# Rapport sur les épreuves de mathématiques des concours 2006 des classes préparatoires économiques et commerciales

APHEC

juin 2006

Ce document est public, et disponible sur le site de l'APHEC (`http://www.int-evry.fr/aphec`), rubrique "Observatoire des concours / Rapports annuel sur les concours"

## Introduction

Comme chaque année, l'APHEC a tenu à faire le bilan des épreuves de mathématiques proposées aux concours des grandes écoles de commerce.

C'est d'autant plus important aujourd'hui que des modifications notables sont intervenues dans le nombre et la répartition de ces épreuves.

Ces changements concernent les concours d'entrée à HEC, à l'ESSEC, à l'ESCP-EAP et à l'EM-Lyon.

S'il est vrai qu'il y avait, pour ces écoles, trop d'épreuves de mathématiques et qu'il fallait réduire ce nombre pour des raisons d'organisation et de coût, on comprend mal le choix qui a été fait.

Chacune de ces écoles proposait depuis de nombreuses années sa propre épreuve dite de "maths I" tandis qu'il y avait deux épreuves de "maths II", une pour l'ESSEC et une pour les trois autres écoles, soit 6 épreuves de mathématiques.

Pour les concours 2006, deux épreuves ont été supprimées, il en reste donc quatre.

Il aurait semblé logique que l'on garde deux épreuves de chaque type : deux "maths I" et deux "maths II". Ce n'est pas le choix qui a été fait. On a supprimé une épreuve de chaque type si bien qu'il ne reste plus qu'un sujet de " maths II " qui compte pour l'admissibilité dans les quatre écoles, les élèves ayant une baisse de forme ce jour là sont durement sanctionnés !

Plus anormal encore, cette épreuve est pilotée par HEC pour la voie scientifique et par l'ESSEC pour la voie économique. Dans un concours sans quota, où les élèves de toutes les voies sont classés ensemble, cela introduit une disparité qu'on aurait pu éviter.

Il serait souhaitable de revoir la structure des concours 2007 afin que soient évitées ces anomalies préjudiciables aux candidats et aux écoles elles-mêmes.

## Table des matières

**1 Option Economique** **2**
1.1 ECRICOME 2006 voie E . . . . . 2
1.2 EML 2006 voie E math 3 . . . . . 3
1.3 HEC 2006 voie E math 3 . . . . . 3
1.4 EDHEC 2006 voie E . . . . . 4
1.5 ESSEC 2006 voie E math 2 . . . . . 4
1.6 ESSEC 2006 voie E math 3 . . . . . 5
1.7 ESC 2006 voie E . . . . . 5

**2 Voie S** **6**
2.1 ECRICOME 2006 voie S . . . . . 6
2.2 EM LYON 2006 voie S math 1 . . . . . 7
2.3 HEC 2006 voie S math 1 . . . . . 8
2.4 EDHEC 2006 voie S . . . . . 8
2.5 CCIP 2006 voie S math 2 . . . . . 9
2.6 ESSEC 2006 voie S math 1 . . . . . 11
2.7 ESC 2006 voie S . . . . . 12

**3 Voie T** **12**
3.1 ECRICOME 2006 voie T . . . . . 12
3.2 CCIP 2006 voie T math 2 . . . . . 13
3.3 ESC 2006 voie T . . . . . 14

# 1 Option Economique

## 1.1 ECRICOME 2006 voie E

Mercredi 19 avril 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
ESC Bordeaux (5) EUROMED Marseille (4) ICN Nancy (4) ESC Reims (5) ESC Rouen (5) ESC Toulouse (5)

**Exercice 1** : analyse

1ère partie : recherche d'extremum local d'une fonction de 2 variables, sans difficulté particulière, où l'abscisse du point critique est solution implicite d'une équation du type $f(x) = 0$ Questions classiques ne devant pas dérouter un élève sérieux

2ème partie : étude d'une suite convergeant vers cette solution. Cette suite est construite par la méthode de Newton mais sans que l'interprétation graphique ne soit mise en évidence, d'où l'abstraction de certaines questions, plus techniques avec des inégalités sans doute difficiles à utiliser. Programmation de cette suite, avec une condition d'arrêt un peu délicate à mettre en oeuvre.

**Exercice 2** : analyse et probabilité continue

Suite d'intégrales impropres à calculer par une récurrence basée sur une intégration par parties. La distinction des cas $n$ pair, $n$ impair est un peu fastidieuse. Variable à densité, espérance, variance, loi du carré : classique, sans trop de calculs puisqu'ils ont été faits dans la 1ère partie. Mais confusion dans la question 2.5.a, il aurait fallu dire : " *exprimer $G$ à l'aide de $F$* " et non " *$G(x)$ en fonction de $F(x)$* ". Enoncé classique également, mais nécessitant beaucoup de rigueur dans la rédaction, sans doute celui qui fera perdre des points aux étudiants . A noter : la rédaction des questions a dû aider celle des candidats (par exemple, l'intégration par parties à mener sur $[0, A]$)

**Exercice 3** : algèbre et probabilités discrètes

Etude d'un endomorphisme de l'espace vectoriel des fonctions polynômes de degré inférieur ou égal à 2 : calcul de sa matrice $A$, diagonalisation, calcul de $(A^{-1})^n$. Application à une chaîne de Markov. Mis à part le cas $k = 0$ qui n'est pas clair dans le descriptif, l'ensemble est tout à fait abordable.

> Le sujet semble adapté à la préparation suivie au cours des deux années. Il couvre vraiment bien l'ensemble du programme. Assez classique pour ne pas dérouter les candidats moyens, sans être "bateau" : les questions sont en général construites de telle sorte qu'il est impossible de se contenter d'appliquer des techniques pas vraiment comprises, certaines sont assez fines et originales pour permettre aux meilleurs de faire la différence.
> Par contre, l'ensemble est très long, ce qui peut permettre de récompenser les plus rapides ; mais on peut regretter que les difficultés se situent plutôt au début.

## 1.2 EML 2006 voie E math 3

Mardi 2 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
E.M Lyon (4) Concours commun CERAM / ESC Tours-Poitiers (ESCEM) (6) E.S.C. Clermont (4) E.S.C. Dijon (6) E.S.C. Le Havre (3) E.S.C. Lille (5) E.S.C. Pau (4) E.S.C. Rennes (3) I.E.C.S Strasbourg (3) E.S.M. de Saint-Cyr (9)

**Exercice 1 :** Application linéaire sur des matrices, diagonalisation. Pas de difficulté de calcul, demande de connaître les fondamentaux du cours. Permet de trier les candidats sérieux mais ne permet pas aux meilleurs de se distinguer.

