

# Épreuve de mathématiques pratiques et informatique

## Rapport du jury – Session 2025



### 1 Modalités de l'épreuve

L'oral de mathématiques pratiques et informatique se déroule en deux étapes : une première étape de préparation et une deuxième étape de passage devant un examinateur ou une examinatrice.

La préparation dure 40 minutes, pendant lesquelles les candidats prennent connaissance de la question de cours et d'un exercice. La question de cours et l'exercice n'ont aucun lien entre eux. Le jury invite les candidats à ne pas passer trop de temps sur la question de cours lors de la préparation. L'exercice est composé de plusieurs questions autour d'un même thème, mais pouvant faire appel à différents domaines des mathématiques. L'outil informatique sera utilisé dans certaines questions afin d'illustrer les thèmes abordés ou de conjecturer des résultats. Un ordinateur est donc mis à disposition de chaque candidat pendant sa préparation ainsi qu'une clé USB sur laquelle il ou elle enregistre ses programmes. Un formulaire Python est également disponible et les candidats peuvent s'y référer autant qu'ils le souhaitent, pendant leur préparation comme pendant le passage devant l'examinatrice ou examinateur.

L'oral dure également 40 minutes. Il se divise en trois étapes distinctes : la restitution de la question de cours, l'exposé et un échange sur l'exercice préparé et, enfin, un dernier exercice non préparé d'informatique.

La restitution de la question de cours ne dure pas plus de 2 minutes. Il peut être demandé aux candidats de préciser leur réponse, mais aucune indication sur l'exactitude des propos n'est fournie. **Aucune justification ou démonstration** des résultats liés à la question de cours n'est attendue.

Ensuite, pendant 28 minutes environ, le candidat ou la candidate expose ses résolutions ou ses pistes de résolution des questions de l'exercice préparé. Cet exposé est l'occasion d'un échange avec l'examinateur ou examinatrice, qui peut demander de préciser les énoncés utilisés, de fournir les étapes d'une démonstration d'un théorème ou d'une proposition, et peut aussi fournir des indications pour discuter des questions non résolues, voire non abordées pendant la préparation.

Les dix dernières minutes de l'oral sont consacrées à un exercice d'informatique dont l'énoncé, composé de deux questions, est fourni au candidat. Il est possible, si le temps le permet, de proposer une question supplémentaire au candidat.

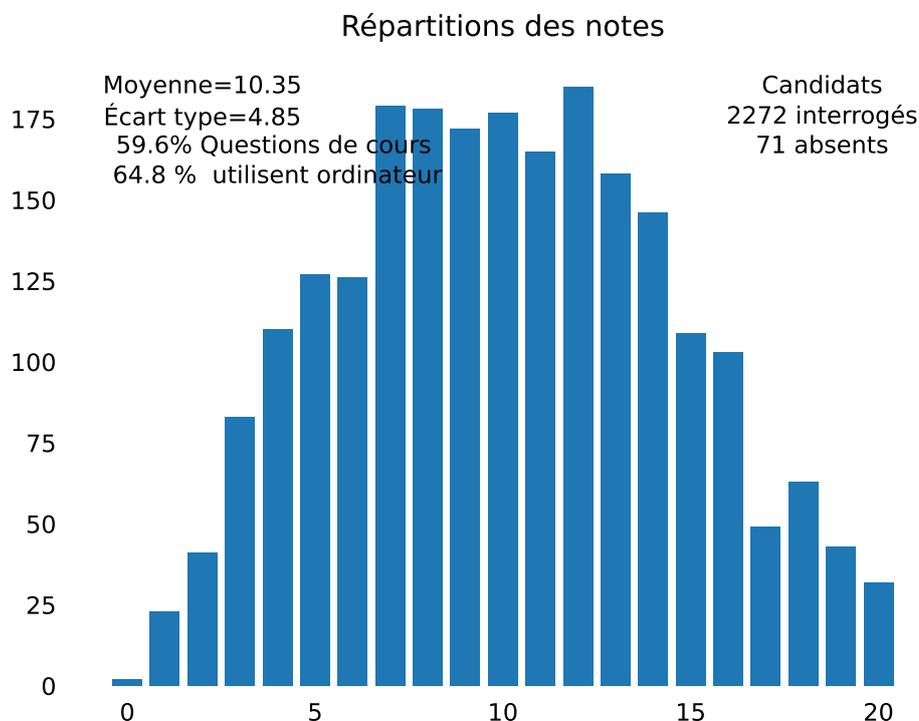
Les candidats n'ont pas à se soucier de la durée de chaque étape de l'oral : l'examinateur ou examinatrice s'en charge. Ainsi, il sera demandé à tout candidat venant avec un chronomètre de ranger ce dernier.

