présence de plusieurs facteurs favorables est nécessaire pour déclencher le choix d'une utilisation non-subie d'un outil nouveau*" reste présentement sans réponse.

Il était alors nécessaire approfondir les raisons des différences de comportement des enseignants.

Nous avons donc décidé, sans rejeter notre hypothèse première, de continuer ce travail avec une nouvelle hypothèse :

"La relation personnelle de l'enseignant avec les mathématiques est une variable déterminante dans l'utilisation des calculatrices".

Dans cette relation, nous avons dégagé, "*a priori*" deux composantes :

- * d'une part la *relation personnelle* de l'enseignant en tant que mathématicien : qu'est-ce que les mathématiques? qu'est-ce que faire des mathématiques?
- * d'autre part sa *conception de son rôle d'enseignant* de mathématiques : quelles mathématiques enseigner aux élèves? avec quels objectifs?

Un nouveau questionnaire testé auprès de 34 professeurs débutants ne nous a pas permis de trouver actuellement un lien entre leur rapport aux mathématiques et leur utilisation de la calculatrice (annexe 5).

Nous avons pu, par contre, constater que ces jeunes professeurs sont partisans des activités de modélisation, de l'utilisation de logiciels (même s'ils ne les utilisent pas encore), des activités de programmation et de l'intégration de la calculatrice programmable à l'enseignement, ce qui est un signe de dynamisme et de modernisme encourageant.

Cependant, dans le domaine de l'intégration de la calculatrice dans l'enseignement, l'évolution des outils, des mentalités et des pratiques est très rapide. En particulier, les programmes scolaires insistent de plus en plus sur l'emploi des calculatrices et les enseignants semblent attentifs à les respecter. La question n'est donc plus de savoir si les enseignants utilisent la calculatrice en classe, mais s'ils l'utilisent avec réticence ou conviction et avec quelles justifications.

Pour tester notre nouvelle hypothèse, il semble que le questionnaire ne soit plus le meilleur outil, mais qu'il faille envisager des **entretiens** auprès des enseignants. C'est donc dans cette direction que nous travaillons actuellement, en essayant, à partir d'entretiens dirigés, d'étudier s'il existe un lien entre l'utilisation "agréable" de la calculatrice par les enseignants et leur rapport aux mathématiques.

II. Analyse de pratiques effectives d'élèves de Terminale C.

Cette deuxième étude a donc pour objectif l'étude de l'utilisation *effective* de la calculatrice par les élèves d'une même classe.

L'expérimentation relatée dans cet article a eu lieu en mars 1994 dans une classe de Terminale C au Lycée Buffon à Paris. La classe comporte 37 élèves d'un bon niveau⁽⁴⁾ , 17 filles et 20 garçons.

Trente six élèves sur trente sept utilisent une calculatrice graphique :

14 calculatrices CASIO fx séries 7000 à 7800,
9 calculatrices CASIO fx séries 8000 et 8500,
6 calculatrices TI 81 et 85,
2 calculatrices SHARP EL 9200 et 9300 et
5 calculatrices HP 48.

La calculatrice non graphique est une CASIO fx 180 PA.

L'enseignant incite fortement les élèves à utiliser leurs calculatrices, mais il n'est pas expert dans leur utilisation et n'a pas proposé aux élèves d'activités spécifiques d'apprentissage de l'instrument.

Le formulaire du baccalauréat est un outil que les élèves peuvent utiliser à tout moment⁽⁵⁾ .

Afin d'obtenir une image fiable de l'utilisation effective de la calculatrice par ces élèves de Terminale C, nous avons orienté notre expérimentation dans deux directions :

- A) la première porte principalement sur l'observation des élèves pendant une séance de travaux dirigés ;
- B) la deuxième porte sur l'analyse d'un contrôle réalisé par les élèves.

A) Observation de la classe en séance de travaux dirigés⁽⁶⁾.

Modalités d'observation :

Les élèves reçoivent une feuille d'exercices à chercher. Ils peuvent discuter entre eux. L'enseignant n'intervient que pour répondre à leurs questions ou pour faire préciser un raisonnement. La correction des exercices n'a pas lieu pendant cette séance.

L'observateur peut circuler librement dans la salle et interroger les élèves, sans que sa présence modifie le comportement des élèves.

Les élèves ont eu le temps de résoudre partiellement au moins les deux exercices suivants :

(4) 35 élèves obtiendront le baccalauréat au mois de juin avec 4 mentions BIEN et 14 mentions ASSEZ BIEN.

(5) Depuis 1993, les élèves disposent d'un formulaire à l'épreuve de mathématiques du baccalauréat.

(6) En 1994 l'heure de travaux dirigés de Terminale C est une heure en demi-classe.

Exercice 1 :

(u_n) est la suite définie pour tout $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$, par :

$$u_n = \sum_{k=2}^n \frac{1}{k \ln k}.$$

1. Soit f la fonction numérique définie par : $f(x) = \frac{1}{x \ln x}$.

Quel est l'ensemble de définition de f ?

Montrer que f est strictement décroissante sur $]1, +\infty[$.