**Exercice 2 :** Fonction de deux variables, suite récurrente, programmation, décomposition de fraction et intégrale impropre. Questions classiques sans difficultés théoriques. Un petit effort à faire pour lever une forme indéterminée sur l'intégrale impropre.

**Exercice 3 :** Variable aléatoire à densité à partir de la loi normale. Théorème de la limite centrée.

> Cette épreuve balaye bien le programme des deux années, excepté les probabilités discrètes. Les exercices 2 et 3 sont sans unité, on ne sait pas trop ce que l'on cherche à étudier. L'épreuve est de longueur raisonnable et conforme aux attentes. Elle permet aux élèves sérieux de mettre en valeur leur travail et devrait trier correctement les candidats pour les écoles utilisant cette épreuve.

## 1.3 HEC 2006 voie E math 3

Mercredi 3 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
H.E.C (4) E.S.C.P. - E.A.P. (4)

**Exercice**

Question 1b) : demander la réduction d'une telle matrice $5 \times 5$ est totalement inhumain, d'autant que cela ne servait à rien pour la suite ! Certains élèves sérieux ont du perdre beaucoup de temps sans que cela soit très rentable. La suite de l'exercice est en revanche intéressante et sélective car elle demande de la précision.

**Problème**

La partie I est bien ficelée, tout à fait dans l'esprit d'une telle épreuve.

La partie II est intéressante. Le contenu de l'algorithme rentre bien dans le cadre des nouveaux programmes (simulation de probabilité) La question 2 aurait mérité d'être davantage détaillée et la question 3 aurait gagné en clarté si on avait fait afficher `T[k]/10000` au lieu de `T[k]` de façon à approcher la loi de $Y$. On aurait également préféré une allusion à l'estimation d'une probabilité par une fréquence, plutôt qu'une vague " loi faible des grands nombres ". Enfin, il semblerait que le libellé de cette question 3 ait incité les candidats à rechercher une loi usuelle.

La partie III est très bien. Elle demande de la précision et une certaine aisance dans les calculs sans que cela soit déraisonnable.

La partie IV est en revanche tout à fait inadaptée au niveau des élèves de ECE, même des très bons, en particulier les questions 2c) et 3b), d'une très grande technicité sur les inégalités.

> Les trois quarts de l'épreuve correspondent bien au niveau exigible pour une épreuve de ce type. La rigueur, la précision et le " métier " des candidats sont bien mis en valeur.
> On apprécie également la présence importante de l'informatique à la fois pour écrire un algorithme et pour en comprendre un autre. On peut cependant regretter que la réduction sans intérêt de $B$ dans l'exercice ait certainement déstabilisé de bons candidats et que la partie IV du problème soit inaccessible donc inutile.

## 1.4 EDHEC 2006 voie E

Mardi 9 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
E.D.H.E.C (8) AUDENCIA Nantes (escna) (8) E.S.C. Amiens (3) E.S.C Grenoble (GEM) (10) E.S.C. Montpellier (3) I.E.C.S Strasbourg (2) INT Management (6) NEGOSUP (4) INSEEC (Paris-Bordeaux) (3) I.S.C. (3) E.N.A.s.s (option Math) (3)

**Exercice 1 :** portant sur le cours d'algèbre linéaire

Réduction d'une matrice par une méthode "originale", ne faisant pas apparaître les lourds calculs de la méthode du pivot. Puissances d'une matrice $N$ nilpotente pour calculer la puissance d'une matrice semblable à $N$. Utilisation des résultats établis pour la recherche d'une base d'un sous-espace vectoriel de matrices de $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$ commutant avec la matrice nilpotente. Dommage que la matrice $I$ ne soit pas précisée à la question 4)a), même si elle est bien connue des élèves.

Pas de calculs trop lourds et des situations classiques, faisant appel aux notions essentielles du cours. Rien de bien surprenant.

**Exercice 2 :** portant sur les variables à densité

La connaissance des notions essentielles du cours est indispensable. Etude d'une variable à densité avec des calculs classiques mais exigeants au niveau de la rédaction. Le calcul de $E(X)$ aurait dû être guidé car une primitive de $\frac{t}{(1-t)^2}$ n'est pas classique. Le calcul de la variance $V(X)$ est fait de façon originale : passage par le calcule de $E[(X-1)^2]$. On note aussi de l'originalité avec l'utilisation d'une variable indicatrice.

**Exercice 3 :** portant sur les fonctions à 2 variables

Etude de minima globaux de 2 fonctions à 2 variables. Rien à dire. La résolution ne fait pas appel à $rt - s^2$ et est tout à fait conforme au programme.

**Problème** portant sur les variables discrètes à valeurs dans $\mathbb{N}$.

Partie 1 variable aléatoire discrète à valeurs dans $\mathbb{N}$, sans mémoire Rien à signaler et assez classique. Travail sur une variable discrète infinie suivant presque une loi géométrique et une suite géométrique !

Partie 2 Taux de panne d'une variable aléatoire discrète à valeurs dans $\mathbb{N}$. Du déjà vu ! (HEC 2002 Math II) Le niveau mathématique s'élève progressivement. Introduction en informatique de fonctions récursives, peu vues jusqu'à présent dans les sujets des années passées. La partie informatique semble trop importante même si les a) et b) se traitent rapidement. Partie 3 Caractérisation des variables discrètes à taux de panne constant On constate, sans critiquer, que la partie 3 dépend de la partie 2.

> Les notions du programme sauf convergence de variables et statistiques inférentielles apparaissent dans le sujet. La réalisation d'une rédaction soignée semble impossible en 4 heures. Ce sujet devrait permettre de bien classer les candidats, selon leurs talents.

## 1.5 ESSEC 2006 voie E math 2

Mercredi 10 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
H.E.C (4) ESSEC (4) E.S.C.P. - E.A.P. (3) E.M Lyon (2)

Le sujet est composé comme d'habitude de deux problèmes, eux-mêmes subdivisés en deux parties.

