

# Épreuve EML 2019 Voie E

## Rapport de correction

### 1 Remarques générales

Le sujet 2019 de la voie Économique était composé, sur le même modèle que les années précédentes, de trois exercices indépendants, balayant une large partie du programme officiel ECE. Les questions se veulent de difficulté progressive dans chacun des trois exercices, visant à évaluer les compétences des candidats dans les points suivants : en priorité elles vérifient la bonne connaissance du cours, ce qui permet à des candidats sérieux mais de niveau modeste une note loin d'être déshonorante ; elles évaluent ensuite les capacités des candidats à former des raisonnements rigoureux et argumentés, reposant sur des connaissances solides, sur des questions soit de type « classiques », soit plus délicates demandant alors un certain recul vis à vis des notions du programme.

Il n'était pas indispensable d'avoir traité la totalité du sujet pour obtenir une excellente note. Le sujet étant long, il est toujours préférable de mener un raisonnement rigoureux et complet sur seulement une moitié du sujet, plutôt que de donner tous les résultats (même justes) sur de nombreuses questions de manière trop rapide et sans explication réelle ; un tel raisonnement ne fournissant alors en général que peu de points au barème.

Sur la majorité des questions, le barème permet d'évaluer les compétences des candidats sur trois points :

- ★ en premier lieu, comprendre la problématique mise en jeu dans la question, à savoir bien lire la question demandée pour percevoir ce que l'on peut attendre d'eux à ce moment précis du sujet, problématiser correctement l'intitulé de la question et utiliser alors à bon escient celles qui précèdent ;
- ★ en second lieu, connaître et maîtriser les définitions et théorèmes du programme des deux années ECE, en donnant le cas échéant les hypothèses nécessaires ou suffisantes à leur application, dans le respect strict du cadre fixé par le programme officiel ;
- ★ une dernière part des questions se veut calculatoire, permettant aux candidats ayant du mal à mener des raisonnements abstraits, de pouvoir a minima mettre en application les techniques et formules vues en classe, par exemple dans les questions d'analyse.

L'épreuve contient enfin chaque année au moins une question d'informatique en langage Scilab correspondant au programme officiel ECE, avec un souci d'évaluer les compétences des candidats dans ce domaine sur des questions de type varié, d'un exercice à l'autre, d'une année à la suivante. Les questions d'informatique peuvent essentiellement être de trois formats : soit un programme complet ou non à achever et/ou interpréter (question **Ex3.C.9.** cette année), soit un script à écrire entièrement (question **Ex3.C.11.e.** cette année), soit une utilisation de sorties graphiques pour permettre de conjecturer un résultat vérifié ensuite dans le sujet (format absent cette année). Les questions d'informatique sont en général évaluées avec une large bienveillance et représentent une part non négligeable du barème total, nous ne pouvons donc qu'encourager les futurs candidats à aborder davantage ces questions qui sont dès lors bien mieux rémunérées que d'autres questions plus difficiles du sujet.

Il est attendu des candidats une certaine honnêteté intellectuelle dans leur copie. On voit encore un trop grand nombre de copies qui tentent de maquiller certains calculs erronés pour parvenir aux résultats attendus, ou prennent des libertés trop larges sur les hypothèses des théorèmes d'application du cours. Il peut donc être utile de rappeler que de tels comportements dans les copies sont en général très mal perçus par les correcteurs, notamment sur les premières pages de la copie. En effet, ceci provoque dès lors un manque de confiance du correcteur vis à vis du candidat, ce qui mettra en doute ensuite la plupart des questions suivantes. Il est donc toujours préférable pour un candidat de mener ses calculs, et s'il voit une incohérence avec le sujet et qu'il ne trouve pas son erreur, a minima de signaler sur sa copie qu'il repère une disparité entre sa réponse et celle attendue, et qu'il admet le résultat pour continuer la suite ou qu'il pense repérer une erreur dans l'énoncé et continue alors dans ce sens. De même, les candidats qui se contentent d'énoncer les résultats sans les justifier n'obtiennent que peu de points.

