



Lycée Privé Sainte-Geneviève

Épreuve de classement de fin d'année 2021 – Classes de PCSI



Première composition de physique – Lundi 14 juin 2021 – 4 heures



## Rapport de correction

*présenté par Thibaud Naulet (professeur de physique-chimie en PSI\*), correcteur*

### Préambule

Les compositions réalisées à l'occasion de la première épreuve de physique du khâss en filière PCSI montrent que la promotion 2021 a atteint un bon niveau global en sciences physiques, et peut aborder en confiance la seconde année (en voie PC comme en voie PSI). Je tiens donc en préambule à féliciter chaleureusement les élèves et à remercier leurs professeurs pour le travail qu'ils ont accompli au long des mois, en mesurant tous les efforts consentis pour parvenir, après un an d'études supérieures dans des conditions particulièrement éprouvantes, à ce degré de maîtrise de la démarche scientifique.

Les notes obtenues ne sont en aucun cas un jugement de valeur sur le travail individuel de chacun : il arrive d'obtenir au khâss une mauvaise note, ou une note en-deçà de ses attentes et d'en être légitimement déçu, en regard du travail que l'on a fourni régulièrement. Je souhaite vivement que les élèves qui se reconnaîtraient dans cette situation envisagent la lecture de ce rapport comme un ensemble de pistes à suivre pour comprendre pourquoi ils n'ont pas réussi à obtenir un résultat à la hauteur de leurs espérances. En particulier, lorsque ce rapport signalera des faiblesses récurrentes dans plusieurs copies, il ne s'agit nullement d'en mettre le fardeau sur les épaules de quiconque, mais d'inviter ceux qui reconnaîtront leurs propres maladresses à les rectifier pour ne plus les reproduire dans les compositions de l'année prochaine (et notamment aux concours).

### Le sujet

Le sujet proposé comportait un seul problème, avec des parties très largement indépendantes, balayant un grand nombre de points du programme (ondes, induction, mécanique, thermodynamique, électrocinétique). Le sujet comportait beaucoup de questions de cours et de questions d'application directe relativement classiques. La progression dans le problème était donc assez aisée, et facilitée par l'indépendance des parties. Plusieurs questions, peu guidées, permettaient d'évaluer l'autonomie du candidat dans la pratique de la démarche scientifique.

