

Banque Lettres et Sciences Économiques et Sociales

ENS Paris – Épreuve écrite de mathématiques 2026

Nina Aguilhon, Jérémie Bettinelli, Sandrine Codis, Igor Kortchemski

Durée : 4 heures

calculatrice interdite

1 Introduction

Structure du sujet. Le sujet était composé de trois problèmes indépendants permettant d'aborder diverses notions couvrant les trois grands axes du programme. Nous avons porté une attention particulière à proposer des questions abordables dans chaque partie, mais également à poser régulièrement des questions plus délicates. En particulier, le sujet était calibré de sorte à ce que les candidates et candidats les plus à l'aise en mathématiques puissent avoir le temps d'aborder la quasi-totalité des questions et de s'attarder sur les questions délicates, généralement placées en fin de problèmes.

Bilan général. Le sujet a permis de bien classer les copies, y compris pour les faibles notes. La présence de nombreuses questions simples permet aux candidates et candidats les moins à l'aise en mathématiques de traiter une partie du sujet et d'obtenir quelques points, les récompensant de leur investissement en mathématiques.

Notations utilisées. Nous utilisons dans la mesure du possible la notation figurant au programme officiel ; ainsi les ensembles de nombres sont notés $\mathbf{N}$, $\mathbf{R}$, etc., les probabilités et espérances respectivement P et E . Les personnes utilisant sur leur copie des notations usuelles différentes ne sont en aucun cas pénalisées. Nous rappelons que les lettres grecques sont couramment utilisées en mathématiques et invitons les candidates et les candidats à connaître a minima leur graphie.

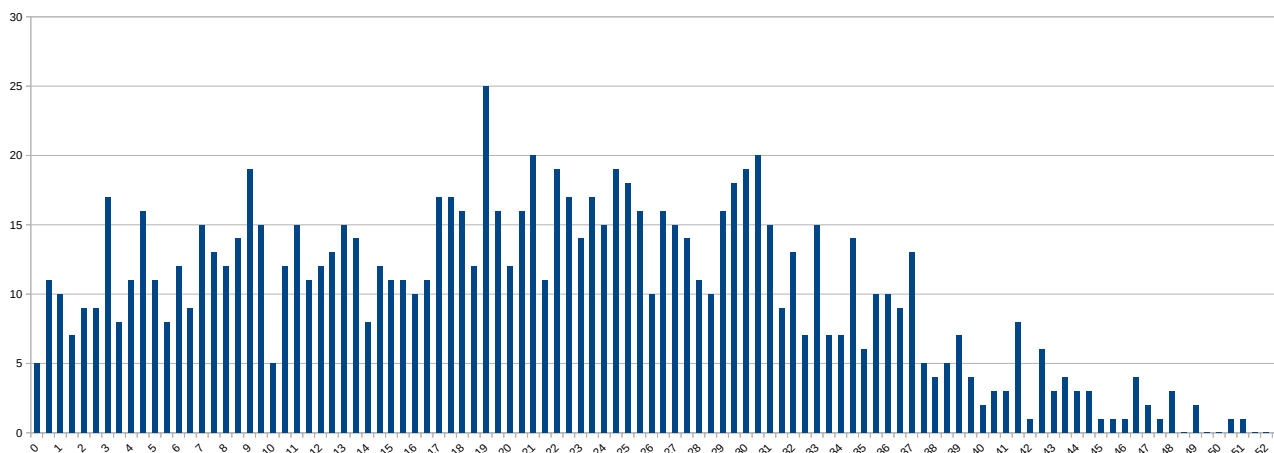
Évolution du programme. Un [nouveau programme](#) rentre progressivement en vigueur à partir de la rentrée 2026. Les conseils généraux de ce rapport restent valables.

2 Notes des copies

Notes brutes et difficulté du sujet. Chaque question du sujet a été notée par un nombre entier allant de 0 à 4, puis pondérée par un facteur allant de 0.5 à 2. La note brute correspond alors au quart de la somme pondérée ; la note brute maximale ainsi possible était de 66.5 et la meilleure copie a obtenu une note brute de 54 points. Les notes sont ramenées ultérieurement sur 20 par une transformation donnée plus bas.

