

Inspection générale
de l'éducation nationale

Expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat Scientifique

Rapport à monsieur le ministre
de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche

Rapport à monsieur le ministre
délégué à l'enseignement supérieur
et à la recherche

Expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat Scientifique

Rapport à monsieur le ministre
de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche

à monsieur le ministre délégué
délégué à l'enseignement
supérieur et à la recherche

Rapporteur : Marc Fort

N° 2007-024
Mars 2007

Expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat S
Année scolaire 2006/2007

Plan du rapport

1	LA SITUATION ACTUELLE DE L'UTILISATION DES CALCULATRICES ET DES TICE DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES	3
1.1	La place des TICE dans l'enseignement des mathématiques.....	3
1.2	Les calculatrices et les examens en mathématiques	3
1.3	La spécificité des mathématiques	4
2	UNE REFLEXION SUR L'ENSEMBLE DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES	5
3	L'EXPERIMENTATION D'UNE EPREUVE PRATIQUE DE MATHÉMATIQUES AU BACCALAUREAT S	6
3.1	Objectifs et organisation de l'épreuve.....	6
3.2	Le pilotage de l'expérimentation et l'élaboration des sujets	6
3.3	Les sujets	7
3.3.1	Les descriptifs	8
3.3.2	Les fiches élèves	9
3.3.3	Les fiches professeurs	9
3.3.4	Les fiches évaluation.....	11
3.4	La préparation des élèves.....	11
3.5	Le déroulement de l'épreuve	13
3.6	L'équipement des établissements	14
3.7	La notation de l'épreuve.....	14
4	BILAN ET PERSPECTIVES	16
5	ANNEXES	18
5.1	Annexe 1 - Membres du groupe de pilotage	18
5.2	Annexe 2 - Liste des lycées participants à l'expérimentation.....	19

La réflexion sur l'introduction d'une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat S se situe dans un triple contexte :

- une utilisation encore marginale et disparate des TICE dans l'enseignement des mathématiques même si cette utilisation est un objectif affiché des programmes ;
- une utilisation des calculatrices dans les examens écrits de plus en plus problématique ;
- une volonté de valoriser et d'évaluer des compétences scientifiques qui ne relèvent pas seulement de l'écrit, comme la capacité à conjecturer, à prendre des initiatives et à utiliser les TICE.

1 La situation actuelle de l'utilisation des calculatrices et des TICE dans l'enseignement des mathématiques

1.1 La place des TICE dans l'enseignement des mathématiques

L'utilisation des TICE dans l'enseignement des mathématiques est un objectif affirmé et permanent dans l'ensemble des programmes du collège et du lycée. L'introduction des programmes 2000 de la série scientifique du lycée définit clairement l'apport des outils logiciels :

« Apports des outils logiciels

L'évolution des outils disponibles pour faire des mathématiques s'est toujours accompagnée d'une évolution des approches et des pratiques.

L'informatique change qualitativement et quantitativement les possibilités de calculs exacts (calcul formel) ou approchés, permet des approches nouvelles de problèmes classiques et ouvre le champ à de nouveaux problèmes ; il est nécessaire de revisiter l'enseignement des mathématiques à la lumière des immenses possibilités offertes (logiciels de géométrie, de calcul formel, tableur, traceur, ...) ; l'usage éclairé d'outils informatiques est donc recommandé dans chaque chapitre du programme.

Il est à noter aussi que l'informatique, sanctionnant immédiatement et visiblement les fautes de syntaxe, contribue à former à l'esprit de rigueur, notamment dans la manipulation des objets traités (nombres, variables, figures géométriques) ».

Les visites des inspecteurs pédagogiques régionaux et des inspecteurs généraux de mathématiques dans les établissements montrent que cette utilisation reste encore périphérique et disparate. Les ordinateurs portables reliés à des vidéoprojecteurs se développent dans les classes. On assiste aussi à l'émergence des tableaux interactifs. Mais on est là au niveau d'une intégration dans la démarche pédagogique de l'enseignant et non dans l'activité de l'élève. La fréquentation des salles informatiques reste marginale, en particulier dans la filière scientifique. Parmi les raisons invoquées on trouve assez généralement la difficulté d'accès aux salles informatiques ainsi que le manque de formation. Ces arguments devraient s'estomper et disparaître au fil des années.

1.2 Les calculatrices et les examens en mathématiques

1°) L'usage des calculatrices aux examens est actuellement régi par la circulaire du 1^{er} février 1999. Sont autorisées « les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante. »

2°) Les capacités de mémoire des machines augmentent chaque jour. Les cartes enfichables, analogues à celles utilisées dans les appareils photo numériques ont une capacité pouvant aller

jusqu'à un gigaoctet. C'est dire qu'une calculatrice munie d'une telle carte peut contenir l'intégralité d'un cours avec les exercices correspondants avec des possibilités de manipulation rapide par hypertexte. Ces modèles de calculatrice se banalisent de jour en jour. Et même si l'on interdit l'enfichage de telles cartes, qui pourra interdire qu'elles se trouvent à demeure dans la machine ?