**Problème 1 :** Distance en variation et couplage.

Dans la partie I, on commence par définir $D(P;Q)$, la distance en variation entre les probabilités $P$ et $Q$ ; définition qui repose sur des notions (les familles sommables) qui ne sont absolument pas au programme des classes prépapatoires économiques et commerciales (voie scientifique y compris). Cette première notion a dû déstabiliser plus d'un candidat à ces écoles et elle est nécessaire à tout le problème. La partie I est très théorique et ne permet pas aux candidats (même relativement bons) de se distinguer.

La partie II commence par trois questions simples à ce niveau. En revanche, les trois suivantes sont très techniques, surtout sans indication digne de ce nom. La dernière question sert uniquement à verifier que tous les candidats savent lire un énoncé.

**Problème 2 :** Couplage exponentielle-normale.
La partie I est tout à fait abordable (attention à la rigueur aux I.3.a. et I.3.d.).

La partie II est si technique que l'on n'en perçoit plus l'intérêt mathématique.

> Cette année, pour la première fois, l'ESSEC était en charge, pour la voie économique, d'un sujet valant pour les écoles suivantes : HEC, ESSEC, ESCP et EML. Cela correspond à un vivier d'environ 2000 admissibles. Malheureusement, ce sujet ne s'adresse qu'à une infime minorité d'entre eux et nous le déplorons. Seule une partie sur 4 permet aux candidats de s'exprimer convenablement. Par conséquent, le tri risque d'être aléatoire, ce qui va à l'encontre de l'intérêt de la discipline, de la voie économique, mais aussi des écoles.

### 1.6 ESSEC 2006 voie E math 3

Lundi 15 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
ESSEC (4)

Le sujet comporte deux exercices.

**Exercice 1 :** Le premier exercice propose d'optimiser la probabilité de tirer une boule blanche lorsque l'on répartit 50 boules blanches et 50 boules noires dans deux urnes, et que l'on tire au hasard une urne, puis une boule dans cette urne. Le sujet est intéressant en ce qu'il part d'une situation très simple, et met en défaut l'intuition qui voudrait que cette probabilité soit $\frac{1}{2}$. Il fait appel à des notions élémentaires, introduit une fonction à deux variables, mais se révèle sans grand intérêt mathématique. On peut regretter que l'ambiguïté du cas où une urne est vide ne soit levée qu'à la fin de la question 4., mais sinon la rédaction est claire.

**Exercice 2 :** Le deuxième exercice étudie différentes simulations informatiques de variables aléatoires. Le début est très proche du programme officiel (lois binomiale, exponentielle, géométrique), la fin est plus originale. La rédaction est claire si l'on excepte une étourderie : au II,4,b,i (sens des inégalités).

> L'ensemble du sujet ne balaye qu'un tiers du programme (probabilités, informatique) mais il est intéressant et bien adapté à nos élèves.

### 1.7 ESC 2006 voie E

Mardi 16 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
E.S.C Bretagne Brest (5) E.S.C. Chambery (5) E.S.C. La Rochelle (5) E.S.C. Saint Etienne (5) E.S.C. Troyes (5) I.S.C.I.D (2)

**Exercice 1 :** Résolution d'une suite récurrente linéaire d'ordre 3 à coefficients constants par trigonalilisation. Les candidats peuvent mener les calculs avec lourdeur ou finesse.

**Exercice 2 :** Suite récurrente et suite implicite. UN PROGRAMME en PASCAL !

**Exercice 3 :** Deux estimateurs pour un même paramètre et comparaison.

L'épreuve très bien conçue, avec un certain intérêt final péri-mathématique (la résolution de la suite récurrente linéaire d'ordre 3 à coefficients complexes et la comparaison finale des estimateurs .... ) Une question ouverte à la fin de l'estimation leur permet de faire montre de leur compréhension des outils utilisés. Dans les trois exercices, les résultats nécessaires à la poursuite sont donnés. Mais une petite place est tout de même laissée à l'initiative. Ce type de sujet devrait sécuriser les candidats dans leurs calculs et leur donner l'assurance nécessaire pour montrer au mieux leur maîtrise du cours. A part les

probabilités discrètes, l'ensemble du programme est utilisé. On note avec grand plaisir la présence d'un programme PASCAL et d'estimateurs.

> Cette épreuve permet aux élèves sérieux de mettre en valeur leur travail et devrait trier correctement les candidats pour les écoles utilisant cette épreuve.

# 2 Voie S

## 2.1 ECRICOME 2006 voie S

Mercredi 19 avril 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
ESC Bordeaux (5) EUROMED Marseille (5) ICN Nancy (5) ESC Reims (5) ESC Rouen (7) ESC Toulouse (5)

**Exercice 1 :** Adjoint d'un endomorphisme dans l'espace euclidien $R^3$
Réduction d'un endomorphisme défini par une matrice circulante d'ordre 3 dans une base orthonormée (B.O.N) formée d'une droite propre stable par $f$ et $f*$ et de son orthogonal.

L'adjoint $f*$ est défini par la donnée de sa matrice ${}^tM$ dans la base canonique.

La partie I donne quelques propriétés simples de $f*$ , la stabilité par $f*$ de l' orthogonal d'un s.e.v. stable par $f$, et, question plus délicate, l'unicité de $f*$.

La partie II étudie un ensemble $E$ d'endomorphismes $f_u$ $u = (a, b, c)$ définis par une matrice circulante d'ordre 3.

Questions classiques : $E$ est un s.e.v. contenant $f_u*$, vérification qu'un vecteur $e_1$ est vecteur propre de tous les éléments de $E$, stabilité de $D = \text{Vect}(e_1)$, équation du plan orthogonal à $D$, concaténation d'une B.O.N. de $D$ et de $D^\perp$ pour former une base de $R^3$.

La démonstration de la stabilité de $D^\perp$ par $f_u$ est plus subtile, synthèse des questions précédentes.

La dernière question permet de voir si le candidat a compris la décomposition par blocs dans une somme directe d'espaces stables par $f_u$ (ici $D$ et $D^\perp$.

L'utilisation malheureuse de la lettre $f$ comme élément de la nouvelle matrice n'a pas dû gêner les candidats.

**Exercice 2 :** Dérivation d'une fonction $g$ définie par une intégrale impropre d'une fonction de deux variables $f(x, t) = \exp(-t^2)\sqrt{1 + xt}$.
Le 1. est facile : $f$ de classe $C^2$ sur $\mathbb{R}_+^* \times \mathbb{R}_+^*$, calcul des dérivées 1ères et 2ndes par rapport à $x$, majoration de $f''(x)$ indépendamment de $x$.