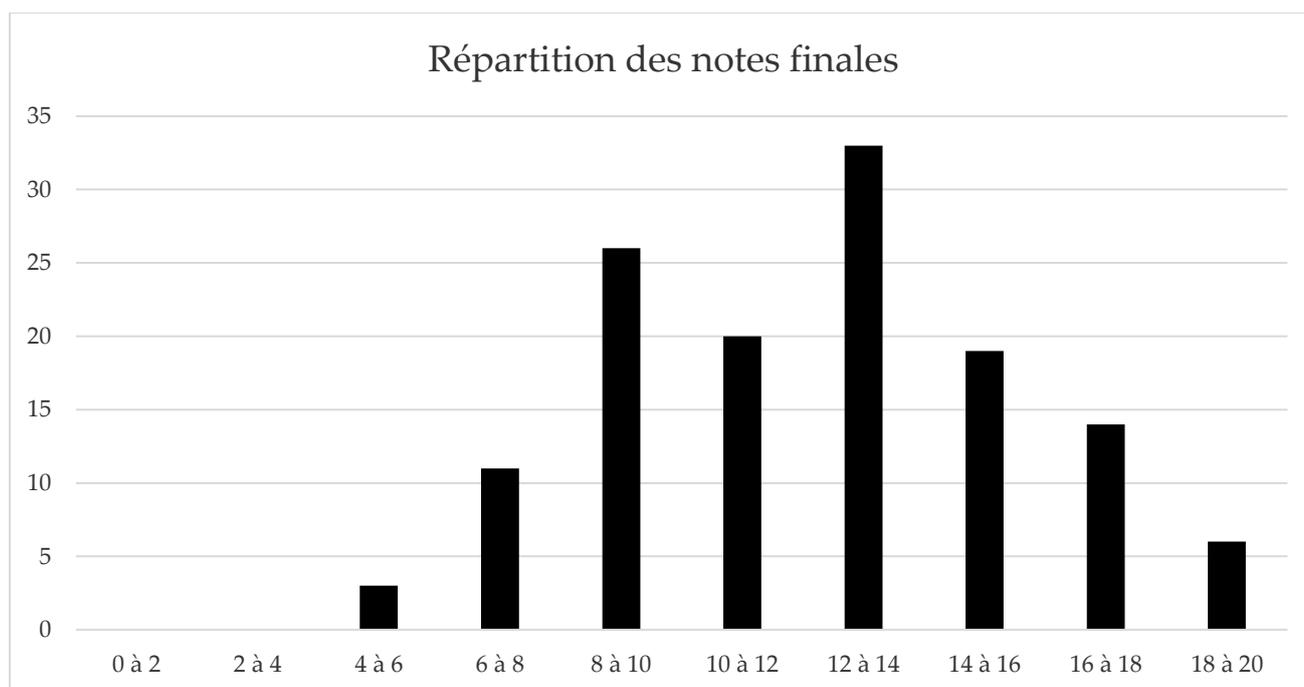
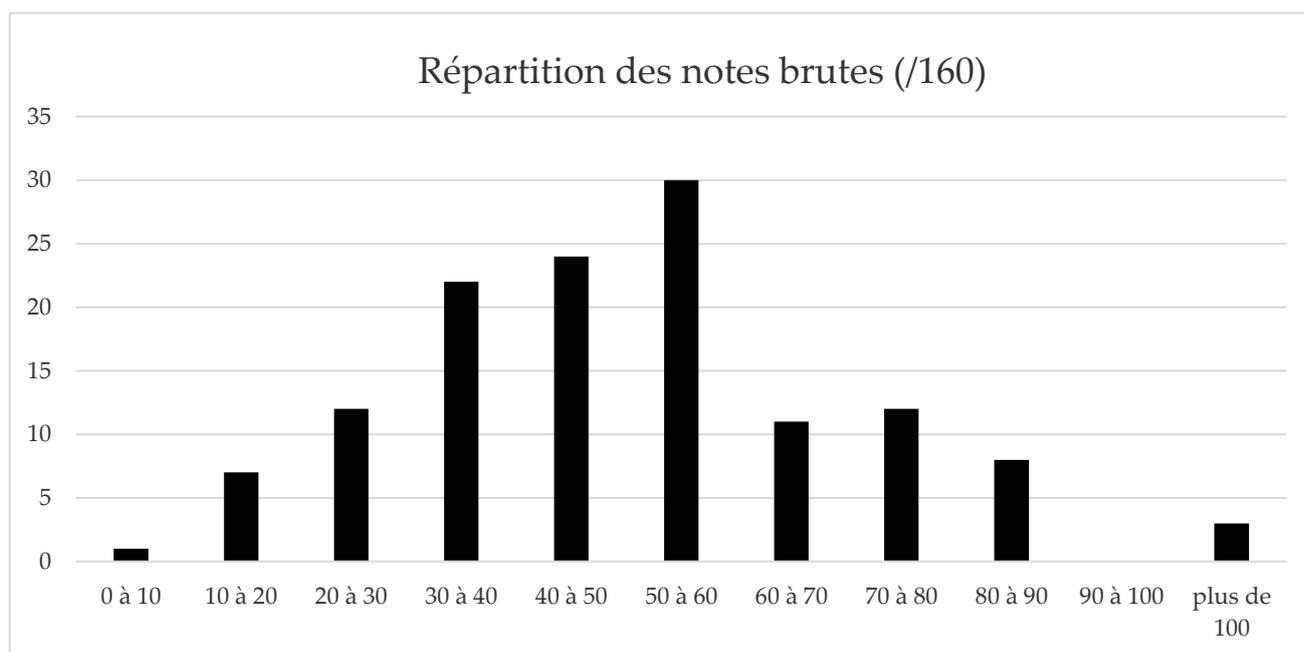
Sur le plan technique, le sujet évaluait la maîtrise des équations différentielles linéaires en régimes libre et forcé (et la maîtrise de la notation complexe), l'algébrisation des grandeurs en mécanique et en induction notamment, la capacité à réaliser des applications numériques assez précises sans calculatrice, quelquefois à partir d'expressions littérales un peu compliquées et avec l'aide d'un tableau de valeurs. Des compétences d'analyse de données expérimentales étaient mobilisées dans certaines parties. Une question évaluait la capacité à réinvestir en physique le contenu de l'enseignement d'informatique commune. Enfin, le sujet, à plusieurs reprises, faisait appel à la culture générale du physicien, en particulier à travers une question d'histoire des sciences et plusieurs questions de cours appelaient une réflexion critique sur la discipline elle-même et les outils qu'elle met en œuvre (par exemple à travers le modèle du *gaz parfait*).