Pendant l'oral, le candidat est libre d'utiliser l'ordinateur mis à sa disposition ou d'écrire au tableau son ou ses programme(s) informatique(s).

Dans un souci d'équité, les candidats convoqués sur une même demi-journée sont interrogés sur les mêmes sujets. Les horaires de convocation prennent en compte cette contrainte et certains candidats sont ainsi invités à patienter dans une salle prévue à cet effet sans pouvoir communiquer avec l'extérieur, mais avec la possibilité de lire, de réviser et d'échanger entre eux sans bruit par respect des autres candidats.

Les sujets sont écrits dans le respect du programme officiel et en essayant, autant que possible, d'aborder les différents grands thèmes du programme : algèbre, analyse, probabilités, algorithmique.

## 2 Éléments statistiques



## 3 L'oral

### 3.1 Remarques générales

- Comme les années précédentes, nous avons encore une fois fortement apprécié que les candidats soient bien préparés à l'épreuve. Les candidats connaissent bien le format de l'épreuve. Nous tenons une nouvelle fois à remercier les enseignants de BCPST, qui tiennent vraisemblablement compte des remarques issues des rapports précédents dans la préparation de leurs étudiants. Nous regrettons cependant encore que quelques candidats semblent davantage préoccupés par la restitution du sujet auprès de leur enseignant que par leur oral, ce qui donne lieu à des prestations ratées.
- Une très grande hétérogénéité est observée : quelques candidats maîtrisent parfaitement les éléments du programme et sont clairement très à l'aise avec les notions abordées dans les sujets traités quand d'autres candidats dans une proportion de plus en plus importante sont en grande difficulté. Ces derniers ne maîtrisent que très peu le cours, ne sont pas à l'aise avec les notions de base en mathématiques, ni le raisonnement logique. Une partie de plus en plus importante de candidats présente une récitation d'exercices ou de parties d'exercices rencontrés et préparés pendant les années de préparation. Nous rappelons que le but de l'oral n'est pas de restituer un apprentissage par cœur, mais de produire des raisonnements logiques. Nous invitons les futurs candidats à bien décortiquer chaque raisonnement en faisant le lien avec les éléments du cours utiles. Il est par exemple étrange de savoir appliquer la formule des probabilités totales dans le cas d'un système

complet d'événements infini, mais d'être dans l'incapacité la plus complète d'énoncer cette formule dans le cas général.

- En général les méthodes classiques et les raisonnements fréquemment rencontrés au cours des deux années de préparation, que ce soit en algèbre, en analyse ou en probabilités, semblent bien assimilés par la majorité des candidats. À nouveau, nous remarquons que la présentation de certaines résolutions classiques ressemble un peu trop à une succession d'affirmations sans aucune compréhension des enchaînements logiques ou sans aucune référence aux énoncés du cours. Cette méthode de travail, consistant à apprendre par cœur des démonstrations ou des corrections d'exercices est à bannir complètement pendant la préparation aux concours. Les candidats sont invités à reprendre les exercices et entraînements effectués pendant leur préparation, à en comprendre les étapes et les différents raisonnements, à déterminer les énoncés utilisés et à vérifier clairement les hypothèses, mais pas à les apprendre par cœur !
- Les examinateurs ne peuvent que conseiller aux candidats de prendre leur temps : celui d'analyser le sujet proposé, celui d'écouter les indications données, celui de s'assurer d'avoir bien compris la question posée, celui de structurer sa réponse, son raisonnement ou encore l'algorithme proposé. Bien-sûr un mutisme n'est pas souhaitable, et indiquer sa démarche ou ses idées est préconisé, mais enchaîner des mots savants ou tous les termes mathématiques venant en tête sans forcément de lien avec ce qui est attendu ne produira qu'un mauvais effet.
- Comme indiqué depuis quelques années, les calculs représentent de plus en plus un obstacle. Nous avons rencontré des erreurs sur des calculs simples, comme  $9 + 16$  qui a pu être égal à 24 ou 23, sur les sommes ou produits de fractions, comme  $\frac{3}{5} \times \frac{2}{5} = \frac{6}{10}$  ou  $\frac{5}{5}$  ou encore  $\frac{6}{5}$  ou encore  $\frac{n-1}{\frac{n}{n+1}} = (n-1)(n+1)$  après avoir barré les  $n$ . La manipulation des puissances a également donné lieu à d'importantes erreurs, telles que  $a^i \times b^i = (a+b)^{2i}$  ou  $e^{2\lambda(1-d)} = e^{2\lambda}e^{1-d}$ .

