ministère
éducation nationale enseignement supérieur recherche
ÉduSCOL
[desco]

Mathématiques

Document d'application des programmes de mathématiques

- classes de seconde, de première ES et S, terminales ES et S -

1er décembre 2005

APPLICATION DES PROGRAMMES DE MATHÉMATIQUES

(Classes de seconde, première ES et S, terminales ES et S)

Plan du document

INTRODUCTION

Quatre années de pratique des programmes de 1re ES et de 1re S, trois années pour celui de TES et de TS, la mise en œuvre de la nouvelle définition de l'épreuve du baccalauréat amènent à constater la nécessité de concilier la lettre du programme, les ouvertures proposées par le document d'accompagnement et les exigences d'homogénéité d'une épreuve nationale.

Il est encore plus difficile de concilier la traditionnelle et nécessaire liberté pédagogique, qui se traduit notamment par des choix de progression effectués par les enseignants, et le travail de vérification des acquis des élèves, qui peut conduire à leur demander des énoncés précis dont les prémisses appartiennent à un bagage commun supposé.

Les enseignants souhaitent disposer d'instructions précises tout en gardant la possibilité d'adapter au mieux leur enseignement à leurs élèves. Le présent document se propose de clarifier les exigences et de contribuer à l'harmonisation des pratiques.

LES DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENT

Les documents d'accompagnement – destinés aux professeurs – contiennent, dans leur forme actuelle, des exemples de traitement de certaines questions et des idées d'exercices, de travaux pratiques ou de situations propres à introduire des notions ; ils signalent également des prolongements possibles, offrant ainsi aux professeurs sur certaines questions un recul rassurant. Rien dans leur contenu ne constitue une obligation du programme. Ils apportent des précisions, souvent indispensables, notamment en ce qui concerne les graphes et la statistique.

Il est nécessaire de préciser que les documents d'accompagnement n'ont pas le même statut que les « commentaires » des programmes précédents. Une colonne de commentaires est partie intégrante des programmes actuels, et la colonne « modalités de mise en œuvre », qui détaille certains contenus, joue aussi le rôle de commentaire immédiat.

LES FORMULES, LES ÉNONCÉS, LE VOCABULAIRE

Dans sa présentation actuelle, le programme contient très peu de « formules », il introduit des notions, des théorèmes sous une forme allusive ou imagée. Ceci peut être la cause de malentendus et d'ambiguïtés que révèle l'épreuve d'examen.

Sur les formules

Les candidats au baccalauréat ne disposent plus de formulaire pour l'épreuve de mathématiques. Toutefois, le contenu des formulaires 2003 publiés au BO n° 7 du 13 février 2003 constitue une référence pour les programmes actuels des filières S et ES.

Sur les énoncés

Il est utile de rappeler, comme cela est déjà écrit dans les programmes, que les élèves doivent avoir étudié les énoncés précis des théorèmes mentionnés dans le programme. L'enseignant doit leur faire mesurer, sur des exemples bien choisis, le poids et le rôle des hypothèses.

En poursuivant le travail commencé dès le collège, les élèves doivent connaître et savoir restituer des définitions, des propriétés ou des théorèmes et des propriétés caractéristiques.

Sur le vocabulaire indispensable

Certains termes et notations mathématiques d'usage courant, notamment dans l'enseignement supérieur, ne figurent pas explicitement dans les programmes. La volonté des rédacteurs était sans doute de ne pas alourdir le vocabulaire et les notations au détriment du sens. En émailler le texte aurait pu jeter les enseignants sur de fausses pistes, les poussant au dépassement du programme.

À l'usage, certains termes font cependant défaut : bijection, image d'un ensemble par une application, plan médiateur, projection orthogonale, univers, etc. ; des énoncés précis de définitions (suites adjacentes, limite d'une fonction, produit scalaire dans l'espace) et de théorèmes (croissance comparée, théorème d'existence d'une limite par encadrement) aussi. Ce document se propose d'y remédier. En aucun cas, il ne doit être compris comme une incitation à un alourdissement des programmes, ni donner lieu à des développements spécifiques.