## Les résultats obtenus

Avec une moyenne après péréquation de 10,7/20 et un écart-type de 4,1, l'épreuve a rempli son rôle permettant un classement assez fin de la promotion. Il faut évidemment rappeler que les notes obtenues à une épreuve de classement propre à Ginette ne présentent pas des notes obtenues aux concours, étant donné que les élèves de Ginette ne sont comparés, au khâss, qu'aux élèves de Ginette !

Il se dégage une bonne impression qualitative des copies. Les questions sont abordées généralement avec soin. Les techniques calculatoires, néanmoins, ne donnent pas toujours satisfaction et j'y reviendrai plus loin.

Je félicite très particulièrement les seize élèves qui ont obtenu plus de 16/20. Leurs copies sont excellentes.



## Remarques générales

- Beaucoup d'élèves ont fait des efforts de présentation de leurs copies et je les en félicite. Certaines copies sont superbes : les réponses sont précises, argumentées, l'orthographe est irréprochable, les étapes de calcul apparaissent clairement, les résultats sont encadrés et les applications numériques sont soulignées. Par contraste, les copies les moins bien présentées sont toujours pénalisées, que le barème le prévoie explicitement ou non (même quand le barème ne prévoit pas de pénaliser un soin défaillant, le correcteur a nettement plus de chances de ne pas réussir à voir les bonnes réponses dans une copie mal présentée).
- Bien que le sujet, par la diversité des points du programme abordés, favorise théoriquement les élèves les plus rapides, j'ai remarqué que les élèves qui ont abordé de manière très approfondie quelques parties s'en sortent mieux que ceux qui ont abordé un grand nombre de questions éparpillées dans toutes les parties, mais de manière très superficielle (sans justification par exemple), ou avec beaucoup d'erreurs. Il est évident que la meilleure stratégie consistait (comme toujours !) en un compromis entre ces deux comportements extrêmes : il est très malhabile de faire l'impasse sur une trop grande partie du problème car il y a toujours des questions qui rapportent facilement des points, mais c'est en traitant les questions délicates qui nécessitent une compréhension globale de certaines parties (et en effectuant les applications numériques) que l'on peut faire la différence par rapport à la plupart des autres élèves.
- J'ai apprécié une maîtrise satisfaisante de la plupart des questions de cours dans les différents domaines de la physique. Cela montre un grand investissement dans l'apprentissage des notions fondamentales de la physique et permet d'envisager la seconde année en PC ou en PSI avec sérénité. Seule ombre au tableau, la question sur les *hypothèses* du modèle du gaz parfait n'a presque jamais donné lieu à une réponse complètement satisfaisante : souvent les *hypothèses* du modèle sont confondues avec des *observations* ou avec les *conséquences du modèle*, ce qui montre un manque de réflexion sur la notion de *modèle* en physique.
- Enfin, je rappelle qu'avant de terminer une question qui comporte un calcul :
  - on vérifie l'analyse dimensionnelle ;
  - lorsqu'on donne un résultat numérique, on vérifie qu'on lui a attribué une unité adaptée au problème ;
  - si possible, on vérifie des cas limites ;
  - et, toutes ces vérifications faites, on encadre l'expression littérale et on souligne l'application numérique avec son unité.
- Lorsqu'on réalise une mesure sur un graphe fourni, il est bon d'en évaluer très rapidement la précision pour fournir un résultat avec son incertitude.
- Je trouve que les applications numériques ont été réalisées avec soin sans calculatrice et, comme promis, j'ai valorisé les bonnes solutions par l'attribution d'un nombre de points significatif. Les ordres de grandeur étaient souvent justes et lorsqu'ils ne l'étaient pas plusieurs élèves ont su faire preuve d'autocritique. Les élèves qui ont boudé les applications numériques ont été évidemment, de ce fait, pénalisés. Je n'ai pas attribué les points correspondants dans les copies dans lesquelles les applications numériques étaient incomplètes : écrire  $3\pi \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ , ou encore  $\frac{10}{3} \text{ W}$ , c'est laisser l'application numérique inachevée.