2. Montrer que, pour tout $k \geq 2$, on a : $\frac{1}{k \ln k} \geq \int_k^{k+1} f(x) dx$. En déduire une minoration de u_n par une intégrale.

3. Calculer $I_n = \int_2^{n+1} f(x) dx$, $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$ puis $\lim(I_n)$.

La suite (u_n) a-t-elle une limite?

Exercice 2 :⁽⁷⁾

On considère la fonction numérique de la variable réelle f , définie sur $] -1, +\infty[$ par

$$f(x) = \frac{1}{1+x}.$$

- a) Déterminer une fonction polynôme P , de degré inférieur ou égal à 3, qui a même valeur et même nombre dérivé que f en 0 et 1.

- b) Soit K la fonction numérique définie par :

$$K(x) = \frac{1}{1+x} + \frac{1}{4}x^3 - \frac{3}{4}x^2 + x - 1.$$

Factoriser K et en déduire la position relative de C_f et C_P courbes représentatives de f et P dans un même repère $(O; \vec{i}, \vec{j})$ orthonormé du plan.

- c) A l'aide d'un encadrement de $1+x$ pour $x \in [0, 1]$, montrer que

$$\frac{1}{240} < \int_0^1 K(x) dx < \frac{1}{120}.$$

- d) Calculer $\int_0^1 f(x) dx$ et $\int_0^1 P(x) dx$.

- e) Déduire des résultats précédents la valeur de $n \in \mathbb{N}$ telle que

$$\frac{n}{240} < \ln 2 < \frac{n+1}{240}.$$

⁽⁷⁾ D'après problème Nancy-Metz C, 1980.

Dans l'exercice 1 question 1, d'une façon générale, les élèves n'ont pas utilisé la calculatrice pour déterminer, ou même pour vérifier le sens de variation de f . Seuls deux élèves ont recouru au mode graphique de leur calculatrice. Nous avons demandé aux élèves la raison pour laquelle ils n'utilisaient pas le graphisme pour confirmer leurs résultats et leurs réponses furent : *"Si on a le temps on l'utilise pour faire une vérification, mais dans les cas plus faciles. Dans les cas plus difficiles, on fait le graphique en premier"*. Un autre élève a précisé : *"On utilise la calculatrice seulement si on a des problèmes pour dessiner le graphique, ou pour interpréter le signe de la dérivée"*. Remarquons que ce sont essentiellement des filles qui ont été les premières à donner ce type de réponse.

La question 2, pour l'enseignant est une question théorique où la calculatrice ne devrait pas intervenir. Cependant nous avons trouvé quatre élèves qui utilisaient la calculatrice pour calculer la valeur de cette intégrale $\int_k^{k+1} f(x) dx$.

A travers leurs explications, on voit apparaître deux raisons :

- la difficulté pour les élèves de distinguer *a priori* une question "théorique" d'une question "numérique" (l'élève ne réalise pas que les bornes de l'intégrale sont k et $k+1$).
- la méconnaissance des potentialités de la calculatrice peut inciter les élèves à essayer de résoudre n'importe quel exercice avec leur calculatrice (*"c'est plus rapide et ainsi je ne suis pas obligé de savoir faire tous les calculs..."*).

Dans la question 3, quelques élèves expliquent qu'ils tentent de façon générale de confirmer la limite, ou même quelque fois de conjecturer cette valeur à l'aide de la calculatrice, mais dans le cas de cette question, ils ne l'ont pas utilisée par manque de temps.

Très peu d'élèves ont commencé à résoudre la question 1-a) de l'exercice 2, par manque du temps.

Trois élèves ont résolu le système correspondant à cette question sans utiliser la calculatrice, parce que leurs calculatrices ne le permettaient pas. Un élève a trouvé une fonction polynôme à partir de la résolution du système par la calculatrice, mais incorrecte. Il s'est trompé dans l'introduction des données.

Il faut remarquer cependant qu'il y avait deux garçons avec une calculatrice du type HP 48 GX, qui ont résolu correctement et très rapidement le système et ont obtenu comme solutions 2 nombres décimaux, qu'ils ont transformés en fractions, toujours en utilisant les possibilités de leur calculatrice.

Pour déduire la position relative des courbes C_f et C_p de la question 1-b), seuls 2 élèves sont arrivés à la bonne conclusion, en utilisant l'option graphique de la calculatrice. Les autres n'ont pas eu de temps de terminer leurs résolutions.

Conclusions :

(1) Nous avons constaté que, dans cette classe, les garçons disposaient des calculatrices les plus performantes et les utilisaient plus fréquemment. Par contre, les filles ne connaissaient pas très bien leurs calculatrices et avaient souvent des réticences à les utiliser et/ou craignaient de ne pas obtenir des résultats corrects.

(2) Il nous a semblé que les élèves qui dominaient facilement les concepts mathématiques, qui connaissaient les méthodes de résolution et qui avaient confiance dans leurs calculs n'utilisaient presque jamais leur calculatrice dans le cas d'exercices classiques : [je peux] «*tout faire sans utiliser la calculatrice et je peux obtenir des résultats corrects plus rapidement avec mon crayon*» .