3°) La puissance de calcul de certaines de ces machines devient comparable à celles des ordinateurs (en particulier par l'utilisation de logiciels de calcul formel).

4°) La circulaire rappelée ci-dessus précise aussi : « Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices ». Jusqu'à une date récente, les possibilités de communication entre calculatrices étaient limitées à l'usage de l'infrarouge : les deux calculatrices doivent être situées à 50 cm l'une de l'autre, les émetteurs infrarouges étant tournés l'un vers l'autre.

Avec l'arrivée des technologies bluetooth et wi-fi, la communication serait maintenant possible dans les salles d'examen ou avec l'extérieur et deviendrait d'une simplicité enfantine tout en étant indétectable simplement. Les techniques de « brouillage hertzien » sont coûteuses et leur introduction généralisée dans les salles d'examen ne semble pas être à l'ordre du jour.

À la suite d'une proposition du groupe de mathématiques de l'inspection générale, une expérience a été tentée il y a quelques années avec le soutien de la DESCO, celle d'une épreuve de mathématiques en deux temps : une période de 2 heures avec calculatrice et une période de 2 heures sans calculatrice.

L'expérience a été abandonnée car les services des examens académiques ont trouvé une telle épreuve trop compliquée à mettre en place.

1.3 La spécificité des mathématiques

Il existe des interactions étroites entre mathématiques et informatique. Le développement rapide de l'informatique ou de manière générale du calcul automatique a profondément influencé l'évolution des mathématiques en accroissant la place de champs d'études mathématiques tels que l'algorithmique ou les mathématiques discrètes. Par ailleurs, la possibilité ainsi ouverte de voir se réaliser des calculs autrefois infaisables « à la main » est de nature à changer le regard de tous, mathématiciens ou non, sur les questions et problèmes de nature mathématique. Les calculatrices, l'informatique ont ainsi une place privilégiée dans l'enseignement des mathématiques qu'on ne rencontre pas dans les autres disciplines.

Le rapport de la Commission de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques intitulé « L'informatique et l'enseignement des mathématiques » de décembre 2000 développe largement ce point de vue [<http://www.smf.emath.fr/Enseignement/CommissionKahane/>].

En mathématiques, l'apprentissage de la calculatrice commence dès l'école primaire au niveau du calcul numérique. Cet apprentissage est poursuivi au collège et au lycée avec des compétences plus diversifiées (programmation, graphique, statistiques), en parallèle avec l'utilisation de l'informatique.

Le développement de ces compétences fait partie des programmes. Compte tenu de l'importance en France de l'évaluation finale (brevet, baccalauréat) sur les apprentissages, il semble impossible que l'usage raisonné de la calculatrice et, plus généralement, des TICE ne soit pas évalué.

2 Une réflexion sur l'ensemble de l'enseignement des mathématiques

L'expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat s'inscrit dans une réflexion plus large sur une meilleure prise en compte des TICE dans l'enseignement des mathématiques.

La prise en compte des TICE dans les concours de recrutement

Cette réflexion s'est d'abord traduite par une modification des concours de recrutement : introduction d'une épreuve sur ordinateur au CAPES interne puis au CAPLP interne, de sujets faisant explicitement appel à une calculatrice aux épreuves orales du CAPES externe, d'une épreuve de modélisation à l'agrégation externe.

Un projet pour l'épreuve de mathématiques de la série S

Le projet pour le baccalauréat scientifique est que, pour les mathématiques, le baccalauréat comporte une épreuve pratique se déroulant dans les lycées dans des conditions analogues à celles de l'évaluation des capacités expérimentales en physique-chimie ou en sciences de la vie et de la Terre.

Au cours de cette épreuve seraient testées les capacités des candidats à utiliser une calculatrice scientifique et les logiciels prescrits ou recommandés par les programmes (tableur, logiciel de géométrie dynamique).

Cette introduction aurait l'avantage de rétablir une certaine équité entre les trois disciplines scientifiques faisant l'objet d'une spécialité en terminale S.

L'urgence de faire évoluer l'épreuve anticipée de math-info en série L

Une bonne partie du programme de mathématiques et informatique de la série L est constituée de capacités liées à l'usage d'un tableur. Au moment de la conception de ce programme, il était envisagé que ces capacités soient contrôlées en cours de formation. Cela ne s'est pas fait et elles sont évaluées, lors de l'épreuve anticipée, par écrit. Une partie de l'épreuve pourrait se dérouler sur ordinateur soit sous forme d'une séance de travaux pratiques analogue à ce que nous proposons pour la série S, soit sous forme de contrôle en cours de formation.