Par ailleurs, les candidats ont tendance à se perdre dans des détails de développement, faute de stratégie de résolution clairement établie. Par exemple, très souvent, développer une expression est moins efficace qu'une factorisation.

De plus, les candidats ne prennent généralement pas le temps d'analyser le résultat à obtenir. Si l'aboutissement d'un calcul est une bonne première étape, le candidat ne peut se contenter de poursuivre l'exercice sans prendre le temps d'analyser le résultat obtenu. Quelques secondes sont en général nécessaires pour cette critique. Les erreurs de calculs sont tout à fait possibles et excusables mais il est souhaitable que le candidat réagisse face à une probabilité négative ou un vecteur propre nul.

- Un échantillon de sujets donnés en 2025 est publié sur le site du jury en complément de ce rapport.
- Les exercices peuvent sembler très et même trop longs : ils le sont. La résolution complète de l'exercice n'est pas un attendu du jury. Ainsi une note maximale peut être obtenue sans avoir traité la totalité de l'exercice. Par contre, nous attendons un raisonnement rigoureux et argumenté, reposant sur des connaissances solides, plutôt qu'une liste de résultats (même justes) donnés trop vite et sans explication convaincante. Si besoin, afin de ne pas perdre de temps dans des explications inutiles, l'examinatrice ou examinateur peut inviter le ou la candidate à accélérer son propos.

### 3.2 Questions de cours

Les questions de cours sont des éléments très classiques du programme et, en général, la formulation du programme officiel est conservée. Une réponse précise et rigoureuse est attendue, les hypothèses doivent apparaître clairement et les liens logiques explicités. Les candidats peuvent soit écrire cet énoncé au tableau, soit l'exposer oralement (attention alors à la précision des propos et du vocabulaire utilisé)

Aucune démonstration ni détail de calculs ne sont attendus ici.

Un temps très court est consacré à cette partie de l'oral, pas plus de 2 minutes.

Le but de cette première partie de l'oral est d'insister sur l'importance d'un apprentissage précis et rigou-

reux des notions abordées pendant toute l'année.

Cependant, ces questions de cours ne sont réussies qu'à 60%, un pourcentage en baisse par rapport aux années précédentes.

Il est à remarquer que les énoncés proposés par les candidats sont de plus en plus flous. L'examinatrice ou examinateur doit trop souvent demander les hypothèses du théorème énoncé. Les quantificateurs sont trop souvent oubliés, puis mis un peu au hasard à la demande de l'examinateur ou de l'examinatrice. Par exemple, beaucoup oublient de préciser qu'un vecteur propre est un vecteur non nul. Pour d'autres, la fonction tangente est définie sur  $]-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}[$ . Certains confondent densité de probabilité et fonction de répartition. Le théorème spectral est trop souvent inconnu, au mieux quelques-uns y voient un moyen de déterminer le spectre, d'autres le confondent avec le théorème du rang. Beaucoup disent ne pas connaître du tout le théorème central limite.

Il est important de distinguer la *définition* des *propriétés* ou des *caractérisations*. Ainsi donner le degré du polynôme nul, n'est pas en donner la définition. Utiliser la contraposée de « Si  $P$  est un polynôme non nul, alors  $P$  admet au plus  $d$  racines où  $d$  est le degré de  $P$  », n'est pas donner la définition du polynôme nul.