Le bonus/malus de 2 points sur la note brute a été reconduit cette année pour récompenser les rédactions propres, honnêtes et rigoureuses et pour pénaliser les rédactions trop

brouillonnes, malhonnêtes, ou imprécises. On obtient ainsi la distribution suivante des notes brutes, avec une moyenne de 20.6 et une médiane de 20.6.



Nous avons estimé à titre indicatif pour chaque question son niveau de difficulté : de 1 pour les questions de cours ou de calculs numériques élémentaires jusqu'à 4 pour les raisonnements plus fins et les questions difficiles.

question	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	3a	3b	4a	4b	5a	5b	5c	6	7	8a	8b	8c	8d
coefficient	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0
difficulté	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	4	3	2	4	1	4	2	3	4	4
moyenne	3,4	2,8	3,4	2,2	3,0	2,9	3,3	2,9	2,1	1,6	0,2	1,2	3,2	0,4	2,5	0,7	1,7	1,2	1,1	0,2
moyenne 65 meilleures copies	3,9	3,7	3,8	3,8	3,7	3,9	3,7	3,7	3,2	3,5	0,9	2,2	3,8	1,5	3,3	2,2	3,2	1,9	1,9	0,3
≥ 0/4 (en %)	98	93	90	82	93	92	85	72	74	67	47	37	44	18	40	31	27	15	14	4
≥ 2/4 (en %)	80	61	73	44	64	62	68	52	36	28	2	17	36	2	26	6	10	4	4	0
≥ 3/4 (en %)	79	58	69	42	58	57	66	48	34	26	1	2	35	1	24	4	9	3	2	0

question	9a	9b	9c	9d	10a	10b	11a	11b	12a	12b	13a	13b	13c	13d	14a	14b	14c	15	16a	16b	16c	16d
coefficient	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5
difficulté	1	2	1	2	1	2	2	3	2	4	2	4	3	2	1	2	2	3	3	2	4	3
moyenne	2,8	2,3	2,2	1,4	2,8	1,3	2,0	0,9	0,3	0,7	2,2	1,3	1,0	2,3	2,2	3,2	2,3	0,6	1,7	0,3	1,1	0,6
moyenne 65 meilleures copies	4,0	3,6	3,7	2,6	3,9	3,5	3,4	2,1	1,3	1,5	3,8	3,3	2,2	3,9	3,4	3,9	3,5	1,8	3,1	0,4	2,2	1,3
≥ 0/4 (en %)	95	87	64	51	80	55	68	57	30	22	70	46	14	6	75	68	56	30	26	12	15	10
≥ 2/4 (en %)	66	49	35	15	57	17	37	7	2	2	41	15	4	3	44	53	34	4	11	1	4	2
≥ 3/4 (en %)	60	48	34	14	51	17	35	7	2	1	35	15	3	3	33	51	31	4	10	0	4	1

question	17a	17b	17c	17d	17e	18a	18b	19a	19b	19c	19d	20a	20b	21a	21b	21c	21d	22a	22b	23a	23b	23c
coefficient	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5
difficulté	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	4	2	3	2	3	4
moyenne	3,4	3,8	3,4	2,2	3,0	3,5	1,3	1,9	2,7	2,9	0,7	0,9	0,6	2,3	0,3	1,0	0,9	0,4	1,5	1,3	2,0	1,3
moyenne 65 meilleures copies	4,0	4,0	4,0	3,4	3,7	3,8	3,3	3,5	4,0	4,0	1,6	2,8	1,7	3,5	1,2	1,6	1,6	1,6	2,4	3,5	3,2	2,6
≥ 0/4 (en %)	98	99	95	77	75	89	86	49	73	72	48	61	25	60	14	13	6	15	6	36	44	16
≥ 2/4 (en %)	89	92	82	42	58	77	22	25	49	51	7	10	4	37	1	4	1	1	2	12	22	5
≥ 3/4 (en %)	77	91	78	42	56	75	16	23	48	50	6	9	2	30	1	2	1	1	2	10	21	5

Nous indiquons dans le tableau ci-dessus pour chaque question le coefficient appliqué, le niveau de difficulté que l'on a estimé, la moyenne sur 4 obtenue par les candidates et candidats ayant abordé la question, la moyenne sur 4 obtenue par les candidates et candidats ayant obtenu une des 65 meilleures notes finales, le pourcentage de copies ayant abordé la question, le pourcentage de copies ayant obtenu au moins la moitié des points et le pourcentage de copies ayant obtenu au moins trois quart des points.