Cette réflexion vaut également pour la série STG, les autres séries pourraient être concernées progressivement par ces évolutions, entre autres les BEP et les baccalauréats professionnels (cela pourrait se faire dès l'année 2009).

3 L'expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat S

3.1 Objectifs et organisation de l'épreuve

L'objectif de l'épreuve est d'évaluer les compétences des élèves dans l'utilisation des calculatrices et de certains logiciels spécifiques en mathématiques. Il s'agit d'évaluer chez les élèves la capacité à mobiliser les TICE pour résoudre un problème mathématique ;

Les sujets proposés aux candidats sont des exercices mathématiques où l'utilisation des TICE (calculatrice graphique programmable, ordinateurs et logiciels spécifiques, tableurs, grapheur tableur, géométrie dynamique, calcul formel) intervient de manière significative dans la résolution du problème posé.

Une banque de sujets est élaborée au niveau national. Chaque sujet est composé :

- 1/ d'une description destinée à alimenter la liste nationale publique de situations d'évaluation ;
- 2/ d'une « fiche élève » donnant l'énoncé et précisant ce qui est attendu du candidat ;
- 3/ d'une « fiche professeur » décrivant les intentions de l'auteur, des considérations sur l'environnement TICE du sujet et des commentaires sur l'évaluation ;
- 4/ d'une « fiche évaluation » destinée à figurer dans le dossier du candidat.

L'épreuve se déroule au sein du lycée fréquenté par l'élève. Chaque établissement choisit dans cette banque les sujets qui seront proposés aux élèves de l'établissement ; ce choix est guidé par les équipements disponibles et les enseignements assurés par le professeur. Un même sujet peut être commun à plusieurs candidats passant au même moment dans la même salle.

Si cette épreuve pratique était intégrée à l'épreuve de mathématiques du baccalauréat S, elle pourrait compter pour un cinquième dans la note globale de l'épreuve de mathématiques à l'instar de ce qui se passe pour les épreuves expérimentales en sciences physiques et en sciences de la vie et de la Terre.

3.2 Le pilotage de l'expérimentation et l'élaboration des sujets

Le pilotage de l'expérimentation et l'élaboration des sujets ont été assurés par un groupe de professeurs, d'IA-IPR et d'inspecteurs généraux de mathématiques. Ce groupe s'est réuni une première fois en juin 2006. Lors de cette réunion, un appel à sujets a été lancé auprès des cinq académies représentées dans ce groupe.

Une centaine de propositions de sujets ont été reçues en septembre. Le groupe de travail en a retenu cinquante quatre. Vingt-huit sujets ont été retenus par le groupe de mathématiques de l'inspection générale. Les descriptifs ont été envoyés dans les académies dans le courant du mois de novembre, l'ensemble des sujets dans la deuxième quinzaine du mois de décembre.

3.3 *Les sujets*

Tous les sujets comportent une partie mathématique théorique et une partie utilisant la calculatrice ou des logiciels.

Les différences constatées entre les sujets sont principalement dues à deux facteurs :

- 1) La part des TICE dans la problématique peut être très variable d'un sujet à l'autre. Certains sujets ont même en définitive deux parties quasi-distinctes, les méthodes utilisées avec les TICE n'intervenant pas dans la démonstration théorique.
- 2) La passation de l'épreuve a aussi fait apparaître des difficultés, des longueurs différentes entre partie théorique et partie utilisant les TICE.

Ces différences qui favorisent la diversité et la richesse des sujets n'ont pas eu d'impact perceptible sur la notation des candidats, les modalités d'évaluation choisies permettent une harmonisation suffisante.

La progressivité des sujets

Les sujets commencent soit par une partie mathématique abstraite, soit par une partie utilisant les TICE. L'expérimentation montre que les sujets commençant par une partie théorique ont tendance à déstabiliser les candidats soit quand ils n'arrivent pas à résoudre cette partie, soit parce que, une fois cette partie résolue, les candidats ne comprennent plus clairement ce qu'on attend d'eux.

Si on veut que le candidat soit autonome dans une telle épreuve (respect du temps imparti, critères d'évaluation clairs pour l'enseignant, évaluation portant de manière significative sur l'utilisation des TICE), il est important que la première question permette à l'élève de rentrer directement dans le sujet. Il faut donc, tant que faire se peut, que cette première question soit relativement facile (pas forcément rapide), qu'elle fasse appel à l'utilisation des TICE, et qu'elle illustre la problématique du sujet.

La fonctionnalité des logiciels

Dans les questions utilisant les TICE, les sujets font appel aux fonctionnalités des logiciels. Ces appels ne doivent être ni trop nombreux, ni trop spécialisés afin de ne pas déséquilibrer le sujet, qui est d'abord et avant tout un sujet de mathématiques.

