

Inspection générale de l'Education nationale

# L'expérimentation d'une épreuve pratique de Mathématiques au baccalauréat de la série S

Année scolaire 2008 - 2009

Rapport à Monsieur le ministre  
de l'Education nationale  
Porte parole du Gouvernement



# **L'expérimentation d'une épreuve pratique de Mathématiques au baccalauréat de la série S**

Année scolaire 2008 - 2009

Rapporteur : **Anne BURBAN**

**N° 2009-085  
Septembre 2009**

## Table des matières

<b>1. Le contexte et les objectifs de l'épreuve</b> .....	4
<b>1.1. Les expérimentations précédentes</b> .....	4
<b>1.2. Les objectifs de l'épreuve</b> .....	4
<b>2. L'organisation de l'épreuve</b> .....	5
<b>2.1. Le pilotage</b> .....	5
<b>2.2. Les sujets</b> .....	5
<b>2.3. Le déroulement de l'épreuve</b> .....	5
<b>3. L'analyse des résultats</b> .....	6
<b>3.1. Les notes obtenues</b> .....	6
<b>3.2. Les réponses apportées au questionnaire</b> .....	7
3.2.1. Les équipements.....	7
3.2.2. La préparation de l'épreuve .....	7
3.2.3. Le travail des équipes pédagogiques.....	8
<b>3.3. La formation des enseignants</b> .....	8
<b>4. Bilan et perspectives</b> .....	8
<b>4.1. En terme de formation des élèves</b> .....	8
<b>4.2. En terme d'évaluation des élèves</b> .....	9
<b>4.3. Conclusion</b> .....	9
<b>5. Annexes</b> .....	11
<b>5.1. Annexe 1- Membres du groupe de pilotage</b> .....	11
<b>5.2. Annexe 2 - Liste des sujets</b> .....	12
<b>5.3. Annexe 3 - Répartition des effectifs et des notes par sujet</b> .....	13

Une épreuve pratique de mathématiques a été expérimentée pendant trois années consécutives en tant qu'épreuve terminale au baccalauréat de la série S. À l'heure où une importante réflexion s'est engagée sur la réforme du lycée, il nous a semblé judicieux de dresser un bilan de cette expérimentation, en analysant notamment dans quelle mesure elle avait contribué à infléchir les pratiques enseignantes et à produire des effets sur les apprentissages.

## 1. Le contexte et les objectifs de l'épreuve

### 1.1. Les expérimentations précédentes

- 1) Lors de l'année scolaire 2006-2007, l'expérimentation a été conduite dans 20 établissements répartis dans 9 académies. Le lecteur pourra se reporter au rapport d'étape qui fut réalisé par l'inspecteur général Marc Fort à l'issue de cette première expérimentation. Ce rapport présente les motivations de l'opération, dans le cadre plus général d'une réflexion sur l'évolution de l'enseignement des mathématiques.
- 2) L'année scolaire 2007-2008 a vu l'élargissement de l'expérimentation à 1310 lycées publics ou privés volontaires.
- 3) Au cours de l'année scolaire 2008-2009, l'expérimentation a été reconduite dans les mêmes conditions que l'année précédente, à l'exception de la date de passation de l'épreuve. Certains établissements ont exprimé le souhait de conduire l'évaluation à une date plus tardive que celle qui avait été fixée au niveau national (date limite : le 30 avril 2009). Une dérogation leur a été accordée en ce sens, mais leurs résultats n'ont pas pu être pris en compte dans ce rapport. Compte tenu d'un contexte national parfois tendu et de l'annonce que la mise en place d'une telle épreuve dans le cadre du baccalauréat ne pourrait pas être effective avant l'année 2013, un certain nombre d'établissements se sont désengagés de l'expérimentation. **Ainsi les constats du présent rapport reposent sur les observations et résultats concernant plus de 50000 élèves répartis sur plus de 1000 lycées.**

