

**Expérimentation d'une épreuve pratique de
mathématiques au baccalauréat Scientifique
Année scolaire 2007-2008**

Rapporteur : Robert Cabane

Expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat S

Année scolaire 2007-2008

Plan du rapport

| | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Le contexte et le cadrage initial de l'expérimentation..... | 3 |
| 1.1 | L'expérimentation en 2006-2007..... | 3 |
| 1.2 | Lettre de mission du DGESCO et protocole de l'expérimentation..... | 3 |
| 2 | La préparation de l'épreuve et son déroulement matériel..... | 3 |
| 2.1 | Les réunions du groupe de pilotage..... | 3 |
| 2.2 | La banque de sujets..... | 3 |
| 2.3 | La distribution des sujets..... | 3 |
| 2.4 | Préparatifs dans les établissements..... | 4 |
| 2.5 | Les établissements participant à l'expérimentation..... | 4 |
| 2.6 | Différentes organisations matérielles dans les lycées..... | 5 |
| 2.7 | Les fiches « professeur » et d'évaluation | 6 |
| 3 | Les résultats de l'épreuve..... | 6 |
| 3.1 | Les notes brutes..... | 6 |
| 3.2 | Statistiques par sujets..... | 8 |
| 4 | Bilan pédagogique..... | 13 |
| 4.1 | Appréciation générale..... | 13 |
| 4.2 | La constitution des équipes pédagogiques..... | 13 |
| 4.3 | Le temps consacré à la préparation..... | 14 |
| 4.4 | Le choix des logiciels et les considérations matérielles..... | 15 |
| 4.5 | La place attribuée aux calculatrices..... | 15 |
| 4.6 | Comment évaluer ?..... | 16 |
| 4.7 | Choisir des sujets appropriés..... | 17 |
| 4.8 | « Faire des maths », autrement ?..... | 17 |
| 5 | Conclusions..... | 18 |
| 5.1 | Une réponse appropriée | 18 |
| 5.2 | ... et complémentaire des épreuves traditionnelles | 18 |
| 5.3 | ... sous une forme qui n'est pas nécessairement définitive..... | 19 |
| 6 | Annexes..... | 20 |
| 6.1 | Lettre de mission du DGESCO..... | 20 |
| 6.2 | Protocole de l'expérimentation..... | 20 |
| 6.3 | Texte destiné aux chefs de centre..... | 22 |
| 6.4 | Exemples de fiches élève, professeur, évaluation..... | 23 |
| 6.5 | Tableau de répartition des sujets..... | 26 |
| 6.6 | Membres du groupe de pilotage..... | 26 |

1 Le contexte et le cadrage initial de l'expérimentation

1.1 L'expérimentation en 2006-2007

Lors de l'année scolaire 2006-2007 l'expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques a été conduite dans 20 établissements répartis dans 9 académies. À la suite de cette première expérimentation, un rapport d'étape¹ fut réalisé par Marc Fort, inspecteur général.

Nous recommandons au lecteur de se reporter au rapport mentionné, où les motivations générales et particulières de l'opération sont exposées en détail, et que nous ne reprendrons pas ici. On ne reprendra pas non plus les descriptions relatives au format et au support de l'épreuve, qui furent pratiquement les mêmes en 2007 et en 2008, excepté le nombre des établissements bien entendu.

1.2 Lettre de mission du DGESCO et protocole de l'expérimentation

Consécutivement aux résultats de la première expérimentation et au rapport associé, il fut décidé de poursuivre l'expérimentation sur une base plus large. La lettre de mission concernant l'expérimentation généralisée d'une épreuve pratique de mathématiques en série S fut publiée le 12 juillet 2007 ; elle figure in extenso dans l'[Annexe 1](#). Le protocole détaillé figure dans l'[Annexe 2](#).

2 La préparation de l'épreuve et son déroulement matériel

2.1 Les réunions du groupe de pilotage

Comme en 2006-2007, le pilotage de l'expérimentation et l'élaboration des sujets ont été assurés par un groupe national constitué de 4 professeurs, de 10 IA-IPR et de 3 inspecteurs généraux de mathématiques, qui s'est réuni 6 fois entre septembre 2007 et juin 2008.

2.2 La banque de sujets

Au cours de cette période, une petite centaine de sujets furent élaborés et testés ; de ce « stock » de sujets une première sélection de 36 sujets fut déterminée, et enfin un choix de 25 sujets fut effectué par le groupe de mathématiques de l'Inspection Générale au cours du mois de décembre 2007. Les descriptifs furent publiés le 23 novembre 2007. Les mois de janvier, février et mars 2008 furent consacrés à la préparation des fiches-professeur et des fiches d'évaluation. On trouvera dans l'[Annexe 5](#) la liste détaillée des 25 sujets retenus.

En janvier 2008, un choix de 7 sujets non retenus en raison de leur longueur furent extraits de la banque, réécrits et publiés sous forme de thèmes de travaux pratiques destinés à enrichir les activités en classe ou les devoirs sans pour autant inciter à une « préparation » de l'épreuve.

2.3 La distribution des sujets

Les 25 sujets sélectionnés, sous la forme des trois « fiches » (élève, professeur et évaluation) furent rassemblés sur un CD-ROM confié à un IA-IPR par académie, en vue de duplication (soit avec les moyens du bord, soit avec l'aide des services des DEC académiques) ; et finalement les CD-ROM furent envoyés aux chefs d'établissements destinataires fin mars ou début avril 2008.

Un autre mode de diffusion des sujets, dématérialisé, fut mis en place sur l'académie de Versailles en raison du nombre élevé d'établissements organisant l'épreuve pratique. Un fichier d'archive au format spécifique (ISO) fut déposé sur un serveur sécurisé, et chaque responsable d'établissement eut simplement à télécharger le fichier (10 méga-octets environ), puis à graver un CD-ROM à partir du fichier. Ce mode de diffusion a présenté l'intérêt de limiter les manipulations fasti-

¹ Ce rapport peut être téléchargé ce rapport ici :

<http://www.education.gouv.fr/cid4909/experimentation-d-une-epreuve-pratique-de-mathematiques-au-baccalaureat-scientifique.html>

dieuses tout en évitant la circulation des sujets (les fichiers des 25 sujets n'apparaissent pas tant que le CD-ROM final n'était pas gravé) ; il a aussi rendu service pour diffuser les sujets vers les centres lointains (Pacifique) indépendamment des contraintes de courrier. En raison de la souplesse du procédé, cette méthode sera à privilégier à l'avenir.

2.4 Préparatifs dans les établissements

Les différentes équipes ont alors disposé d'un peu plus d'un mois pour choisir les sujets adaptés aux contraintes et spécificités de leurs établissements et de leurs classes, et pour organiser matériellement les épreuves sous la responsabilité des chefs d'établissement. Conformément aux instructions reçues, elles ont fait connaître aux IA-IPR de mathématiques leurs listes de sujets, les dates des épreuves et les noms des professeurs impliqués dans l'organisation et l'évaluation.

La grande majorité des établissements choisirent de convoquer les élèves en bonne et due forme, parfois en combinant sur la même convocation les trois épreuves pratiques ou expérimentales, afin de donner à l'épreuve un caractère « formel » et « sérieux ».

Les IA-IPR de mathématiques et leurs aides-IPR se sont rendus dans plusieurs établissements afin d'observer le déroulement des épreuves et d'enregistrer les remarques des différents acteurs. Chaque lycée a ensuite transmis aux IA-IPR de mathématiques, avant le 13 juin, le fichier rassemblant les moyennes des notes attribuées aux candidats (par sujet) ainsi que des remarques d'ordre général relatives à l'expérimentation.

2.5 Les établissements participant à l'expérimentation

Dans la plupart des académies, les établissements furent invités à participer à l'opération sur la base du volontariat, en accord avec le protocole (voir [Annexe 2](#)). Le nombre de lycées s'étant joints à l'expérimentation est de l'ordre de 1310², incluant un bon nombre d'établissements privés et de lycées agricoles.

Le **taux de participation des établissements est de l'ordre de 80%** en moyenne, avec de notables évolutions entre les académies ; ainsi, à Dijon comme à Versailles et en Polynésie la quasi-totalité des établissements ont organisé l'épreuve, faisant suite à une consigne rectorale particulièrement incitative, tandis qu'à Toulouse, Lille ou Paris (par exemple) le nombre d'établissements volontaires ne dépasse guère la moitié. Il est vrai que les mouvements sociaux qui ont fortement perturbé la vie de nombreux établissements ont parfois poussé les chefs d'établissements à annuler l'épreuve pratique afin de pouvoir se concentrer sur les épreuves du baccalauréat. Quoi qu'il en soit, le nombre et la variété des établissements suffisent largement pour valider l'expérimentation pédagogique dont le but n'était pas (en 2007-2008) de créer une obligation de service.

Il est difficile de savoir si ce volontariat s'est concrétisé au niveau des équipes pédagogiques ou des chefs d'établissement (voire les deux), dans la mesure où les réponses à cette question ont le plus souvent été assez vagues ; en réalité, toutes sortes de situations se sont produites, depuis des chefs d'établissements très volontaristes mais qui ne consultent guère leurs enseignants jusqu'aux équipes pédagogiques qui prennent tout en charge lorsque le chef d'établissement ne manifeste pas d'intérêt particulier pour l'opération (ce ne furent que des situations extrêmes, heureusement rares). Dans tous les cas, les compte-rendus font état d'une bien plus grande satisfaction lorsque l'organisation fut mise sur pied d'un commun accord entre tous les professeurs.

2.6 Différentes organisations matérielles dans les lycées

Les établissements étant de tailles fort diverses, les décisions d'organisation furent également diverses. Dans l'ensemble, les professeurs coordonnateurs s'appuyèrent sur l'expérience de leurs collègues de Physique et de SVT pour organiser cette épreuve. Dans un certain nombre d'établisse-

2 Certains établissements ont organisé l'épreuve sans envoyer de compte-rendu malgré les sollicitations des IA-IPR tandis que d'autres ont renoncé à l'organiser sans davantage le notifier.

ments, il fut décidé de faire passer aux candidats toutes les épreuves pratiques sur la même journée (dans le but de ne pas trop « rogner » la semaine de révision avant les écrits) ; on aurait pu penser que ce choix impliquerait une journée marathon pour les élèves qui devaient ainsi passer trois épreuves la même journée, mais les élèves ont semblé, au contraire, approuver cette organisation.