Les candidats doivent veiller à préparer avec soin cette première étape de l'oral pendant les deux années de préparation. De nombreuses occasions sont à la disposition des candidats pendant ces deux années pour vérifier l'exactitude de leurs connaissances : en début d'apprentissage quand la notion est abordée, ensuite à travers des exercices ou les interrogations orales ou un retour au cours pour valider l'application de l'énoncé, puis par l'intermédiaire de la reprise des devoirs en temps limité ou pas, le candidat se doit alors de revenir à son cours pour s'assurer que sa connaissance de l'énoncé est correcte.

L'effet n'est pas très positif quand la question de cours, première partie de l'oral, est imprécise, ou non traitée.

### 3.3 Exercice préparé

Le candidat présente les questions de l'exercice préparé dans l'ordre. Il peut bien-sûr en présenter une résolution complète ou seulement des pistes de résolutions ou des idées. C'est à l'examinateur ou examinatrice de rythmer l'oral et ainsi de demander des précisions, des énoncés ou des démonstrations sur une question même si la résolution proposée est correcte, de demander de détailler ou pas un calcul, de demander au candidat quelle méthode de résolution est choisie et éventuellement d'inviter le candidat à en traiter une autre (par exemple une lecture matricielle peut être préférée à un pivot de Gauss pour déterminer le rang d'une matrice). Nous souhaitons également rappeler que c'est l'examinatrice ou examinateur qui évalue l'oral, et que le nombre de questions traitées pendant la préparation ne présage pas de la note obtenue par le ou la candidate. Nous invitons donc les candidats à ne pas annoncer "avoir su parfaitement traiter telle ou telle question" ou au contraire "n'avoir rien su faire". Les questions abordées pendant la préparations peuvent être listées en début d'oral, sans obligation.

Une résolution complète de l'exercice n'est pas un attendu, mais un exposé précis et rigoureux des questions résolues et une présentation des démarches suivies, des recherches faites sur les autres questions sont très appréciés. Ainsi, nous souhaitons mettre en garde les candidats qui auraient tendance à se précipiter pour traiter l'exercice dans son intégralité, une telle précipitation entraînant en général une mauvaise compréhension de l'énoncé et/ou de nombreuses erreurs de calculs.

De nombreux candidats ne prennent pas le temps de lire attentivement l'énoncé, ni d'écouter avec attention les indications données par l'examinateur. Nous conseillons à nouveau aux candidats de lire à plusieurs reprises l'énoncé, de faire des dessins ou schémas, en particulier en probabilités, ou encore de traiter des cas simples. Les candidats peuvent répéter ou écrire au tableau les indications de l'examinateur pour s'assurer de bien les comprendre avant de les utiliser.

- L'algèbre linéaire est la partie d'algèbre sur laquelle les candidats semblent le plus à l'aise. En particulier la recherche de valeurs propres et de vecteurs propres est en général bien assimilée. Mais beaucoup trop agissent par automatisme en résolvant un système parfois compliqué, quand en gé-

néral une lecture matricielle permet de déterminer une ou plusieurs valeurs propres ou quand les valeurs propres sont explicitement données dans l'énoncé. De nombreux candidats ne connaissent pas le lien entre le sous-espace propre et le noyau d'une matrice particulière. Le recours systématique à la détermination du rang de  $M - \lambda I_n$  est souvent inadapté et montre un manque réel de compréhension des objets manipulés.

Le théorème du rang est en général bien connu, même si la définition du rang d'une matrice est inconnue et que le lien entre le rang d'une matrice et la dimension de l'image de la matrice n'est pas établi. Trop de candidats ne voient que les lignes d'une matrice et peinent à faire le lien entre les colonnes d'une matrice, l'image d'une matrice, mais aussi l'endomorphisme associé à une matrice. La diagonalisation d'une matrice peut être demandée sous différentes formes : par exemple, « Montrer ou justifier que  $M$  est diagonalisable » ou « Montrer qu'il existe une matrice  $P$  inversible telle que  $P^{-1}MP$  soit diagonale ». Dans ce dernier cas, l'inverse de  $P$  n'est pas demandé, il ne sert donc à rien de perdre du temps à déterminer cet inverse par le pivot de Gauss. Par contre trop peu connaissent le lien entre la matrice  $P$  et une base de vecteurs propres de  $M$ .