La raison pour laquelle nous donnons la moyenne des 65 meilleures copies est que ce nombre correspond peu ou prou au nombre d'admissibles à l'ENS Paris en filière B/L.

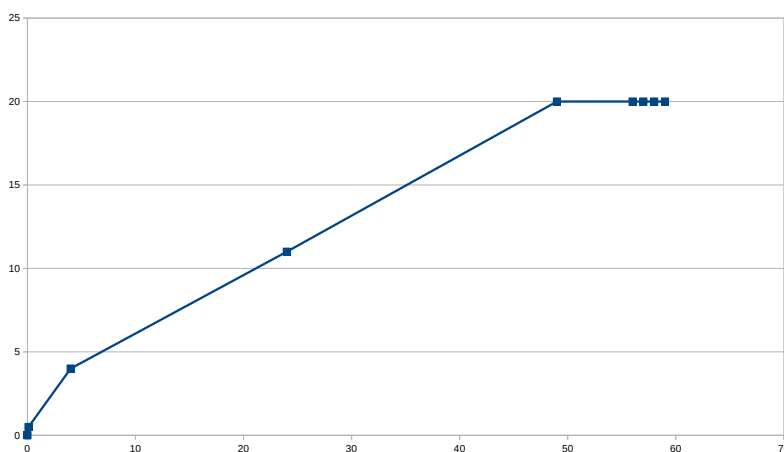
Questions les plus discriminantes. Les questions les plus discriminantes sont les questions que les candidates et candidats qui obtiennent une bonne note totale réussissent significativement mieux que celles et ceux qui obtiennent une faible note totale. Pour les déterminer, nous avons calculé les coefficients de corrélation de Pearson entre les scores à chaque question et les notes brutes totales (hors cette question pour éviter l'auto-corrélation). Les 7 questions les plus discriminantes sont, dans l'ordre décroissant (corrélation entre 0.68 et 0.62) :

(10a), (9c), (14b), (11a), (13a), (9a), (14a) .

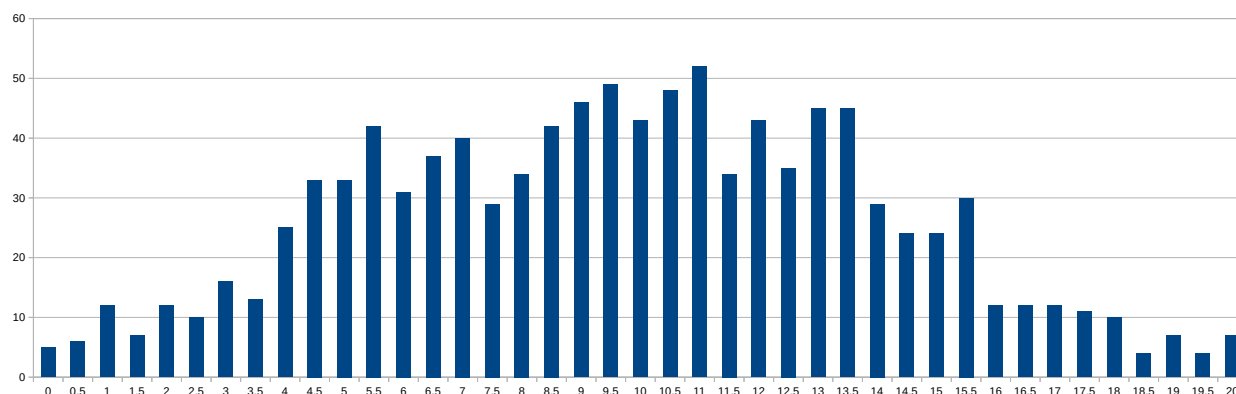
Croissance de la difficulté et conception des problèmes. Comme on peut l'observer sur le tableau précédent, le sujet est conçu de sorte qu'au sein de chaque problème, les questions aient des difficultés essentiellement croissantes. Par ailleurs, les premières questions, portant généralement sur la base des notions à maîtriser, sont souvent généreusement valorisées. Enfin, la bonne compréhension du début du problème est généralement nécessaire à la résolution de la suite. Il est donc beaucoup plus judicieux de traiter les questions dans l'ordre, en sautant au besoin quelques questions avec parcimonie, que de tenter de résoudre les questions de fin de problème sans avoir traité le début.