LES PROGRESSIONS

Comme beaucoup d'autres avant lui, le programme comporte des « blocs » notionnels, présentés dans un certain ordre. Les lois de l'écriture et les règles de présentation imposent évidemment qu'on en suive un. L'ordre choisi manifeste bien entendu des intentions, mais la contrainte essentielle est d'ordre mathématique : faire la plus grande part à la démonstration, dont le programme rappelle qu'elle est constitutive de l'enseignement des mathématiques en France. Dans ce cadre, il est important de ne pas démontrer d'une main ce qui a été admis de l'autre et de bien identifier les pré-requis dans tous les cas.

On conseille de traiter « tôt dans l'année » certains paragraphes du programme, au motif que leur contenu est à rapprocher de ce qui se fait dans d'autres disciplines. Cette idée doit trouver sa traduction dans une progression, et même dans une programmation raisonnée, qui tiendra compte de l'état effectif de la collaboration pédagogique avec les collègues concernés. On veillera à préserver la bonne gestion des apprentissages des élèves et la solidité de l'édifice mathématique construit.

LES MOTS DES MATHÉMATIQUES AU LYCÉE

1. Généralités

Le recours à des mots de la langue française utilisés dans la théorie des ensembles ne doit pas être confondu avec l'enseignement – hors programme – de cette théorie : les mots **ensemble, partie, élément, réunion, intersection, inclusion, complémentaire** font partie du bagage lexical du lycéen.

2. Le vocabulaire des assertions

Dans le langage du professeur de mathématiques existent des mots qui ne font pas partie du champ lexical mathématique (exemples : conjecture, pré-requis, …). Même si ces mots sont utiles en classe, ils ne sont pas de même nature que les mots **fonction**, **ensemble**, **équivalence**, … qui, eux, font incontestablement partie du vocabulaire mathématique.

La formulation « et/ou » semble s'introduire dans la langue française. En mathématiques, on utilise **et** seul et **ou** seul. Le **ou** mathématique est inclusif.

Les mots **définition, axiome, propriété, théorème** doivent être utilisés à bon escient**.**

Les élèves doivent savoir :

- Distinguer hypothèse, conclusion, théorème direct, théorème réciproque.
- Qu'en mathématiques, le mot **hypothèse** a un sens précis, qui n'est pas celui qu'il a dans le domaine des sciences expérimentales.
- Distinguer condition nécessaire, condition suffisante, condition nécessaire et suffisante.
- Ce qu'est une **propriété caractéristique** qui traduit une condition nécessaire et suffisante.

Le terme **contraposée** figure dans le préambule du programme. Le type de raisonnement qu'il recouvre doit être pratiqué et le terme peut être utilisé.

Même si l'utilisation des quantificateurs n'est pas au programme, ni souhaitable, la nécessité d'une quantification utilisant les termes de la langue naturelle demeure.

3. Le vocabulaire des applications

Les mots **fonction** et **application** ont donné lieu à différentes interprétations.
À ce niveau d'enseignement, il n'y a pas lieu de faire la distinction entre fonction et application et on veillera, chaque fois qu'une fonction est donnée, à donner aussi son ensemble de départ.

Une fonction associe à tout élément de l'ensemble de départ un unique élément dont on dit que le premier élément est un antécédent. L'expression **image d'un ensemble par une fonction**, ainsi que la notation correspondante, doit être connue des élèves.

La notion de **bijection** apparaît à diverses occasions dans le programme. Le sens de ce mot, ainsi que celui de **bijection réciproque** doit être connu des élèves. En revanche, les notions d'injection et de surjection sont hors programme.

La notion d'application réciproque ne figure pas au programme sauf dans le cas des similitudes.

En géométrie, les bijections sont appelées **transformations**.