Enfin, les correcteurs s'attachent à toujours valoriser les copies qui sont bien présentées plutôt que celles qui relèvent d'un effort trop minimaliste pour mettre en valeur leurs réponses. La numérotation des questions abordées doit être clairement indiquée, et dans la mesure du possible les correcteurs apprécient que les résultats soient clairement visibles dans la copie, par exemple en les soulignant ou les encadrant (à la règle!), ou grâce à des couleurs. Les candidats ne faisant pas d'effort de bonne présentation ou de bonne écriture ont de grandes chances de ne pas se voir attribuer de points sur certaines questions par le correcteur, tout simplement car la copie est illisible donc les arguments ne sont pas jugés présents sur la copie, ou bien car en cas de doute sur une réponse (argument partiel ou manquant) le correcteur choisira alors toujours la version pénalisante pour dévaloriser la copie face aux autres qui font l'effort d'une bonne rédaction et d'une belle présentation. Nous ne pouvons donc qu'encourager les futurs candidats à soigner cet aspect de leur copie.

Signalons enfin que, depuis cette session 2019, la correction des copies est dématérialisée, les copies des candidats sont donc intégralement scannées avant d'être corrigées; il est important de souligner que certains candidats qui utilisent des encres bleues très claires ou des stylos dont l'encre est baveuse ont parfois leur écriture qui devient très diluée voire illisible après le scan. Il faut donc préférer des stylos fins ayant une encre foncée, et ne conserver les autres couleurs uniquement pour la mise en page et la mise en valeur des résultats.

## 2 Éléments statistiques

Sur l'épreuve de la voie Économique 2019 (toutes écoles inscrites confondues), 4015 candidats ont composé, et ont obtenu une moyenne générale de 11,04 sur 20, avec un écart-type de 5,03.

L'écart-type très haut témoigne d'une grande hétérogénéité dans les copies corrigées. Alors que certains candidats traitent pratiquement l'intégralité du sujet avec une maîtrise avancée des notions du programme, d'autres montrent des difficultés dès les toutes premières questions obtenant alors des notes très faibles, en grande partie à cause d'un travail insuffisant lors des deux années de classe préparatoire sur l'apprentissage du cours.

Les copies étaient corrigées cette année avec un barème portant sur 120 points, chaque question ayant un nombre de points entier compris entre 1 et 4, les trois exercices étant de poids relativement égal (à part l'exercice 1 de longueur plus courte). Les notes des candidats sont alors obtenues en multipliant cette note brute sur 120 par un coefficient et en majorant à 20, les notes étant ensuite harmonisées au niveau national entre les correcteurs. On pouvait obtenir 20 à l'épreuve 2019 en atteignant environ trois cinquièmes des points du barème. NB : Ces éléments statistiques étaient de rigueur en 2019 mais ne préjugent en aucune manière des consignes de correction pour les années à venir, le barème dépendant chaque année de la longueur du sujet et de la difficulté des questions; de même, la proportion du sujet à traiter pour obtenir

la note maximale est très variable d'une année à l'autre.

Outre les questions difficiles présentes en fin des parties de l'exercice 2, un candidat sérieux et rigoureux traitant correctement et entièrement une partie du sujet pouvait donc espérer avoir une note tout à fait honorable. Il ne faut donc pas hésiter pour les candidats les plus faibles à essayer de repérer les questions plus faciles du sujet (qui ne sont pas uniquement les premières de chaque problème) afin de gagner des points aisément.

À l'inverse, même si un survol rapide du sujet et un « grapillage de points » peuvent être partiellement payants, les candidats auront toujours plus de points en se focalisant sur une partie entière d'un problème. En effet, les questions qui relèvent de la bonne compréhension de l'enchaînement des questions sont en général valorisées, et permettent à des candidats de niveau modeste de pouvoir montrer qu'ils savent manier des raisonnements déductifs, et ils peuvent alors plus facilement se démarquer des candidats dont le niveau est plus faible.

Cette année encore, certains candidats n'abordent parfois que deux exercices seulement, laissant croire qu'ils ont effectué des impasses lors de leurs révisions. Le sujet était voulu spécifiquement moins long que les années précédentes, de manière à ce que, tout en essayant d'aborder une large majorité du programme, cela ne permette pas à certains candidats d'obtenir une note maximale et simultanément de faire fi d'une part non négligeable du programme, notamment l'algèbre linéaire. Cette volonté restera essentielle aux concepteurs des années futures, afin d'encourager les candidats à travailler tous les points du programme sans exception.