(3) Si un élève maîtrise mal le fonctionnement de la calculatrice, il est peu motivé car il craint de "perdre du temps" à l'utiliser, d'autant plus qu'il sait que l'évaluation de son travail porte sur son raisonnement et les méthodes utilisées.

(4) Il nous semble donc indispensable que l'enseignant s'engage, avec les élèves non motivés par l'utilisation de la calculatrice, dans un travail d'apprentissage du fonctionnement pratique des machines dans deux directions :

- production et interprétation de graphiques⁽⁸⁾ (mode *connected* et *dot*, choix du range...)
- utilisation des programmes intégrés des calculatrices (calcul intégral, obtention du $n^{ième}$ terme d'une suite...).

Pour beaucoup d'élèves *l'incitation* de l'enseignant n'est pas suffisante pour déclencher un apprentissage *personnel* de la machine. Il s'avère donc nécessaire que le professeur le prenne en charge et peut-être l'intègre dans son évaluation.

Cet apprentissage modeste nous semble par ailleurs accessible à tout enseignant même "non-expert" en calculatrices.

B) Les élèves scientifiques pendant un contrôle.

Pour connaître un peu mieux la façon dont les élèves utilisent leur calculatrice pendant un travail **évalué en temps limité**, nous avons préparé et présenté à ces élèves un contrôle un peu différent des contrôles habituels que nous proposons ci-après.

(8) Sur ce point lire [4].

Lundi 14 mars 1994

CONTROLE : 2 heures

NOM:

CALCULATRICE :

PROBLÈME :

Dans tout le problème n désigne un entier naturel non nul.

A tout entier naturel n non nul, on associe la fonction numérique f_n définie sur $] -1; +\infty[$ par :

$$f_n(x) = x^n \ln(1+x).$$

Le problème est consacré à l'étude de la famille des fonctions f_n et à celles d'une suite liée à ces fonctions f_n .

On désigne par C_n la courbe représentative de f_n dans le repère orthogonal $(O; \vec{i}, \vec{j})$ d'unité graphique 2 cm.

PARTIE A. ETUDE DES FONCTIONS f_n .

1. Soit h_n la fonction numérique définie sur $] -1; +\infty[$ par :

$$h_n(x) = n \ln(1+x) + \frac{x}{1+x}.$$

a) Étudier le sens de variation de h_n .

b) En utilisant la valeur de $h_n(0)$, déterminer le signe de $h_n(x)$ sur $] -1; +\infty[$.

2. Pour tout x appartenant à $] -1; +\infty[$ vérifier que :

a) $f'_1(x) = h_1(x)$.

b) Pour tout n strictement supérieur à 1 :

$$f'_n(x) = x^{n-1} h_n(x).$$

c) On suppose n impair. Pour tout x appartenant à $] -1; +\infty[$, justifier que $f'_n(x)$ et $h_n(x)$ sont de même signe.

d) Dresser alors le tableau de variations de la fonction f_n , lorsque n est impair, en précisant ses limites en -1 et $+\infty$.

e) On suppose n pair. Dresser de même le tableau de variations de la fonction f_n , lorsque n est pair, en précisant ses limites en -1 et $+\infty$.

3.a) Étudier la position relative des courbes C_1 et C_2 .

b) Tracer ces deux courbes.

4	T	M	P	G
O	o	é	r	r
p	u	m	o	a
e	c	o	g	p
r	F	i	r	h
a	o	r	a	i
t	n	e	m	q
i	c		a	u
o	t		b	e
n	i		l	
s	o		e	
s	s			
$\frac{4}{37}$	$\frac{4}{37}$			$\frac{15}{37}$
$\frac{4}{37}$	$\frac{4}{37}$			$\frac{10}{37}$
$\frac{1}{37}$	$\frac{2}{37}$	$\frac{1}{37}$		
$\frac{1}{37}$	$\frac{1}{37}$	$\frac{1}{37}$		
$\frac{1}{37}$	$\frac{1}{37}$			
$\frac{4}{37}$	$\frac{6}{37}$			$\frac{21}{37}$
$\frac{3}{37}$	$\frac{3}{37}$			$\frac{17}{37}$
$\frac{7}{37}$	$\frac{8}{37}$	$\frac{1}{37}$	$\frac{2}{37}$	$\frac{22}{37}$
$\frac{4}{37}$	$\frac{6}{37}$	$\frac{3}{37}$	$\frac{9}{37}$	$\frac{26}{37}$

PARTIE B. ÉTUDE D'UNE SUITE.