Les équipes pédagogiques avaient, en premier lieu, à se concerter pour déterminer quels seraient les examinateurs sachant qu'aucun professeur ne devait interroger ses propres élèves.

Après réception des sujets, les équipes pédagogiques devaient choisir la sélection de sujets propre à l'établissement. Deux grandes options furent suivies, avec quelques variantes :

- Le choix collectif : chaque examinateur peut encadrer n'importe lequel des sujets choisis. Ont alors été souvent privilégiés les sujets utilisant le tableur même si certains établissements ont adopté un principe plus équilibré (50% tableur, 50% géométrie dynamique). Les sujets de géométrie dans l'espace ont toujours été peu choisis.
- Le choix individuel : chaque examinateur choisit les sujets qu'il se sent capable d'encadrer. Cette approche complique notablement l'établissement des grilles de passage.

D'autres considérations intervinrent parfois dans le choix des sujets, comme le matériel et les logiciels disponibles sur place, la trop grande difficulté (estimée) de certains sujets, les parties du programme jugées peu maîtrisées par les élèves (géométrie dans l'espace, probabilités, arithmétique en Spécialité). Dans un établissement de la région parisienne ce choix relevait pratiquement de la mission impossible si on en juge d'après ce compte-rendu qui atteste de pratiques pédagogiques fort éloignées des programmes officiels et recommandations de l'Inspection Générale, et d'une quasi-absence de prise en compte des TICE dans plusieurs classes :

Le choix des sujets a été fait en tenant compte des critères suivants :

- *Pas de sujets pour spécialistes, pas de probabilités, pas de géométrie dans l'espace ;*
- *Avoir assez de sujets réalisables avec la calculatrice seule, du fait de trois classes à profil particulier : une classe de bons élèves, non formés durant l'année, mais pratiquant la calculatrice chez soi, une autre faible, non formée durant l'année, ayant eu un mois sans professeur, et une troisième ayant eu quelques séances sur les suites avec la calculatrice.*

Le jour de l'épreuve, il convenait d'affecter les sujets aux élèves en respectant diverses contraintes (sujets différents pour les élèves voisins, adéquation avec le travail des examinateurs, spécificités de la préparation selon les classes, etc). Le choix des sujets de l'établissement induisait deux grandes options de tirage (avec variantes) :

- Tirage par groupe : Au moment de l'épreuve, un des élèves de chaque groupe de 4 choisit le sujet dans une urne où figurent tous les sujets. Cette idée simple se complexifie lorsqu'on prend en compte les élèves suivant l'enseignement de spécialité (qui tirent leur sujet dans une sélection plus large) et la contrainte de non-interrogation par son propre professeur ; c'est parfois un tirage avec remise. Certains coordonnateurs ont réalisé des programmes informatiques pour faciliter et accélérer le tirage. Quelques établissements ont fait tirer sans remise et les élèves de spécialité en dernier, afin que ceux-ci aient une plus grande chance de tirer des sujets de spécialité.
- Tirage des créneaux de passage : Après l'élaboration d'un planning, chaque élève tire au sort sa date et heure de passage, ce qui induit le sujet qui lui sera proposé et parfois l'examineur qui aura à le suivre. Le tirage sans remise réduit (en apparence) le choix offert aux derniers élèves qui tirent même si les sujets sont convenablement répétés. L'intérêt du planning établi à l'avance est de permettre une gestion « fine » des contraintes horaires dues aux épreuves de capacités expérimentales et aux empêchements des professeurs.

On a parfois assisté à des méthodes de tirages plus originales, comme celle-ci qui illustre involontairement un point du programme la classe de Seconde (fluctuation d'échantillonnage) :

Les 5 élèves de spécialité ont tiré au sort leur sujet en lançant un dé : tout résultat pair leur attribuait un sujet de spécialité, tout résultat impair leur attribuait un sujet sur la partie obligatoire du programme. Le hasard a fait que les 5 élèves ont réussi à lancer impair donc aucun n'a été évalué sur un sujet de spécialité !

2.7 Les fiches « professeur » et d'évaluation

Les sujets proprement dits furent diffusés avec une fiche commentée destinée aux examinateurs et d'une fiche-guide pour faciliter l'évaluation de la prestation des élèves et la fixation d'une note (un exemple des trois fiches est fourni en [Annexe 4](#)). La fiche-professeur s'est avérée utile pour la prise en main des sujets, mais a finalement peu servi le jour de l'épreuve. En revanche, la fiche-évaluation a manifestement posé des problèmes divers.

L'expérimentation de 2007 ayant montré que l'évaluation de ce genre d'épreuve ne pouvait se faire de manière satisfaisante par référence à un référentiel de compétences exhaustif, ni par une liste de micro-compétences par sujet, ni par un barème détaillé, le groupe de pilotage décida de produire une fiche d'évaluation adaptée à chaque sujet tout en conservant un modèle unique basé sur une évaluation progressive des réalisations et compétences des élèves. Ces fiches furent très diversement reçues et, bien souvent, les professeurs examinateurs réalisèrent leurs propres fiches d'évaluation. On reviendra sur cette question dans le bilan pédagogique, section 4.6 page 11.

3 Les résultats de l'épreuve

3.1 Les notes brutes

Le nombre d'élèves ayant composé est compris entre 79000 et 80000 ; ils se répartissent sur 2700 classes (environ) au sein de 1310 établissements (environ)³. **Le taux d'absentéisme est faible**, de l'ordre de 4%, ce qui est un signe encourageant au sujet de la motivation des élèves alors même que l'épreuve n'était pas prise en compte pour le baccalauréat.

Nous nous sommes limités à un échantillon représentatif de 24382 notes (académies de Grenoble, Paris, Créteil, Besançon, Strasbourg, Rouen, Lille, Nantes, Clermont, Guyane, Polynésie) pour lequel les notes ont été obtenues sujet par sujet⁴. À partir de cet échantillon nous avons pu extraire les quartiles et fréquences de choix (figures 1, 2 et 3 dans l'[Annexe 7](#)).

On constate que les notes sont globalement élevées, les notes inférieures à la moyenne étant franchement rares⁵.

La moyenne des notes est de 13,6 sur 20. On peut tenter d'estimer l'effet qu'aurait eu cette année la prise en compte de l'épreuve pratique dans le baccalauréat en TS, sur une base de 4 points comme c'est le cas avec les épreuves de capacités expérimentales en Physique-Chimie et SVT ; l'épreuve pratique de mathématiques aurait ainsi apporté 2,7 points en moyenne à chaque candidat, l'épreuve écrite apportant environ 11 points sur 20, reviendrait à 8,8 sur 16 soit *in fine* 11,5 sur 20, c'est-à-dire que l'élève « standard » gagnerait 0,5 point (ce qui n'est pas du tout négligeable). **L'effet serait beaucoup plus marqué pour les élèves ayant la spécialité SVT** dont la moyenne à l'épreuve écrite est usuellement plus faible (8,5 sur 20 environ), ces élèves « gagneraient » environ 1 point, ce qui aurait tendance à limiter sensiblement les taux d'échec et d'accès au deuxième groupe d'épreuves.

En passant aux fréquences cumulées, on peut distinguer différents groupes d'élèves (figure 2).

Les quartiles s'établissent à 11 pour le premier, 14 pour le second (médiane), 16 pour le troisième. La moyenne est de 13,6 pour cet échantillon (13,7 pour l'ensemble des notes). Il est un peu plus facile de se représenter les résultats de l'épreuve au moyen de quintiles :

- Catégorie « E » : 20% des élèves qui ont une note inférieure à 10, pour eux l'épreuve ne s'est pas bien passée ;

3 L'incertitude sur ces chiffres tient au fait que la récupération des résultats par les IA-IPR n'a pas toujours été aisée, notamment auprès de certains établissements privés mais aussi certains établissements publics perturbés par divers mouvements sociaux et manifestations, ou encore lorsque les chefs d'établissement ou professeurs coordonnateurs n'ont pas envoyé de compte-rendu aux IA-IPR.

4 Il n'a pas été possible de récupérer l'ensemble des notes en raison de la lourdeur de la tâche que cela eût représenté.

5 Par ailleurs, on a une prédominance des notes paires, sans que la cause en soit très évidente.

- Catégorie « D » : 20% des élèves qui ont une note comprise entre 10 et 12 (inclus) ;
- Catégorie « C » : 20% des élèves qui ont une note comprise entre 13 et 14 (inclus), représentent les élèves « médians » ayant correctement réussi mais avec de l'aide des examinateurs ;
- Catégorie « B » : 20% des élèves qui ont une note comprise entre 15 et 16 (inclus) ;
- Catégorie « A » : 20% des élèves qui ont une note supérieure ou égale à 17 et ont évidemment très bien réussi.

3.2 À propos du calibrage des sujets

L'étude détaillée des résultats sujet par sujet, qui figure dans l'[Annexe 6](#), montre que l'essentiel des sujets proposés ont fourni des résultats concordants excepté trois ou quatre d'entre eux qui se singularisent par des notes anormalement élevées ou faibles. Les examinateurs signalent d'ailleurs avec insistance que les sujets qui leur ont été soumis ont une certaine disparité, qui les a parfois gênés pour évaluer la prestation des élèves.

Nous reviendrons sur cette question à la fin du bilan pédagogique.