Les contraintes

De la même manière que pour les sciences expérimentales, les sujets doivent répondre à trois contraintes :

- cohérence entre les objectifs d'évaluation : les compétences développées correspondent à celles développées par les programmes de mathématiques (compétences liées aux différentes parties du programme ou compétences transversales) ;
- cohérence de l'évaluation : le professeur examinateur devant suivre au maximum quatre élèves, il faut que les moments d'évaluation de chaque élève soient bien repérés et donnent lieu à une vérification rapide ;
- cohérence de la notation : équilibre entre l'évaluation de la partie utilisant les TICE et celle de la partie théorique, possibilité de l'harmonisation entre sujets.

3.3.1 Les descriptifs

Les descriptifs des sujets ont pour vocation de décrire le contexte du sujet sans l'énoncer précisément afin d'éviter les phénomènes de « bachotage ». Ils sont rendus publics assez tôt dans l'année scolaire pour permettre aux professeurs d'organiser leur enseignement. Les descriptifs sont mis en ligne sur le site Eduscol.

Exemple de descriptif

sujet 001	Épreuve pratique de mathématiques	Descriptif
-----------	-----------------------------------	------------

**Expression du terme de rang n
d'une suite récurrente**

Situation

On considère une suite récurrente (u_n) définie par la donnée de son premier terme u_0 et d'une relation de la forme : pour tout entier naturel n , $u_{n+1} = u_n + a \times n + b$, a et b étant deux nombres réels donnés.

On cherche à déterminer, pour tout entier naturel non nul n , l'expression explicite de u_n en fonction de n .

L'étude est proposée pour deux valeurs du couple (a, b) .

Compétences évaluées

Compétences TICE

- Élaborer un processus itératif;
- Représenter graphiquement les termes d'une suite.

Compétences mathématiques

- Déterminer une fonction polynôme à partir d'informations obtenues sur sa courbe représentative ;
- Mettre en place une démonstration par récurrence.

1 / 1

Les descriptifs, fiche élève et fiche évaluation reproduits ici sont telles qu'elles ont été utilisées pendant l'expérimentation. C'est pour cela, entre autres, qu'on constatera des légères différences entre le descriptif et la fiche élève, celles-ci n'ayant pas été « stabilisées » au même moment.

L'expérimentation a permis de mettre en évidence différents points :

- 1) il y a une certaine hétérogénéité entre les descriptifs due au fait que la description du contexte est plus ou moins précise selon le sujet ;
- 2) la publication de ces descriptifs est une situation assez nouvelle pour les enseignants qui ont eu quelquefois du mal à les exploiter ;
- 3) l'expression « Compétences TICE » n'est pas la plus appropriée. Il s'agit plus de fait de compétences mathématiques utilisant les TICE.

3.3.2 Les fiches élèves

C'est à partir de la « fiche élève » que le candidat compose, elle précise :

- ce qui est attendu du candidat ;
- à quel moment celui-ci doit faire appel à l'examineur et pourquoi.

Les examinateurs souhaitent que ces fiches apportent plus de précision sur les productions demandées aux élèves, sur la manière dont l'élève doit formuler ses réponses, par oral ou par écrit.

En particulier sa rédaction doit être telle qu'elle ne provoque pas de perte de temps dans le travail de l'élève (par exemple dans la rédaction d'une conjecture, alors qu'on attend que le candidat la présente de manière orale).

Les synthèses des commentaires sur chaque fiche élève à la suite de l'expérimentation sont sur le site Eduscol.

Voir un exemple de fiche élève page suivante

3.3.3 Les fiches professeurs

Elles donnent des indications sur les intentions de l'auteur, sur l'analyse du sujet, sur la manière dont doivent être gérés les « appels à l'examineur », sur l'évaluation.

Elles sont très différentes dans les informations qu'elles donnent.

Les fiches professeurs qui ont été appréciées sont celles où il y a des précisions sur les intentions de l'auteur, les objectifs de l'épreuve, le niveau et le type d'aide à apporter à l'élève, en particulier pour la partie démonstration, sur le niveau d'exigence attendu, sur les productions écrites.

L'utilisation de la « fiche professeur » et de la « fiche évaluation » a permis aux examinateurs de se construire des supports d'évaluation adaptés aux conditions locales.

**Expression du terme de rang n
d'une suite récurrente**

Énoncé

On considère la suite récurrente (u_n) de premier terme $u_0 = 0$ et telle que, pour tout entier naturel n , $u_{n+1} = u_n + 2n - 11$.

1. En utilisant un tableur ou une calculatrice calculer et représenter graphiquement les 20 premiers termes de cette suite. Le nuage de points obtenus a-t-il une particularité ? Si oui laquelle ?

Appeler l'examineur pour une vérification de la particularité trouvée.

2. n étant donné, on peut calculer la valeur de u_n si on connaît la valeur de u_{n-1} . On voudrait à présent pouvoir calculer, pour n'importe quelle valeur de l'entier naturel non nul n , la valeur de u_n sans pour autant connaître la valeur de u_{n-1} . Pour cela il faudrait disposer d'une formule donnant u_n en fonction de n .