Dans cette partie, U désigne la suite de terme général U_n définie pour tout n entier naturel non nul par :

$$U_n = \int_0^1 x^n \ln(1+x) dx$$

1. Étude de la convergence.

a) Démontrer que

$$0 \leq U_n \leq \frac{\ln 2}{n+1}.$$

b) En déduire que la suite U est convergente et donner sa limite.

c) A l'aide de l'encadrement obtenu au a), déterminer un entier naturel n_0 tel que, pour tout $n \geq n_0$, on ait :

$$0 \leq U_n \leq \frac{1}{100}.$$

2. Calcul de U_1 .

a) En remarquant que, pour tout x appartenant à $[0; 1]$, on a :

$$\frac{x^2}{1+x} = x - 1 + \frac{1}{1+x},$$

calculer

$$\int_0^1 \frac{x^2}{1+x} dx.$$

b) Calculer U_1 au moyen d'une intégration par parties.

3. Calcul de U_n .

Pour tout x de $[0; 1]$ et pour tout $n \geq 2$, on pose :

$$S_n(x) = 1 - x + \dots + (-1)^n x^n. \quad (1)$$

a) Démontrer que :

$$S_n(x) = \frac{1}{1+x} - \frac{(-1)^{n+1} x^{n+1}}{1+x} \quad (2)$$

b) En utilisant successivement les expressions (1) et (2) de $S_n(x)$, établir l'égalité

$$1 - \frac{1}{2} + \dots + \frac{(-1)^n}{n+1} = \ln 2 - (-1)^{n+1} \int_0^1 \frac{x^{n+1}}{1+x} dx.$$

c) En utilisant une intégration par parties et le résultat précédent démontrer que :

$$U_n = \frac{\ln 2}{n+1} - \frac{(-1)^{n+1}}{n+1} \left[\ln 2 - \left(1 - \frac{1}{2} + \dots + \frac{(-1)^n}{n+1} \right) \right].$$

4. Application.

Soit E l'ensemble des points M du plan, de coordonnées

(x, y) vérifiant :

$$0 \leq x \leq 1 \quad \text{et} \quad f_2(x) \leq y \leq f_1(x).$$

Calculer U_2 et en déduire l'aire de E en cm^2 .

4 0 p e r a t	T o u c F o n c	M e m o i r e	P r o g r a m	G r a p h i q u e
$\frac{1}{37}$	$\frac{3}{37}$		$\frac{1}{37}$	
$\frac{20}{37}$	$\frac{22}{37}$			
$\frac{2}{37}$	$\frac{3}{37}$		$\frac{2}{37}$	
$\frac{2}{37}$	$\frac{6}{37}$		$\frac{3}{37}$	
	$\frac{1}{37}$			
$\frac{7}{37}$	$\frac{9}{37}$			$\frac{2}{37}$

Modalités et analyse *a priori* du contrôle.

Le contrôle choisi correspond à l'énoncé d'un problème de baccalauréat⁽⁹⁾, dont nous avons fait l'analyse *a priori* de l'utilisation possible de la calculatrice :

- L'option "4 **opérations**" n'a pas beaucoup d'intérêt dans la résolution des questions, car les calculs sont simples.
- La seule **touche de fonction** indispensable est la touche **ln** .
- Depuis que les élèves disposent d'un formulaire, le **mode mémoire** n'est utilisé, en mathématiques, que pour enregistrer des programmes.
- Le **mode programmation** peut être utilisé pour déterminer les racines d'une équation (A-3-a), pour déterminer les termes d'une suite (B-1-c) et pour obtenir la valeur approchée de quelques intégrales (B-1 et 2).
- Le **mode graphique** permet de vérifier la représentation d'une courbe, de comparer sa position par rapport à d'autres et de rendre possible la conjecture de valeurs de certaines limites à partir de l'analyse de graphiques de fonctions.

Afin de comparer le comportement **effectif** des élèves avec notre analyse *a priori* nous avons décidé d'ajouter, à côté de l'énoncé, une grille à remplir par les élèves, en accord avec les hypothèses que nous voulions tester. De plus, si une question demandait plusieurs réponses, nous l'avons séparée en autant de sous-questions que de réponses. Ce processus nous permettait de mieux comprendre l'endroit où la calculatrice intervenait et quels types d'options étaient utilisés par les élèves.

Quelques minutes avant le contrôle, le professeur de mathématiques a expliqué à tous les élèves le sens des expressions : "option 4 opérations", "option touche de fonctions", "option mémoire", "option programmable" et "option graphique". Ce jour là nous n'avons pas observé les élèves, car notre présence pouvait influencer leur comportement et falsifier les résultats que nous allions analyser. Le contrôle a duré 2 heures (les élèves pouvaient utiliser leurs formulaires).

Les élèves ont rempli sérieusement la grille. Trois d'entre eux ont même écrit, à côté de la grille, des informations très précieuses pour nous aider à comprendre comment et où ils ont utilisé chaque option de la calculatrice. À la fin du contrôle, le professeur a relevé les grilles remplies avec les copies.

Lors de la comparaison entre les informations fournies par les élèves et nos hypothèses *a priori* , quelques doutes sont apparus pour certaines grilles. Afin d'éclairer ces doutes, nous avons discuté avec les élèves pour bien percevoir leur compréhension des définitions des options et leur façon de remplir la grille.

⁽⁹⁾ Série C, juin 92, académies : Paris, Créteil, Versailles, Lille, Rouen, Amiens.