Le 2. utilise la classique règle de Riemann pour prouver la convergence d'intégrales sur $[0, +\infty[$

Le 3. suggère l'emploi de l'inégalité de Taylor-Lagrange pour prouver la dérivabilité sous le signe somme de $g$, en revenant à la définition (limite du taux d'accroissement).

C'est une succession de questions classiques, mais nécessitant de la rigueur dans la manipulation des inégalités et des valeurs absolues.

**Problème :** Variations sur le thème Pile ou Face
Le problème, formée de trois parties indépendantes, étudie quelques aspects du classique Pile ou Face pour une pièce non nécessairement équilibrée.

La partie I est consacrée à la loi de la longueur des deux premières séries de Pile ou Face et établit que la longueur moyenne de la seconde série est indépendante de $p$ et $q$. Les candidats doivent montrer leur capacité à manipuler des réunions et intersections finies d'événements ainsi qu'une maîtrise élémentaire dans la somme de séries géométriques.

La partie II étudie dans le cas d'une pièce équilibrée la loi du nombre de séries lors des $n$ premiers lancers. Les premières questions permettent à nouveau de tester le sens probabiliste des candidats. Il faut ensuite compléter un programme Pascal simple mais exigeant d'avoir bien compris le sens des variables aléatoires simulées (attention cependant : la variable `i` n'est pas déclaré dans le programme

proposé alors qu'elle est utilisée). On introduit enfin l'outil fonction génératrice pour calculer par des questions un peu plus techniques le nombre moyen de séries au cours des n premiers lancers.

La partie III guide soigneusement le candidat dans la preuve d'une version allégée d'un lemme de Borel Cantelli ; le problème se termine par : "*montrer que la probabilité d'avoir deux piles consécutifs après n'importe quel lancer vaut 1*". Nous ne sommes alors plus très loin de pouvoir prouver qu'avec probabilité 1 deux Piles consécutifs sont obtenus une infinité de fois, ce qui aurait constitué une conclusion plus stimulante, mais l'auteur du sujet a sans doute préféré limiter son propos pour rester dans une longueur et une technicité acceptable.

En conclusion, c'est un sujet tout à fait adapté aux candidats d'ECRICOME, portant sur l'ensemble du programme des deux années, intéressant, d'une difficulté et d'une longueur raisonnables, comportant des questions simples mais d'autres aussi plus fines, pas de technicité abusive et dont la question algorithmique dans le problème est très bien intégrée.
Il devrait permettre un bon classement des candidats.
Les concepteurs ont entendu les critiques des années précédentes de l'APHEC, On ne peut que s'en réjouir.

## 2.2 EM LYON 2006 voie S math 1

Mardi 2 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
E.M Lyon (6) Concours commun CERAM / ESC Tours-Poitiers (ESCEM) (6) E.S.C. Clermont (5) E.S.C. Dijon (6) E.S.C. Le Havre (4) E.S.C. Lille (5) E.S.C. Montpellier (3) E.S.C. Pau (4) E.S.C. Rennes (5) I.E.C.S Strasbourg (3)

L'épreuve est comme toujours faite de deux problèmes indépendants.

**Problème I**

Les préliminaires contiennent le calcul des intégrales $\int_{-\infty}^{+\infty} t^n e^{-t^2} \mathrm{d}t$. Ils sont suivis de 4 parties indépendantes entre elles qui utilisent le résultat de ces préliminaires (résultat par ailleurs fourni par l'énoncé). Le tout donne l'impression de 4 exercices d'analyse indépendants et plutôt faciles.

La partie I sur les fonctions à plusieurs variables, thème abordé pour la première fois à l'EML, ne présentait pas de grosses difficultés théoriques mais le système à résoudre pour trouver les points critiques était un peu déroutant et a dû perdre un certain nombre de candidats. De plus, il y avait dans l'énoncé une confusion, très malheureuse, entre les extremums et les points où les extremums étaient atteints ("en ces extremums...").

La partie II se propose de déterminer les intégrales $\int_0^{+\infty} \sin(xt)e^{-t^2}\mathrm{d}t$ et $\int_0^{+\infty} t\cos(xt)e^{-t^2}\mathrm{d}t$ en fonction de $\int_0^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{4}}\mathrm{d}t$ par l'intermédiaire d'une équation différentielle dont la résolution non guidée n'a pas due être simple pour tous les élèves....

Les parties III et IV sont sans difficulté.

Ce problème semble plus long que le suivant et un peu répétitif en ce qui concerne les justifications de convergences des intégrales.

**Problème II**

Problème d'algèbre linéaire plutôt bien fait sur l'étude des propriétés de la matrice compagnon d'un polynĹome de $\mathbb{C}[X]$ (qui servent souvent dans l'une des nombreuses preuves du théorème de Cayley-Hamilton, mais évidemment pas ici !) Il y est fait en particulier le lien entre les matrices compagnons et les matrices de Vandermonde.

On peut juste regretter qu'il n'y ait pas eu de questions portant sur le programme d'algèbre bilinéaire.

On peut dire que cette épreuve était bien adaptée au public concerné, passant en revue une bonne partie de l'analyse et de l'algèbre au programme des deux années. L'ensemble reste tout de même assez long pour une épreuve de 4 heures.

### 2.3 HEC 2006 voie S math 1

Mercredi 3 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
H.E.C (6) E.S.C.P. - E.A.P. (6) E.N.S.A.E. (25)

Le sujet est intéressant, le but poursuivi est clairement annoncé dans les titres des trois parties. Toutefois, de ce point de vue, le préliminaire laisse perplexe car la plupart des résultats qui y sont demandés (concernant la loi de Cauchy et ayant l'intérĹet de diversifier les thèmes abordés) ne sont pas utiles dans la suite du problème.

La rédaction du sujet est claire et toujours explicite, mais on peut regretter la notation utilisée pour la transposée d'une matrice, qui n'est pas conforme à celle utilisée dans le programme de deuxième année (voir le programme officiel d'algèbre bilinéaire). Ce n'est que par une modification du programme officiel qu'un nouveau standard peut être imposé. Un point de détail : l'hypothèse "$Y$ non nul" faite dans la question I.3.b est inutile.