## Remarques particulières

### Thermodynamique

**Qu.1.** La relation d'état  $PV = nRT$  n'est pas une *hypothèse* du modèle du gaz parfait. Les hypothèses sont essentiellement l'absence d'interactions entre les particules, considérées comme ponctuelles et avec une répartition de vitesses isotrope.

**Qu.2.** Cette question a montré que la plupart des élèves ne maîtrisent pas la chronologie des découvertes des lois physiques. Pourtant, une culture minimale dans le domaine permet de mieux comprendre la genèse des idées en physique et la manière dont les modèles se sont succédé.

**Qu.3.** Presque toujours bien traitée.

### Mécanique

**Qu.4.** Il fallait ici penser à linéariser la résultante des forces pressantes au moyen d'un développement limité, fortement suggéré par l'approximation mentionnée dans le texte. La connaissance de base des outils de mécanique est très satisfaisante. Leur mise en œuvre est généralement vraiment soignée. La plupart du temps, l'algèbrisation de la force de rappel élastique a été menée sans erreur.

J'ai remarqué dans beaucoup de copies l'erreur classique consistant, lorsque l'on met l'équation différentielle sous forme canonique, à oublier de diviser le second membre de l'équation par la même constante que celle par laquelle on divise le membre de gauche. Il s'ensuit inévitablement une faute d'homogénéité.

**Qu.5.a.** Alors que l'énoncé signalait une question ouverte, la démarche de résolution n'a été que très rarement mentionnée. Il était ici attendu le passage de l'équation différentielle à l'équation en régime sinusoïdal forcé. Beaucoup de candidats ont pensé à utiliser le passage de la phase par  $-90^\circ$  à la pulsation propre pour déterminer cette dernière, ce qui était évidemment la méthode la plus précise. En revanche, la détermination d'un ordre de grandeur de l'incertitude de lecture a été très souvent absente ou mal justifiée. Certains candidats confondent encore *erreur* et *incertitude* et ont donc comparé la valeur mesurée à la valeur calculée à la question 4 au lieu de donner un ordre de grandeur de l'incertitude liée à la détermination graphique.

**Qu.5.b.** Cette question rudimentaire d'ingénierie numérique a beaucoup dérouté les candidats, alors que la dichotomie est un classique du programme d'informatique commune. Plusieurs candidats utilisent dans le code qu'ils proposent des variables qu'ils n'ont pas initialisées, et beaucoup trop de candidats ne savent pas quel est le principe d'une recherche dichotomique. En particulier, le critère d'arrêt de la boucle est très souvent faux.

### Électromagnétisme

**Qu. 6. et 7.a.** Le bilan de puissance en induction sous la forme  $\mathcal{P}_{Lap} + \mathcal{P}_{el} = 0$  suppose que les grandeurs électriques soient définies en convention générateur. Ainsi, sur le schéma électrique, il est indispensable de faire mention de l'intensité pour préciser cette convention.

**Qu.7.b.** Cette question, un peu calculatoire, est pourtant très classique. Les fautes d'homogénéité y ont été beaucoup trop nombreuses.

**Qu.8.** L'analyse des graphes est quasiment toujours incomplète.

## Ondes

**Qu.9. à 11.** Cette partie a été traitée de manière satisfaisante dans l'ensemble. Rappelons toutefois que lorsque l'énoncé demande de « donner » une expression, on n'accorde pas de points pour la justification (mais seulement pour l'expression donnée). La plupart des erreurs constatées dans cette partie venaient d'une erreur de prise en compte de l'origine pour l'onde émise depuis  $A_2$  ou des fautes dans la manipulation des formules trigonométriques.