Ces dialogues ont été essentiels, car certains élèves nous ont transmis des informations précieuses qui éclairent leur tentative pour résoudre certaines questions. Sans ces entretiens, les grilles auraient été difficilement exploitables.

Nous présentons les résultats de l'utilisation de la calculatrice par les élèves, dans une feuille de l'énoncé du contrôle, où chaque case contient le nombre d'élèves ayant utilisé l'option en cause, par rapport au nombre total d'élèves de la classe⁽¹⁰⁾. C'est à partir de la comparaison entre les résultats de ce tableau et de l'analyse *a priori* que nous allons réaliser l'analyse suivante. Notons que très peu d'élèves ont eu le temps de résoudre les questions 3 et 4 de la partie B.

Analyse des grilles et compléments apportés par les entretiens.

- Pour les options "4 opérations" et "touches de fonctions" l'utilisation effective des élèves confirme notre analyse *a priori*.

- En ce qui concerne l'option "programmation", aucun élève, même parmi les experts en calculatrice, n'a écrit de programmes **pendant le contrôle**.

Pour confirmer les résultats des valeurs des intégrales, quelques élèves seulement ont utilisé le programme intégré dans la calculatrice.

Nous pouvons faire deux remarques à propos des 9 réponses de la question A-3-b) :

- * Pour certains élèves, une ambiguïté existe dans la consigne de réponse à la grille : en effet, une production de graphe comporte aussi l'utilisation du mode "programme".

- * Les entretiens nous ont appris que plusieurs élèves, après avoir étudié les types de fonctions habituellement proposées au baccalauréat, avaient enregistré en mémoire un programme permettant d'obtenir le graphe d'une fonction de ce type sans passer par les touches de graphe trace et range. Il leur suffit de modifier ce programme en accord avec les fonctions du problème : « *j'ai un programme (en mémoire) qui fait des graphiques et j'ai modifié ce programme en accord avec les fonctions du problème* ».

Ces élèves ont l'illusion de l'efficacité de ce programme, quelle que soit la fonction et le domaine proposé... il est vrai que la majorité des problèmes d'analyse proposés au baccalauréat depuis quelques années confortent les élèves dans cette illusion d'avoir un programme "général"...

Pour rectifier ces concepts erronés, il serait sans doute important que le professeur connaisse les possibilités des programmes que les élèves enregistrent en mémoire.

(10) Voir page 13.

• L'option graphique a été beaucoup utilisée par plusieurs élèves, mais dans peu de questions. À partir des informations fournies par les élèves, nous constatons que pour beaucoup d'élèves : *«il suffit de taper $n=3$, $n=8$ et $n=10$ pour avoir d'avance une idée de la variation et du signe des fonctions»* (lors de l'étude d'une famille de fonctions).

Il ressort de façon évidente des entretiens que le mode graphique est effectivement utilisé comme moyen de vérification et/ou de conjecture de résultats (valeur de limites, position relative de deux courbes, sens de variation d'une fonction). Ce résultat confirme notre analyse *a priori*..

Conclusions :

Bien entendu les résultats de cette analyse ne peuvent pas être généralisés à partir d'un nombre restreint d'élèves, d'un seul contrôle et d'une seule classe de terminale scientifique.

Cependant, on peut noter que l'analyse de la grille et les entretiens qui ont suivi ne font que confirmer les observations effectuées pendant les séances de travaux dirigés : l'utilisation de la calculatrice en cours de mathématiques développe chez les élèves de nouvelles habitudes. Ces nouvelles procédures génèrent des savoir-faire mais aussi des conceptions erronées et souvent, comme nous l'avons constaté, des "théorèmes-élèves" implicites et ... hélas efficaces avec une bonne probabilité!

Le résultat de ce travail renforce aussi notre idée que la relation entre enseignants et élèves éclairée par les "dialogues mathématiques" est un outil privilégié pour comprendre les difficultés et les erreurs des élèves.

Conclusion.

Il est nécessaire de rappeler les limites imposées par les données qui sont à la source de ces deux recherches et les imperfections des méthodologies employées.

Dans la suite de nos travaux, nous privilégierons la pratique des entretiens : en effet, cette méthode nous paraît beaucoup plus appropriée que les questionnaires pour préciser, d'une part, les **motifs** d'implication des enseignants et d'autre part, la **réalité** des pratiques des élèves de lycée à propos des calculatrices.

En conclusion, nous formulerons deux remarques qui paraissent s'imposer à la suite de ces études :

1) Si l'enseignant ne s'occupe pas de l'apprentissage du fonctionnement de la calculatrice, il risque de ne pas avoir accès aux conceptions erronées de ses élèves et d'avoir une idée fausse de son utilisation effective.

Cet apprentissage semble devoir débiter dès la classe de seconde car il est évident, qu'en terminale, des habitudes difficiles à modifier ont déjà été prises. L'apprentissage du mode calcul s'est souvent fait en seconde autant en classe de mathématiques que de physique, sur une calculatrice non graphique. Aussi, voit-on fréquemment des élèves de terminale continuer à utiliser cette première calculatrice pour leurs calculs numériques tout en réservant à une deuxième calculatrice graphique le rôle exclusif de producteur de courbes.