4 Bilan pédagogique

4.1 Appréciation générale

L'épreuve pratique de mathématiques 2008 fut généralement bien, voire très bien, reçue dans les établissements, ce qu'exprime, par exemple, un enseignant dans le compte-rendu de son lycée :

J'ai eu l'impression qu'à peu près $\frac{3}{4}$ des candidats manipulaient sans trop de difficultés, et la majeure partie avec plaisir, les logiciels demandés. La manipulation révèle directement le niveau de compréhension de l'énoncé, c'est presque plus parlant qu'un brouillon écrit. Aucun n'a paru en difficulté pour des raisons uniquement logicielles, ceux qui n'ont pas réussi n'ont d'abord pas compris la situation mathématique proposée, même après plusieurs explications...

Toutefois, une fraction des enseignants a développé un sentiment beaucoup plus réservé voire hostile et l'a amplement fait savoir par le biais des forums sur Internet. Cette opposition s'est cristallisée au sein de quelques établissements mais est peu apparue lors de la passation de l'épreuve, dans les statistiques et dans les compte-rendus finaux, comme le signale cet IA-IPR :

L'épreuve pratique a généré en début d'année quelques inquiétudes quant au travail à fournir et quant à la nature de l'épreuve. Certains professeurs, ont manifesté lors de réunions diverses ou de stages de formation, une opposition radicale à cette épreuve. Mais la majorité des professeurs engagés se sont bien adaptés à cette nouvelle épreuve et ont finalement fait en sorte que l'épreuve se passe matériellement dans de bonnes conditions. Il n'a pas été, pour l'instant, relevé de difficultés insurmontables et les remontées que nous avons sont plutôt assez positives.

La réticence des uns a donc fait plus de bruit que le discret enthousiasme des autres, qui s'est surtout exprimé dans les réunions au sein des établissements et les échanges informels ; cet enthousiasme, parfois formulé de manière lucide par rapport aux contraintes matérielles et pédagogiques, a beaucoup fait pour que l'expérimentation soit menée à bien sur une grande échelle.

Quoi qu'il en soit, lorsque nous avons rencontré des équipes pédagogiques au sein d'établissements de toutes sortes entre fin mai et début juin, l'impression qui a dominé fut celle d'un **grand intérêt**, ainsi que du désir de donner aux élèves une formation efficace. Par exemple :

En conclusion, ce type d'épreuve nous a semblé très enrichissant pour nous-mêmes et pour les élèves. Nous sommes satisfaits d'avoir participé à cette expérimentation, car elle nous a révélé les difficultés auxquelles nous serons confrontés à l'avenir : organisation, gestion du temps, notation, en particulier de l'autonomie de l'élève, choix de sujets à peu près équivalents, notamment dans la répartition du temps entre les deux parties de l'épreuve.

Un autre élément d'appréciation positive fut la nature de l'interaction entre les examinateurs et les élèves, qui est souvent jugée « nouvelle », « différente » ou « constructive » :

Dans la pratique, les élèves apprécient de pouvoir se retourner vers un examinateur en cas de difficulté. On doit pouvoir l'aider en l'amenant à réfléchir au travail même partiellement entrepris. Poser une question ou demander de justifier ce qui a été commencé sont des moyens simples et rapides. La capacité de l'élève à profiter de ces aides est à prendre en compte lors de l'évaluation.

4.2 La constitution des équipes pédagogiques

Dans certains établissements seuls les professeurs intervenant en TS participèrent à l'opération, ailleurs le choix fut beaucoup plus large, allant parfois jusqu'à inclure des enseignants d'une compétence reconnue et exerçant dans un lycée professionnel voisin. La première approche s'est avérée lourde pour les intéressés, tant au niveau de la prise en main des sujets que du déroulement de l'épreuve proprement dite, avec parfois un temps de passation important (plusieurs journées).

Souvent, les équipes résolurent d'augmenter légèrement le nombre de professeurs présents dans les salles le jour de l'épreuve afin de pouvoir combiner une réelle disponibilité vis-à-vis des élèves ainsi qu'une capacité à résoudre les problèmes techniques comme à faire des remplacements. Cette formule s'est avérée souple et rassurante pour les examinateurs.

Le fait de devoir gérer l'épreuve pratique en équipe pédagogique est l'un des « bénéfices secondaires » de l'opération, dans la mesure où, au quotidien, les enseignants ont peu l'occasion de faire ainsi. Les compte-rendus d'établissement insistent souvent sur ce point, évoquant la découverte d'une collaboration d'un type nouveau, avec un apprentissage et quelques satisfactions à la clé. Enfin, le fait de devoir travailler en équipe a parfois induit une réactivation d'équipes pédagogiques qui n'avaient guère d'occasion de travailler de manière collaborative, et ont pu envisager d'autres projets qu'elles ont par la suite soumis à leur chef d'établissement.

4.3 Le temps consacré à la préparation

En premier lieu, la plupart des professeurs ont souhaité préparer leurs élèves d'une manière ou d'une autre à l'épreuve pratique, tout en déplorant le manque de temps et de dédoublements de classe, le temps passé à cette activité étant variable, entre presque rien et une demi-heure pas semaine (en moyenne). Rappelons toutefois qu'il n'était pas prévu de « préparer » les élèves spécifiquement à l'épreuve pratique, et encore moins de le faire sur un horaire spécifique ; en effet, si l'usage des TICE en classe de mathématiques était suffisamment régulier de la Seconde à la Terminale, il ne serait pas nécessaire d'organiser de nombreuses « séances épreuve pratique » qui ont pourtant eu lieu ici ou là. Plus encore, le concept même d'épreuve pratique vise à soumettre aux élèves des situations variées dont la nature s'oppose à tout entraînement répétitif, et privilégie l'investigation, l'expérimentation et la conjecture. Il est donc à souhaiter que l'on ne voie pas fleurir d'annales, de sites de corrigés, etc. et que cette préparation se fasse au sein de l'ordinaire de la classe, avec ou sans ordinateurs, avec ou sans calculatrice, grâce à l'apport d'activités valorisant la recherche, la modélisation et pas seulement la résolution de questions posées a priori.

Les professeurs-examinateurs (qui n'étaient pas tous, et de loin, chargés d'une classe de TS) se sont aussi préparés eux-mêmes en examinant les sujets. Un compte-rendu précise à ce propos :

La préparation de tous ces sujets a demandé un investissement important de la part des collègues. On peut estimer à 50 minutes par sujet en moyenne, soit de 6 à 7 heures de travail pour préparer les 9 sujets retenus au départ. Ce long travail est nécessaire pour bien repérer les difficultés techniques et / ou d'ordre purement mathématique, et c'est grâce à cela qu'un sujet a été écarté à l'issue de la réunion. Le fait que chaque examinateur ait préparé tous les sujets nous a aussi permis d'adopter le principe d'un tirage au sort avec remise sur l'ensemble des 8 sujets, ce qui est plus équitable pour les élèves.

De manière générale, les enseignants ont passé beaucoup de temps à préparer (directement ou indirectement) l'épreuve, à se former et à tenter d'organiser les choses au mieux. Ce temps peut être perçu comme un enrichissement ou une contrainte. Un compte-rendu d'établissement accueillant un public assez défavorisé résume ainsi le vécu mitigé des professeurs :

Cette épreuve représente une charge de travail non négligeable pour les collègues concernés, qui sont aussi les mêmes qui ont dû faire des efforts cette année pour intégrer, tant bien que mal, les TICE aux pratiques quotidiennes, avec un public largement défavorisé (nous avons des élèves qui ne touchent un ordinateur qu'au lycée ... nous ne pouvons donc pas compter sur un quelconque travail à la maison pour compenser le peu de temps de pratique en classe).

Globalement, nous avons apprécié le principe de cette épreuve, qui permet d'évaluer des compétences intéressantes. Et les élèves ont eux-aussi été motivés par ce travail différent autour des mathématiques et des TICE.

Mais nous regrettons que ce travail se fasse à moyens constants, et nous avons le désagréable sentiment que l'institution confond volontariat et bénévolat des équipes, alors que les collègues en font déjà beaucoup pour maintenir à flot la série S.

Il est indéniable que l'épreuve pratique a occasionné de nombreuses heures de travail, non seulement de la part des enseignants et de leurs élèves, mais aussi des personnels de direction (à travers les tâches organisatrices) et des corps d'inspection (à travers la formation, notamment). Cette masse d'efforts traduit un dynamisme qui a laissé des traces appréciables, et que l'on découvre par exemple sur le site des IREM : <http://www.univ-irem.fr/spip.php?article95>

4.4 Le choix des logiciels et les considérations matérielles

Les 25 sujets proposés étaient tous traitables avec des calculatrices ou des outils logiciels standard (la liste de ces sujets se trouve dans l'[Annexe 5](#)).

La grande majorité des équipes pédagogiques se sont appuyées sur une liste limitée de logiciels pédagogiquement éprouvés, connus des élèves, et appropriés pour la plupart des sujets : essentiellement Microsoft® Excel, OpenOffice.org (tableurs), Cabri, Geogebra, Geoplan (géométrie dynamique dans le plan), et Geospace pour la géométrie dynamique dans l'espace. Quelques établissements ont aussi proposé un grapheur (Sine qua non, Mathgraph32) mais les élèves s'en sont rarement servis. Les établissements ayant expérimenté le logiciel ou la calculatrice TI-N'spire ont parfois utilisé ce logiciel pour l'épreuve pratique. Les autres logiciels utilisés (Scilab, xcas ...) sont restés très rares.

Quelques établissements n'ont proposé qu'une seule sorte de logiciel (soit le tableur, soit de géométrie dynamique), du fait que les élèves n'avaient été initiés qu'à ce seul usage. Cette pratique est en opposition avec les programmes de collège et de lycée qui, systématiquement, rappellent la nécessité de former les élèves à un certain nombre de situations (rassemblées sous le titre « TICE ») où les mathématiques sont présentées, découvertes et exercées en lien avec des outils logiciels. Si la « montée en puissance » du B2i® Collège assure que l'initiation au tableur et à la géométrie dynamique devrait bientôt toucher la totalité des collégiens, il n'en reste pas moins que certains établissements ont pris beaucoup de retard sur ce point, avec des motifs plus ou moins légitimes⁶.