La difficulté des questions est "en moyenne" adaptée au public concerné : le niveau est intermédiaire entre celui des épreuves 1997 à 2004 et celui des épreuves de l'ESCP. En revanche on peut déplorer la présence en début de problème de questions ( classiques, mais pas forcément connues de tous les candidats valables ) rendues difficiles par manque d'indications. C'est le cas pour : préliminaire 2.b et 2.c, partie I questions 1, 2 et 3. En particulier, dans la question 3.b, il aurait fallu proposer une notation pour les valeurs propres de $H_n$ numérotées dans l'ordre croissant ; cela aurait aidé les candidats mais aussi les correcteurs qui ont du affronter des notations diverses et pas toujours explicites dans les copies.

Dans la question II.2.d, une indication aurait été la bienvenue pour ne pas pousser les candidats dans l'erreur consistant à utiliser la majoration du module de l'intégrale par l'intégrale du module, majoration qui n'est pas au programme pour les fonctions complexes.

Après 8 années de problèmes "à thème" de mathématiques appliquées, remarquables par leur intérêt mais pas toujours adaptés à un classement fiable des candidats, pour la deuxième fois l'épreuve de math 1 HEC voie S revient à un certain classicisme : elle comporte un assez grand nombre de questions qui sont des applications classiques du cours et elle utilise une large partie du programme de prépa, avec prédominance de l'algèbre et en particulier une plus grande utilisation des nombres complexes que dans la plupart des épreuves de ces dernières années.
Globalement, c'est un bon sujet qui doit permettre de classer de façon fiable les candidats selon leur niveau.

### 2.4 EDHEC 2006 voie S

Mardi 9 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
E.D.H.E.C (8) AUDENCIA Nantes (escna) (8) E.S.C Grenoble (GEM) (8) I.E.C.S Strasbourg (2) INT Management (7) NEGOSUP (4) INSEEC (Paris-Bordeaux) (4) I.S.C. (4) E.N.A.s.s (option Math) (3)

**Exercice 1 :** équation $A^2 = -I$ dans $\mathcal{M}_{2n+1}(\mathbb{R})$.
On demande dès la deuxième question de montrer que $\mathbb{C}^n$ est somme directe de deux noyaux ce qui est une entrée en matière difficile. La fin de l'exercice repose sur l'utilisation récurrente de la notion de conjuguée dans $\mathbb{C}^n$ ou dans $\mathcal{M}_{2n+1}(\mathbb{C})$ sans que les candidats soient invités à en établir les règles de manipulation.

**Exercice 2 :** suites et séries.
Des résultats et raisonnements classiques sur les suites et les séries sont mobilisés pour montrer que la suite des coefficients binomiaux $\binom{2n}{n}$ est négligeable devant $4^n$ mais prépondérante devant $\frac{4^n}{n}$. Sans technicité abusive, l'exercice sollicite la finesse de raisonnement des candidats dans ce domaine.

**Exercice 3 :** loi de $\sup(X, Y)$ où $X$ et $Y$ indépendantes suivent une loi $\mathcal{N}(0, 1)$.
Exercice intéressant : les candidats doivent montrer leur capacité à effectuer changements de variables et intégration par parties dans les intégrales généralisées, à manipuler les fonctions de répartition des variables aléatoires à densité.

Au chapitre des regrets ou des interrogations :
- doit-on montrer que j est une variable aléatoire en 1.a. ?
- pourquoi utiliser des variables d'intégration différentes dans les questions 2.c. et 2.d. ?
- il faut bien sûr considérer que j désigne la version continue de la densité de la loi normale centrée réduite, ce que l'énoncé ne dit pas.

**Problème :** marche aléatoire d'un mobile sur une demi-droite.
La partie I montre, qu'avec les règles données, le mobile, en moyenne, s'éloigne vers l'infini. Le candidat doit faire preuve d'adresse dans les probabilités conditionnelles et les manipulations de somme ; l'ensemble est de difficulté soutenue en particulier dans 4.d. où une indication aurait été bienvenue.

La partie II, plus courte et bien menée, indépendante de la première sans que cela soit dit, montre que le mobile revient à l'origine avec probabilité 1 mais que le temps d'attente de ce retour n'a pas d'espérance.

Dans la partie III, les candidats doivent compléter deux programmes Pascal ; dans le premier la difficulté se situe dans la recherche de la formule à utiliser que l'on trouve dans la partie I. question 3.c. Par ailleurs dans la 11ème ligne l'instruction `u[k] := 1 - s` aurait dû être placée à l'extérieur de la boucle. Le deuxième algorithme est simple mais subtil.

> L'ensemble de l'épreuve est de difficulté soutenue ; des questions simples sont présentes mais sont réparties un peu aléatoirement dans l'ensemble du sujet. On peut regretter en particulier que l'épreuve débute par un exercice d'algèbre difficile dont les dernières questions mobilisent une culture mathématique à la limite du programme de la classe. Les exercices 2 (suites et séries), 3 (variables aléatoires à densité et intégrales généralisées) et le problème (variables aléatoires discrètes) devraient permettre de classer correctement les candidats. Enfin, espérons qu'une maladresse ligne 11 du premier programme Pascal proposé à la fin du problème n'aura pas gêné les candidats ayant souhaité s'investir dans cette partie.

## 2.5 CCIP 2006 voie S math 2

Mercredi 10 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
H.E.C (5) ESSEC (5) E.S.C.P. - E.A.P. (4) E.M Lyon (3)

Ce problème a pour but d'étudier des propriétés concernant le nombre de racines réelles d'un polynôme de degré $n$, à coefficients réels fixés (partie II et III) ou aléatoires (parties I et IV)

Un premier regard sur le sujet montre une présentation qui, sans être indigeste, pourrait être améliorée. Introduire un décalage dans les énoncés des questions pour bien mettre en évidence la hiérarchisation de l'énoncé peut éviter à certains candidats une mauvaise lecture / interprétation du sujet. Ici, visiblement, de la place était disponible pour cela.