### 1.2. Les objectifs de l'épreuve

Un consensus est aujourd'hui établi autour de l'importance du rôle de l'expérimentation dans la construction des apprentissages. Par ailleurs, à tous les niveaux, la pratique des mathématiques est aujourd'hui soutenue par l'utilisation des calculatrices et des logiciels. Ces raisons expliquent les fortes incitations des programmes à utiliser les TIC dans l'enseignement des mathématiques. Mais cette inflexion souhaitée ne peut aboutir sans être accompagnée de son intégration dans les différentes évaluations des élèves. Il est en effet paradoxal d'affirmer la nécessité d'une prise en compte de la dimension expérimentale des mathématiques et de l'utilisation d'outils logiciels, tout en étant incapable d'évaluer les compétences des élèves dans ce domaine. Or de multiples obstacles s'opposent à cette prise en compte dans les évaluations écrites traditionnelles : format et durée imposés aux différentes épreuves, législation en vigueur sur les calculatrices qui n'impose pas le choix d'un instrument de calcul et qui prohibe l'utilisation de véritables ordinateurs en raison des contraintes de taille. L'introduction d'une épreuve pratique spécifique de mathématiques dans l'évaluation terminale des candidats de la série S (à l'image des épreuves expérimentales de Sciences Physiques et de Sciences de la Vie et de la Terre) a pour objectif de faire évoluer les modalités d'évaluation aux examens et au-delà d'infléchir les choix pédagogiques et didactiques de l'enseignement de cette discipline.

## 2. L'organisation de l'épreuve

Elle relève des mêmes modalités que les années précédentes, que nous rappelons brièvement.

### 2.1. Le pilotage

Le pilotage de l'expérimentation et l'élaboration des sujets ont été assurés par un groupe national regroupant des professeurs et des inspecteurs. Trois réunions se sont tenues entre octobre 2008 et janvier 2009. La composition du groupe de pilotage figure dans l'annexe 1.

### 2.2. Les sujets

Sur un stock de plus de cent sujets élaborés dans les différentes académies, le groupe de pilotage en a d'abord sélectionné 37 susceptibles d'être retenus pour l'épreuve et 9 destinés à devenir des travaux pratiques réalisés en classe dans le cadre de la formation des élèves (en Première ou Terminale S). Vingt-cinq sujets ont été ensuite retenus par le groupe de mathématiques de l'inspection générale. La liste de ces sujets figure dans l'annexe 2.

Chacun de ces sujets est composé

- d'un descriptif destiné à alimenter une banque nationale publique (mise en ligne sur le site Eduscol) et ayant pour vocation de décrire le contexte du sujet, mais sans l'énoncer afin d'éviter les dérives de bachotage
- d'un support d'évaluation formé de trois fiches :
  - o une fiche-élève précisant l'énoncé et ce qui est attendu du candidat. C'est à partir de cette fiche que le candidat compose.
  - o une fiche-professeur décrivant les intentions de l'auteur, des considérations sur l'environnement TICE du sujet, des commentaires sur l'évaluation ainsi que sur le niveau et le type d'aide à apporter à l'élève.
  - o une fiche-évaluation, propre à chaque sujet, précisant la prise en compte des compétences du candidat déclinées en capacité à expérimenter, capacité à rendre compte des résultats établis à partir de l'expérimentation et capacité à prendre des initiatives et à tirer profit des échanges avec l'examineur.

À partir de cette fiche-évaluation, les professeurs examinateurs élaborent une grille d'observation dédiée à chaque candidat. Celle-ci porte la note attribuée, éventuellement assortie d'un commentaire qualitatif. Chaque sujet comporte une partie pratique comptant pour les trois quarts de l'évaluation en lien dialectique avec une partie théorique (comptant pour le quart restant), la partie pratique permettant de valoriser l'initiative des candidats dans l'émission de conjectures à établir ou dans l'observation de propriétés à démontrer.

### 2.3. Le déroulement de l'épreuve

L'épreuve se déroule dans l'établissement fréquenté par l'élève. Dans chaque établissement, les professeurs choisissent parmi les 25 sujets retenus ceux qui seront soumis aux élèves de l'établissement. Plusieurs stratégies sont apparues dans ces choix, eux-mêmes guidés par les équipements disponibles et la nature des enseignements dispensés. Par exemple, plusieurs établissements ont rejeté les sujets faisant intervenir la géométrie dans l'espace ou les probabilités, pour ne pas avoir utilisé jusqu'alors de logiciel dédié à ces parties du programme. Certains sujets, jugés ambitieux, ont été écartés afin de ne retenir que des sujets de difficulté