- (a) À l'aide des observations faites dans la première question, conjecturer une formule donnant, pour n'importe quelle valeur de l'entier naturel n , u_n en fonction de n .

Appeler l'examineur pour une vérification de la formule trouvée.

- (b) Démontrer cette formule.

Production demandée

- Le nuage de points attendu dans la question 1 et la particularité trouvée à ce nuage.
- La stratégie de démonstration retenue à la question 2 ainsi que les étapes de cette démonstration.

3.3.4 Les fiches évaluation

Dans cette phase expérimentale, le choix a été fait d'utiliser le même modèle de fiche pour l'ensemble des sujets. Dans l'avenir, chaque sujet comportera une fiche évaluation spécifique.

Sous cette forme les « fiches évaluation » nécessitent un travail de préparation. Dans chaque établissement l'ensemble des examinateurs utilisera cette fiche et la fiche professeur pour élaborer une grille de notation adaptée aux conditions de passation. Cette grille de notation pourra être utile aussi au moment de l'harmonisation de la notation.

Voir la fiche évaluation page suivante

3.4 La préparation des élèves

L'expérimentation a incité les professeurs des classes concernées à développer une préparation spécifique.

Elle passe naturellement par des séances de travaux dirigés en salle informatique. Les professeurs participant à l'expérimentation en ont assuré à la fois sur les tableurs et les logiciels de géométrie. Il n'est pas inutile de rappeler, à ce propos, que le texte du groupe des mathématiques de l'inspection générale sur « l'équipement d'un lycée pour l'utilisation des TICE en mathématiques », recommande que les élèves devraient suivre un enseignement en salle informatique une heure et demie par quinzaine pour les élèves de seconde, et une heure par quinzaine pour les élèves des classes de première et de terminale S. Certains professeurs ont commencé à présenter des situations problèmes intégrant les TICE en classe de seconde.

Outre les séances spécifiques en salle informatique, la préparation des élèves a aussi été assurée par d'autres moyens :

- l'utilisation d'un ordinateur avec un vidéoprojecteur en classe est un moyen de familiariser les élèves avec les logiciels et leur utilisation en mathématiques ;
- cette préparation peut passer aussi par des « devoirs maison » utilisant les calculatrices ou les TICE.

La fiche évaluation

Épreuve pratique de mathématiques

Fiche évaluation

Numéro du sujet **Titre :**

Nom Prénom :

NOTE :

Classe ; **Établissement :**

Spécialité : Oui Non

Date : **Heure :**

Nom examinateur :

Signature :

Recommandations générales :

On ne cherchera pas à noter chacune des compétences. Pour établir la note finale on prendra en compte les performances globales du candidat en respectant la grille de lecture suivante :

La capacité à expérimenter (qui prend en compte de façon dialectique les performances dans l'utilisation des outils et la faculté de proposer des conjectures) doit représenter les trois quarts de la note finale.

La capacité à rendre compte des résultats établis à partir de cette expérimentation (démonstration, argumentation ...) représentera le quart restant.

La capacité à prendre des initiatives et à tirer profit des échanges avec l'examinateur sera globalement prise en compte de façon substantielle.

Il n'est pas nécessaire qu'une compétence soit totalement maîtrisée pour être considérée comme acquise.

Compétences Évaluées	Éléments permettant de situer l'élève (à remplir par l'examinateur)
<i>L'élève est capable de représenter la situation (figure dynamique, feuille de calcul, courbe...) à l'aide des TICE. L'élève tire profit des indications éventuellement données à l'oral.</i>	
<i>L'élève est capable d'expérimenter, de faire des essais... Il utilise de façon pertinente la calculatrice ou les outils informatiques... Il est capable d'émettre une conjecture en cohérence avec ses essais. L'élève tire profit des indications éventuellement données à l'oral.</i>	
<i>Suite à un éventuel questionnement oral, l'élève est capable d'affiner ses explorations en utilisant pertinemment les TICE. Il fait preuve d'esprit critique avec un retour éventuel sur sa conjecture. L'élève tire profit des indications éventuellement données à l'oral.</i>	
<i>L'élève montre un certain nombre de connaissances, de savoir faire mathématiques sur le sujet.</i>	
<i>L'élève propose une résolution correcte de l'exercice et il est capable d'émettre un retour critique sur ses observations.</i>	

Remarques Complémentaires :

15 décembre 2006

3.5 Le déroulement de l'épreuve

Un examinateur a eu en charge quatre élèves qui composaient de manière individuelle sur le même sujet. Les équipes d'examineurs ont ressenti le besoin de se donner un temps entre deux vagues de candidats (de l'ordre d'une quinzaine de minutes) afin d'avoir un premier échange sur le travail des élèves et de préparer l'arrivée de la vague suivante.