4. Le vocabulaire de la géométrie

Les géométries du plan et de l'espace sont fondées sur des règles d'incidence. Deux droites distinctes du plan sont soit parallèles, soit sécantes. Deux plans distincts sont soit parallèles, soit sécants. Cette classification permet de raisonner par disjonction des cas. Les élèves doivent connaître le sens des mots « orthogonal » et « perpendiculaire » s'agissant de droites et de plans.

La notion de **projeté orthogonal** doit être connue des élèves ainsi que sa relation avec le produit scalaire. Les relations entre les notions de distance et d'orthogonalité trouvent une expression dans la définition du **plan médiateur** que les élèves doivent connaître.

5. Le vocabulaire de l'ordre

Les notions de valeur approchée, d'arrondi, de troncature sont connues depuis le collège. Le mot **intervalle** figure au programme de seconde.
Sans que cela ne fasse l'objet de longs développements, il est important, pour le professeur, de distinguer borne inférieure et borne supérieure, maximum et minimum.
L'amplitude d'un **encadrement** d'un nombre x est la longueur d'un intervalle contenant x. La distance entre un élément d'un intervalle borné de **R** et la **borne supérieure** de cet intervalle est **majorée** par sa longueur. Lorsque l'intervalle est fermé, cette distance possède un **maximum** et un **minimum**. Lorsque l'intervalle est ouvert, bien que **majorée** et **minorée**, la distance entre un point de l'intervalle et sa borne supérieure n'a ni maximum ni minimum. Ces situations de base servent à placer le vocabulaire de l'ordre, qui est fondamental en analyse.

Avertissement.

La suite du document fournit des réponses aux questions les plus fréquemment posées par les enseignants.

Dès qu'une notion figure au programme, sauf mention expresse du contraire, sa définition et sa notation doivent être connues des élèves.

SÉRIE ES

Suites

Les élèves ne suivant pas l'enseignement de spécialité en Terminale ES ont étudié les suites arithmétiques et géométriques en classe de première ; les suites géométriques sont par ailleurs évoquées en terminale au cours de l'étude des fonctions logarithme et exponentielle (p 58 BO HS n° 4 du 30 août 2001). Peut-on envisager pour ces élèves qu'un exercice du baccalauréat porte sur ce thème ?

Compte tenu de l'importance de cette notion en série ES (notamment dans le cadre d'applications issues de l'économie), on ne peut envisager qu'elle soit délibérément absente des énoncés du baccalauréat. Il convient donc d'encourager les enseignants de cette série à entretenir les connaissances sur les suites en Terminale y compris dans l'enseignement obligatoire (par exemple : croissance relative constante caractérisant les suites géométriques, problèmes menant au calcul de la moyenne géométrique de nombres réels positifs, croissance ou décroissance exponentielle).
Il est tout à fait envisageable qu'un exercice de baccalauréat aborde ce thème.

Raisonnement par récurrence (enseignement de spécialité)

Quel est le niveau d'exigence par rapport au raisonnement par récurrence ?

Le programme indique : « on utilisera le raisonnement par récurrence dans les situations où il est nécessaire ». On étudiera des exemples significatifs et on exclura toute théorie sur le sujet. S'il n'y a pas d'exigence démesurée sur la mise en forme, les différentes étapes du raisonnement sont néanmoins attendues.

Théorème dit « des gendarmes »

Le programme (BO HS n 4 du 30 août 2001, p 58) indique :
« On interprétera des inégalités du type : $f(x) \leq g(x)$ ou $u(x) \leq v(x)$ lorsque les limites de g, u et v permettent d'en déduire la limite de f. ». Doit-on considérer que le théorème des gendarmes n'est pas au programme de la série ES ?

Il convient de lire, comme cela a déjà été signalé : « $u(x) \leq f(x) \leq v(x)$ ».

Matrices (enseignement de spécialité)

Selon le contexte, on utilise des matrices-ligne ou des matrices-colonne.

Le document d'accompagnement de terminale précise (page 101) :

« Sur quelques exemples, on pourra introduire une écriture matricielle de la relation de récurrence – en posant $v_n = u_{n+1}$, on obtient $\begin{pmatrix} u_{n+1} \\ v_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ b & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_n \\ v_n \end{pmatrix}$ –… ».