La base canonique de  $\mathbb{R}_2[X]$  est trop souvent inconnue. Peu savent évaluer un polynôme en un point, par exemple « déterminer  $P(1)$  quand  $P = aX^2 + bX + c$  » présente une grande difficulté. La notion de polynômes est en général non assimilée : pour beaucoup, « une famille de polynômes est forcément constituée de polynômes de degrés échelonnés », de même « une famille de polynômes est une base si et seulement si les degrés des polynômes de cette famille sont échelonnés ou deux à deux distincts ».

La définition du produit scalaire est en général bien connue, mais certains ne connaissent pas le produit scalaire canonique de  $\mathbb{R}^n$ . Le lien entre la norme d'un vecteur et le produit scalaire de ce vecteur par lui-même est mal connue. Le fait que le vecteur nul est le seul vecteur orthogonal à tous les vecteurs de l'espace vectoriel n'est pas un résultat explicitement au programme ; il est donc souhaitable de savoir le redémontrer si le ou la candidate souhaite l'utiliser.

Nous avons observé de grosses confusions sur la nature des objets manipulés, en particulier entre des ensembles et des applications : des vecteurs n'appartiennent pas à une application. De même, des confusions entre les vecteurs et leurs coordonnées sont apparues ; par exemple, « si les vecteurs  $a = (a_1, \dots, a_n)$  et  $x = (x_1, \dots, x_n)$  sont orthogonaux alors  $a_1x_1 + \dots + a_nx_n = 0$ , donc  $a_1 = \dots = a_n = 0$  car la famille  $(x_1, \dots, x_n)$  est libre ». Il n'est pas rare de rencontrer ce genre de non sens :  $\text{Ker}(f) = \{\forall x \in \mathbb{R}^n; f(x) \in \mathbb{R}\}$  ou  $F$  est stable par  $f$ , i.e.  $\forall x, y \in E, \forall \lambda \in \mathbb{R}, f(\lambda x + y) \in F$ . Beaucoup confondent la stabilité par combinaison linéaire d'un espace vectoriel avec la linéarité d'une application. Cette confusion pousse certains à vérifier que  $f(0) = 0$  pour montrer qu'une application est linéaire.

- L'analyse semble rester la partie du programme de mathématiques préférée par les candidats. Cependant de nombreuses notions de bases ne sont pas maîtrisées, comme la gestion des inégalités : peut-on additionner des inégalités, les multiplier, les soustraire, les diviser ? Pour obtenir la dérivée de l'inverse d'une fonction, beaucoup utilisent la formule de la dérivée d'un quotient, ce n'est effectivement pas incorrect, mais très long et trop souvent source d'erreurs. Beaucoup trop déterminent les valeurs d'annulation de la dérivée pour donner les variations de la fonction à l'aide du signe de la dérivée dont l'étude n'apparaît pas. « Dresser un tableau de variations complet » est un obstacle très souvent in-surmonté.

Trop de candidats peinent à déterminer une primitive de  $t \mapsto \frac{1}{t} \ln(t)$  ou de  $t \mapsto \frac{1}{t \ln(t)}$ , une intégration par parties n'est pas toujours une méthode efficace pour cette détermination. Par contre, certains pensent qu'une primitive de  $x \mapsto e^{-x^2}$  est  $x \mapsto \frac{e^{-x^2}}{x}$ . Cette erreur classique lors de la préparation ne devrait plus apparaître à l'oral si le candidat avait suffisamment repris avec un esprit critique et avec analyse ses devoirs des années de préparation.

Lors de calculs, beaucoup laissent des expressions se promener sans symbole entre elles, parfois en laissant de côté une partie de l'expression ; il est évident qu'il sera impossible d'obtenir un résultat

correct. D'autres remplacent tous les signes d'égalité « $=$ » par un symbole d'équivalence « $\iff$ ». Les significations de ces symboles ne sont absolument pas les mêmes, il est important d'en faire la distinction et de ne pas les utiliser de manière abusive. La manipulation de parenthèses et les règles de calcul ne sont pas toujours maîtrisées, ainsi  $(k + 1 \times I_n)$  et  $(k + 1) \times I_n$  ne sont pas identiques, de même  $\sum_{k=1}^n u_k - 2$  et  $\sum_{k=1}^n (u_k - 2)$  ne sont pas égales.