La prise en compte, par les programmes officiels, des calculatrices graphiques pourrait permettre, dès la classe de seconde, un apprentissage simultané de toutes les possibilités d'une calculatrice numérique et graphique, en module par exemple.

2) L'apprentissage de la programmation, tel qu'il est demandé dans les textes officiels, nous semble actuellement dans une impasse pour deux raisons :

- * d'une part, les seuls programmes exigibles au baccalauréat sont actuellement intégrés dans les machines ou mis en mémoire en cours d'année par les élèves;

- * d'autre part, il n'est guère envisageable de demander aux élèves de concevoir, en temps limité, pendant l'épreuve de mathématiques du baccalauréat, des programmes originaux.

Les élèves et les enseignants non motivés n'ont donc, *actuellement*, aucune raison de s'investir dans l'apprentissage de la programmation.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Lattuati M., (1993) : *Analyse des pratiques et des représentations de professeurs de lycées à propos des calculatrices*, rapport de DEA, Université de Paris 7.
- [2] Robert A., (1993) : *Eléments de réflexions sur l'utilisation des calculatrices programmables en Première S et en Terminale C*, Repères-IREM n°11.
- [3] Santos Rodrigues I., (1994) : *Calculatrices et sujets de baccalauréat (C et B)*, rapport de DEA, Université de Paris 7.
- [4] Trouche L., (1992) : *Les calculatrices graphiques en Lycée : statut pour l'élève, statut pour le maître*, rapport de DEA, USTL Montpellier II.
- [5] Trouche L., (1994) : *Calculatrices graphiques : la grande illusion*, Repères-IREM n°14.

ANNEXE 1

Pré questionnaire de juin 1992.

Questionnaire : pratiques et représentations des professeurs à propos des calculatrices

Identification (tranche d'âge, sexe, études, formation didactique ou non, expérience professionnelle - collège, lycée, établissement technique ou professionnel - ...)

Vous et la calculatrice, vous et l'informatique

* Utilisez-vous vous-mêmes une calculatrice (laquelle)?

Faites-vous une différence entre l'utilisation numérique, l'utilisation programmée et l'utilisation graphique?

Avez-vous eu du mal à vous y mettre, si oui pourquoi?

* Avez-vous changé d'avis sur les calculatrices, si oui pourquoi?

* Avez-vous eu une formation en informatique?

* Y a-t-il un équipement informatique sérieux dans votre établissement?

* Utilisez-vous des logiciels ou des imagiciels en classe avec vos élèves? Chez vous?

* Que pensez-vous de l'introduction massive des ordinateurs en classe?

Mathématiques, gestion de la classe et usage scolaire de la calculatrice (préciser les classes dont vous parlez, répondez séparément pour chaque type de classe)

* Qu'est-ce que vous dites aux élèves sur l'utilisation des calculatrices (recommandée, obligatoire, ...)?

* A votre avis à quoi pourrait servir la calculatrice aux élèves? Voyez-vous une différence entre les aspects numériques, programmation et graphiques?

Précisez si c'est par rapport aux mathématiques (et alors détaillez dans quel secteur des mathématiques, pour quelles activités, voire pour quel apprentissage), ou bien par rapport à la simple utilisation d'un outil, ou encore par rapport à la programmation, ou bien pour la physique...

* Est-ce que vous avez changé quelque chose dans votre enseignement depuis que les élèves disposent de calculatrices?

Est-ce que vous en tenez compte dans l'élaboration de vos cours (et comment) ? de vos exercices, de vos contrôles (de différents types)?

Est-ce que cela change (et comment) la façon dont vous évaluez les écrits (certains écrits) de vos élèves?

Précisez si c'est par rapport au fonctionnement strict de l'outil ou par rapport aux mathématiques.

* Est-ce que vous avez changé quelque chose dans la répartition des différentes activités de vos élèves?
Dans la répartition du temps passé sur les différentes parties du programme?

* Avez-vous rencontré en classe des problèmes d'enseignement liés aux calculatrices (lesquels)?
Comment les avez-vous résolus?

Y a-t-il des difficultés (nouvelles) liées à cet outil (*côté mathématiques ou dans d'autres aspects de la vie de la classe*) ?

Y a-t-il des "améliorations" (lesquelles)? Y a-t-il des changements ?

* Est-ce que les enseignants de mathématiques de votre établissement ont une "philosophie" commune à propos de cet outil ? Y a-t-il eu des discussions à ce sujet ? L'évoquez-vous (et comment) dans les discussions où vous choisissez les manuels de l'établissement ?

* Avez-vous des propositions de modifications de programmes ou des commentaires ou des instructions (y compris pour le bac) à propos des calculatrices ? quelle évolution voudriez-vous voir adopter ?

Élèves et calculatrices (précisez les classes dont vous parlez, répondez séparément pour chaque type de classe)

* Quels types de calculatrices ont vos élèves ?

Précisez si possible la répartition par classe.

