



Lycée Privé Sainte-Geneviève

Épreuve de classement de fin d'année 2018 – Classes de PCSI



Première composition de physique – Lundi 18 juin 2018 – 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 démontrent que la promotion 2018 a atteint **un très bon niveau en sciences physiques**, et peut aborder en confiance la seconde année. Je tiens donc en préambule à féliciter chaleureusement les élèves de la classe et 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, 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 maladrotes à les rectifier pour ne plus les reproduire dans les compositions de l'année prochaine (et notamment aux concours). Pour cela, chacun est invité à s'aider du corrigé pour reprendre les parties pour lesquelles il souhaite connaître plus précisément les attentes du correcteur.

Le sujet

Le sujet proposé étudiait de nombreux aspects de la spectroscopie par résonance magnétique nucléaire. Aucune partie du sujet n'était véritablement très difficile, mais l'originalité du sujet tenait peut-être à la grande variété des thèmes du programme abordés, quelquefois de manière succincte, quelquefois de manière qualitative, quelquefois de manière ouverte, quelquefois de manière approfondie. Les meilleures copies sont donc naturellement celles qui démontrent le plus grand recul sur l'ensemble du programme, permettant à leurs auteurs de naviguer rapidement d'une partie à l'autre.

Sur le plan des techniques calculatoires, la partie mécanique nécessitait une bonne maîtrise de la géométrie dans l'espace, notamment à travers l'étude d'un mouvement de précession. Les autres parties utilisaient à plusieurs reprises la résolution d'équations différentielles linéaires à coefficients constants, et quelques notions sommaires de statistiques. En mécanique quantique, il fallait réaliser également un développement limité.

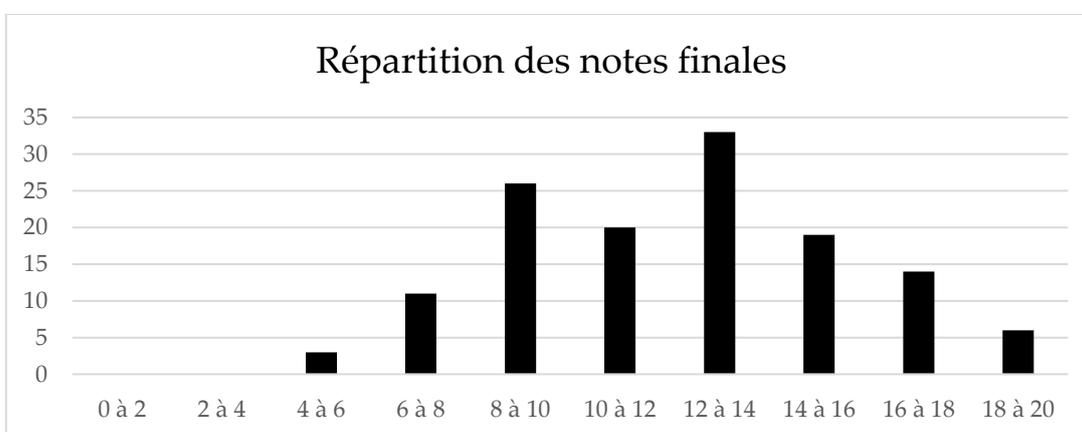
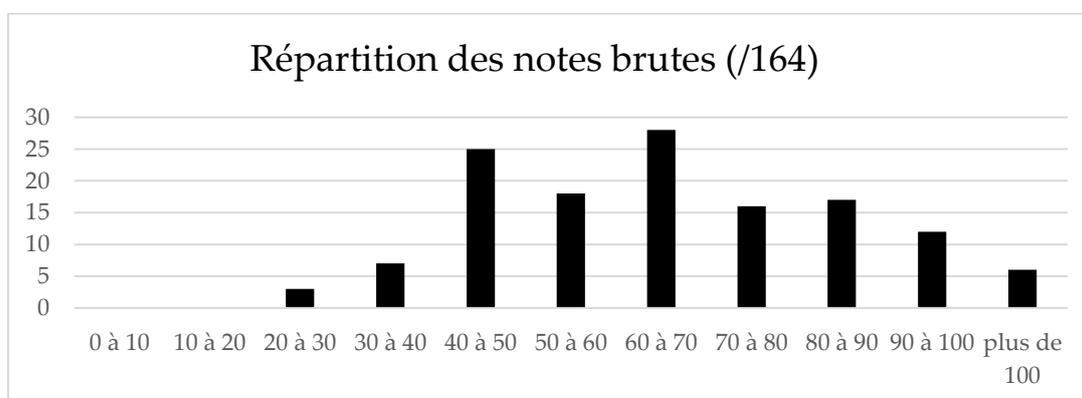
Enfin, le sujet, à plusieurs reprises, faisait appel à la culture générale du physicien, en particulier à travers des questions d'histoire des sciences et techniques, et plusieurs questions de cours appelaient une réflexion sur la discipline elle-même et les outils qu'elle met en œuvre (par exemple à travers la notion de *réfèrentiel*).