Bien plus que le manque de matériel et de logiciels, ou l'existence de salles équipées, les facteurs limitant l'usage des TICE (donc la formation des élèves) sont la faible disponibilité des salles en raison de l'inadaptation des emplois du temps (les classes ne pouvant toutes utiliser le même créneau horaire, il faut prévoir l'accès aux salles réservées dès la constitution des emplois du temps) ainsi que la rareté des dédoublements (travailler avec 35 élèves dans une salle d'ordinateurs relève

⁶ Le sous-équipement informatique des établissements ne relève plus d'un manque de crédits en raison de la chute notable du coût des ordinateurs et des logiciels depuis cinq ans ; en revanche, le manque de locaux est parfois réel et il n'est pas rare de rencontrer des cartons non déballés faute de place... ce qui en dit long sur la complexité et le coût élevé de toute extension des locaux. Le sous-équipement a parfois été utilisé comme prétexte pour une complète inaction sur le plan des TICE, ce qui n'est évidemment pas satisfaisant, quelles qu'en soient les raisons précises.

de l'exploit).

En dépit de ces divers obstacles, les élèves ont le plus souvent une maîtrise correcte voire bonne des logiciels qui leur sont proposés ; on a en revanche pu observer le cas d'élèves découvrant et manipulant le logiciel le jour de l'épreuve, avec les difficultés que l'on imagine⁷ ! Si cette approche « dernière minute » est à la rigueur possible pour des logiciels simples et d'une interface claire, c'est une chose pratiquement irréalisable avec le tableur⁸.

L'existence de l'épreuve pratique pour les classes de TS a eu aussi pour effet de relancer sensiblement les projets d'équipement informatique des lycées, si l'on en juge par les demandes de subvention et de soutien à l'équipement formulées par ces établissements. Ces équipements, qu'ils soient nouveaux ou simplement mis à jour, bénéficient évidemment à l'ensemble des classes de ces établissements et facilitent la prise en compte des TICE dans l'ensemble des sections et disciplines.

4.5 La place attribuée aux calculatrices

L'une des surprises les plus marquantes de l'observation du déroulement de l'épreuve pratique fut la persistance des calculatrices dans l'environnement des élèves, alors que peu de sujets avaient été conçus dans cette direction. Les élèves ont eu tendance à sortir systématiquement leur calculatrice et à s'en servir pour tester rapidement une première approche du sujet, effectuer des calculs arithmétiques, vérifier certains résultats, ou simplement par habitude sans réellement s'en servir.

Certains sujets, essentiellement sur les suites, étaient annoncés comme faisables avec une calculatrice ; de fait, la réalisation effective des investigations proposées n'était pas toujours facile avec les modèles de calculatrices graphiques en usage dans les classes scientifiques, certains modèles ne permettant pas d'étudier plus de deux suites, ou ayant un écran de résolution limitée.

Néanmoins, quelques établissements ont organisé l'épreuve en totalité ou partie avec des calculatrices, souvent parce que les enseignants avaient choisi ce support pour former leurs élèves aux TICE. Un tel choix peut étonner mais il faut nuancer cette appréciation, car l'accès aux salles informatiques n'est pas toujours aisé compte-tenu des contraintes d'emploi du temps, et nécessite des dédoublements qui ne sont pas aussi répandus que les professeurs le souhaiteraient ; il est souvent plus efficace pour l'enseignant d'organiser des activités « calculatrice » au sein d'une séquence de cours que de réserver des plages horaires fixes avec des ordinateurs.

De manière spécifique, le sujet 28 dont les trois fiches figurent à l'[Annexe 4](#) était conçu pour un traitement au moyen d'un logiciel ou d'une calculatrice. Ce sujet a posé bien des difficultés sur le terrain, même si les notes afférentes ne sont pas catastrophiques : calculatrices graphiques ne permettant pas de déplacer une droite horizontale ou ayant un écran d'une résolution insuffisante, logiciels inadaptés⁹. Ce sujet, comme quelques autres, aurait sans doute dû être rédigé en prenant davantage en compte les limitations inhérentes aux calculatrices.

Compte-tenu des éléments qui précèdent, **la place des calculatrices devra être soigneusement étudiée à l'avenir, en tenant compte d'une part de leurs limites et d'autre part de la mise à disposition (ou non) de matériels et de logiciels plus performants.**

7 Cette situation s'est produite au sein d'établissements où les équipes pédagogiques n'avaient pu s'accorder sur une formation des élèves aux TICE, souvent parce que les enseignants y recourent à des pédagogies éloignées les unes des autres. Les examinateurs confrontés à une telle situation ont dû prendre en charge le démarrage de la situation proposée à l'élève (la construction d'une figure par exemple), laissant ce dernier poursuivre comme il le pouvait.

8 Notamment en présence d'un problème d'adressage absolu ou relatif.

9 Le logiciel Geoplan s'est avéré peu pratique pour ceux qui l'avaient choisi sur ce sujet et les tableurs ont parfois fourni des résultats mathématiquement incorrects.

4.6 Comment évaluer ?

La fixation des notes s'est avérée difficile dans de nombreux cas, les examinateurs étant placés dans une situation d'évaluation très nouvelle pour la plupart d'entre eux, puisque dans l'interaction avec l'élève ils devaient mesurer la part relative à l'élève et décompter celle du professeur-examinateur.

Les fiches d'évaluation ont assez souvent été rejetées par les équipes pédagogiques qui ont tenté de revenir à des méthodes d'évaluation plus classiques, généralement basées sur un barème détaillé au niveau des questions voire des sous-questions ; dans tous les cas, les examinateurs demandent un peu plus d'aide et de précisions pour pouvoir noter sans trop hésiter. La méthodologie de l'évaluation demandera visiblement d'autres ajustements mais peut-être aussi de la formation pour permettre à tous les examinateurs d'évaluer la qualité d'un travail d'élève sans nécessairement le découper en une multitude d'étapes isolées.

Nous ne pensons pas qu'il faille utiliser des barèmes détaillés, ce que dit fort bien un IA-IPR :

Cela prendrait beaucoup de temps et, de plus, il apparaît difficile de prévoir toutes les développements possibles. Pour aborder et appréhender une question, les réponses des élèves sont souvent variées et il apparaît vain de vouloir tout prévoir.

Nous ne sommes plus ici dans le vrai/faux des sujets habituellement posés à l'écrit et le travail d'évaluation, plus complexe, consiste à noter l'élève pendant son travail de recherche. En travail préparatoire, il semble important de déterminer où se trouvent les difficultés propres à chaque sujet afin de pouvoir évaluer plus facilement le travail qui sera ensuite effectué par l'élève.

Un autre aspect de la difficulté de noter transparaît dans ce commentaire étonnant :

Certains élèves chanceux, qui arrivent de plus à faire quelques conjectures, se sont retrouvés avec des notes vraiment très bonnes, qui ne reflètent pas leur réel niveau mathématique.

C'est, en effet, le cas pour des élèves jugés moyens voire faibles qui réussissent mieux dans ce cadre que dans le cadre traditionnel des épreuves écrites, situation qui remet en cause le jugement porté sur ces élèves ; tout se passe alors comme si l'élève concerné n'avait pas « le droit » de réussir en mathématiques à cause de son passé scolaire, éternellement condamné à la médiocrité ! Il va sans dire que ce jugement (implicite le plus souvent mais ici bien explicité avec l'adjectif « chanceux ») en dit plus long sur la vision de l'élève par l'enseignant que sur l'épreuve pratique elle-même.

En définitive, le fait de donner aux élèves qui sont peu attirés par l'enseignement mathématique traditionnel une perspective de réussite est à porter au crédit de l'expérimentation menée depuis 2007.

4.7 Choisir des sujets appropriés

Comme le fait voir l'analyse statistique des résultats, l'inégalité de difficulté entre les sujets a souvent gêné les examinateurs, ce qui s'exprime clairement dans un compte-rendu :

L'écart de difficulté entre les sujets a aussi été regretté par les collègues. Certains sujets très typiques ont été faits en moins d'une heure, alors que d'autres présentent des difficultés à plusieurs niveaux, et les élèves peinent à finir dans les temps. Il faudrait donc essayer d'équilibrer davantage les sujets.

Il est vrai que quelques sujets présentaient une partie « TICE » bien plus courte que la partie « démonstration », et d'autres en sens inverse. Toutefois, la notion de difficulté d'un sujet nous a semblé peu claire sur le plan général, tant les réactions d'un élève dépendent de la formation qu'il aura reçue, aussi bien au plan des TICE que des mathématiques ; c'est ainsi que les sujets 44, 45 et 90 sont jugés difficiles par certains examinateurs, mais pas par d'autres.

Cette inégalité de difficulté et de longueur entre les sujets avait déjà été signalée en 2007 mais de manière beaucoup plus forte, et pose question plus par son ampleur que par son existence ; en

effet, il semble inévitable que des sujets différents par leur contenu, leurs outils et leurs compétences requises soient perçus comme étant de diverses difficultés.

Tout compte fait, il ne serait pas judicieux de suivre jusqu'au bout la demande de « calibrage » des sujets de l'épreuve pratique, car cela risquerait de faire perdre la diversité de ces sujets, révélatrice de la diversité et de la créativité des mathématiques elles-mêmes, et qui fait parfois défaut dans les sujets de l'épreuve écrite où le « calibrage » est inévitable. L'adaptation des sujets au profil des élèves pourra toujours être réalisée par les équipes pédagogiques au moment du choix des sujets, et l'impact de ces inégalités demeurera faible compte-tenu d'une notation sur 4 points.

Rassemblons pour finir quelques exigences relatives à la conception des sujets :

- respect des limites du programme officiel,
- diversité des outils TICE possibles,
- longueur raisonnable (temps de traitement voisin de trois quarts d'heure),
- progressivité des actions (permettant une notation en conséquence).

4.8 « Faire des maths », autrement ?