### 3 Épreuve 2019

Le sujet était composé de trois exercices indépendants et plutôt « classiques », dans le sens où les candidats sont supposés avoir pour la plupart déjà travaillé durant leurs deux années de classe préparatoire le même type de raisonnements présents dans le sujet, en traitant des problèmes proches parmi les annales ou en s'entraînant sur des exercices d'applications du cours mettant en jeu des techniques et méthodes similaires. L'équipe de conception s'attache chaque année à ce que le sujet réponde à ce cahier des charges, de manière à ce que le sujet soit conforme au programme, progressif, de manière à valoriser les candidats ayant effectué un travail régulier et sérieux en CPGE.

L'exercice 1 abordait un minimum de variables aléatoires indépendantes à densité, thème incontournable de deuxième année.

Cet exercice, bien guidé, permettait d'évaluer les candidats sur les convergences d'intégrales généralisées, le cours sur les lois exponentielles, et les méthodes classiques vues en classe pour étudier le minimum de variables aléatoires indépendantes. Plutôt court dans sa résolution, il a été abordé par quasiment tous les candidats qui, sans nécessairement le traiter en intégralité, ont su récupérer des points sur les notions classiques mises en œuvre.

L'exercice 2 étudiait sur trois exemples différents des matrices qui étaient semblables à leur matrice inverse. Il permettait de balayer un large éventail de techniques usuelles en algèbre linéaire du programme ECE : calcul matriciel, représentation matricielle d'un endomorphisme, diagonalisation.

Tous les candidats ont abordé cet exercice, en évitant souvent les questions concernant les matrices semblables, peut-être un peu moins naturelles et ne percevant alors pas la démarche à suivre. Cela pourra donner un bon sujet de révisions pour les futurs candidats pour affiner leur compréhension de la relation de similitude. Le sujet était volontairement peu calculatoire, préférant vérifier les aptitudes des candidats sur les raisonnements algébristes plutôt que les calculs matriciels. Peu bloquant, il a contribué à ce que

certaines copies obtiennent de nombreux points.

Enfin, l'exercice 3 abordait de nombreuses notions d'analyse de première et deuxième années : études de fonctions, suites et séries, fonctions de deux variables, intégration sur un segment.

À l'exception de la fin de la partie A qui a pu poser problème, le reste de l'exercice a été globalement bien abordé par une majorité des candidats. Sans grande difficulté, l'exercice découpé en plusieurs parties indépendantes permettait aux candidats de niveau plus modeste d'aborder de nombreux points différents. En particulier, les questions d'informatique ont été abordées par un grand nombre de candidats, preuve que les enseignants encouragent vivement leurs étudiants à travailler l'algorithmique pendant les révisions.

Les candidats ont abordé généralement les trois exercices dans un ordre de leur choix, en abordant souvent l'exercice 1 ou 2 en premier, rarement le troisième. Les correcteurs ont estimé qu'il s'agissait d'un excellent sujet, de difficulté modérée et parcourant une large partie du programme. Le sujet était moins long que les années précédentes, ce qui a permis d'éviter que de trop nombreux candidats fassent des impasses sur un tiers du programme, cela s'est en tout cas moins ressenti que les années précédentes. Le sujet était bien adapté au niveau des candidats et conforme au cadre strict défini par le programme et son esprit. Ce sujet a donc atteint ses objectifs en terme de progressivité, ce qui a permis de classer les candidats de manière tout à fait satisfaisante, comme le montre l'écart-type supérieur à 5. Les questions proches du cours ont permis aux copies modestes de mettre en valeur leur travail d'apprentissage, les questions plus fines ou de synthèse ont permis aux meilleurs candidats de se démarquer et d'obtenir d'excellentes notes.

## 4 Analyse en détail du Sujet

### Analyse de l'exercice 1

1. **a.** Cette question a été bien traitée par les candidats qui l'abordaient. Il fallait impérativement donner les deux arguments pour  $0 \leq F_U \leq 1$  et  $0 \leq f_V$  pour obtenir l'intégralité des points.
- b.** Même si la majorité des candidats a compris qu'il fallait utiliser un critère de comparaison avec la question précédente, cela a été difficilement mis en œuvre dans les copies. Dans la plupart des cas, les candidats intègrent l'inégalité précédente directement sur  $[0, +\infty[$ , puis évoquent les convergences des intégrales.

Rappelons que le critère de comparaison s'applique aux fonctions positives, et non aux intégrales de ces fonctions. Cette technique qui nous semble fondamentale devrait être acquise par tout candidat à l'issue des deux années de classe préparatoire.