**Partie I** : Cette partie ne fait appel qu'à des connaissances techniques en probabilité. Sans grande difficulté théorique, elle n'aura vraisemblablement pas posé de problèmes aux candidats qui postulent pour une place parmi les meilleurs. Un bon nombre de résultats étaient donné, mais cela n'était pas systématique. Il fallait parfois faire preuve d'initiative (changement de variable dans la question 5.a), mais aussi de rigueur dans la rédaction des grands classiques du cours (convergence d'intégrale, produit de convolution, justification de changement de variables, etc). Notons toutefois que la toute première

question du problème a pû dérouter un bon nombre de candidats. La définition de $M$ aurait pû être plus précise : les racines sont-elles comptées avec ou sans ordre de multiplicité ?

**Partie II** : Après une partie d'échauffement, le sujet attaque les choses sérieuses avec une partie consacrée aux suites de Sturm. Cette partie est ambitieuse, et conçue sans mise en valeur de questions qui, sans être faciles, pouvaient donner au candidat l'occasion de mieux s'exprimer. Ainsi, on définit un polynôme $P$ "normalisé" (la remarque $a_n = 1$ étant peut être superflue, on aurait simplement pû dire "*de coefficient dominant égal à 1*"), et on attaque instantanément la suite de Sturm. On aurait peut-être pû placer la question 4.a en tout début de partie, pour une localisation immédiate des racines réelles dans un segment.

Ensuite, dans la question 3, la définition du "*nombre de changement de signe de s*" aurait pû être immédiatement suivie par la question d'informatique. Ainsi, au lieu d'être reléguée en fin de partie, loin de son contexte, cette question aurait plus été à sa place ici. De plus, l'énoncé de cette question d'informatique la rend très délicate (les éléments de `T` peuvent être nuls, interdiction d'utiliser un tableau intermédiaire), et donc le concepteur est très exigeant quant à la réponse. La première ligne du programme (`const n = ...`) n'est également pas très explicite. Comment le barème va-t-il valoriser cette question ? Comment les candidats vont-ils être notés en fonction de la plus ou moins grande adéquation de leur réponse face aux exigences ?

**Partie III** : Les hypothèses introductives de cette partie sont données de manière brouillonne. Cela se traduit par un excès de notations : la définition du polynôme réciproque et de $T(P)$ ne nécessitait pas l'introduction de deux polynômes $P$ et $V$, de degré $n$ et $m$. L'énoncé définit $V^*$, mais utilise ensuite $P^*$. Ensuite, on peut remarquer que l'énoncé ne définit $T(P)$ que pour les polynômes $P$ ayant un coefficient dominant égal à 1, mais comme $T(P)$ n'a plus comme coefficient dominant 1, $T^k(P)$ n'est alors pas définit. Cette erreur n'aura certainement pas dérangé les candidats.

Le candidat doit fournir un effort supplémentaire pour se plonger dans cette partie, alors que l'on pouvait voir là l'occasion de "rebondir" après la partie II. L'alourdissement artificiel d'un énoncé doit être à tout prix évité.

Signalons la question 4.d, avec une propriété admise qui a pu dérouter beaucoup, mais qui était accessible si les indications de l'énoncé étaient suivies à la lettre. On aboutit d'ailleurs à une majoration meilleure que celle citée, avec $L(P) = 1 + \sum_{i=1}^{n-1} |a_i|$.

**Partie IV** : On revient à des polynômes ayant des coefficients aléatoires. $M_n$ est à nouveau définit sans préciser si on doit tenir compte de la multiplicité des racines ou pas. Ensuite, pourquoi définir la variable aléatoire $L_n$ pour définir dans la foulée $Z_n = L_n - 2$ et ne plus voir apparaître $L_n$ ?

Le bilan de cette lecture ne fait apparaître que peu de questions axées sur des raisonnements probabilistes (question I.2), l'accent étant surtout mis sur des aspects techniques et calculatoires du chapitre de probabilité (recherche de densité et produit de convolution dans la partie I), la majeure partie du sujet évitant ensuite ce chapitre là.

Ce sujet a le mérite d'avoir tenté d'essayer, avec une certaine réussite, de s'adapter à une large gamme de candidats. La première partie était largement accessible sans pour autant être immédiate. Ensuite, le niveau s'élève brutalement. On peut alors regretter que des maladresses aient subsisté dans la version finale, tant dans l'architecture du sujet (l'informatique aurait par exemple largement pû avoir un plus beau sort), que dans dans le choix des notations. Un cobayage plus attentif aurait dû éradiquer toute cette accumulation de défauts de conception, sans que cela porte atteinte à l'ambition et à l'objectif du sujet.
On peut également regretter la faible place laissée au raisonnement probabiliste proprement dit. Les épreuves, dites de "math II", sont traditionnellement portées vers les probabilités, la seule épreuve de math II restante est restée assez pauvre sur ce point là.

## 2.6 ESSEC 2006 voie S math 1

Lundi 15 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
ESSEC (6)

Il s'agit un problème d'algèbre qui étudie certaines matrices particulières et se compose de trois parties :

- La **partie I** étudie l'espace vectoriel des matrices carrées d'ordre $n$ telles que la somme des éléments de chaque ligne est égale à la somme des éléments de chaque colonne.
- La **partie II** étudie le sous-ensemble de l'espace vectoriel précédent constitué des matrices à coefficients tous positifs ou nuls.
- La **partie III** complète la **partie II** en établissant une propriété particulière de ces matrices qui a été admise au début de la **partie II**.

C'est un texte intéressant mais, en tant que problème de concours, il possède de graves défauts : un **degré d'abstraction excessif**, un **manque de progressivité**, un **manque d'indications ou de questions intermédiaires** qui auraient pu permettre aux candidats de mieux saisir la problématique. De plus, la **formulation trop abrupte et parfois confuse** de certaines questions, la **difficulté de la rédaction des solutions**, la **mise en oeuvre d'une partie trop restreinte du programme** (essentiellement l'algèbre matricielle), en font un sujet trop ardu et peu apte à classer les candidats suivant leurs compétences : une infime minorité d'entre eux ont atteint, en mathématiques, la maturité nécessaire pour aborder des sujets proposés sous cette forme.
Enfin, le but du problème est peu perceptible, ce qui le fait ressembler à un parcours du combattant peu motivant.

La typographie est agréable mais le style est maladroit et la présence de signes de langage formalisé à la place d'expressions en français est regrettable, car les élèves de EC ne sont pas nécesairement familiarisés au "sabir" souvent utilisé dans les classes préparatoires scientifiques. C'est d'autant plus fâcheux que l'on exige le plus souvent des candidats une langue impeccable.