* Pensez-vous qu'il y ait un lien entre le type d'utilisation d'une calculatrice et la possession d'un ordinateur personnel ?

* Quelle utilisation principale vos élèves ont de la calculatrice ?

Précisez ces utilisations et aussi s'il y a des différentes utilisations selon les élèves (et lesquelles), et si ces différences ont un rapport ou non avec les performances des élèves (dans une même classe).

* Pensez-vous que l'utilisation plus ou moins spontanée de cet outil puisse être liée à un "style" de pensée (pour parler schématiquement) ?

* A quoi sert réellement la calculatrice aux élèves à votre avis ?

Précisez : vérifications, conjectures, calculs, graphiques, mémoire, ... Est-ce plus lié aux mathématiques, ou à des facteurs psychologiques (motivation, confiance ...) ?

* Est-ce que vous en avez discuté avec les élèves ? Que disent-ils, eux ?

* Est-ce que certains comportements des élèves ont été modifiés ?

Précisez si c'est au niveau des questions à l'enseignement, de l'attitude pendant le cours, des discussions entre eux, de l'apprentissage du cours, de leur "comportement" mathématique, de leurs représentations des mathématiques ou de l'activité mathématique ou du professeur ... ?

** Est-ce que cela change quelque chose en ce qui concerne les formes de travail des élèves ?*

** Percevez-vous des évolutions en ce qui concerne les formes de travail des élèves ?*

** Percevez-vous des évolutions en ce qui concerne l'utilisation "élève" des calculatrices au cours d'une année scolaire ? Lesquelles ? Pourquoi ?*

** Percevez-vous une évolution chez les élèves à propos des calculatrices d'une année scolaire à l'autre (pour des classes analogues) ? Est-ce que l'introduction des calculatrices graphiques a changé quelque chose ?*

Avez-vous une idée des causes des évolutions éventuelles ?

** Quelles (autres) questions vous posez-vous à propos des calculatrices ?*

Y a-t-il une recherche à ce propos dont les résultats vous intéresseraient ?

=====

ANNEXE 2

Présentation du questionnaire "calculatrices" (équipe de recherche Didirem, sous-groupe CALC)

Ce questionnaire est proposé aux enseignants de mathématiques des Lycées (enseignants en seconde, première ou terminale), toutes filières et sections confondues. La seule identification qui figurera sur les feuilles remplies par les enseignants est celle de l'établissement : chaque Lycée recevra un numéro, une caractérisation géographique (n° département), et une appréciation socioculturelle (concernant le recrutement des Lycéens) - Très Bon, Bon, Moyen, Défavorisé, Très Défavorisé. Ce questionnaire a un objectif "sociologique" : nous cherchons à déterminer s'il y a des régularités dans les facteurs individuels qui sont associés à tel ou tel choix d'enseignement sur l'utilisation des calculatrices par les élèves. De plus les commentaires nous permettront d'améliorer notre connaissance du milieu enseignant sur ces questions, ce qui nous intéresse beaucoup.

Nous demandons à un enseignant par établissement de distribuer le questionnaire et de le récupérer, dernier délai la semaine du 2 novembre. Notre enquête sera d'autant plus intéressante que TOUS les enseignants concernés d'un établissement auront répondu ... Nous demandons d'ailleurs à l'enseignant qui centralise les questionnaires d'indiquer le pourcentage d'enseignants ayant répondu.

Merci d'accepter d'être enseignant "relais". Nous vous tiendrons au courant des résultats obtenus.

ANNEXE 3

RÉPARTITION DES ENSEIGNANTS DE MATHÉMATIQUES PAR ÂGE ET PAR SEXE DANS LES LYCÉES (FRANCE sans TOM), AU 1ER JANVIER 1992 (Statistique de la DEP)

	20-30 ans	30-40 ans	40-50 ans	50-65 ans
Femmes	7%	14,1%	20,1%	5,3%
Hommes	6,8%	15,2%	24,1%	7,4%

ANNEXE 4

STRUCTURE PAR GRADE DU CORPS DES ENSEIGNANTS DES LYCÉES PUBLICS EN MATHÉMATIQUES (FRANCE sans TOM), EN 1991 - 1992 (Statistique de la DEP)

	EFFECTIFS
PROFESSEURS CHAIRE SUP.	236
PROFESSEURS AGRÉGÉS	3064
PROFESSEURS CERTIFIES	9837
ADJOINTS ET CHARGES ENS.	536
PEGC	6
PLP1	257
PLP2	79
TOTAL TITULAIRES	14015
AGRÉGÉS STAGIAIRES	140
CERTIFIES STAGIAIRES	760
PLP STAGIAIRES	3
TOTAL STAGIAIRES	903
STAGIAIRES + TITULAIRES	14918
NON TITULAIRES	827
TOTAL GÉNÉRAL	15745

ANNEXE 5

Questionnaire pour les enseignants de lycée sur l'utilisation des calculatrices en classe de mathématiques.

LORSQUE VOTRE RÉPONSE CORRESPOND A UNE CASE INDIQUÉE, ENTOUREZ LA.