2. Étonnamment, cette question qui ne demandait comme réelle connaissance uniquement le fait que  $\int_{-\infty}^{+\infty} f_V(t)dt = 1$ , a été parfois admise par les candidats, tant ils ne voyaient pas de méthode adaptée. Le résultat étant admis, la question n'était cependant pas bloquante.
3. **a.** Cette question de cours a été globalement bien traitée par les candidats.
- b.** Même si les candidats ont bien substitué les expressions de la question **3.a.** dans celle de la question **2.**, les candidats ont souvent affirmé sans aucune justification que  $\int_0^{+\infty} e^{-(\lambda+\mu)t} dt = \frac{1}{\lambda + \mu}$  pour obtenir le résultat de l'énoncé. On attendait soit un calcul propre et bien rédigé de l'intégrale (sans confusion entre intégrale partielle et intégrale généralisée), soit un appel à une densité de loi exponentielle de paramètre  $\lambda + \mu$ .

Les candidats qui obtiennent miraculeusement le bon résultat alors même que les expressions de **3.a.** sont fausses, sont lourdement sanctionnés. L'honnêteté est toujours préférée par les

correcteurs, et en cas d'erreur de calcul manifeste, un correcteur préférera toujours une phrase du candidat signalant qu'il constate une erreur, plutôt qu'un maquillage partiel et souvent inefficace de ses raisonnements erronés.

4. **a.** Cette question classique a été globalement bien réussie par les candidats, preuve qu'ils savent bien reproduire les méthodes vues en classe pendant l'année. Pour obtenir l'intégralité des points, il était nécessaire de bien écrire l'événement  $[M_n > t]$  comme une intersection, et de mentionner l'indépendance des événements pour multiplier les probabilités.
- b.** La principale erreur constatée dans cette question était d'aller un peu trop vite et de donner la fonction de répartition sur  $\mathbb{R}^+$  uniquement, alors même que le sujet demandait explicitement l'expression complète.  
En particulier, les candidats qui reconnaissent une loi exponentielle uniquement avec l'expression sur  $\mathbb{R}^+$  ne pouvaient obtenir tous les points.  
Enfin, le paramètre de la loi exponentielle était parfois hasardeux, on a vu  $-n\lambda$ ,  $n\lambda t$ , etc.
5. **a.** On se contentait d'une explication rapide pour la première égalité, l'égalité des événements étant immédiate. Cependant, alors même qu'on attendait une application de la question **3.b.**, on a souvent lu dans les copies apparaître une situation d'équiprobabilité pour conclure, ce qui aurait nécessité de savoir que  $[T_1 = T_0]$  était de probabilité nulle, résultat non accessible avec le programme en ECE.
- b.** Cette question comportait une imprécision de l'énoncé, puisqu'il aurait fallu en toute rigueur écrire que :

$$\forall n \in \mathbb{N}^*, \quad [N > n] \cup [N = 0] = [M_n > T_0].$$

Cette subtilité n'a pas été relevée par les candidats qui n'ont donc pas été déstabilisés par ce manque de précision. On attendait alors des candidats qu'ils expliquent brièvement au moins l'inclusion  $[N > n] \subset [M_n > T_0]$ , puis qu'ils calculent la probabilité correspondante en admettant l'égalité demandée par l'énoncé.

- c.** Cette question a été souvent mal traitée. Les candidats se souviennent vaguement d'une relation qui exprime  $\mathbb{P}([N = n])$  comme différence, mais se perdent dans leur méthode. Il est toujours dommage qu'avec une relation fautive, certains candidats parviennent au résultat escompté miraculeusement.
  - d.** On a vu souvent apparaître que  $\mathbb{P}([N = 0]) = 1 - \mathbb{P}([N = 1]) - \mathbb{P}([N = n])$ .
6. La définition de l'espérance est globalement bien connue. Les candidats ne voyaient cependant pas forcément comment achever leur raisonnement avec les raisonnements des questions précédentes.

## Analyse de l'exercice 2

1. On attend des candidats qu'ils mentionnent explicitement le caractère triangulaire de la matrice pour donner les valeurs propres (ou alors qu'ils reviennent à l'étude de l'inversibilité de  $A - \lambda I_3$ ); ceux qui mentionnent le spectre sans aucune justification n'obtiennent pas de points.  
On a souvent lu qu'une matrice triangulaire était alors nécessairement inversible ou diagonalisable. Surtout dans une première question d'exercice, on attend des candidats qu'ils soient précis dans leur justification et leurs raisonnements.
2. Les calculs étaient assez faciles à mener ici, et peu de candidats ont été bloqués. La matrice  $D^{-1}$  pouvait être donnée sans justification ici ( $D$  étant diagonale), pourtant de nombreux candidats ont perdu inutilement du temps en se ramenant à un système ou la méthode du pivot de Gauss.