L'épreuve pratique de mathématiques n'a finalement représenté que la partie visible d'un vaste mouvement de recherche pédagogique au sein des corps enseignants et d'inspection ; divers bilans académiques expriment cette réorientation (partielle, cela va de soi) de l'enseignement mathématique en filière S. En voici deux exemples choisis parmi beaucoup d'autres :

*En définitive, nous noterons que l'ensemble des professeurs de l'établissement a participé en manifestant un intérêt réel. De leur côté, les candidats ont accueilli positivement la démarche originale de cette pratique des mathématiques. Re-visiter les notions du cours par une recherche active laissant plus de place à l'expérimentation, permet à de nombreux élèves d'aborder avec plus de motivation et de goût les contenus du programme. La démarche « investigation, réalisation, observation puis propositions de conjectures » modifie le rapport de l'élève aux mathématiques. Dans ce cadre, l'enseignant devient une personne ressource qu'il est possible de solliciter si la situation de blocage est trop longue. **Cette nouvelle approche tripartite des rapports enseignant-enseigné-logiciel constitue sans aucun doute une piste intéressante sur laquelle il va falloir progresser en partageant nos réflexions et nos expériences.***

*Le matériel n'a quasiment pas fait défaut, le planning a été respecté, et surtout les candidats présents ont joué le jeu de cette épreuve pratique malgré l'absence d'enjeu véritable cette année. Mieux, les élèves ont apprécié ces TP, et ils étaient nombreux à déplorer que cette épreuve « ne compte pas » pour la présente session. **Si l'un des objectifs était de reconstruire un lien de sympathie entre les élèves de Terminale et les mathématiques, alors cet objectif est atteint.***

Les élèves ne s'y sont pas trompés, et l'expriment comme cette élève d'un lycée de Toulon :

Je pense que cela peut être intéressant de faire des maths un peu différemment, et de rajouter ce côté pratique qui manquait peut-être à l'enseignement !

Ajoutons que ce n'est pas seulement la nature du travail proposé aux élèves qui diffère de celle de l'épreuve écrite, mais aussi la nature de l'interaction qui est autre : il n'était pas prévu de faire de l'épreuve pratique une épreuve écrite, même si certains établissements ont trouvé bon de distribuer aux élèves des feuilles de copie d'examen et de brouillon de couleur,¹⁰ et il n'était pas expressément demandé sur les sujets de faire une rédaction écrite même si ce fut presque toujours le cas. Le dialogue avec l'examineur, la capacité d'expliquer des choix, des actions et des conjectures ont beaucoup compté dans l'évaluation et c'est une fort bonne chose.

On retiendra donc la possibilité d'un **renouveau du cadre de l'enseignement des mathématiques au lycée.**

¹⁰ Sans doute pour mettre les élèves dans l'ambiance « examen » ?

5 Conclusions

5.1 Une réponse appropriée ...

Face à la lassitude éprouvée par de nombreux enseignants qui ont la charge de classes de Première et Terminale S, et tentent de « faire passer » des programmes ambitieux avec un horaire réduit, l'irruption de l'épreuve pratique aurait pu considérablement déstabiliser le système si elle ne s'était pas correctement et discrètement intégrée dans le paysage. Certes, les enseignants ont mis du leur pour assurer le succès de l'opération mais ces efforts n'auraient pas porté de fruit si les élèves eux-mêmes n'avaient pas porté un intérêt soutenu à ce type d'activité.

C'est ce que nous avons pu lire dans un bilan académique :

Les résultats sont globalement satisfaisants : au niveau des notes bien entendu, mais aussi au niveau de l'implication des élèves qui ont tous essayé de faire quelque chose souvent avec succès (aucun candidat n'a refusé de travailler), et encore au niveau des enseignants qui se sont investis davantage dans la formation TICE, en instaurant un véritable travail d'équipe.

Les principaux intérêts observés lors de cette expérimentation sont la valorisation des démarches personnelles des élèves, la valorisation des prises d'initiatives, la mise en condition de réussite de certains élèves qui éprouvent des difficultés à rédiger correctement à l'écrit une démonstration, l'évaluation des compétences TICE présentes dans les programmes.

L'**adhésion des élèves** nous a semblé être l'aspect le plus convaincant de cette expérimentation pédagogique.

5.2 ... et complémentaire des épreuves traditionnelles ...

Il était, et il restera, hors de question d'évacuer le contenu et les fondements traditionnels des mathématiques (la démarche logico-déductive, l'importance du calcul, etc.) au profit d'activités plus ou moins liées à l'usage d'un ordinateur. Il était, et il sera, cependant nécessaire de faire évoluer l'enseignement des mathématiques pour tenir compte de l'évolution des pratiques des mathématiciens eux-mêmes qui, aujourd'hui, ne répugnent pas à se servir des outils informatiques dans leurs investigations sur des domaines aussi différents que l'arithmétique, les équations aux dérivées partielles ou la topologie, ainsi que pour accompagner les évolutions qui se sont produites dans les domaines d'application des mathématiques où l'ordinateur est désormais incontournable pour toute modélisation du monde réel. Cette prise en compte est communément rangée sous l'intitulé générique des TICE, et qui peuvent recouvrir des situations très variées.

Ces deux types d'activité, très schématiquement associées à la feuille de papier et au clavier, sont donc appelées à cohabiter aussi bien au sein de la pratique que de l'enseignement des mathématiques. Comme l'épreuve écrite du baccalauréat laisse difficilement la place à la modélisation et à l'outil informatique, c'est l'épreuve pratique qui doit tenir ce rôle.

Par ailleurs, la valorisation de l'aspect « oral » de l'épreuve lui confère un rôle original et précieux par rapport au reste du baccalauréat qui se résume pour l'essentiel à une série d'épreuves écrites.

Enfin, le principe même de l'épreuve pratique laisse la place à des adaptations assez rapides, permettant éventuellement d'incorporer quelques situations liées à l'algorithmique ou au calcul formel de manière beaucoup plus souple que pour l'épreuve écrite.

Pour conclure sur ces différents points, nous reprendrons à notre compte l'avis d'une enseignante qui s'interroge sur la cohabitation, voire la tension, entre les épreuves traditionnelles et l'épreuve pratique :

Il y a de la place pour les mathématiques traditionnelles et les mathématiques assistées par

ordinateur dans notre enseignement. Elles sont complémentaires et nous devons accepter l'idée de fournir un effort pour nous adapter et rester compétents.

5.3 ... sous une forme qui n'est pas nécessairement définitive.

Il ne reste plus qu'à s'interroger sur les modalités de l'épreuve pratique. Les études menées à partir de l'expérimentation de 2007 ayant validé le principe de sujets et de la déclinaison des quatre fiches, nous ne reviendrons pas sur cette approche qui a donné satisfaction cette année, et pas davantage sur le principe consistant à ne pas faire évaluer les élèves par leur professeur.

En revanche, la réflexion sur les dates les plus appropriées pour le passage de l'épreuve doit être poursuivie. Certains établissements ont organisé l'épreuve très tard, jusqu'au 13 juin, alors que d'autres ont commencé bien plus tôt (mi-avril). Dans tous les cas, l'épreuve pratique est intervenue dans une période chargée, où doivent se produire la fin des cours, les épreuves de capacités expérimentales, des épreuves sportives et, en juin, l'épreuve de philosophie. Il est donc légitime de se poser la question d'un créneau plus précoce, qui pourrait se situer juste avant les vacances de printemps. L'interrogation sur les dates n'a pas échappé à certaines équipes pédagogiques :

Cette année, la période choisie pour l'expérimentation nous a paru vraiment très inopportune. En effet, le bac était tout proche, les élèves peu motivés pour passer leur après-midi à subir une épreuve "qui ne compte pas" pendant leur période de révisions. De plus, les conseils de classe du troisième trimestre étant passés, nous n'avons même pas pu valoriser ce travail par une note au troisième trimestre. La proximité du bac nous a incités à choisir des sujets "faciles" dans la liste proposée afin de ne pas angoisser les élèves avant le bac. Il nous aurait pourtant paru intéressant de tester aussi d'autres sujets plus corsés.

Cette modalité apporterait sensiblement autant d'avantages que d'inconvénients, ces derniers étant liés au manque d'accomplissement du programme officiel à cette époque ; la fixation de l'épreuve pratique au mois de mars obligerait à laisser de côté certains chapitres du programme, et risquerait de renforcer une tendance à la marginalisation de certains concepts du programme (comme la géométrie dans l'espace et parfois les probabilités) ; on peut néanmoins envisager une adaptation par le biais de la banque de sujets elle-même (qui est déjà diversifiée puisqu'elle distingue des sujets de Spécialité et des sujets généraux).

5.4 Quelques perspectives

Au-delà des interrogations liées aux contraintes temporelles et matérielles, il nous semble que l'essentiel est de sauvegarder et de développer l'idée forte que l'expérimentation a permis de développer, à savoir :

- la vivification de l'enseignement des mathématiques par un certain nombre de situations qui n'étaient pas accessibles dans le cadre des épreuves traditionnelles, et introduisent de nouveaux champs de compétences et de nouveaux domaines de la recherche et du savoir ;
- la place offerte à tous les élèves, et pas seulement aux meilleurs, pour une participation active à la découverte des mathématiques et à la réussite ;
- un cadre cohérent pour une pratique régulière des TICE ;
- la valorisation du travail en équipes pédagogiques ;
- un cadre approprié pour l'introduction de nouveaux volets de la formation des élèves et (tout particulièrement l'algorithmique) ;
- une pédagogie qui peut aisément être transposée à d'autres filières (L, STG) et surtout au cadre du futur lycée.

6 Annexes

6.1 Lettre de mission du DGESCO

Le ministre de l'Éducation nationale

à

Mesdames les rectrices et Messieurs les recteurs d'académies

Monsieur le directeur du SIEC

Objet : baccalauréat série S - épreuve pratique de mathématiques – élargissement de l'expérimentation.

Lors de l'année scolaire 2006-2007 une expérimentation a été conduite afin de développer une épreuve pratique de mathématiques en série S du baccalauréat.

Celle-ci s'est déroulée dans 20 établissements et a été accueillie favorablement par les élèves et les enseignants.

Aussi, je souhaite pour l'année 2007-2008 que cette expérimentation soit reconduite d'une façon très élargie.