## Électricité

**Qu.12.a.** Parmi toutes les questions de cours posées, celle-ci fait partie des moins bien traitées. En particulier, beaucoup de candidats ne savent pas exprimer la puissance transmise à la charge  $R$ , ce qui est assez fâcheux.

**Qu.12.b.** Étonnamment, un nombre très élevé de candidat a exprimé les puissances en joules, alors que le joule est l'unité de l'énergie. Il fallait bien sûr exprimer la puissance en watts. Je n'ai attribué aucun point aux applications numériques exprimées dans une unité ne correspondant pas à la dimension de la grandeur étudiée.

**Qu.13.** Le nombre de réponses justes à cette question est extrêmement bas à l'échelle de la promotion (environ 5% de réponses correctes). L'adaptation d'impédance est pourtant une application très courante d'utilisation du transformateur parfait.

**Qu.14. à 16.** Ces questions étaient très guidées pour permettre au candidat de ne pas être bloqué dans l'appropriation du transistor, qui est un composant électronique non étudié dans le cadre du programme officiel. Elles ont été remarquablement bien réussies, ce qui montre une excellente capacité des candidats à mobiliser des graphiques comme source d'informations.

**Qu.17.** Le calcul n'était ici pas très difficile, mais on l'a rarement vu aboutir, sans doute à cause du fait que beaucoup de candidats arrivaient ici à la fin des questions abordées dans cette partie.

**Qu.18. à 23.** Ces questions ont été très peu traitées, et souvent très superficiellement. C'est un peu dommage car elles étaient assez progressives, mobilisaient le sens physique (question 20) et leur difficulté calculatoire restait très contenue jusqu'à la question 22. Les élèves intéressés par une reprise de ce sujet gagneraient à traiter ces questions, en particulier les futurs élèves de PSI\* qui retravailleront beaucoup l'an prochain les amplificateurs électroniques.

## Thermodynamique

**Qu.24.** Presque toujours bien traitée. Il n'était pas ici requis de revenir aux unités de base du système international (on pouvait donner comme dimension une puissance par unité de température et comme unité le  $W.K^{-1}$ ). Toutefois, les élèves qui sont revenus dans les unités de base n'ont évidemment pas été pénalisés, sauf si cela les a conduits à se tromper !

**Qu.25.** Il fallait ici dans le bilan d'enthalpie ne pas oublier la puissance due à l'échauffement des composants de l'amplificateur, sinon évidemment, il ne se passait rien ! Ces bilans d'enthalpie en régime transitoire seront revus en seconde année dans le cours de thermique, mais on pouvait facilement traiter la question avec les connaissances de première année.

**Qu.26. et 27.** Lorsque la question 25 était réussie, les deux autres ne posaient bien sûr aucun problème.

## Conclusion

La lecture des copies de la promo de PCSI m'a donné l'impression que les élèves ont travaillé sérieusement cette discipline et se sont adaptés aux exigences de l'enseignement supérieur, très différentes en physique de celles du baccalauréat. Si certaines copies se bornent à une résolution purement efficace du problème, j'ai apprécié qu'un certain nombre d'autres candidats produisent des travaux excellents en tout point, commentant avec concision et précision les éléments de contexte permettant de donner une cohérence à l'ensemble de leur copie. Ceux-là ont su faire preuve d'un sens physique remarquable, et quelquefois d'une expertise industrielle bien appréciable.

J'ai souhaité à travers ce rapport signaler quelques ajustements qui me semblent nécessaires pour parfaire la rigueur des raisonnements et la précision de l'argumentation, mais je salue avant tout la motivation des élèves de PCSI et leur souci de bien faire. Je les invite à toujours approfondir leur curiosité pour les phénomènes qu'ils étudient. Je leur souhaite un bel été, une excellente réussite académique et personnelle dans la suite de leurs études, et je leur renouvelle mes félicitations pour leur travail accompli en première année.