3. Cette question de calcul élémentaire a été bien réalisée.
4. Les candidats se sont souvent retrouvés démunis face à cette question, ne voyant pas quelle démarche amorcer. Certains ont maladroitement cru que  $A$  et  $A^{-1}$  devaient être liées par la relation  $A = P^{-1}AP$  avec la matrice  $P$  explicitée à la question 2.  
Les candidats qui comprenaient avec la question 3. que  $D$  et  $D^{-1}$  étaient semblables obtenaient déjà une bonne partie des points de la question.
5. Un nombre non négligeable de candidats donnent la matrice transposée de celle attendue. L'inversibilité est quant à elle bien traitée (quelque soit la matrice donnée).
6. a. On attend ici explicitement la vérification que 1 soit valeur propre. Les candidats se contentant de résoudre par le calcul l'équation  $MX = X$  puis de donner une base n'obtiennent pas l'intégralité des points puisque la définition de « 1 est valeur propre » n'est pas clairement identifiée ; cependant ils sont rares, dans la majorité des copies, les candidats étudient spontanément la non-inversibilité de  $M - I_3$  ou concluent correctement en expliquant que l'espace propre n'est pas réduit à  $\{0\}$ .  
De même, lorsqu'on attend une base d'un espace vectoriel de dimension 2, on attend toujours une justification claire du caractère libre des deux vecteurs (citer la non colinéarité des deux vecteurs étant suffisant ici).
- b. De nombreux candidats ont commis des erreurs de calculs ici. Certains laissent  $u_3$  dépendre d'un paramètre. D'autres procèdent plus par tâtonnement que par résolution explicite.
- c. Comme les années précédentes, on remarque que le concept de famille génératrice n'est pas acquis pour de nombreux candidats, pour beaucoup d'entre eux le simple fait d'avoir trois vecteurs de  $\mathbb{R}^3$  signifie qu'on obtient une famille génératrice.
7. a. La maîtrise du cours est insuffisante ici. Cette question permet de bien distinguer ceux qui ont compris la notion de matrice d'endomorphisme dans des bases.
- b. Question rarement bien traitée, notamment parce que les matrices  $M_1$  et  $M_2$  étaient souvent erronées ce qui donnait un calcul faux. Mais les candidats sérieux comprenaient que, même si les expressions étaient fausses, la similitude provenaient de la représentation d'un même endomorphisme dans deux bases différentes.
8. Question de synthèse plutôt délicate, nécessitant les résultats des questions précédentes.
9. Comme pour la question 1., on a vu apparaître des raisonnements faux liant l'inversibilité de la matrice ou le fait qu'elle soit triangulaire avec une éventuelle diagonalisabilité.  
Signalons une nouvelle fois que nous attendons des candidats qu'ils répondent aux questions avec les éléments strictement au programme. En particulier, il n'y a aucun théorème qui énonce de caractérisation de la diagonalisabilité (ou non) des endomorphismes admettant une unique valeur propre. On attend donc ici un raisonnement complet, soit par un rapide raisonnement par l'absurde, soit par une étude de la dimension de l'unique sous-espace propre.
10. a. Plusieurs erreurs de calcul effectuées ici. Il est dommage que des candidats même bons ne pensent pas à développer littéralement l'expression demandée et se contentent d'un calcul matriciel qui leur demande finalement plus de temps.
- b. La question est bien traitée lorsque la précédente était correcte.
11. a. Cette question a posé des problèmes de logique pour de nombreux candidats. L'erreur la plus fréquente était de considérer  $g \circ g \neq 0$  et  $g \circ g \circ g = 0$  séparément.  
Certains candidats ont déterminé un vecteur explicite  $u$  convenant au problème et ont obtenu l'intégralité des points.

- b. Question bien traitée par beaucoup de candidats même si la question précédente était erronée.
  - c. Bien traitée par les candidats.
  - d. Le calcul a été souvent fait, le raisonnement était moins présent.
12. Question rarement traitée, comme les autres dernières questions des parties précédentes.