La familiarité avec les outils est très inégale (certains élèves n'ont pratiquement pas d'idées sur les potentialités du logiciel qu'ils utilisent : formule réécrite n fois dans le tableur, non utilisation des possibilités de mesure d'angle avec les logiciel de géométrie....d'autres sont manifestement à l'aise). La plupart des travaux se sont faits sur ordinateur, mais les élèves pouvaient aussi utiliser leur calculatrice. On a constaté une très grande diversité dans la répartition des tâches entre les deux outils depuis l'élève qui n'a pas de calculatrice jusqu'à celui qui va tester tout ce qu'il compte faire sur sa calculatrice avant de le faire sur le tableur.

La position d'observateur – examinateur pendant l'épreuve

La situation d'examineur qui à la fois donne des indications et évalue est inhabituelle. Il observe le candidat pendant qu'il agit, il apprécie ses démarches, ses tentatives, beaucoup plus facilement que lorsqu'il corrige une épreuve écrite.

Les consignes qui étaient données concernant la position de l'examineur pendant l'épreuve étaient les suivantes :

- il répond aux sollicitations des candidats telles qu'elles sont prévues dans les « fiches élèves » ;
- il répond aux sollicitations des candidats en dehors de celles prévues, ces interventions ne sont pas forcément pénalisantes, ceci est laissé à la libre appréciation de l'examineur ;
- il peut intervenir de sa propre initiative pour permettre au candidat qui serait bloqué par une question de pouvoir poursuivre. Ces interventions étaient quelquefois évoquées dans la « fiche professeur ». Elles ne sont pas forcément pénalisantes, ceci est laissé à la libre appréciation de l'examineur.

Le professeur examinateur se demande à chaque instant ce qu'il peut dire et ce qu'il ne doit pas dire. Sur ce point, il n'a pas semblé que les « fiches professeurs » aient été d'une aide suffisante. Tant qu'il n'a pas joué le rôle d'examineur, le professeur ne voit pas l'intérêt de cette fiche, mais cependant, le travail préalable des examinateurs a d'abord été centré sur les aspects mathématiques et informatiques des sujets.

La présence de l'examineur a paru pesante à quelques élèves de la « première vague ». Mais elle est considérée tout de même comme indispensable (« Il faut que l'on sache si notre conjecture est bonne ! »), voire très appréciée par une très nette majorité : « Habituellement quand on a fait une erreur toute bête de signe, on est fichu. Là l'examineur nous dit qu'on a fait une erreur et alors on peut la retrouver tout seul et continuer. »

Le fait que l'examineur fasse passer quatre élèves simultanément est précieux, car cela impose une distance fructueuse.

3.6 L'équipement des établissements

La disponibilité des salles informatiques n'a pas été un obstacle majeur aussi bien pour l'organisation de séquences d'enseignement que pour la passation des épreuves. Cela n'a pas toujours été simple à réaliser, mais a toujours pu se faire. L'expérimentation de l'épreuve pratique de mathématiques ne fait que révéler la tendance au développement de l'utilisation des salles informatiques dans l'enseignement des mathématiques.

Le groupe de mathématiques de l'inspection générale a précisé la place des TICE en mathématiques dans les établissements d'enseignement secondaire dans un certain nombre de textes, dont « Équipement d'un lycée pour l'utilisation des TICE en mathématiques ». Ces textes sont accessibles sur les sites Educnet et Eduscol du ministère de l'éducation nationale et peuvent servir utilement de références.

3.7 La notation de l'épreuve

Elle a été le fruit d'un travail de concertation entre les examinateurs, avant la passation de l'épreuve pour préciser les règles d'observation, les interventions auprès des élèves, et après la passation pour harmoniser la notation. Cette concertation a principalement porté sur la prise en compte :