La matrice $\begin{pmatrix} 0,9 & 0,1 & 0 \\ 0,3 & 0,2 & 0,5 \\ 0,2 & 0 & 0,8 \end{pmatrix}$ est citée dans le document d'accompagnement, page 120. Le contexte sous-entend le calcul : $\begin{pmatrix} a_n & b_n & c_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,9 & 0,1 & 0 \\ 0,3 & 0,2 & 0,5 \\ 0,2 & 0 & 0,8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{n+1} & b_{n+1} & c_{n+1} \end{pmatrix}$.

Peut-on envisager une uniformisation pour éviter de troubler inutilement les élèves ?

Non. Il est important que les élèves aient rencontré les différentes écritures.

Sous-graphe et sous-graphe stable (enseignement de spécialité)

*Quelle est la définition d'un sous-graphe : « graphe composé de certains sommets du graphe G et de **toutes** les arêtes de G qui relient ces sommets » ou « graphe composé de certains sommets du graphe G et de **certaines** des arêtes de G qui relient ces sommets » ?*

Le document d'accompagnement distingue deux notions :
1/ Sous-graphe d'un graphe G
2/ Sous-graphe engendré dans un graphe G.
Il convient, dans chaque cas, de préciser quels sont les sommets, les arêtes des sous-graphes considérés.

La notion de sous-graphe stable a-t-elle un intérêt en Terminale ES ?

Cette notion n'est pas indispensable, sauf éventuellement pour des problèmes de coloration.

Vecteur normal (enseignement de spécialité)
(voir S ci-dessous)

La notion de vecteur normal à un plan n'est jamais mentionnée. Est-elle au programme ?

En première, comme en Terminale, on admet que pour $(a,b,c) \neq (0,0,0)$, $ax+by+cz+d = 0$ est l'équation d'un plan, cependant la notion de vecteur normal n'est effectivement pas au programme.

Statistique : quantiles

Peut-on adopter une définition des quantiles qui soit la même pour l'ensemble du lycée (et qui coïncide avec le cas particulier de la médiane) ?

Il n'y a pas lieu d'imposer une définition uniforme. Le document d'accompagnement de la classe de première accepte que plusieurs définitions soient données au cours de la scolarité.
Il est recommandé au professeur d'en avertir les élèves qui doivent notamment savoir que la valeur obtenue en utilisant une calculatrice n'est pas nécessairement celle qui correspond à la définition donnée en classe.
Cela dit, les valeurs obtenues par les différentes méthodes, sur des situations réelles, sont proches et aucun développement n'est nécessaire, sauf dans le cas d'une réponse individuelle à une question d'élève.
Les concepteurs de sujets tiendront compte de cette difficulté.

L'essentiel est que l'élève connaisse la signification concrète de la médiane.

SÉRIE S - ANALYSE

Généralités sur les fonctions (classe de première S)

Qu'en est-il de la méthode d'identification pour les fonctions polynômes ?

La propriété caractéristique du polynôme nul ne figure pas au programme ; l'unicité de l'écriture polynomiale non plus. Le document d'accompagnement précise que cette unicité sera admise, en cas de besoin, dans certains exercices. Aucune connaissance n'est exigible en matière de factorisation par $(x-a)$, sauf dans le cas du trinôme.

Pour résoudre les exercices usuels, on se contentera de raisonner par condition suffisante ou on demandera à l'élève de vérifier la factorisation qui lui sera alors donnée. Le libellé des exercices devra tenir compte de la rédaction du programme.
L'étude des polynômes ne constitue pas un objectif du programme.

Doit-on faire un travail particulier sur la recherche de centre ou d'axe de symétrie d'une courbe représentative d'une fonction ?