Si vous répondez oui par exemple, indiquez

oui	non
-----	-----

MERCI !

Identification et expérience d'enseignant

Age

20-30

30-40

40-50

50-60

Sexe

F

G

Études post-baccalauréat

Classes préparatoires
Licence, ou maîtrise de mathématiques
Capes ou Capet de mathématiques
Agrégation de mathématiques
DEA (de ...

oui	non
oui	non
oui	non
oui	non
oui	non

en 19...

Formation en didactique :

Vous avez une formation *en didactique*

nulle	légère	moyenne	sérieuse
-------	--------	---------	----------

Formation en informatique :

Vous avez une formation *en informatique*

nulle	légère	moyenne	sérieuse
-------	--------	---------	----------

Dans quelle classe enseignez-vous cette année?

Vous et les mathématiques

1. Pensez-vous que des activités de "modélisation" (transformer un problème issu de la vie courante ou économique ou ... en un problème de mathématiques et résoudre), bien intégrées au reste de l'enseignement * font partie de l'apprentissage des mathématiques

* aident beaucoup d'élèves dans leur apprentissage des mathématiques

* sont indispensables à l'apprentissage des mathématiques

* peuvent décourager certains élèves

si oui

plutôt bons

si oui

plutôt mauvais

oui	non
oui	non
oui	non
oui	non
oui	non
oui	non

2. Indiquez dans quel(s) domaine(s) suivants des mathématiques vous étiez le plus à l'aise pendant vos études universitaires :

algèbre	analyse	probabilités	géométrie
---------	---------	--------------	-----------

Vous et les calculatrices programmables

3. Avez-vous eu des difficultés à vous mettre à utiliser une calculatrice programmable?

oui	non
-----	-----

4. Continuez-vous à avoir des réticences à utiliser une calculatrice programmable?

oui	non
-----	-----

Si oui, est-ce que vous n'êtes pas à l'aise dans leur utilisation?

oui	non
-----	-----

Ou bien est-ce parce que vous estimez qu'utiliser une calculatrice programmable n'est pas une activité mathématique intéressante?

oui	no
-----	----

oui	non
-----	-----

5. Est-ce que cela vous "amuse" d'utiliser une calculatrice programmable?

parfois	
régulièrement	
jamais	

oui	non
-----	-----

oui	non
-----	-----

oui	non
-----	-----

6. Utilisez-vous dans votre classe des logiciels
un rétroprojecteur

oui	non
-----	-----

oui	non
-----	-----

7. De plus en plus d'élèves ont des calculatrices programmables. Pensez-vous que ce soit un argument * pour les intégrer dans l'enseignement

oui	non
-----	-----

* qui ne doit pas jouer dans une éventuelle intégration

oui	non
-----	-----

8. Etes-vous favorables à l'introduction dans l'enseignement des mathématiques au lycée
* de logiciels

oui	non
-----	-----

* d'activités de programmation pour résoudre des exercices de mathématiques

oui	non
-----	-----

9. Pensez-vous qu'il serait souhaitable qu'au baccalauréat il y ait deux épreuves, une avec calculatrice (programmable) et une sans aucune calculatrice?

oui	non
-----	-----

Si vous pensez qu'il faut réserver cette mesure à des séries particulières, précisez lesquelles :

Pour tout renseignement sur les publications diffusées par notre IREM

Vous pouvez soit :

- Consulter notre site WEB

<http://www.irem-paris7.fr.st/>

- Demander notre catalogue en écrivant à

**IREM Université Paris 7
Case 7018
2 Place Jussieu
75251 Paris cedex 05**

TITRE :

A propos de l'utilisation des calculatrices au lycée

AUTEUR (S) :

Lattuati. Marie

Rodrigues Santos. Isabel

RESUME :

C'est un rapport des mémoires de DEA des deux auteurs. L'objectif est l'étude de l'utilisation des calculatrices graphiques côté enseignants et côté élèves de Terminales C. Dans la première partie, on présente la recherche et l'analyse des pratiques effectives et des représentations des professeurs de lycée. Elles sont conduites à l'aide d'un questionnaire. Dans la seconde partie, on réfère des observations des comportements d'une classe de lycéens pendant une séance de Travaux Dirigés et un contrôle. Leur analyse vise à repérer quelles fonctions de la calculatrice (quatre opérations, mémoire, programmable, graphique) les élèves utilisent par rapport à la tâche demandée. Les auteurs concluent que les enseignants devraient s'occuper de l'apprentissage de fonctionnement de ces calculatrices graphiques afin d'éviter la constitution de conceptions par les élèves erronées et d'idées fausses sur son utilisation .

Le questionnaire et les exercices proposés sont inclus.

MOTS CLES :

Calculatrice - pratique élève - devoir en classe – didactique - Terminale C -
Mathématique – questionnaire - représentations des enseignants recherche

Editeur : IREM

Université PARIS 7-Denis Diderot

**Directeur responsable de la
publication : M. ARTIGUE**

Case 7018 - 2 Place Jussieu

75251 PARIS Cedex 05

Dépôt légal : 1995

ISBN : 2-86612-120-1