équivalente. Les professeurs déplorent en effet une grande variabilité dans le niveau de difficulté des différents sujets, et une répartition inégale selon les sujets entre partie théorique et partie pratique. Cette disparité leur paraît préjudiciable à l'équité de l'évaluation. Ainsi la part des TIC dans la problématique est variable d'un sujet à l'autre, et la difficulté de mise en œuvre dépend fortement du logiciel utilisé. Le contexte de l'évaluation est donc nettement lié à l'environnement logiciel choisi. Par exemple, tracer la tangente en un point à la courbe représentative d'une fonction dérivable présente un véritable intérêt mathématique avec un certain logiciel de géométrie et permet d'évaluer une compétence de prise d'initiative, alors qu'il devient un simple exercice de syntaxe sur un autre logiciel. Lorsque plusieurs logiciels sont mis à la disposition des candidats, un choix éclairé du logiciel adapté apparaît comme une véritable compétence qu'il convient donc d'évaluer. Le groupe de pilotage avait quant à lui privilégié l'élaboration de sujets de différents niveaux de difficulté afin de répondre à la variabilité dans la qualité de formation des élèves, laissant à chaque équipe la liberté de choisir en fonction des particularités locales (certaines équipes sont rôdées à ce type d'épreuves depuis maintenant trois ans, alors que d'autres s'y initient depuis peu). Mais dans le cas d'une véritable épreuve terminale sortant du cadre de l'expérimentation, il conviendrait de faire preuve de la plus grande vigilance sur cet aspect. Les examinateurs sont des professeurs de mathématiques de l'établissement (enseignant de terminale S, ainsi que des enseignants d'autres classes). Deux examinateurs au moins sont présents dans la salle où a lieu l'évaluation. Chaque examinateur évalue au maximum quatre candidats par heure, qui ne doivent pas être ses élèves de l'année en cours. Il importe que les moments dévolus à l'évaluation de chaque élève soient bien repérés et donnent lieu à une vérification rapide, prise en compte dans la grille d'observation. La durée de l'épreuve est fixée à une heure. Les examinateurs apprécient de pouvoir disposer d'une dizaine de minutes entre deux vagues de candidats pour pouvoir harmoniser leurs notations.

Un dialogue bien mené entre le professeur et l'élève évalué peut permettre à celui-ci d'explicitier sa démarche et de formuler ses éventuels points de blocage, l'aidant ainsi à progresser vers la solution du problème, parfois à la suite de plusieurs essais, ce que n'autoriserait pas une épreuve écrite.

Ces modalités d'évaluation nouvelles, aussi bien pour les examinateurs que pour les candidats, offrent la possibilité de prendre en compte un nouveau type de compétences, sortant du cadre académique traditionnel : autonomie, prise d'initiative, capacité à rendre compte des résultats obtenus et à tirer profit des échanges avec l'examineur.

### **3. L'analyse des résultats**

Cette analyse a été réalisée à partir des réponses apportées par les professeurs participant à l'expérimentation à un questionnaire comportant un volet quantitatif relatif aux notes obtenues par les candidats, globalement et selon chaque sujet, et un volet qualitatif sur les équipements, les pratiques, la pédagogie et la formation des enseignants.

#### **3.1. Les notes obtenues**

Elles sont récapitulées dans les tableaux et graphiques figurant dans l'annexe 3 : globalement, les notes sont élevées, et leur moyenne (13,9) est proche de celles habituellement observées dans les épreuves du même type en Sciences Physiques et en Sciences de la Vie et de la Terre. Les notes inférieures à 10 sont rares. Ceci s'explique par l'affermissement des compétences techniques des

candidats dans l'utilisation des TIC, favorisées par un meilleur entraînement, lui-même résultant d'une amélioration constante dans la qualité des équipements et dans l'expertise des professeurs. Les difficultés des élèves se situent davantage au niveau de l'élaboration des résultats théoriques.

## **3.2. Les réponses apportées au questionnaire**

### **3.2.1. Les équipements**

L'expérimentation de l'épreuve pratique de mathématiques, menée depuis trois années, a entraîné un important effort des collectivités régionales dans l'équipement informatique des lycées. Une difficulté majeure subsiste cependant dans le manque de disponibilité des salles informatiques.