Il n'y a pas de recherche systématique à faire. L'observation de la courbe obtenue à la main ou à l'aide d'un grapheur peut conduire à la recherche d'éléments de symétrie.
Le calcul de $f(a+h)+f(a-h)$ ou de $f(a+h)-f(a-h)$, s'appuyant éventuellement sur un schéma rapide réalisé par l'élève, permet de conclure assez facilement. On ne doit pas attendre que les élèves maîtrisent la pratique du changement de repère.

Quelle place doit-on donner à la rédaction relative aux intervalles de monotonie lors de l'étude des variations d'une fonction composée ?

Le programme invite à prendre des exemples simples qui pourront être développés devant les élèves, chaque fois que la démarche s'avèrera pertinente.

Faut-il traiter en première les résultats relatifs aux sommes et produits d'inégalités ? À quel niveau formalise-t-on les résultats relatifs aux sommes et produits d'inégalités, résultats utilisés en terminale S ?

Le document d'accompagnement de première indique, à la page 60, « qu'aucun résultat sur la somme et le produits d'inégalités n'a été donné en seconde ». La classe de première est le moment opportun pour donner un aperçu plus structuré de ces résultats, en s'appuyant sur les effets sur l'ordre de l'addition et de la multiplication vus en quatrième.

Quelles sont les fonctions considérées comme des fonctions de référence ?

Elles sont précisées dans les programmes.
En seconde : les fonctions affines, carré, inverse, sinus et cosinus.
En première : les fonctions cube, racine, polynômes du second degré.
En terminale : les fonctions logarithme népérien et exponentielle. À cela s'ajoutent les fonctions puissance, racine *n*-ième et tangente.

Fonctions trigonométriques

Quels types de fonctions trigonométriques peut-on étudier ?

Les fonctions sinus, cosinus et tangente figurent dans les programmes du lycée. Avec leurs composées avec une fonction affine, ce sont les seules fonctions trigonométriques que l'élève rencontrera. L'étude des équations trigonométriques se limite aux équations fondamentales : $\cos x = a$, $\sin x = b$, $\tan x = c$. Les documents d'accompagnement mentionnent les fonctions qu'il est possible d'étudier en terminale.
Dans le domaine de la trigonométrie, les compétences exigibles sont modestes. Les formules d'addition et de multiplication doivent être connues des élèves.

Qu'en est-il des congruences modulo 2π ?

Dans ce cadre limité, l'utilisation des congruences modulo 2π n'est pas pertinente ; on en restera à des écritures du type : il existe $k \in \mathbf{Z}$ tel que $a = b + k \times 2\pi$.

Qu'en est-il de la périodicité des fonctions ?

La périodicité des fonctions sinus et cosinus est définie en liaison avec l'étude des angles orientés (page 65 du document d'accompagnement de première). On envisagera celle des fonctions qui s'en déduisent par un changement de variable linéaire ou affine. L'extension de cette notion à d'autres fonctions n'est pas exigible.

Limites de suites et de fonctions

Doit-on détailler les règles opératoires sur les limites pour justifier un calcul de limites ?

En classe, le contrat pédagogique et les attentes doivent être précisés. On entraînera les élèves à transformer l'expression de la fonction pour se placer dans les conditions permettant l'application des règles opératoires. La mention « d'après la règle opératoire sur les limites » suffit alors comme justification.
Au baccalauréat, invoquer, à bon escient, une règle opératoire est suffisant.

Que doit-on attendre des élèves sur les notions de limites pour les fonctions numériques ?

Seule la définition d'une limite finie en $+\infty$ est au programme. Dans tous les autres cas, les élèves doivent seulement avoir une bonne perception (notamment graphique) de ces situations.
L'introduction de quantificateurs est exclue.

Langage de la continuité et tableau de variation

Peut-on se dispenser d'énoncer les propriétés induites par un tableau de variation lors de la rédaction d'un problème ?

On peut s'en dispenser.
Dans la rédaction de la solution à un problème, une simple référence au tableau de variation suffit pour justifier l'existence et l'unicité d'une solution d'une équation du type $f(x) = k$ sur un intervalle. Il n'est pas besoin d'évoquer la continuité.