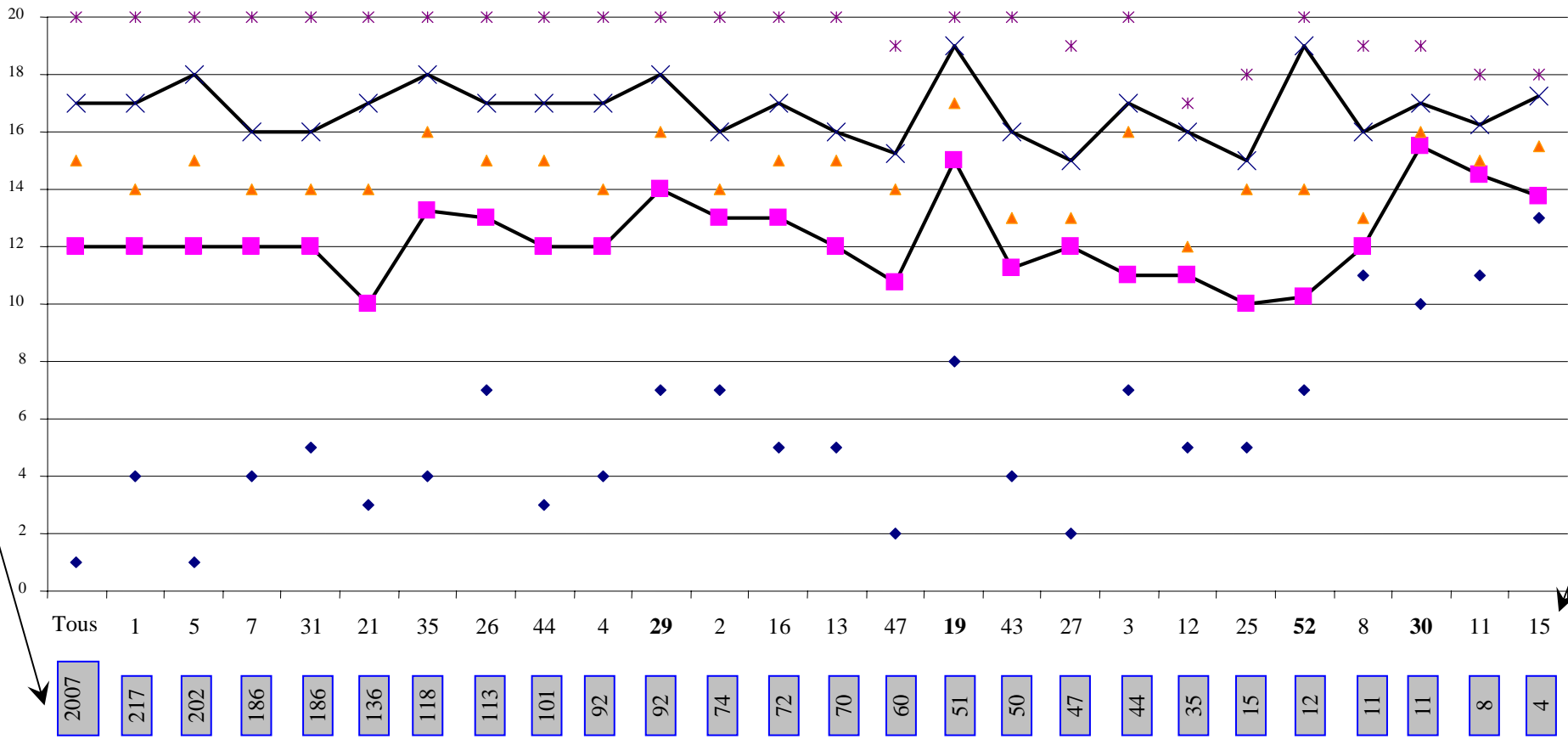
- des inégalités de difficulté entre sujets ;
- des inégalités entre sujets dues à une partie expérimentale simple et courte et cependant comptant pour une partie importante de la note ;
- des différentes « aides » aux élèves.

Les notes obtenues par les élèves, récapitulées dans le tableau suivant, montrent que ces dispositifs d'harmonisation ont bien fonctionné et que l'homogénéité de la répartition des notes peut être considérée comme satisfaisante.

Nombre de candidats

Numéro du sujet (gras pour la spécialité)

Répartition des notes



4 Bilan et perspectives

L'épreuve pratique de mathématiques telle qu'elle a été expérimentée cette année introduit deux innovations :

- une prise en compte effective des TICE dans la résolution d'une question mathématique ;
- des modalités d'évaluation originales par rapport aux pratiques habituelles dans cette discipline.

Ces innovations ont eu plusieurs conséquences :

- elles induisent un rapport différent des élèves aux mathématiques, parce que :
 - cette épreuve fait une place à ce qui peut s'assimiler à une activité expérimentale par le fait que l'élève est susceptible de faire divers essais en utilisant les TICE dans le cadre imparti par le sujet,
 - l'évaluation met l'accent sur la démarche, elle favorise des formulations analogues à celle des « questions ouvertes », puisque ordinairement, l'observation amène l'élève à proposer une conjecture, ce qui n'est pas trop souvent le cas,
 - le candidat est accompagné par l'examineur au cours de l'épreuve ;
- elles incitent à des pratiques d'enseignement différentes, laissant la possibilité de faire une place plus importante à la démarche d'investigation ;
- elles mettent en jeu des pratiques d'évaluation différentes : il s'agit d'évaluer le candidat lorsqu'il est en activité, d'apprécier ses démarches, ses qualités pour expérimenter, sa persévérance ou son goût à chercher, à prendre des initiatives.