Il convient également de s'assurer des résultats de début de problème avant de continuer, en utilisant tous les garde-fous à notre portée, telle que la cohérence des résultats, la dépendance en les paramètres. Il est courant de traiter un cas particulier simple en début de problème avant de regarder un cas plus général. Dans ce cas, il est judicieux de s'assurer que le cas particulier vérifie bien les propriétés que l'on cherche à obtenir dans le cas général.

Notes finales sur 20. Afin d'obtenir une répartition de notes similaire à celle des autres matières, une transformation linéaire par morceaux des notes brutes permet de ramener les notes sur 20.



Cette transformation a pour effet d'étaler les copies ayant obtenu de faibles notes tout en conservant un écart satisfaisant entre les meilleures copies. Le décrochement au niveau de 0 permet de distinguer les copies ayant obtenu 0 en note brute des autres. Sur les notes finales, la moyenne est 9.74, la médiane est 10.00 et l'écart-type est 4.26. La moyenne des 69 admissibles à l'ENS Paris – B/L est de 15.9 (notes entre 10.5 et 20) et la moyenne des 74 admissibles au concours ENS Paris-Saclay Sciences Sociales est de 14.9 (notes entre 4.5 et 20).



3 Conseils

Réflexion. Nous invitons les candidates et candidats à ne pas chercher absolument à calquer directement une méthodologie, surtout si cela semble ne pas fonctionner. Les questions précédentes peuvent souvent être utilisées. Par exemple, la question (1d) s’obtenait directement à partir de la (1b).

Honnêteté. Nous rappelons qu’il est immédiat de repérer les copies qui tentent de répondre à une question de façon malhonnête ou de grappiller des points. Ces tentatives de bluff sont particulièrement irritantes et contreproductives, toute ambiguïté étant ensuite systématiquement interprétée comme une erreur.

Une réponse donnée de façon aléatoire, même juste, ne rapportera pas de point et sera également mal perçue par le jury. Cela s’applique, par exemple, lorsqu’une loi de probabilité est demandée pour une variable aléatoire, et qu’on peut lire une réponse du type « La variable X suit une loi binomiale. » sans paramètre ou que des questions précédentes permettant d’obtenir cela aient été traitées.

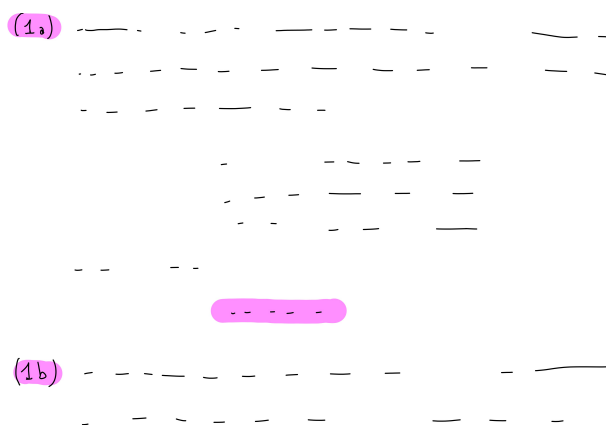
Nous invitons les candidates et candidats à s’interroger sur la cohérence des résultats annoncés. Repérer une incohérence permet généralement de corriger une erreur. À défaut de réussir à la corriger, les candidates et candidats ont tout intérêt à la signaler. Nous n’hésitons jamais à valoriser une réponse correcte, même très partielle, du moment que ses limites sont clairement identifiées. Mieux vaut une copie qui accepte et montre ses limites qu’une copie malhonnête.