Dérivation

La méthode d'Euler est-elle au programme de la classe de première S ?

Au programme de la classe de première figure une méthode numérique d'intégration qui, sur un ou deux exemples, traite de l'approximation d'une courbe intégrale définie par

$$y' = f(t) \text{ et } y(t_0) = y_0.$$

Le programme de terminale indique qu'il s'agit d'une introduction à la méthode d'Euler.

Etude des fonctions logarithmes et exponentielles

Quelles sont les connaissances exigibles sur le logarithme décimal ?

Il est rencontré en terminale. Aucune compétence n'est attendue. La définition et son usage en vue de la résolution de l'équation $10^x = a$ suffisent.

Suites et récurrence

Quelle notation utiliser pour les suites ?

Il est intéressant de souligner, comme cela est fait dans le document d'accompagnement de première, qu'il est possible d'utiliser la notation $u(n)$ au lieu de u_n. Il paraît important que les élèves aient bien perçu qu'une suite est une fonction définie sur une partie de **N**. La notation fonctionnelle peut être avantageusement utilisée en début d'apprentissage. La notation indicielle est celle qu'il faut viser à terme.

Quelle définition doit-on donner pour les suites adjacentes ?

Il semble pédagogiquement intéressant de donner initialement la définition comportant l'hypothèse « pour tout entier n, $u_n \leq v_n$ », on pourra montrer aux élèves que cette hypothèse est redondante. Les deux définitions classiques sont valides.

Que faut-il dire du lien entre les suites adjacentes et le calcul intégral ?

Il est demandé, dans la partie « modalités de mise en œuvre » du programme de faire le lien entre les suites adjacentes et le calcul intégral.
Deux exemples sont fournis : aire d'un cercle par la méthode d'Archimède et aire sous une parabole. L'enseignant a le choix d'aborder ces exemples ou d'autres..
L'équivalence entre le théorème des suites adjacentes et le théorème des suites croissantes majorées peut, comme l'indique le programme, faire l'objet d'un problème.

Quelle maîtrise de la notion de suite non majorée doivent avoir les élèves?

La notion de « suite majorée » est explicitement au programme de terminale. Un élève doit donc savoir démontrer qu'une suite est ou n'est pas majorée.
Cela dit, il n'est pas attendu un entraînement systématique en ce qui concerne la négation d'une proposition.

Qu'en est-il des notions de suite convergente, suite divergente ?

Par définition, une **suite convergente** est une suite qui a une limite finie. Une suite non convergente est dite **divergente**. Les élèves doivent connaître ces deux définitions.

La notion de suite extraite est-elle au programme ?

Non

Intégration

La mise en page du programme (décalage entre les lignes au bas de la page 67) amène une mauvaise lecture.
Le programme aurait dû être publié sous la forme suivante :

Contenus	Modalités de mise en oeuvre	Commentaires
Pour une fonction continue positive …	On indiquera …finement. Exemple où la fonction à intégrer est en escalier. Exemple de la parabole : on fera … généralisable.	

L'expression « méthode des rectangles » n'est pas mentionnée dans le programme. Les élèves doivent-ils connaître cette méthode ?

Cette méthode est sous-jacente à l'introduction choisie pour le calcul intégral. L'élève est entraîné à inscrire des rectangles ou des trapèzes sous la courbe d'une fonction. Moyennant quelques indications, il peut être sollicité pour calculer ainsi une valeur approchée d'une intégrale

Équations différentielles

Le programme ne mentionne pas les dérivées seconde et, à plus forte raison, les dérivées d'ordre supérieur. Sont-elles au programme ?

Dans son préambule, le programme de terminale mentionne la dérivée seconde et souligne l'importance des problèmes mettant en jeu des liens entre une fonction et sa dérivée première ou seconde. L'expression « dérivée seconde » doit être connue.
Ces notions relèvent aussi du programme de physique.