La conception de l'enseignement des mathématiques a évolué. L'utilisation d'un vidéo-projecteur ou d'un tableau numérique interactif favorise la mise en œuvre d'activités pratiques développées en classe entière et participe du renouvellement de l'enseignement de la discipline. Il est aujourd'hui clair qu'un tableau noir et quelques bâtons de craie ne suffisent plus pour présenter aux jeunes toute la diversité de l'activité mathématique du 21<sup>ème</sup> siècle.

Actuellement, le niveau d'équipement en matière de video-projecteurs et tableaux numériques interactifs reste inégal selon les académies et soulève la question de l'équité de traitement des élèves à l'échelle nationale.

### **3.2.2. La préparation de l'épreuve**

Il ressort des réponses apportées au questionnaire qu'un élève d'une classe de Terminale S ayant participé à l'expérimentation a bénéficié, au cours de l'année scolaire, d'une quinzaine d'heures dédiées à la préparation de l'épreuve. Dans certains établissements, les élèves de seconde et de Première S suivent également une formation en liaison avec l'épreuve pratique, mais le nombre moyen d'heures consacrées est plus faible (de l'ordre de 8 heures sur l'année) et variable selon les établissements et les enseignants. Dans la grande majorité des cas ces heures ont été dispensées sous forme de travaux pratiques, en effectifs réduits, dans une salle informatique, de disponibilité souvent jugée insuffisante.

Cette difficulté peut être atténuée par l'utilisation en classe entière de plusieurs outils pouvant s'avérer complémentaires :

- ◆ les calculatrices évoluées,
- ◆ l'ordinateur relié à un video-projecteur,
- ◆ le tableau numérique interactif.

L'usage assez répandu des calculatrices évoluées permet à certains professeurs d'intégrer à des épreuves d'évaluation écrites classiques des questions nécessitant une activité d'expérimentation. Cependant cet usage pose le problème de la diversité des modèles en possession des élèves. En effet, ces différents modèles ne sont pas alignés au niveau des menus et du langage de programmation et ceux des professeurs qui n'ont pas renoncé à assurer cette formation à leurs élèves, doivent présenter successivement les différents modes de fonctionnement de chaque machine. Ces présentations allongent considérablement la durée de cette initiation, qui se fait forcément au détriment du reste, et portent préjudice à la qualité de la formation.

L'utilisation d'un tableau numérique interactif ou d'un ordinateur relié à un vidéo-projecteur offre l'avantage d'une mise en œuvre par le professeur d'activités utilisant des logiciels, mais limite la participation active des élèves. Dans ces conditions il serait opportun que ces activités puissent

être reprises en séances de travaux pratiques ou lors de travaux en temps libre. Cependant on constate que la production de travaux individuels, à la maison ou en classe, intégrant les outils logiciels autres que les calculatrices, est pour l'instant limitée.

La diversification des travaux utilisant les TICE n'étant pas encore partout entrée dans les mœurs, la réflexion qui s'est engagée dans ce sens mérite d'être approfondie.

### 3.2.3. Le travail des équipes pédagogiques

Une dynamique d'équipe s'est imposée, d'abord pour organiser la passation de l'épreuve. Elle dépasse progressivement ce cadre pour déboucher sur une harmonisation des logiciels utilisés au sein d'un même lycée. On peut espérer que cette dynamique de travail collaboratif se généralise et que l'élaboration d'activités communes menées depuis la classe de seconde ainsi qu'une réflexion sur les compétences à développer dans une dialectique formation-évaluation s'intègrent dans les habitudes de travail des équipes pédagogiques. Par ailleurs, une prise en main tout au long des trois années du lycée s'avère nécessaire pour laisser aux élèves du temps et du recul dans l'acquisition de ces apprentissages d'un type nouveau. Un étalement efficace de la formation au lycée suppose que soient précisées les compétences attendues à chaque niveau, ce qui constitue un axe de réflexion supplémentaire pour les équipes pédagogiques dans le cadre d'un travail collaboratif.