C'est pourquoi je vous demande de solliciter tous les établissements de votre académie afin qu'ils puissent se porter volontaires pour mettre en place cette expérimentation dans le cadre d'un protocole défini entre la DGESCO et l'Inspection Générale de mathématiques.

Les établissements volontaires prendront contact avec les inspecteurs d'académie-inspecteurs pédagogiques régionaux de mathématiques, en charge de l'organisation de cette expérimentation.

6.2 Protocole de l'expérimentation

Il est proposé aux établissements volontaires de procéder à l'expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat S au cours de l'année scolaire 2007/2008. Elle préfigure une modification de l'épreuve de mathématiques dans cette série du baccalauréat. Cette expérimentation se déroule selon le protocole suivant.

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'apprécier leur 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 ».

La fiche « Descriptif » est publique, les trois autres documents ont le statut de sujets d'examen et sont confidentiels.

Dans la banque nationale de sujets, 25 sont retenus et transmis aux établissements au début du troisième trimestre de l'année scolaire.

Sélection des sujets

L'épreuve se déroule au sein du lycée fréquenté par l'élève. Dans chaque établissement, les professeurs, sous la responsabilité du chef d'établissement, choisissent parmi les 25 sujets retenus, ceux qui seront proposés aux élèves de l'établissement ; ce choix est guidé par les équipements disponibles et les enseignements assurés par les professeurs. Le jour de l'évaluation, les élèves tirent au sort un sujet parmi ceux retenus par l'établissement. Les élèves ayant choisi les mathématiques comme enseigne-

ment de spécialité tirent au sort une situation d'évaluation ayant rapport soit avec cet enseignement de spécialité, soit avec l'enseignement du tronc commun. Un même sujet peut être commun à plusieurs candidats passant au même moment dans la même salle.

Aucune modification ne peut être apportée aux fiches élèves.

Les inspecteurs d'académie-inspecteurs pédagogiques régionaux de mathématiques s'assurent que chaque établissement concerné a bien été destinataire des sujets. Il convient qu'ils soient aussi informés du calendrier de l'évaluation organisée dans chaque établissement et des sujets retenus.

Déroulement de l'épreuve

Les examinateurs sont les professeurs de mathématiques de l'établissement enseignant à tout niveau du lycée, convoqués par le chef d'établissement. Les professeurs convoqués s'approprient les sujets proposés, se concertent pour assurer le bon déroulement de l'évaluation et en fixent les dates en accord avec le proviseur.

Deux professeurs examinateurs, au moins, sont présents dans la salle où a lieu l'évaluation.

Un examinateur évalue au maximum quatre élèves qui ne sont pas ses élèves de l'année de classe terminale en cours. Ceux-ci peuvent composer sur un même sujet.

La convocation des élèves est assurée par le chef d'établissement, sa forme est laissée à son initiative. Il s'assurera que tous les élèves ont été avertis de la date de l'épreuve.

L'épreuve, d'une durée d'une heure, se déroule selon un calendrier choisi par chaque établissement dans le courant du troisième trimestre, à une période permettant déjà une large couverture du programme. Cette épreuve se déroule en mai ou en juin 2008, et dans la mesure du possible en parallèle avec les épreuves officielles d'évaluation des capacités expérimentales en sciences physiques et en sciences de la vie et de la Terre.

Notation des candidats

Les professeurs examinateurs élaborent, à partir de la fiche évaluation, une grille d'observation. Un exemplaire de cette grille, au nom de chaque candidat sert de support à l'évaluation de celui-ci ; elle porte la note qui lui est attribuée sur 20 points, exprimée en points entiers avec, éventuellement, un commentaire qualitatif.

Ce document ainsi que les productions écrites de l'élève sont agrafés ensemble et remis à l'issue de la correction au chef d'établissement.

La note obtenue à cette épreuve expérimentale ne sera pas prise en compte au baccalauréat pour la session 2008.

Bilan

Les inspecteurs d'académie-inspecteurs pédagogiques régionaux vérifient la cohérence de l'évaluation et dressent, avec le concours des professeurs, un bilan de l'expérimentation sur la base d'un document de recueil d'informations fourni par le groupe de mathématiques de l'inspection générale de l'éducation nationale. Le bilan devra parvenir à la direction générale de l'enseignement scolaire le 14 juin 2008 au plus tard.

Pour en savoir plus ...

Pour toute information complémentaire, les établissements peuvent prendre contact avec les inspecteurs d'académie – inspecteurs pédagogiques régionaux de mathématiques, en charge de l'organisation de cette expérimentation, et consulter le site (rubrique Lycée) :

<http://www.igmaths.net>

Il est aussi possible de se reporter au rapport de l'expérimentation de cette épreuve en 2007 :

<http://www.education.gouv.fr/cid4909/experimentation-d-une-epreuve-pratique-de-mathematiques-au-baccalaureat-scientifique.html>

6.3 Texte destiné aux chefs de centre

Ce texte, diffusé en même temps que les 25 sujets, précisait quelques points du protocole.

Les sujets.

Vous avez reçu, avec ce document, les vingt-cinq sujets. Chaque sujet est composé de quatre parties :

- Le descriptif, conforme à celui publié par la DGESCO (qui est public),
- la fiche élève qui sera utilisée le jour de l'épreuve,
- la fiche professeur destinée aux seuls examinateurs,
- la fiche d'évaluation qui devra être reproduite en nombre suffisant pour que la prestation de chaque candidat soit relevée sur une telle fiche.

Les sujets sont soumis à la confidentialité habituelle des sujets d'examen. Ils ne peuvent en aucun cas être diffusés. En particulier on veillera à ce que les fiches élèves utilisées le jour de l'épreuve soient récupérées à la fin de chaque passation.

Les jours de passation pouvant varier d'un établissement à l'autre, la confidentialité des sujets ne sera levée que par la publication nationale des sujets 2008 (dans le courant de l'été).

Les examinateurs choisiront dans cette liste de vingt-cinq sujets ceux qu'ils utiliseront.

Le choix des sujets dans les établissements doit refléter la diversité des sujets proposés : au niveau de l'enseignement de spécialité, au niveau des contenus et des outils, dans le but de permettre un réel tirage au sort et une équité entre les candidats.

Les examinateurs.

Il appartient au chef de centre de désigner les examinateurs parmi tous les professeurs de Mathématiques de l'établissement. On veillera à ce que ceux-ci soient en nombre suffisant pour que la passation de l'épreuve puisse se dérouler dans un temps assez bref et que chaque candidat soit examiné par un enseignant qui n'a pas, au cours de la présente année scolaire, la responsabilité d'une classe à laquelle ce candidat est affecté (on prendra notamment garde aux regroupements dans le cadre de l'enseignement de spécialité). Le chef de centre peut se rapprocher des inspecteurs pédagogiques régionaux, s'il le souhaite, pour cette désignation.

Le calendrier.

Dès réception des sujets, le chef de centre en remet une copie aux examinateurs **en insistant sur la confidentialité**. Dans la première semaine du mois de mai, il organise une réunion pour le choix des sujets et des dates de passation. Cette réunion fait l'objet d'un bref compte-rendu mentionnant les choix faits et les dates retenues ; il sera adressé à l'inspection pédagogique régionale.

Le déroulement des épreuves devrait avoir lieu à la même période que celle qui est consacrée à l'évaluation des capacités expérimentales, et il est vivement conseillé de les organiser durant les mêmes journées. Chaque établissement reste cependant libre de son calendrier.

À l'issue des épreuves les examinateurs se réunissent pour attribuer les notes. L'ensemble des fiches d'évaluation doit être conservé par l'établissement. Les notes attribuées sont renvoyées (à fin de traitement statistique) à l'inspection pédagogique régionale, **exclusivement** à l'aide du fichier qui se trouve dans le même dossier que l'ensemble des sujets (les deux versions de ce fichier correspondent aux deux modèles de tableur les plus fréquemment utilisés). Cette remontée de notes doit être faite **au plus tard le 9 juin 2008**.

L'organisation pratique des épreuves.

Cette organisation est confiée à l'établissement pour s'adapter au mieux aux diverses contraintes locales. On trouvera en annexes des exemples d'organisation retenus lors de l'expérimentation 2007. Chaque candidat est interrogé pendant une heure. Il est conseillé de ménager durant la journée des interruptions permettant aux examinateurs de se concerter et de compléter les fiches d'évaluation.

6.4 Exemples de fiches élève, professeur, évaluation

Sujet 028, fiche-élève — Courbes et équations

Énoncé

Soit m un réel. On cherche à déterminer le nombre de solutions réelles dans l'intervalle $[-5;5]$ de l'équation :

$$-x^2 + 2x - 1 + me^{-x} = 0 \quad (E)$$

1. Dans cette question on pose $m=2$.

À l'aide d'un grapheur (logiciel ou calculatrice), donner un encadrement d'amplitude de l'unique solution de (E).

Appeler l'examineur pour validation du résultat et de la méthode employée.

2. Soit f la fonction définie sur $[-5;5]$ par : $f(x) = (x^2 - 2x + 1)e^x$. À l'aide d'un grapheur, tracer la courbe représentative de f et émettre une conjecture quant au nombre de solutions de l'équation $f(x)=m$ dans l'intervalle $[-5;5]$, en fonction des valeurs de m .

Appeler l'examineur pour validation de la conjecture.

3. Démontrer que, pour tout m , l'équation (E) et l'équation $f(x)=m$ ont le même ensemble de solutions dans l'intervalle $[-5;5]$.
4. Répondre au problème posé.

Production demandée

- Présentation de la méthode de résolution utilisée en 1. et graphique correspondant;
- Représentation graphique et énoncé de la conjecture pour la question 2;
- Réponses argumentées aux questions 3 et 4.

Sujet 028, fiche-professeur

Énoncé

Soit m un réel. On cherche à déterminer le nombre de solutions réelles dans l'intervalle $[-5;5]$ de l'équation :

$$-x^2 + 2x - 1 + me^{-x} = 0 \quad (E)$$

1. Dans cette question on pose $m=2$.

À l'aide d'un grapheur (logiciel ou calculatrice), donner un encadrement d'amplitude de l'unique solution de (E).