Complétude et simplification. Il convient de donner des **réponses complètes**. Lorsqu’une réponse dépend de paramètres, ce qui est le cas notamment des lois de probabilité, ceux-ci doivent être donnés ! Ainsi, dire qu’une variable aléatoire suit une loi de Bernoulli ou une loi exponentielle sans préciser le paramètre n’est pas complet et ne donne généralement aucun point. De plus, il faut que le paramètre soit explicite, on ne peut pas dire qu’une variable aléatoire suit une loi de Bernoulli de paramètre p s’il n’y a pas de p défini dans le sujet ! **Les résultats doivent être donnés uniquement en fonction de paramètres apparaissant dans l’énoncé !**

Il faut également systématiquement simplifier les résultats lorsque cela est possible, comme $\frac{2}{4}$ ou $\frac{n(n+1)}{2n}$ par exemple.

Présentation. Il est souhaitable de présenter sa copie le plus clairement possible. En particulier, le jury apprécie fortement que les réponses soient présentées dans l'ordre. Bien séparer les différents problèmes, sur des copies différentes par exemple, est une bonne initiative, notamment pour pouvoir par la suite revenir à un problème commencé mais non terminé. Cela permet également de traiter les problèmes dans l'ordre souhaité puis de les remettre dans le bon ordre au moment de rendre sa copie.

Il est également demandé de **mettre les conclusions en valeur**, de préférence en les **surlignant** ou en les **encadrant**, a minima en les **soulignant**. Il est demandé de respecter les numérotations complètes des questions ((1a), (1b), (2a), etc.) et il est apprécié que **ces numérotations soient également mises en valeur** (en retrait dans la marge, surlignées, encadrées, en couleur, etc.) car il est courant pour les correctrices et correcteurs d'avoir à revenir en arrière sur une copie, ou de revenir sur une copie précédemment corrigée ; il est alors important de pouvoir facilement identifier la question recherchée. Voici un exemple de présentation idéale, où la numérotation et les réponses sont surlignées :



Par ailleurs, il est demandé de **ne jamais recopier l'énoncé**. En plus de faire perdre du temps, cela est contreproductif car cela rend la copie plus difficile à lire et les réponses plus difficiles à cerner pour l'équipe correctrice. De même, il faut éviter les introductions ne menant nulle part ou les début de phrases non achevées : par exemple écrire « Montrons que la suite $(u_n)_n$ admet une limite. » ou « La suite $(u_n)_n$ admet une limite car » est inutile si on ne sait pas comment traiter la question.

Rappelons que **la copie n'est pas un brouillon** ! Il convient de faire les tentatives de raisonnement ou les calculs sur un brouillon et de les présenter et mettre en forme proprement seulement une fois que cela a abouti. Nous observons de plus en plus de raisonnements ou calculs partiels, éventuellement conclus par un « tentative infructueuse » ou quelque chose similaire. Cela n'est pas la bonne façon de procéder. A minima, si on se lance, au propre, dans une démarche qui n'aboutit finalement pas, il convient de proprement barrer les choses. Mais cela doit rester **exceptionnel**. Pour certaines questions, il est néanmoins possible de fournir une réponse partielle. Dans ce cas, il convient de le mentionner clairement. Pour une égalité ensembliste, par exemple, on peut ne traiter qu'une seule inclusion, en le disant explicitement. Par ailleurs, nous avons cette année régulièrement observé des copies traitant plusieurs fois la même question, obtenant un résultat faux et un juste. Dans un tel cas, si le résultat faux n'a pas été clairement barré, les points n'ont pas été attribués.

Les copies étant numérisées, il est demandé d'utiliser des stylos noirs ou bleus pour le corps de texte. Pour la mise en lumière des résultats et des numéros de questions, les surli-

gneurs et les stylos de couleur ne posent aucun problème de lecture. Seul le crayon de papier est à éviter (également sur les illustrations telles les graphes de fonctions) car il résiste mal à la numérisation.

Rédaction. Les mathématiques exigent rigueur et précision, et il convient de bien soigner la rédaction ; il est inutile et même néfaste de tenter de répondre à un grand nombre de questions sans accorder de soin à la rédaction. Mieux vaut traiter proprement les premières questions et s'arrêter lorsque la difficulté devient trop élevée que tenter à tout prix de traiter plus de questions sans rien faire convenablement. Les points perdus par manque de soin sur les premières questions sont difficilement récupérables sur les questions plus délicates de fin de problème.