Rappelons qu'une fonction  $f$  dérivable sur  $\mathbb{R}^*$  telle que  $f(0) = 0$  peut ne pas être dérivable en 0 et si elle est dérivable en 0 rien ne permet d'affirmer sous ces hypothèses que  $f'(0) = 0$  (pensez à la valeur absolue ou l'identité).

Le théorème des gendarmes ou d'encadrement est un théorème au programme, mais pas toujours connu ni maîtrisé : la conclusion de ce théorème est d'abord l'existence d'une limite puis sa valeur et pas une inégalité vérifiée par la limite. Par contre le théorème d'encadrement pour obtenir un équivalent n'est pas au programme, un candidat l'utilisant devra être capable de le démontrer.

La définition et le théorème de deux suites adjacentes sont trop souvent confondus, voire inconnus.

Si  $S_n = \sum_{k=1}^n u_k$ , alors  $S_{2n}$  est la somme des  $2n$  premiers termes de  $(u_k)_{k \in \mathbb{N}^*}$  et non la somme des  $n$  premiers termes d'indice seulement pair.

Les propriétés de l'intégrale comme la croissance, la linéarité, l'inégalité triangulaire sont trop souvent méconnues. La linéarité est en particulier trop souvent confondue avec la relation de Chasles. La formule d'intégration par parties est très souvent malmenée.

L'étude des suites définies implicitement est à distinguer des suites définies par récurrence. Il est à noter qu'un raisonnement par récurrence ne peut être mis en place qu'une fois une relation de récurrence établie.

- Cette année, les candidats n'ont pas paru très à l'aise sur les probabilités. De manière générale, les candidats ne prennent pas le temps de lire l'énoncé et de bien comprendre l'expérience quand le sujet commence par la description d'une expérience aléatoire. Les exercices de probabilités discrètes en particulier demandent une lecture attentive et plusieurs relectures pour bien comprendre l'énoncé. En particulier, il ne faut pas chercher à reconnaître à tout prix un énoncé déjà rencontré, au risque de passer à côté de beaucoup de questions. Il est conseillé aux candidats de faire des dessins pendant leur préparation pour bien se représenter l'expérience présentée, ou de se demander ce que donnerait l'expérience dans des cas simples (petites valeurs, par exemple pour un nombre de boules, un nombre de tirages...).

En probabilités, tout raccourci de langage peut être source de confusions ; ainsi résumer l'indépendance à « la probabilité de l'intersection est le produit des probabilités » se transforme trop souvent pour justifier l'indépendance de deux variables aléatoires par «  $\mathbb{P}(X \cap Y) = \mathbb{P}(X)\mathbb{P}(Y)$  ». Le candidat ou la candidate est alors bien gêné.e pour définir ce qu'il ou elle entend par  $\mathbb{P}(X)$  ou par  $X \cap Y$ . Nous ne pouvons que conseiller aux candidats d'éviter de tels raccourcis et de toujours bien identifier la nature des objets manipulés.

Nous avons été amenés à constater que la formule de probabilités totales, habituellement bien connue et bien appliquée, est méconnue dans son expression générale mais en général bien appliquée sans savoir quel système complet d'événements est utilisé. Elle est parfois confondue avec la formule des probabilités composées.

Il est très souvent conseillé aux candidats de travailler sur les événements. Il est alors attendu de leur part de ne plus parler de probabilité (donc de supprimer le «  $\mathbb{P}$  » devant l'événement).

Beaucoup de confusions entre densité et fonction de répartition apparaissent et même parfois des confusions entre fonction de répartition et espérance avec l'apparition d'un théorème de transfert un peu étrange. Le théorème de transfert est trop rarement connu et utilisé. Dans le cas d'une variable aléatoire discrète à valeurs entières, les candidats peinent à exprimer  $\mathbb{P}(X \leq n)$  à l'aide des  $\mathbb{P}(X = k)$  ; changer la variable  $n$  en  $k$  quand  $\mathbb{P}(X = n)$  est déterminée et qu'il faut utiliser  $\mathbb{P}(X = k)$  est très difficile.

Les lois usuelles telle que la loi binomiale ou la loi de Poisson sont peu connues.