Quelques points de détail dans l'ordre des questions :

- À la fin du préambule, la phrase "*Dans ce cas, leur valeur commune sera notée* $\omega(M)$" n'est pas claire car la valeur commune en question n'est pas définie.
- Rédiger correctement la solution de la question 2)b) de la **partie I**, est extrêmement difficile même si on a effectivement compris le sens de cette question.
- La formulation de la question 3)c) de la **partie I** est confuse : que demande-t-on exactement au candidat ?
- Il manque un signe + après $E_n$, avant la question 2) de la **partie II**, mais cette erreur a été corrigée par un rectificatif au moment de l'épreuve.
- La question 2)c) de la **partie II** est erronée par imprécision : l'encadrement demandé n'est pas vérifié pour tous les entiers $p$ dont l'existence a été établie dans la question précédente.
- Dans la question 3) de la **partie III**, les lignes de langage formalisé sont incorrectes et, en particulier, on ne peut pas savoir sur quelles variables portent les quantificateurs.

En conclusion, ce sujet semble ne pas avoir été "cobayé" sérieusement. Avec un peu plus de soin, beaucoup de ces défaut auraient pu être évités et on aurait pu en faire un beau sujet.
Le rôle des concepteurs ne se limite pas à construire un sujet : ils doivent aussi s'assurer qu'il est adapté au public concerné.
Tel quel, le sujet n'a certainement pas permis à une grande majorité de candidats de s'exprimer ni de montrer ce qu'ils savaient faire, alors qu'ils se sont effectivement beaucoup investis dans les mathématiques, et souvent avec talent.
Il est à craindre, avec ce type de sujet, que les éléves de EC ne finissent par croire que les Mathématiques ont peu d'importance au concours de l'ESSEC, ce qui n'est certainement pas le but recherché.

### 2.7 ESC 2006 voie S

Mardi 16 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
E.S.C Bretagne Brest (5) E.S.C. Chambery (5) E.S.C. La Rochelle (5) E.S.C. Saint Etienne (5) E.S.C. Troyes (5) I.S.C.I.D (2)

**Exercice 1 :** Puissance d'une matrice - diagonalisation - forme quadratique optimisation d'une fonction de plusieurs variables

1. Détermination des puissances d'une matrice de $M_3(\mathbb{R})$ par récurrence. Suite récurrente linéaire d'ordre 2. Aucun intérêt pour la suite, mais permet de tester les candidats sur ce genre de situation.
2. Diagonalisation de cette matrice symétrique réelle, et obtention d'une base orthogonale constituée de vecteurs propres de l'endomorphisme de $\mathbb{R}^3$ canoniquement associé. Classique.
3. Signe de la forme quadratique associée à cette matrice.
4. C'est la raison d'être des questions 2. et 3. : optimisation d'une fonction de classe $C^2$ sur un ouvert de $\mathbb{R}^3$ grâce à la hessienne qui est la matrice initialement étudiée. Classique.

On peut encore regretter la confusion entre "$M_0$ *est extremum pour* $f$ " et "$f$ *présente un extremum en* $M_0$ ", faisant l'amalgame entre le point critique $M_0$ et $f(M_0)$ l'éventuel extremum.

**Exercice 2 :** Comparaison série-intégrale - valeur approchée par somme partielle - Turbo Pascal

1. Après étude succincte d'une fonction dépendant d'un paramètre, convergence d'une intégrale impropre, puis Théorème de comparaison série-intégrale. Majoration du terme générique par le Théorème des accroissements finis.
2. Reste d'ordre $n$ de cette série convergente, majoration par un terme simple en $n$.
3. Valeur approchée à $\varepsilon$ près de la somme de la série par un programme en Turbo-Pascal, plus basé sur la syntaxe que la programmation proprement dite. Cette question pratique s'attache aussi au souci des limites de fonctionnement d'un programme T.P. La valeur approchée de $\ln(2)$ est superflue...

**Exercice 3 :** Convergence en probabilité de suites de VAR discrètes puis continues Convergence en loi de suites de VAR continues

1. Préliminaires de convergence en probabilité de suite de VAR sous hypothèse de suite d'espérances convergente et de suite de variances à limite nulle.
2. Cas de suite de VAR $\mathcal{B}(p)$ et de suite de VAR de type $\text{Max}(X_i)_{1\leqslant i\leqslant n}$ . Calcul de covariances, suivi d'une question sans intérêt sur une matrice de covariance. Deux convergence en probabilité vers des VAR certaines.
3. Cas de suite de VAR $\mathcal{U}([0,1])$ : fonctions de répartition de $\text{Max}(X_i)_{1\leqslant i\leqslant n}$ . Convergence en probabilité vers une VAR certaine. Convergence en loi vers une VAR $\mathcal{E}(1)$.

Exercice, certes théorique, mais qui permet aux élèves sérieux de s'exprimer.

> Dans l'ensemble, un bon sujet discriminant, utilisant l'étendue du programme de 1ère et 2ème année. Un certain nombre de questions très proches du cours permettent aux candidats studieux d'engranger des points, tandis que d'autres plus pointues permettront aux correcteurs de déceler les copies véritablement soucieuses d'argumenter avec rigueur.

## 3 Voie T

### 3.1 ECRICOME 2006 voie T

Mercredi 19 avril 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :

ESC Bordeaux (4) EUROMED Marseille (4) ICN Nancy (3) ESC Reims (4) ESC Rouen (4) ESC Toulouse (4)

**Exercice 1** Etude de deux suites récurrentes imbriquées avec détermination de leur expression explicite de deux façons différentes :

– En se ramenant à une suite arithmético - géométrique.

– En utilisant le calcul par récurrence de la puissance nième d'une matrice.

**Exercice 2** Etude de la fonction définie par $f(x) = (x+1)^2 e^{-x}$ et de la convergence d'une suite récurrente associée à l'aide de l'inégalité des accroissements finis.

**Exercice 3** Tirages successifs d'une boule avec remise dans une urne. Loi géométrique Utilisation des séries géométriques et de leurs séries dérivées, de la formule du crible(ou de Poincaré). Calcul d'espérance.