Une réponse bien rédigée doit montrer *sans ambiguïté* au jury qu'une démonstration **complète, concise, sans argument erroné**, n'utilisant **que des résultats au programme** et **répondant bien à la question posée** a été trouvée.

- **Ambiguïté ou démonstration incomplète.** Des points sont systématiquement perdus si une partie du raisonnement est floue. Il est très important en mathématiques de savoir ce que l'on fait, quitte à ne proposer qu'une réponse partielle.

Il est indispensable de mentionner **tous les arguments** utilisés dans la résolution d'une question, si basique soit-elle.

De plus, il est toujours possible d'utiliser les résultats des questions précédentes, qu'elles aient été résolues ou non. Dans ce cas, il s'agit d'invoquer le résultat de la question utilisée **au moment où on l'utilise**, et seulement à ce moment-là. Une rédaction type serait « D'après la question (Xx), on a [...] et donc on obtient [...] », et peu importe que la question (Xx) invoquée ait été résolue ou non. **Il ne faut jamais indiquer qu'on admet une question que l'on n'arrive pas à démontrer !**

Nous avons pénalisé les copies tentant manifestement de grappiller des points en écrivant des assertions non justifiées et souvent fausses dans les questions plus difficiles.

- **Précision.** Insistons une fois de plus sur le fait qu'il faut répondre aux questions posées. Si on demande par exemple un vecteur propre, il faut donner un vecteur propre et non un sous-espace propre.
- **Concision.** La plupart des questions de l'épreuve peuvent être résolues à l'aide d'un argument très court. Nous valorisons toujours les copies qui mettent cet argument en évidence par rapport à celles qui le délayent dans une suite de calculs ou de phrases sans intérêt.
- **Arguments erronés.** Énoncer – souvent de façon péremptoire – une affirmation manifestement fausse ne peut que jeter la suspicion sur toute la copie.
- **Orthographe et erreurs de calcul.** Même en mathématiques, il est nécessaire de relire sa copie avant de la rendre de manière à éviter autant que possible d'y laisser des fautes d'orthographe ou de calcul grossières. Il existe de nombreux garde-fous en mathématique, utilisons-les ! Par exemple, une probabilité est entre 0 et 1, une exponentielle est strictement positive, etc.

- **Lisibilité.** Nous rappelons qu'un argument illisible est systématiquement considéré comme faux. Nous rappelons également que la copie rendue n'est pas un brouillon. Seule la piste ayant abouti doit figurer sur la copie, celles qui ont été abandonnées doivent rester sur le brouillon.

Lecture du sujet. Nous invitons les candidates et candidats à bien lire le sujet pour éviter des erreurs grossières. Il est courant de traiter d'un problème général et de regarder des cas particuliers ou des exemples. Utiliser les cas particuliers en dehors des questions concernées est bien évidemment dommageable. Nous avons veillé à bien insister dans le sujet sur ce point et n'avons observé que de rares confusions cette année.

4 Commentaires sur le sujet

4.1 Commentaire généraux

- Nous avons régulièrement observé de longues suites de réponses complètement fausses. Nous rappelons qu'il est toujours préférable de faire convenablement une plus faible part du sujet que d'enchaîner les réponses approximatives, mal justifiées, ou fausses.
- Les lois de probabilité à paramètres doivent être données avec leurs paramètres. Et ceux-ci doivent être donnés en les termes de l'énoncé (par exemple $\frac{1}{n}$ et non p).
- Attention à **simplifier les réponses** : nous avons régulièrement vu des réponses finales telles que $(\sqrt{2})^2$, $\frac{\sqrt{32}}{8}$, $\frac{4}{2}$, $\frac{n-1}{\binom{n}{2}}$, etc.
- Attention à proposer des **réponses cohérentes** : en particulier, une probabilité, conditionnelle ou non, est toujours dans $[0, 1]$, l'intégrale d'une fonction positive est positive, l'espérance d'une variable aléatoire est comprise entre le minimum et le maximum des valeurs qu'elle peut prendre, une variance est positive, une covariance est dans $[-1, 1]$.
- Nous observons de temps en temps ce que nous pourrions qualifier de problèmes de « typage », lorsque l'objet proposé en réponse n'est pas du type demandé. Par exemple, une trace est un nombre réel, la dimension de la matrice A était 3×3 , un espace vectoriel n'est pas un vecteur.
- Des copies ont estimé que les bornes d'une intégrale sont nécessairement ordonnées.
- La formule de Bayes ne doit pas être confondue avec la définition d'une probabilité conditionnelle.