Appeler l'examineur pour validation du résultat et de la méthode employée.

☞ On attend, en principe dans cette question, le tracé de la courbe représentative de la fonction $\varphi : x \rightarrow -x^2 + 2x - 1 + 2e^{-x}$, mais une stratégie de vérification du genre $\varphi(1,6) > 0$ et $\varphi(1,7) < 0$ doit être acceptée. On ne peut évidemment qu'approuver un candidat qui, lisant le texte jusqu'au bout, anticipe et trace le graphe de f . D'une manière plus générale il faut valoriser un choix réfléchi du grapheur qui peut d'ailleurs venir en complément du solveur de la calculatrice.

2. Soit f la fonction définie sur $[-5;5]$ par : $f(x) = (x^2 - 2x + 1)e^x$. À l'aide d'un grapheur, tracer la courbe représentative de f et émettre une conjecture quant au nombre de solutions de l'équation $f(x) = m$ dans l'intervalle $[-5;5]$, en fonction des valeurs de m .

Appeler l'examineur pour validation de la conjecture.

☞ L'essentiel est que le candidat ait identifié trois intervalles, mais il faut valoriser celui qui affine l'exploration jusqu'à déterminer une valeur approchée de m correspondant au cas de deux solutions. Il faut veiller à ce que le candidat ne travaille pas qu'avec des valeurs entières.

3. Démontrer que, pour tout m , l'équation (E) et l'équation $f(x) = m$ ont le même ensemble de solutions dans l'intervalle $[-5;5]$.

4. Répondre au problème posé.

☞ Il ne faut pas hésiter à mettre, si nécessaire, le candidat sur la voie du théorème des valeurs intermédiaires.

Production demandée

- Présentation de la méthode de résolution utilisée en 1. et graphique correspondant;
- Représentation graphique et énoncé de la conjecture pour la question 2 ;
- Réponses argumentées aux questions 3 et 4.

Compétences TICE évaluées

- Représentation graphique d'une fonction;
- Mise en œuvre d'une méthode d'approximation des solutions de $f(x) = k$.

Compétences mathématiques évaluées

- Transformation d'une équation ;
- Étude de fonction.

Sujet 028, fiche d'évaluation

Numéro du sujet : 28 Titre : Courbes et équations

Nom

Prénom :

NOTE :

*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'examineur sera globalement prise en compte de façon substantielle.

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

Les exemples cités ci-dessous ne sont pas exhaustifs.

| Compétences Évaluées | Éléments permettant de situer l'élève (à remplir par l'examineur) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <i>L'élève est capable d'utiliser une calculatrice ou un logiciel adapté pour donner les encadrements et construire les courbes demandées 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 adaptés à ce sujet : grapheur, feuille de calcul, logiciel de calcul formel ou même de géométrie dynamique. Il est capable d'émettre une conjecture en cohérence avec ses essais en tenant compte de la fenêtre de tracé. 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 en particulier pour ce qui concerne les théorèmes d'analyse utilisés.</i> | |
| <i>L'élève propose une résolution correcte de l'exercice et il est capable d'émettre un retour critique sur ses observations. Une démonstration complète « ex professo » n'est pas exigée.</i> | |

6.5 Tableau de répartition des sujets

Les sujets sont téléchargeables ici : http://www.igmaths.net/EPM08_fiches_eleves.pdf. Dans le tableau ci-dessous on détaille les titres des 25 sujets proposés (les numéros avec une astérisque désignent des sujets de spécialité), ainsi que les outils prévus pour les traiter¹¹.

| Num. | TITRE | Calculatrice | Grapheur | Géométrie | Tableur |
|------|-----------------------------------------------------------|--------------|----------|-----------|---------|
| 3 | Étude d'un jeu | | | | + |
| 6 | Tangentes communes à deux courbes | + | + | | |
| 7 | Suites associées | + | | | + |
| 10 | Marche aléatoire | ? | | | + |
| 13 | Étude de flux de population | ? | | | + |
| 14 | Distance d'un point à une courbe | | + | + | |
| 20* | Étude d'un lieu de points | | | + | |
| 21* | Recherche d'un lieu géométrique | | | + | |
| 26 | Positions relatives dans une configuration | | | + | |
| 28 | Courbes et équations | + | + | | + |
| 29 | Optimisation dans l'espace | | | + | |
| 30 | Comportement d'une suite récurrente | + | | | + |
| 33 | Section plane d'un tétraèdre, optimisation d'une distance | | | + | |
| 39* | Cercles et similitudes | | | + | |
| 44 | Suite définie par une moyenne arithmétique | + | | | + |
| 45 | Points équidistants d'une droite et d'un point | | | + | |
| 62 | Tétraèdre trirectangle | | | + | |
| 63* | Restes modulo p | | | | + |
| 66 | Suite aléatoire | + | | | + |
| 71 | Calcul approché d'une intégrale | + | | | + |
| 72 | Étude de deux lieux géométriques | | | + | |
| 73* | Étude du reste d'une division euclidienne | | | | + |
| 90 | Étude de lieux géométriques | | | + | |
| 93 | Triangle inscrit dans une courbe donnée | | | + | |
| 97* | Solutions d'une relation de congruence | | | | + |

6.6 Analyse statistique des résultats des différents sujets

Le tableau ci-dessous donne, sujet par sujet, les quartiles (Q2 étant la médiane), la moyenne et l'écart-type.

| Sujets | 3 | 6 | 7 | 10 | 13 | 14 | 20 | 21 | 26 | 28 | 29 | 30 | 33 | 39 | 44 | 45 | 62 | 63 | 66 | 71 | 72 | 73 | 90 | 93 | 97 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Q1 | 10 | 11 | 13 | 10 | 11 | 11 | 14 | 13 | 11 | 10 | 12 | 11 | 12 | 12 | 10 | 11 | 13 | 12 | 8 | 9 | 11 | 12 | 12 | 10 | 13 |
| Q2 | 14 | 14 | 16 | 13 | 14 | 13 | 16 | 15 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 12 | 14 | 14 | 15 | 11 | 12 | 13 | 15 | 14 | 12 | 15 |
| Q3 | 16 | 17 | 18 | 15 | 16 | 16 | 18 | 18 | 15 | 16 | 16 | 16 | 17 | 17 | 15 | 16 | 16 | 18 | 14 | 14,5 | 15 | 17 | 17 | 14 | 18 |
| μ | 13,2 | 13,7 | 15,0 | 12,3 | 13,5 | 13,2 | 15,4 | 15,0 | 12,9 | 13,0 | 14,1 | 13,3 | 14,5 | 14,7 | 12,3 | 13,7 | 14,4 | 14,5 | 10,7 | 11,6 | 12,9 | 14,4 | 14,1 | 12,1 | 15,0 |
| σ | 4,2 | 3,9 | 3,6 | 4,3 | 3,7 | 3,5 | 3,3 | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 3,2 | 3,6 | 3,6 | 3,4 | 3,9 | 3,7 | 3,0 | 4,0 | 4,4 | 4,2 | 3,5 | 3,4 | 3,8 | 3,4 | 3,4 |

Dans la figure 3 on montre la répartition des notes par fractiles, étudiée à partir de l'échantillon de 24382 notes. Dans ce diagramme, la barre inférieure signale à quelle note on atteint 10% de l'effectif, le point suivant correspondant à 25% et ainsi de suite. C'est ainsi que le sujet 66 apparaît comme peu réussi, avec une faible médiane et peu de très bonnes notes (dissymétrie « vers le bas ») ; au contraire, le sujet 33 se caractérise par de bons résultats et une fraction importante de bonnes notes (dissymétrie « vers le haut »).

Dans la figure 4 on étudie le lien entre moyenne obtenue et nombre de choix du sujet (la « popularité » du sujet en quelque sorte). Les sujets 21, 39 et 63 donnent un positionnement quasiment identique ; pour le reste, on peut dégager quatre « profils » de sujets :

- des sujets jugés « faciles », souvent retenus, et donnant de très bons résultats (6, 7, 28) ; le

¹¹ Ce qui n'empêchait pas d'utiliser d'autres outils (principe de polyvalence).

sujet 7 est d'ailleurs tout à fait atypique, à la fois très fréquent et donnant des notes élevées, il prend le caractère d'un « cadeau »¹²...

- des sujets jugés « moyens », assez souvent retenus, et donnant des notes moyennes (3, 13, 14, 26, 30, 44, 45) ;

- des sujets jugés « difficiles », peu retenus, et donnant de mauvais résultats (10, 66, 71, 72, 93) ; ces résultats s'expliquent assez bien, il s'agit de sujets reposant sur une très bonne maîtrise des notions du programme : probabilités, intégrale, barycentre et coordonnées, géométrie dans l'espace ; les sujets 66, 71 et 72 étaient probablement peu adaptés au format de l'épreuve.

- des sujets jugés « difficiles », peu retenus, et donnant des notes plutôt bonnes (20, 21, 29, 33, 39, 62, 63, 73, 90, 97). Ces notes favorables peuvent sans doute être expliquées par une relative indulgence des examinateurs face à des élèves produisant des démarches correctes sur sujets qu'eux-mêmes avaient jugés difficiles a priori.

La figure 6 montre, quant à elle, le lien entre la moyenne (μ) et l'écart-type (σ) ; la corrélation est évidente et montre que plus un sujet donne des notes faibles (en moyenne), plus ces notes sont dispersées ; c'est le cas, comme il est prévisible, des sujets 66 et 71, avec une réserve toutefois du fait que ces sujets ont été nettement moins souvent sélectionnés que les autres (l'estimation de l'écart-type est donc peu fiable).

Les commentaires fournis par les IA-IPR à partir des observations des équipes pédagogiques renforcent les analyses précédentes ; en effet, on y signale fréquemment que les sujets sont de difficulté inégale, parfois très faciles pour la partie TICE et délicats pour la partie démonstrative, parfois l'inverse, et mobilisent des compétences souvent disparates¹³. C'est tout le problème du calibrage des sujets qui se trouve ainsi posé.