### Analyse de l'exercice 3

1. Les variations de la fonction  $f$  sont bien faites, mais on note un manque de rigueur dans la rédaction de la plupart des candidats, ces derniers ne prenant pas souvent la peine de mentionner la dérivabilité avant de dériver, le tableau de variations était souvent peu soigné et incomplet.
2. Les hypothèses sont bien connues des candidats, la question étant bien traitée dans la plupart des copies.
3.
  - a. On n'attendait pas de justification ici de la part des candidats. Certains candidats comprennent bien que  $f$  et  $g$  ont même monotonie, mais oublient que les ensembles de départ/arrivée sont différents, alors même que le sujet les reprécisait juste ci-dessus.
  - b. Pour de nombreux candidats, la dérivabilité de  $f$  implique la dérivabilité de  $g$  sans aucune autre condition. La dérivabilité de la réciproque, vue en ECE1, semble être une notion assez lointaine peu révisée en deuxième année.
  - c. La question a souvent été abordée par les candidats, et l'équation du second degré résolue, mais on a peu souvent lu dans les copies un réel aboutissement à la question, à savoir éliminer une des deux solutions de l'équation.
4. Les dérivées partielles ont été souvent correctement calculées. Cependant, il est dommage que beaucoup de candidats développent l'expression obtenue plutôt que d'utiliser la forme factorisée donnée par l'énoncé, une écriture sous forme de somme compliquant les calculs des questions suivantes.
5. Le cours est connu, mais la simplification du système est assez mal faite dans l'ensemble et on note un manque quasi-systématique de rigueur. Il était important de mentionner au moins une fois ici que  $x$  et  $y$  étaient strictement positifs.  
Il est encore une fois dommage que, le résultat étant donné, on relève des passages malhonnêtes dans certaines copies pour parvenir au résultat.
6. Même remarque que précédemment concernant la stricte positivité de  $x$  et  $y$ . Beaucoup de candidats procèdent à une vérification plutôt qu'une résolution.
7.
  - a. Calcul bien réalisé dans l'ensemble.
  - b. Question traitée par quelques candidats qui ont bien compris la méthode et le lien avec les questions précédentes. On voit cependant apparaître des recherches de matrice hessienne, signe d'une confusion entre les méthodes pour déterminer un extremum global ou local.
8. Autant les candidats pensent spontanément à un raisonnement par récurrence, autant l'existence de la suite est souvent mal faite. Il est nécessaire de traduire dans l'hérédité que  $u_{n+1}$  existe avant de le calculer et d'obtenir  $u_{n+1} \geq 1$ . Ce type de récurrence doit être davantage travaillé par les futurs candidats.
9. On trouvait ici la première question d'informatique du sujet. À l'instar des années précédentes, les questions de Scilab sont bien rémunérées dans le barème. Beaucoup de copies traitent la question, ce qui est l'avantage d'un programme à compléter demandant moins d'aisance qu'une fonction à écrire intégralement. Cependant, elle est souvent faite trop rapidement sans précision, alors qu'elle

pourrait donner lieu à de nombreux points

Ici, il y avait plusieurs compétences évaluées, les unes dépendant des autres :

- gérer la boucle `for` avec seulement  $n - 1$  termes calculés (ce qui a été rarement fait)
- faire en sorte que l'intérieur de la boucle débute par « `u = u + . . . .` », puis que le terme suivant soit de la forme `k*k*u` ou `(k-1)*(k-1)*u`.
- agir en cohérence entre les indices de la boucle `for` et l'intérieur de la boucle.

10. a. Question sans difficulté bien traitée par les candidats.
- b. La comparaison à la série de Riemann est souvent faite, mais la positivité des termes généraux manque souvent, comme dans la question 1.b. de l'exercice 1. Certains candidats maladroits citent le théorème d'encadrement, ce qui est ici incorrect.
- c. Le télescopage attendu est souvent fait, mais la suite de la question manque souvent de précision.
11. a. Question assez bien traitée dans l'ensemble. On a vu deux types de raisonnement : soit en appliquant la positivité de l'intégrale, soit par calcul explicite de l'intégrale puis minoration.
- b. Quand cette question est abordée, elle est souvent bien faite.
- c. Question assez peu abordée par les candidats.
- d. Lorsqu'elle était abordée, la question est plutôt bien faite.
- e. Les candidats ont souvent une idée trop vague du programme à écrire. La référence au programme de la question 9. est souvent absente. On voit la boucle `while` sur les copies, mais souvent le programme ne pourrait fonctionner tel quel.