4.2 Commentaires détaillés.

PROBLÈME A.

- (1) (1a) Nous avons régulièrement noté des confusions entre A et sa matrice transposée. Des confusions entre application linéaire et sous-espace vectoriel sont régulièrement apparues (par exemple « Montrons que a est non vide »).

- (1b) Nombreuses erreurs de calcul. Les réponses sont régulièrement non simplifiées, par exemple : $\frac{2}{\sqrt{2}}, \frac{2\sqrt{2}}{2}$. Confusion entre vecteur et espace vectoriel.
- (1c) Des réponses non réelles ont été données. Fréquentes erreurs de calcul.
- (1d) Certaines copies ont fait de nombreux calculs fastidieux et ont perdu du temps alors qu'il suffisait de donner un vecteur propre du noyau. Le vecteur nul est souvent proposé comme vecteur propre.
- (2) (2a) Résultats souvent non simplifiés, comme $(\sqrt{2})^2 + 2$.
- (2b)
- (3) (3a) Cette question pouvait servir à vérifier ses calculs précédents. Les copies ayant noté que $Q^2 \neq Q$ auraient pu corriger leurs erreurs.
- (4) (4a) Nous avons souvent lu $S^3 = S \times S^2$ comme réponse.
- (4b) Question difficile, très peu réussie. De nombreuses copies considèrent que l'anneau des matrices est intègre.
- (5) (5a) Confusion très fréquente entre égalité et inclusion. L'inclusion compliquée a rarement été bien démontrée.
- (5b) Bien réussie dans l'ensemble, mais de nombreuses copies écrivent $\dim \mathcal{M}_k(\mathbf{R})$ dans l'application du théorème du rang.
- (5c) Question difficile, demandant du recul sur ce qui a été précédemment fait. Très rarement traitée convenablement.
- (6) Plusieurs copies ont eu l'idée d'utiliser le fait que $\text{im } U$ et $\ker U$ étaient en somme directe. Malheureusement cette somme n'est pas toujours orthogonale.
- (7) L'implication « $\langle \mathbf{x}, \mathbf{y} \rangle = 0 \implies \mathbf{x} = \mathbf{0} \text{ ou } \mathbf{y} = \mathbf{0}$ » est régulièrement apparue dans les copies, ainsi que des divisions par des vecteurs.
- (8) (8a) Question raisonnablement bien réussie, avec quelques produits scalaires $\langle f_i, f_j \rangle$ ou normes $\|f_i\|^2$ non simplifiées.
- (8b) Confusion très fréquente entre égalité et inclusion. Nous rappelons qu'il n'est pas possible de démontrer une propriété du cours en invoquant celle-ci.
- (8c) La partie difficile où $r + 1 \leq i \leq k$ n'a quasiment jamais été résolue.
- (8d) Question difficile quasiment jamais abordée.

PROBLÈME B.

- (9) Si la plupart des candidates et candidats connaissent la définition des variables de Bernoulli, beaucoup ont du mal à les manipuler convenablement.

Nous rappelons qu'il faut toujours donner les réponses finales en termes des paramètres de l'énoncé, et non en fonction de paramètres introduits. Il convient également de conclure avec une forme simplifiée.

Enfin, bien que certaines réponses puissent être indépendantes des paramètres de l'énoncé, il convient de se questionner lorsqu'aucune de nos réponses n'en dépend.

(10) Nous avons été surpris de constater que cette question, plus dure que la précédente, a pourtant été mieux réussie.

(11)(11a) Il fallait simplifier au mieux la formule.