SÉRIE S - GÉOMÉTRIE

Nombres complexes

Le travail avec les formes exponentielles, peut être prolongé par la mise en place des formules de Moivre et d'Euler dont on peut montrer l'intérêt en trigonométrie ; sont-elles à connaître ?

Ces formules ne sont pas au programme et ne peuvent donc pas être exigibles telles quelles au baccalauréat. Elles peuvent faire l'objet d'un exercice au cours de l'année.

L'étude des techniques opératoires permet de définir les propriétés de l'addition et de la multiplication des complexes et de dégager la structure de corps commutatif. Est-ce un objectif du programme ?

Ces formules, en tant que telles, ne figurent pas au programme. En revanche, les élèves doivent connaître les formules suivantes

$$e^{i(\theta+\theta')} = e^{i\theta}\times e^{i\theta'}$$
$$e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$$
$$(e^{i\theta})^n = e^{in\theta}$$

Dégager la structure de corps n'est pas demandé. Cependant les élèves doivent être capables d'effectuer des calculs formels simples dans le corps des complexes, par exemple développer $(z+z')^2$, ou résoudre l'équation $z^3 = -z$.

Droites et plans

Le terme « vecteur directeur d'une droite» n'est pas cité dans le programme de seconde. Doit-il être connu des élèves ?

Oui.

Le terme « vecteur normal à un plan» n'est pas cité dans le programme de terminale. Doit-il être connu des élèves ?

Oui.
On notera que le terme « vecteur normal » est défini dans le programme de première pour une droite du plan.

Les élèves doivent-ils connaître la définition du plan médiateur et sa caractérisation en terme d'égalité de distances ?

Le plan médiateur d'un segment intervient dans de nombreux problèmes et peut donc être considéré comme un objet de référence. Sa définition et sa caractérisation doivent être connues des élèves.

En est-il de même pour la définition de deux plans perpendiculaires ?

Comme il est écrit ci-dessus, la définition de plans perpendiculaires doit être connue des élèves.

À propos de la résolution des systèmes d'équations linéaires, les élèves doivent-ils connaître la définition de deux systèmes équivalents, savoir justifier l'équivalence de deux systèmes d'équations ?

Oui. La notion de systèmes équivalents est importante et l'introduction de ce vocabulaire et des savoir-faire correspondants est nécessaire au lycée. Aucune formalisation des transformations élémentaires n'est toutefois attendue.
On ne perdra pas de vue qu'un raisonnement par équivalence est parfois lourd et qu'une démarche par double implication peut rester intéressante.

Projection orthogonale

La projection orthogonale d'un point sur une droite du plan n'est pas définie au collège. Elle intervient en seconde, dans le cadre du repérage cartésien. On la retrouve en première, pour exprimer le produit scalaire de deux vecteurs du plan.
La définition de l'application « projection orthogonale », dans l'espace, n'apparaît qu'en terminale.
Ne faudrait-il pas définir l'application « projection orthogonale » dans le plan, en première ?

La classe de première est le moment opportun pour introduire la définition de l'application « projection orthogonale » dans le plan, la notion essentielle étant celle de **projeté orthogonal** d'un point. On remarquera, au passage, qu'il ne s'agit pas d'une transformation. Au delà de ces simples considérations, l'étude de cette application n'est ni au programme de première, ni à celui de terminale.

Cônes et cylindres de révolution

Le terme « génératrice » est-il à connaître des élèves ?

Oui.

Est-ce que les termes d'angle ou de demi-angle d'un cône sont à connaître ?

Oui

Pour pouvoir établir le lien entre les sections planes du cône et les hyperboles, l'enseignant doit donner une définition des hyperboles. Laquelle ?

La seule définition de l'hyperbole équilatère connue des élèves est celle donnée en seconde. On se ramène donc aux courbes d'équation $xy = k$.

Dans ce même cadre, on doit procéder à un changement de repère. Que peut-on exiger des élèves ?

On ne doit pas attendre que les élèves maîtrisent la pratique du changement de repère.