Remarquons toutefois que la majorité des sujets ne posent pas de problème de calibrage particulier, comme on s'aperçoit en recalculant les statistiques en éliminant les sujets 7, 66, 71, 72 (environ 11000 notes sur 79000) : l'écart-type des notes descend alors de 3,7 à 2,2. En d'autres termes, un meilleur calibrage des sujets aurait donné des résultats nettement plus convergents ; mais est-ce là un but souhaitable ?

12 Effet « orange » ou « pot de miel » : le sujet est attrayant, donc il est souvent choisi et les notes confirment ce choix.

13 Cette critique peut aussi bien être adressée aux sujets donnés lors de l'épreuve orale de mathématiques (épreuves du deuxième groupe).

6.7 Figures référencées dans le présent rapport

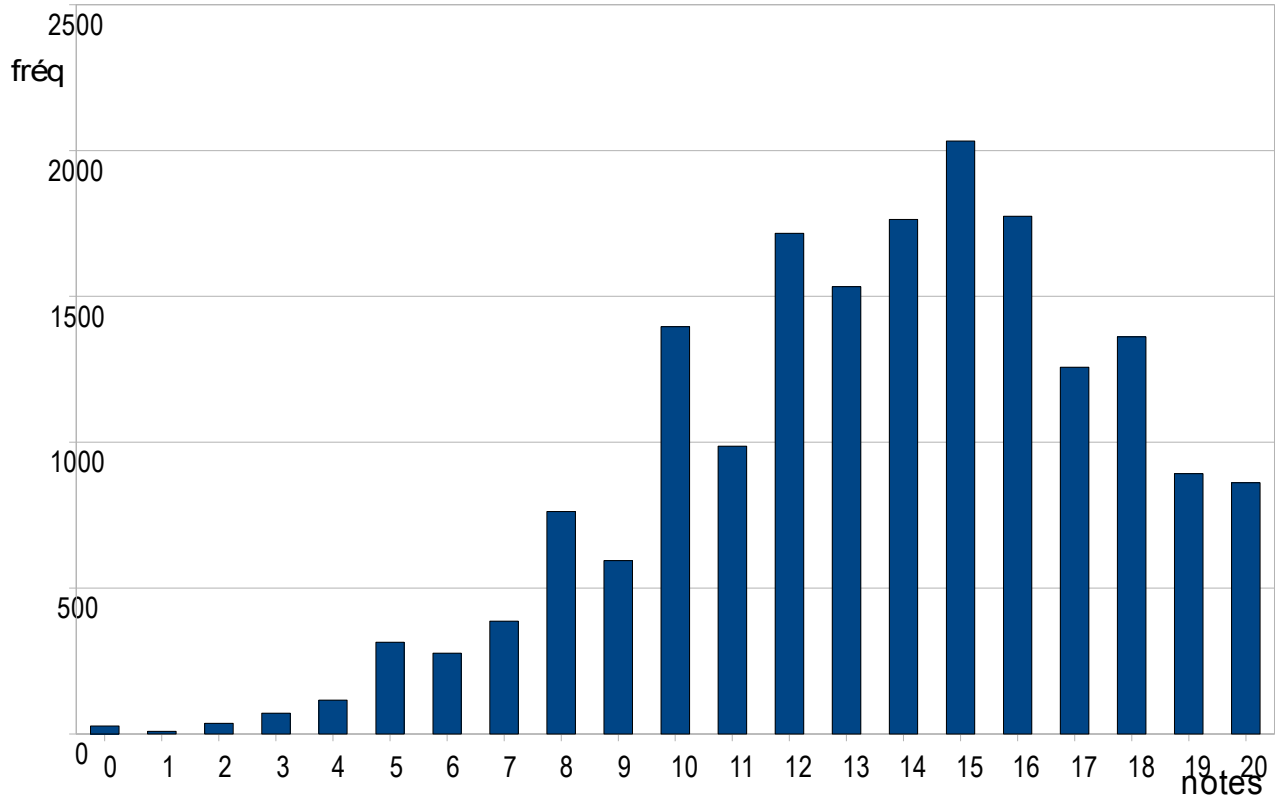


Figure 1: Histogramme des notes

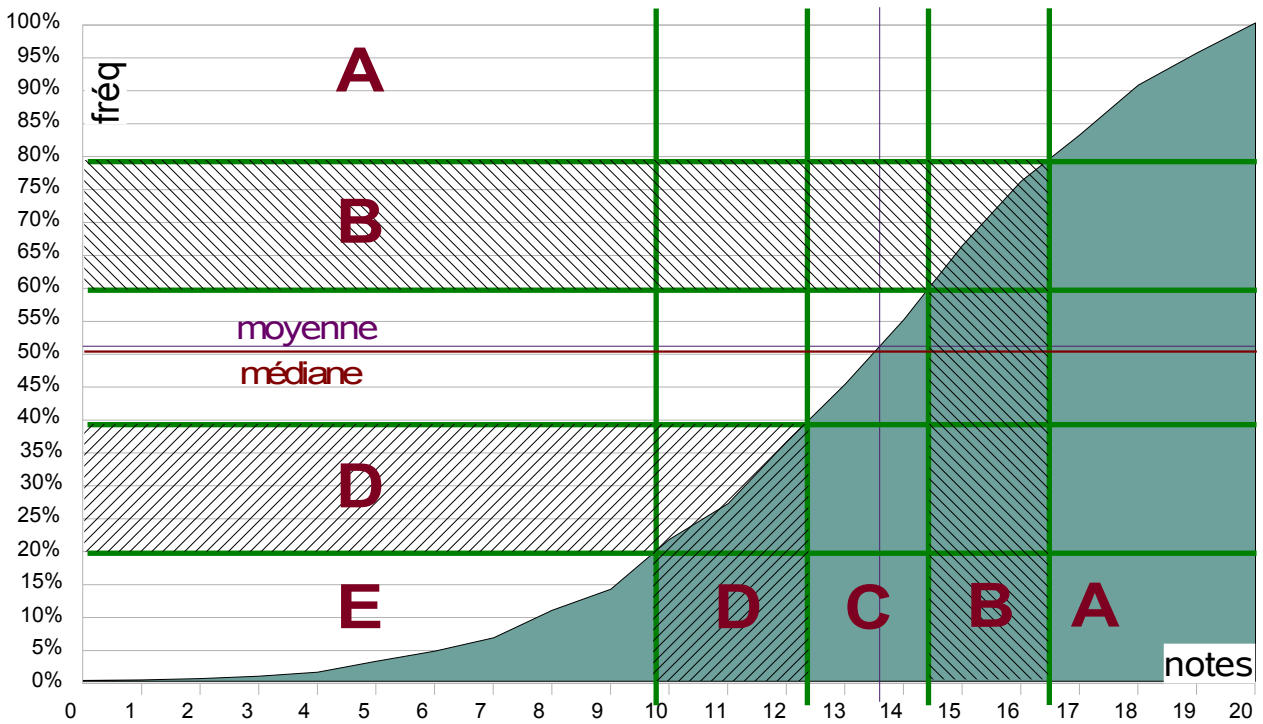


Figure 2: Histogramme cumulé et zones significatives

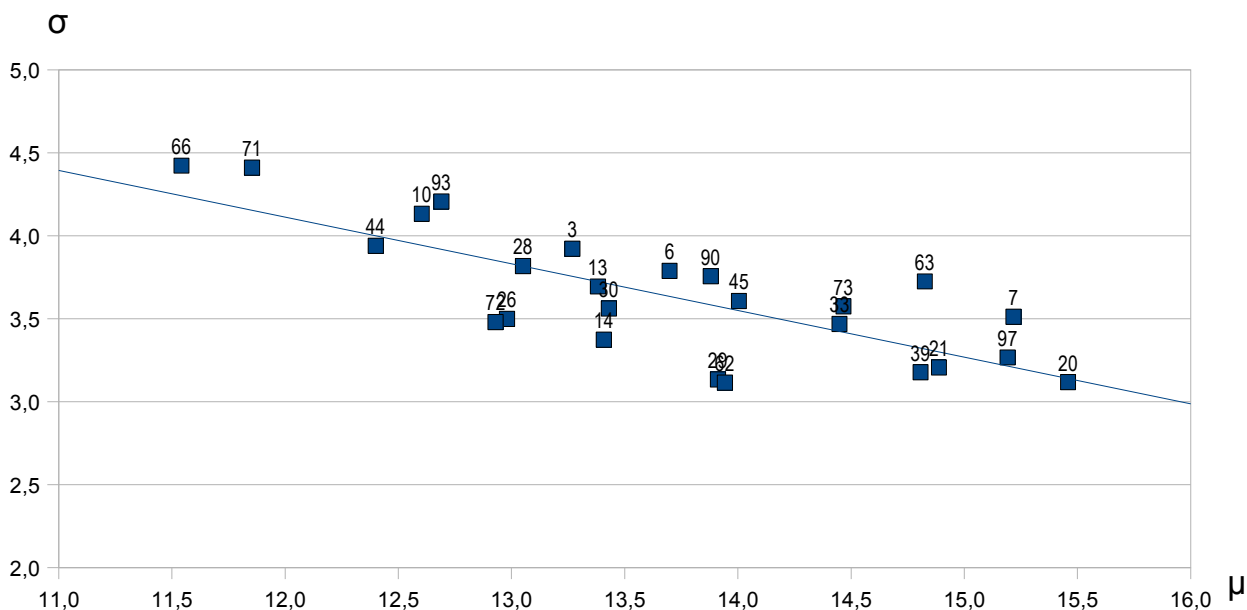


Figure 6: Analyse moyenne / dispersion

6.8 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
 CABANE Robert, inspecteur général de l'éducation nationale, groupe des mathématiques
 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
 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
 MUNCK Françoise, IA-IPR de mathématiques, académie de Nantes
 OBERT Marie-Christine, IA-IPR de mathématiques, 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