De plus, cette expérimentation a reçu un avis favorable de la communauté éducative ;

- elle n'a soulevé aucun problème particulier dans son organisation, aussi bien pédagogique que matérielle ;
- elle a suscité de l'intérêt de la part des professeurs de mathématiques des lycées qui ont participé à l'expérimentation, où ils ont vu là, entre autres, l'occasion d'actualiser leurs pratiques ;
- elle a suscité un réel engouement de la part des élèves qui ont découvert d'autres approches de l'activité mathématique ;
- elle n'a suscité aucune opposition de la part de l'Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public, qui, par ailleurs, a manifesté un grand intérêt.

Une des principales questions posées par les professeurs de mathématiques concerne la gestion de l'enseignement de la discipline. Les programmes de lycée, particulièrement le programme de 1^{re} S, sont jugés par les professeurs difficiles à gérer dans le temps imparti. L'utilisation des TICE est explicitement citée dans les programmes (voir l'introduction du programme de la filière scientifique déjà cité). Il n'y a donc rien de nouveau en termes de contenu. La mise en place d'une telle épreuve suppose cependant une nouvelle réflexion sur l'organisation de l'enseignement des mathématiques en classes de première et terminale scientifique. D'autre part, les nouveaux programmes de la classe de troisième vont entrer en vigueur pendant l'année scolaire 2008/2009. Il va falloir redéfinir les programmes du lycée à partir de l'année scolaire 2009/2010 et cela peut être l'occasion de prendre en compte à la fois les différentes remontées des professeurs et les nouvelles contraintes liées à la prise en compte des TICE à l'examen. Enfin, il n'est pas irréaliste d'imaginer un renforcement de l'enseignement des mathématiques dans la filière scientifique, comme cela avait été envisagé, pour la classe de première S dans le rapport annexé à la loi d'orientation.

La généralisation de cette épreuve, qui reste dans le cadre des programmes, devrait faire évoluer l'enseignement des mathématiques vers une plus grande cohérence avec ses finalités : comment les mathématiques, avec les outils dont elles disposent actuellement, permettent de résoudre des problèmes, de développer l'expérimentation, le goût et la pratique de la recherche ?

Cette modernisation de l'enseignement des mathématiques répond à l'évolution de la pratique professionnelle de la discipline.

5 Annexes

5.1 Annexe 1 - Membres du groupe de pilotage

AMIOT Martine, IA-IPR de mathématiques, académie de Créteil

BILGOT Jean-François, IA-IPR de mathématiques, académie de Clermont-Ferrand

CANET Jean-François, IA-IPR de mathématiques, académie de Montpellier

COURBON Denise, IA-IPR de mathématiques, académie de Lyon

DETILLEUX Daniel, IA-IPR de mathématiques, académie de Dijon

FORT Marc, inspecteur général de l'éducation nationale, groupe des mathématiques

GOUY Michel, IA-IPR de mathématiques, académie de Lille

HIRLIMANN Annie, SDTICE, secrétariat général

JOST Rémy, inspecteur général de l'éducation nationale, groupe des mathématiques

MICHALAK Pierre, IA-IPR de mathématiques, académie de Versailles

MOISAN Jacques, inspecteur général de l'éducation nationale, doyen du groupe des mathématiques

MOUSSA Jean, inspecteur général de l'éducation nationale, groupe des mathématiques

MUNCK Françoise, IA-IPR de mathématiques, académie de Nantes

OBERT Marie-Christine, professeur de mathématiques, lycée Angellier, académie de Lille

OLIVIER Yves, IA-IPR de mathématiques, académie d'Orléans-Tours

RENALDO Marie-Claude, professeur de mathématiques, lycée Jean Jaurès, académie de Versailles

VALERO Marie-José, lycée Albert Camus, académie de Montpellier

VERON Nathalie, professeur de mathématiques, Lycée Marcellin Berthelot, académie de Créteil

XAVIER Lionel, professeur de mathématiques, Lycée Jacques Brel, académie de Lyon

5.2 Annexe 2 - Liste des lycées participants à l'expérimentation

Lycée Marcellin Berthelot, Saint Maur, académie de Créteil

Lycée Louise Michel, Bobigny, académie de Créteil

Lycée Léon Blum, Créteil, académie de Créteil

Lycée La Martinière Montplaisir, Lyon, académie de Lyon

Lycée Jacques Brel, Vénissieux, académie de Lyon

Lycée Georges Pompidou, Castelnau-le –Lez, académie de Montpellier

Lycée Albert Camus, Nîmes, académie de Montpellier

Lycée Angellier, Dunkerque, académie de Lille

Lycée des Flandres, Hazebrouk, académie de Lille

Lycée Faidherbe, Lille, académie de Lille

Lycée Jean Jaurès, Chatenay Malabry, académie de Versailles

Lycée Alexandre Dumas, Saint-Cloud, académie de Versailles

Lycée Maurice Genevoix, Ingré, académie d'Orléans-Tours

Lycée François Truffaut, Challans, académie de Nantes

Lycée Stéphane Liégeois, Brochon, académie de Dijon

Lycée Virlogeux, Riom, académie de Clermont-Ferrand