(11b) Question assez discriminante, où il s'agissait de se ramener à la probabilité qu'une variable aléatoire binomiale de paramètres $(n - 1, 1/n)$ vaille 1.

(12)(12a) Il s'agissait d'utiliser la linéarité de l'espérance. Quelques très rares copies ont réussi un calcul direct, au prix d'efforts assez conséquents.

(12b) Question réussie lorsque les questions précédentes ont été traitées.

(13)(13a) Question assez bien réussie. Il convient, ici encore, de simplifier des résultats comme par exemple $(1)^n$ ou $\left(1 - \frac{1}{n} - \frac{1}{n}\right)^n$.

(13b)

(13c) Bien réussies lorsqu'abordées.

(13d)

(14)(14a) La croissance de F_Z a souvent été omise.

(14b)

(14c) Bien réussies lorsqu'abordées.

(15) Le calcul d'une probabilité conditionnelle pose de nombreuses difficultés. Des résultats strictement supérieurs à 1 ont été régulièrement observés.

(16)(16a) Question assez peu réussie. Dans le calcul de $P(M_n \leq x)$ il s'agissait de distinguer les deux cas $x \leq 1/n$ et $x > 1/n$.

(16b) On pouvait observer que $M_n \geq Z_1$. Quelques copies ont réussi la question en déterminant une densité de M_n .

(16c)

(16d) Questions peu abordées.

PROBLÈME C.

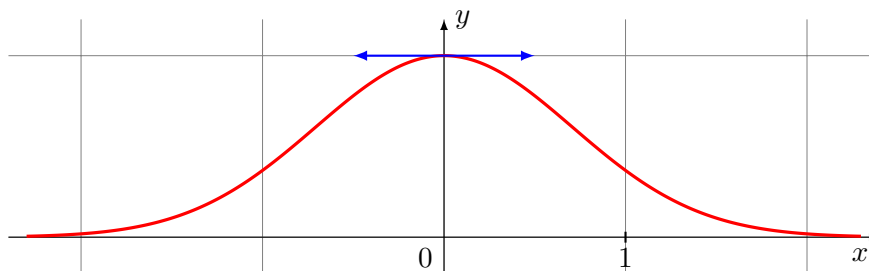
(17a)

(17)(17b) Bien réussies.

(17c)

(17d) Cette question a causé de nombreuses difficultés. Il convient, ici encore, de simplifier des résultats comme par exemple $\frac{\sqrt{8}}{4}$ ou $\frac{\sqrt{32}}{8}$.

(17e) Bien réussie, à l'exception de la tangente en $t = 0$. Le résultat attendu devait ressembler à ceci :



(18)(18a) Bien réussie.

(18b) Les copies notant la symétrie $\mathbf{R}^*$ ont été rares. Le changement de variable permettant de conclure a souvent été confondu avec une « propriété de l'intégrale ».

(19)(19a) Il convenait de bien expliquer les intégrations du type $\int_x^{2x} e^{-x^2} dt$, par exemple en écrivant $e^{-x^2} [t]_x^{2x}$ ou $(2x - x)e^{-x^2}$.

(19b) Bien réussies dans l'ensemble, sauf dans les copies intégrant $t \mapsto e^{-t^2}$, par exemple en $t \mapsto \frac{e^{-t^2}}{2t}$.

(19d) Peu réussie. La valeur de l'intégrale généralisée $\int_0^\infty e^{-x^2} dx$ est rarement connue.

(20)(20a) Le plus simple était de dériver l'égalité $xf(x) = H(2x) - H(x)$. La dérivée de la fonction $x \mapsto H(2x)$ a souvent été $x \mapsto h(2x)$.

(20b) Peu réussie.

(21)(21a) Le développement limité en 0 de la fonction exponentielle n'est pas toujours connu. De nombreux DL à l'ordre 12 ont été donnés.

(21b) Question très rarement réussie. Les raisonnements à base de manipulation d' ε sont peu maîtrisés.

(21c) Peu traitées mais quelques copies ont bien résolu ces questions.

(21d)

(22) Le théorème de la bijection ou des valeurs intermédiaires a généralement été appliqué à une mauvaise fonction.

(23) Question régulièrement abordée, même lorsque la question (18b), plus simple, ne l'a pas été.