**Remarques concernant des notations**

**Exercice 3** On introduit des boules numérotées de 1 à $N$ sans préciser leur nombre. Seuls les cas particuliers $N = 2$ puis $N = 3$ sont traités et le nombre de boules par numéro devient clair. Cependant il apparaît que le numéro de ces boules n'intervient pas et qu'elles sont repérées par les lettres $A$, $B$ et $C$. Dans la question 3.3.3, il aurait fallu écrire $p$ au lieu de $P$ pour $p(A_n \cap B_n \cap C_n)$. Ces deux points étaient sans importance pour la compréhension de l'exercice.

| |
|---|
| Le sujet est intéressant, de difficulté et de longueur raisonnables. Il recouvre une large partie du programme et doit permettre à un étudiant bon et sérieux de s'exprimer et de se valoriser. En conclusion, un bon sujet pour la voie technologique. |

## 3.2 CCIP 2006 voie T math 2

Mercredi 10 mai 2006

Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :

H.E.C (5) ESSEC (5) E.S.C.P. - E.A.P. (5) E.M Lyon (3) E.D.H.E.C (5) AUDENCIA Nantes (escna) (3) Concours commun CERAM / ESC Tours-Poitiers (ESCEM) (4) E.S.C. Clermont (2) E.S.C. Dijon (2) E.S.C Grenoble (GEM) (10) E.S.C. Lille (4) E.S.C. Rennes (3) INT Management (5)

Le sujet comporte cette année trois exercices indépendants, des vIJux dans ce sens avaient été émis par les professeurs de la section lors de la journée ESCP.

**Exercice 1** Utilisation de la formule des probabilités totales appliquée à une étude portant sur trois agences de location de voiture. Calcul d'inverse de matrice puis d'une puissance $n$-ième (par diagonalisation).

Enchaînement classique (sans difficulté pour traduire l'énoncé) bien adapté aux candidats de la voie technologique, la seule difficulté résidant dans l'absence de résultat intermédiaire. Un bon exercice pour débuter l'épreuve.

**Exercice 2** L'objectif est l'étude de suites d'intégrales $I_n = \displaystyle\int_0^1 x^n f(x)\mathrm{d}x$ dans trois cas particuliers : $f(x) = ln(1+x^2)$, $f(x) = \frac{1}{1+x+x^2}$ et $f(x) = e^{-x}$. Comportement asymptotique à l'aide des techniques usuelles du calcul intégral : intégration par parties, linéarité et encadrement.

La rédaction de l'énoncé fait bien apparaître une difficulté croissante mais avec répétition des techniques utilisées entre les questions 1, 2 et 3. L'indication "*e désigne la base des logarithmes népériens*" paraît inutile voire perturbante, le mot " *base* " n'ayant pas à être évoqué dans nos classes. Ce type d'exercice qu'on ne voyait plus guère, renouvelle agréablement les sujets.

**Exercice 3** Première partie : étude d'une VAR $X$ à densité (loi de Pareto) qui n'admet pas d'espérance. Les deux parties suivantes sont liées à la première, l'une fait reconnaître une loi binomiale, l'autre étudie la variable $Z = inf(X_1, X_2)$, qui admet une espérance. La notation $inf(X_1, X_2)$ n'est pas utile à la résolution et est hors programme. Elle pouvait empêcher le traitement de la Partie 3 par un bon candidat. Cette dernière partie nécessite une bonne maîtrise des variables aléatoires, notamment à densité. Un bon exercice qui couvre une large part du programme de probabilités.

Un sujet plus abordable que les précédents, sans avalanche de notations déroutantes et d'une longueur raisonnable.
Une épreuve rassurante, conforme à la lettre et à l'esprit du programme, qu'un élève sérieux peut aborder avec confiance et qui doit permettre de départager les candidats ; elle lève les craintes qu'a fait légitimement naître la suppression de l'épreuve ESSEC. Il faut espérer qu'à l'avenir, les concepteurs travailleront dans le même esprit, en se rappelant qu'avec la disparition de l'épreuve ESSEC, le sujet CCIP doit permettre de recruter les futurs étudiants des écoles parisiennes, EML et EDHEC, mais doit aussi départager les candidats de dix ESC.

### 3.3 ESC 2006 voie T

Mardi 16 mai 2006
Ecoles utilisant cette épreuve (coefficient) :
E.S.C. Amiens (3) E.S.C Bretagne Brest (4) E.S.C. Chambery (4) E.S.C. La Rochelle (4) E.S.C. Saint Etienne (4) E.S.C. Troyes (4) E.S.C. Le Havre (4) E.S.C. Montpellier (6) E.S.C. Pau (4) I.E.C.S Strasbourg (3) NEGOSUP (3) INSEEC (Paris-Bordeaux) (4) I.S.C. (2) I.S.C.I.D (2)

**Exercice 1 :** Calcul matriciel et suites

Exercice recouvrant bien le programme : Détermination de l'inverse d'une matrice $A$, calcul de la puissance $n$-ième de $A$ en utilisant une suite arithmético-géométrique. Obtention du terme général de deux suites en fonction de $n$ à l'aide de la relation matricielle $X_{n+1} = AX_n$ . Exercice classique, très complet, bien adapté à la voie T.

**Exercice 2 :** Etude de fonction, fonction de répartition, calcul de probabilités.

Exercice intéressant mais l'introduction du paramètre $\ln(A)$ rendait l'étude de la fonction plus délicate pour des élèves de la voie T. De même la nomination de la loi de Benford de paramètre $\ln(A)$ pouvait déstabiliser certains élèves et laisser croire que cette loi est au programme alors qu'elle n'y figure pas. La question 4, densité de $X^2$, ne s'adressait qu'aux meilleurs.

**Exercice 3 :** Probabilités discrètes.

Exercice difficile : Tirages illimités d'une boule avec remise après choix d'une urne parmi trois. Le concepteur s'est probablement rendu compte de la difficulté du sujet et a donné de nombreux résultats intermédiaires Cependant beaucoup de questions étaient difficiles à rédiger ( événements indépendants ou non indépendants) les justifications délicates. Et malheureusement, la dernière partie C qui était la plus facile, comportait une erreur. Bon nombre de candidats ont dû passer un certain temps à chercher leur erreur alors qu'elle était dans l'énoncé.

Globalement, ce sujet ESC s'avère être plus difficile et plus déroutant que les autres années, plus conceptuel, plus " matheux " et moins adapté à la voie T. Les sujets pourraient-ils être cobayés, de préférence par quelqu'un qui connaît bien la voie T ?

**La commission de Mathématiques de l'APHEC**