## 3.3. La formation des enseignants

La formation des professeurs concerne en premier lieu la connaissance des logiciels utilisés. Dans la plupart des académies, des stages de formation continue ont été régulièrement proposés sur ce thème depuis une quinzaine d'années. Ils ont permis à la majorité des professeurs d'avancer dans l'utilisation de plusieurs logiciels de géométrie dynamique, de tableurs, et plus récemment de logiciels de calcul formel. Certaines formations sont internes aux établissements, les professeurs déjà initiés apportant leur aide aux débutants. En majorité, les professeurs ayant participé à l'expérimentation jugent suffisant leur niveau d'expertise dans la maîtrise des logiciels. Leurs attentes actuelles s'expriment davantage en termes de mise à disposition d'outils permettant l'intégration pertinente des TICE aux séquences pédagogiques autres que les travaux dirigés, et de l'approche des apprentissages par les compétences.

## 4. Bilan et perspectives

Par une procédure descendante selon laquelle la création d'une épreuve d'examen précède la formation des élèves aux procédures évaluées, la mise en place de l'expérimentation de l'épreuve pratique s'est avérée très productive dans l'évolution des pratiques des enseignants, tant au niveau de la formation que de l'évaluation des élèves.

### 4.1. En terme de formation des élèves

L'expérimentation a tout d'abord permis d'enclencher un processus d'élaboration de situations enrichies par l'apport de l'informatique pour une meilleure prise en compte de la dimension expérimentale des mathématiques tant dans l'émission de conjectures que dans une aide à la démonstration.

Entrée dans les classes par la mise en place de l'épreuve pratique, l'utilisation des TICE dans l'enseignement des mathématiques au lycée doit désormais dépasser le cadre d'une évaluation formatée, imposant notamment un questionnement assez serré pour respecter la contrainte de sa durée. Elle peut désormais jouer pleinement son rôle formatif, aussi bien dans la compréhension de notions théoriques (par exemple par l'observation géométrique) que dans l'élaboration de modèles (par exemple par l'expérimentation numérique). Il paraît important qu'une partie de cette formation soit assurée sous forme de travaux pratiques réalisés en salles informatiques en effectifs réduits afin de favoriser la recherche personnelle des élèves et de développer chez eux des compétences de prise d'initiative et d'autonomie.

De vives inquiétudes sont exprimées par les professeurs sur le manque de temps dont ils disposent pour initier leurs élèves à cette nouvelle démarche, sans pour autant sacrifier le traitement du programme. La pratique expérimentale des mathématiques ne doit pas fragiliser la formation disciplinaire de base mais au contraire la diversifier et l'enrichir. Une réflexion profonde mérite donc d'être poursuivie sur l'intégration pertinente de la démarche expérimentale et de l'utilisation des TICE dans l'enseignement des mathématiques, à l'intérieur des contraintes imposées, tout en évitant les dérives possibles qui consisteraient à privilégier l'observation au détriment du raisonnement.

## **4.2. En terme d'évaluation des élèves**

La mise en place de l'épreuve a également permis de renouveler les pratiques d'évaluation. Les enseignants ont découvert les vertus d'une épreuve accordant une place importante à l'oral et dont l'évaluation finale traduite par l'attribution d'une note chiffrée s'accompagne du repérage et de la prise en compte de compétences. Prolongeant la dynamique suscitée au collège par l'instauration du "socle commun de connaissances et de compétences", et en cohérence avec les pratiques mises en place au lycée professionnel, cette nouvelle forme d'évaluation apparaît aujourd'hui comme un véritable outil au service des apprentissages.

S'ils sont conscients des enjeux de cette profonde évolution dans leurs pratiques, les examinateurs de l'épreuve pratique s'estiment cependant déstabilisés par cette nouvelle modalité d'évaluation : d'une part ils ne savent pas toujours comment décomposer dans la note attribuée au candidat l'aide qu'ils ont pu être amenés à lui apporter, d'autre part il leur est difficile de changer leur regard d'évaluateur des traditionnels contrôles écrits, pour valoriser ici non pas la conformité à un quelconque corrigé, mais la capacité de l'élève à s'engager dans une démarche et son aptitude à exploiter ses résultats.

Il ressort des réponses au questionnaire une forte demande des professeurs dans la mise en place ou le développement d'actions de formation sur l'évaluation par compétences.

## **4.3. Conclusion**

L'expérimentation d'une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat de la série S a indubitablement permis un renouvellement de l'enseignement des mathématiques au lycée. Elle a permis de sortir du piège d'une abstraction excessive et par là-même de proposer aux élèves une autre voie d'accès à la compréhension des mathématiques. La prise en compte effective des outils logiciels dans la résolution des problèmes a modifié le rapport des élèves à l'activité mathématique. Ceci s'applique tout particulièrement aux élèves n'ayant pas choisi la spécialité mathématique au baccalauréat, pour qui l'épreuve a incontestablement permis de retisser un lien de sympathie avec la discipline, auparavant jugée trop abstraite et sans utilité.