- En informatique, de plus en plus de candidats écrivent leurs programmes au tableau et ne peuvent donc conjecturer le moindre résultat. Les questions d'informatique doivent être traitées sur l'ordinateur pendant la préparation et le code enregistré sur la clé USB mise à disposition. Écrire du code au brouillon pour le recopier au tableau représente une perte de temps qui ne peut qu'être préjudiciable au candidat.

En général, les candidats se montrent plus à l'aise que les années précédentes avec l'écriture de fonctions, l'utilisation de boucles `for` ou `while`, ou encore la programmation d'une valeur approchée d'une espérance. Cependant les simulations de variables aléatoires sont rarement bien effectuées.

La méthode avec les sommes de Riemann pour déterminer une valeur approchée d'une intégrale est connue.

La méthode de dichotomie n'est pas bien comprise et donc assez mal maîtrisée.

Les commandes `random` et `randint` sont trop souvent confondues.

### 3.4 Exercice non préparé

Cet exercice est le plus souvent un exercice d'algorithmique. La première question est une question assez proche du cours et ne demande pas d'appréhender de nouvelles notions. Il est demandé au candidat de ne lire que cette première question et d'y répondre avant d'aborder la deuxième question.

Le candidat ou la candidate choisit s'il expose son programme au tableau ou si il ou elle utilise l'ordinateur. Notons que lors de cette session, 64,8% des candidats ont choisi l'ordinateur. L'utilisation de l'ordinateur peut donner l'impression de plus facilement exécuter et tester le programme. Cependant il est possible de faire une vérification des programmes (qui ne comportent que quelques lignes) au tableau. Que le candidat choisisse l'ordinateur ou le tableau, il lui est souvent demandé quels tests simples pourraient être faits pour vérifier l'exécution du programme, puis éventuellement de vérifier son programme sur des exemples qui en éprouvent les limites. **Les candidats utilisent peu les listes en compréhension.**

En très grande majorité, la première question est bien traitée et ne pose pas de difficulté.

**Nous pouvons cependant remarquer que les chaînes de caractères sont souvent mal connues des candidats et qu'ils hésitent à les manipuler. Par exemple certains tentent ce type de fonctions `def f("motif")` ou la commande `chaine.append(truc)`. Les questions suivantes « Est-ce que je peux utiliser `len` pour une chaîne de caractères ? » ou « Comment prendre le caractère d'indice `k` d'une chaîne ? » ou « Peut-on utiliser `for car in chaine` au lieu de `for k in range` ? » indiquent bien un manque de manipulation des chaînes de caractères.**

Nous avons souvent rencontré l'erreur classique consistant, pour trouver le maximum d'une liste, à initialiser une variable `max` avec le premier terme sans la mettre à jour ensuite dans la boucle `for`. Sa répétition indique que les candidats n'ont pas suffisamment repris leur travaux des années de préparation avec un regard critique.

Rappelons que l'absence de messages d'erreurs lors de l'exécution d'un programme ne signifie pas que le programme est correct et encore moins qu'il répond à la question posée dans l'énoncé. Trop souvent les candidats ne prennent pas en compte les messages d'erreurs ; pourtant à la lecture de ces derniers, ils pourraient assez facilement dans la majorité des cas corriger eux-mêmes leurs programmes.

**Certains candidats découvrent l'utilisation de listes de listes ou de matrices.**

## 4 Formulaire Python

Le formulaire suivant est mis à la disposition des candidats dans la salle de préparation et dans la salle d'oral. Cette liste n'est bien entendu qu'indicative, et les candidats sont libres d'utiliser d'autres modules ou fonctions de leur choix s'ils les connaissent.

Nous attirons l'attention des candidats sur la fonction `randint`, dont le comportement n'est pas exactement le même selon qu'elle est appelée à l'aide de la bibliothèque `random`, ou de `numpy.random`.