Similitudes planes

Dans le programme ne figurent pas les termes « centre, angle, rapport » d'une similitude directe, mais ils sont définis dans le document d'accompagnement ? Sont-ils exigibles, donc susceptibles de figurer tels quels dans un sujet d'examen ?

Le document d'accompagnement définit et utilise effectivement ces termes. La banque d'exercices également. Ces trois termes doivent être connus des élèves.

SÉRIE S - PROBABILITÉS ET STATISTIQUE

La définition de la médiane

Pourrait-on revoir son mode de détermination pour qu'elle corresponde au deuxième quartile?

Il n'y a pas lieu d'imposer une définition uniforme. Le document d'accompagnement de la classe de première accepte que plusieurs définitions soient données au cours de la scolarité.
Il est recommandé au professeur d'en avertir les élèves qui doivent notamment savoir que la valeur obtenue en utilisant une calculatrice n'est pas nécessairement celle qui correspond à la définition donnée en classe.
Cela dit, les valeurs obtenues par les différentes méthodes, sur des situations réelles, sont proches et aucun développement n'est nécessaire, sauf dans le cas d'une réponse individuelle à une question d'élève.
L'essentiel est que l'élève connaisse la signification concrète de la médiane.

Adéquation de données expérimentales à une loi équirépartie.

Le document d'accompagnement propose deux exemples qui ne sont pas traités exactement de la même manière. Qu'en est-il ?

Dans le premier cas (le dé), on s'intéresse au carré d^2 de la distance entre les valeurs théoriques et les fréquences observées.
Dans le second cas (la répartition des sexes), on s'intéresse non plus à d^2 mais à $n\,d^2$.
Dans les deux cas, l'énoncé s'appuie sur un grand nombre de simulations d'un échantillon de même taille n que celui observé (en faisant l'hypothèse d'une loi équirépartie) ; il fournit une distribution de d^2 (resp. de $n\,d^2$). La loi des grands nombres assure que cette distribution « simulée » est proche de la distribution « théorique » de d^2 (resp. de $n\,d^2$) : c'est ce point qu'il importe de faire comprendre aux élèves.
Dans les deux exemples, les distributions théoriques correspondantes à l'hypothèse d'équirépartition sont données pour être confrontées à l'observation. La différence entre les deux critères d^2 et $n\,d^2$ ne relève que du choix des unités.
Le choix de d^2 est proche de l'intuition de distance : il suffit dans la plupart des exemples de terminale.
Le choix de $n\,d^2$ apparaît assez naturellement dès que l'on fait varier n : on constate que les valeurs de $n\,d^2$ restent du même ordre de grandeur (ce qui n'est pas le cas des valeurs de d^2) ; on peut expliquer aux élèves que $n\,d^2$ suit une loi de probabilité importante qui sera étudiée ultérieurement (loi dite du chi-deux).

Linéarité de l'espérance

La linéarité de l'espérance d'une loi n'est pas explicitement au programme mais en seconde a été vue la linéarité de la moyenne d'une série statistique.
Que faut-il faire ?

La linéarité de l'espérance est une propriété importante qui dont être connue des élèves. Le document d'accompagnement de première indique que l'étude faite en statistique suffit pour justifier son utilisation.

Cahier de statistique

Faut-il en demander un aux élèves ?

Le programme de seconde indique que « l'élève pourra se faire un cahier de statistique ». Cette possibilité est rappelée dans les documents d'accompagnement de Première et de Terminale. Son caractère facultatif n'enlève rien à ses avantages : travail personnel de l'élève, mise en avant d'une démarche de type « travaux pratiques », nouvelles modalités d'évaluation, suivi du travail sur trois ans.

Loi continues à densité et indépendance

Doit-on traiter de l'indépendance de deux événements pour une loi continue ?

Le programme parle d'indépendance de deux événements, puis de deux variables aléatoires, dans le cadre du premier paragraphe « conditionnement et indépendance ». Comme le dit l'introduction du chapitre II.3, ce paragraphe se situe dans un cadre fini.
La notion d'indépendance de deux variables aléatoires continues est hors programme.