Indépendamment de la prise en compte d'une épreuve de ce type au baccalauréat, il convient à présent d'exploiter dans le cadre de la formation et du contrôle continu des élèves, les apports de la pédagogie que l'épreuve a permis de développer. Cet enseignement renouvelé peut aisément être envisagé dès la classe de seconde ainsi que dans d'autres séries que la série scientifique laissant ainsi aux élèves le temps et le recul nécessaires à l'acquisition des compétences d'un type nouveau. Certains sujets des banques constituées depuis trois ans peuvent déjà être utilisés et il serait souhaitable qu'un groupe de travail soit mis en place au cours de l'année scolaire 2009-2010 pour enrichir ces banques par des sujets spécifiques à la classe de seconde.

La pédagogie développée à partir de cette expérimentation trouvera toute sa place dans le programme de mathématiques qui entrera en vigueur à la rentrée 2009, avec notamment l'apparition d'une formation à l'algorithmique. Les compétences informatiques acquises par les enseignants et certains supports pédagogiques utilisés lors de l'expérimentation sont des points d'appui particulièrement adaptés à la partie pratique de l'initiation à l'algorithmique.

Si le choix est fait d'une future organisation du lycée englobant la prise en compte des TICE dans l'enseignement des mathématiques, la réflexion qui s'en suivra pourra prendre appui sur les apports de cette expérimentation transposable à toutes les filières et à tous les niveaux. En dépassant les modes traditionnels de formation (en particulier ceux qui visent à la transmission de savoirs institutionnalisés) et d'évaluation (aboutissant exclusivement à la production d'une note), la pédagogie développée par ce type d'épreuve constitue une réponse appropriée aux exigences de modernisation et d'adaptation de l'enseignement des mathématiques aux élèves d'aujourd'hui.

## **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

BURBAN Anne, IGEN

BRANDEBOURG Patrick, IA-IPR de mathématiques, académie d'Aix-Marseille

CABANE Robert, IGEN

CANET Jean-François, IA-IPR de mathématiques, académie d'Aix-Marseille

CHRETIEN Bernard, professeur de Mathématiques, lycée Giroux Sannier, académie de Lille

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

DELUNEL Eliane, professeur de Mathématiques, lycée Jehan de Beauce, académie d'Orléans-Tours

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

HIRLIMANN Anne, SDTICE, secrétariat général

LAC Philippe, lycée Banville, Moulins, académie de Clermont-Ferrand

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

MOISAN Jacques, IGEN

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

RENALDO Marie-Claude, Lycée Jean-Jaurès, académie de Versailles

SIGWARD Eric, IA-IPR de mathématiques, académie de Strasbourg

VALERO Marie-José, professeur de Mathématiques, 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 sujets

Les sujets figurant en gras sont des sujets de spécialité

11	étude d'une suite définie par une relation de récurrence
24	étude d'une courbe de Bézier
31	lieu géométrique de points de l'espace
58	somme des termes d'une suite
65	distance minimale d'un point à une courbe
69	intersection de tangentes
75	volume d'un tétraèdre
<b>76</b>	<b>recherche d'un point fixe</b>
77	suites, approximation d'un réel
81	aire variable d'un triangle
83	optimisation en géométrie plane
89	simulation d'un tirage de boules dans plusieurs urnes
91	étude des propriétés de la courbe représentative d'une fonction
<b>105</b>	<b>nombres en division harmonique</b>
<b>111</b>	<b>convergence d'une suite de nombres complexes</b>
116	solution de $f(x)=m$
121	limites d'intégrales
<b>122</b>	<b>divisibilité par 7</b>
126	un ensemble de points du plan construit à l'aide de deux suites
127	suites et fonctions
128	étude de la courbe représentative d'une fonction
129	recherche d'une stratégie de jeu
<b>131</b>	<b>étude d'une figure du plan</b>
136	suites définies conjointement
<b>139</b>	<b>cryptographie</b>

### 5.3. Annexe 3 - Répartition des effectifs et des notes par sujet