# PYTHON

## AGRO-VETO

### 2025

#### Listes

```

[] ----- Créer une liste vide
[a]*n ----- Créer une liste avec n fois l'élément a
L.append(a) Ajoute l'élément a à la fin de la liste L
L1 + L2 ---- Concatène les deux listes L1 et L2
len(L) ----- Renvoie le nombre d'éléments de la liste L

L.pop(k) --- Renvoie l'élément d'indice k de la liste L et l'enlève de L
L.remove(a) Enlève une fois la valeur a de la liste L
max(L) ----- Renvoie le plus grand élément de la liste L
min(L) ----- Renvoie le plus petit élément de la liste L
sum(L) ----- Renvoie la somme de tous les éléments de la liste L

```

#### Numpy

`import numpy as np`

```

np.array() ----- Transforme une liste en matrice numpy
np.linspace(a, b, n) Créé une matrice ligne de n valeurs
uniformément réparties entre a et b (inclus)
np.zeros([n, m]) -- Créé la matrice nulle de taille n x m
np.eye(n) ----- Créé la matrice identité de taille n
np.diag(L) ----- Créé la matrice diagonale dont les termes
diagonaux sont les éléments de la liste L
np.transpose(M) -- Renvoie la transposée de M
np.dot(M, P) ----- Renvoie le produit matriciel MP
np.sum(M) ----- Renvoie la somme de tous les éléments de M
np.prod(M) ----- Renvoie le produit de tous les éléments de M
np.max(M) ----- Renvoie le plus grand élément de M
np.min(M) ----- Renvoie le plus petit élément de M
np.shape(M) ----- Renvoie dans un couple le format de la matrice M
np.size(M) ----- Renvoie le nombre d'éléments de M
np.arange(a, b, eps) Renvoie la liste des flottants de a à b de pas constant eps

```

#### Logique

```

a == b ----- Teste l'égalité « a = b »
a != b ----- Teste « a ≠ b »
a < b ----- Teste « a < b »
a <= b ----- Teste « a ≤ b »
a > b ----- Teste « a > b »
a >= b ----- Teste « a ≥ b »
not A ----- Renvoie la négation de A
A and B ----- Renvoie « A et B »
A or B ----- Renvoie « A ou B »
True ----- Constante booléenne « Vrai »
False ----- Constante booléenne « Faux »

```

#### Matplotlib.pyplot

```

plt.plot(X, Y, 'r') ----- Génère la courbe des points définis par les listes X et Y (abscisses et ordonnées) avec les options :
• symbole : '.' point, 'o' rond, 'h' hexagone, '+' plus, 'x' croix, '*' étoile, ...
• ligne : '-' trait plein, '--' pointillé, '-.' alterné, ...
• couleur : 'b' bleu, 'r' rouge, 'g' vert, 'c' cyan, 'm' magenta, 'k' noir, ...

import matplotlib.pyplot as plt
plt.bar(X, Y) ----- Génère l'histogramme des points définis par les listes X et Y (abscisses et ordonnées)
plt.axis('equal') ----- Rend le repère orthornormé
plt.xlim(xmin, xmax) ----- Fixe les bornes de l'axe des abscisses
plt.ylim(ymin, ymax) ----- Fixe les bornes de l'axe des ordonnées
plt.show() ----- Affiche le graphique

```

#### Numpy.linalg

`import numpy.linalg as la`

```

la.inv(M) ----- Renvoie l'inverse de la matrice M si elle est inversible
la.eigvals(M) --- Renvoie la liste des valeurs propres de M
la.eig(M) ----- Renvoie un couple L, P où L est la liste des valeurs
propres de M et P la matrice de passage associée
la.matrix_rank(M) Renvoie le rang de M

```

#### Random

`import random as rd`

```

rd.random() --- Simule une réalisation d'une variable  $X \rightarrow \mathcal{U}(0, 1)$ 
rd.randint(a, b) Simule une réalisation d'une variable  $X \rightarrow \mathcal{U}([a, b])$ 
rd.gauss(0, 1) - Simule une réalisation d'une variable  $X \rightarrow \mathcal{N}(0, 1)$ 
rd.choice(L) -- Choisit aléatoirement un élément de la liste L

```

#### Math

`import math as m`

```

m.atan(x) ----- Renvoie arctan(x)
m.sqrt(x) Renvoie  $\sqrt{x}$  si  $x \geq 0$ 
m.floor(x) --- Renvoie  $\lfloor x \rfloor$ 
m.log(x) Renvoie  $\ln(x)$  si  $x > 0$ 
m.factorial(n) Renvoie  $n!$  si  $n \in \mathbb{N}$ 
m.exp(x) Renvoie  $e^x$ 

```

Cette liste est non exhaustive. Les candidats sont libres d'utiliser les commandes de leur choix.