Les résultats obtenus

Avec une moyenne après péréquation de 12,00/20 et un écart-type de 3,5, l'épreuve s'est montrée assez « classante ». Il faut évidemment rappeler que les notes obtenues à une épreuve de classement propre à Ginette ne présagent 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. Je nuance cependant ce propos en signalant qu'à mon sens, les élèves de PCSI ont abordé globalement trop de questions, au détriment sans doute d'une approche rigoureuse de chacune d'elles. Les élèves de PCSI ont abordé en moyenne 15% de questions en plus que leurs camarades de PTSI. Pourtant, le résultat brut global est en moyenne légèrement inférieur en voie PCSI (sur des bases de correction identiques et des sujets très voisins), ce qui tend à montrer que trop de questions ont été abordées de manière superficielle. Je formulerai dans la suite de ce rapport quelques recommandations sur ce point.

Je félicite très particulièrement les vingt 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 prévoit explicitement (comme c'était le cas pour cette épreuve) 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 une ou deux parties sur les quatre proposées 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 la totalité de deux parties 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.
- C'est ainsi que j'ai constaté un défaut récurrent dans quelques copies : il faut faire très attention, lorsqu'une question comporte plusieurs attentes dans la même phrase ou dans le même paragraphe, à ne pas oublier la moitié de la question. Chacun des items attendus est valorisé dans le barème, et une lecture trop rapide de l'énoncé conduit à en oublier, ce qui fait mécaniquement baisser la note finale. Pour citer un exemple, on peut par exemple relire la question 21 ; il y a trois items attendus (la vérification de la solution, le nom de la courbe plane décrite et la représentation de cette dernière).
- J'ai regretté le manque de recul de beaucoup d'élèves sur des questions de cours ayant trait à des connaissances académiques fondamentales, telles que la définition d'un *référentiel* ou un énoncé clair, précis et complet de *la loi de Faraday*. Pour les élèves de la voie PC et de la voie PSI, les sciences physiques sont la pièce maîtresse de leur formation intellectuelle. Je les invite, en apprenant leur cours, à ne pas seulement chercher une maîtrise d'outils mais également à interroger les concepts eux-mêmes. C'est évidemment très bien de savoir appliquer la deuxième loi de Newton ! Mais c'est beaucoup mieux de savoir le faire en sachant expliquer correctement ce qu'est un référentiel galiléen. Les élèves qui y parviennent montrent une meilleure maîtrise de la discipline et un appréciable recul sur ses concepts fondamentaux ; leur effort est largement valorisé par le correcteur.
- Je déconseille, sur les questions de culture scientifique, de tenter une réponse lorsqu'on ignore complètement ce dont il est question. A la longue, cela peut agacer le correcteur. Il n'est pas très grave, dans la question 12, de ne pas savoir ce qu'est la *précession des équinoxes* (c'est une question très difficile). Il vaut mieux ne rien écrire plutôt que d'inventer pour l'occasion un phénomène astronomique complètement loufoque !
- On ne peut pas imaginer, en filière PCSI, ignorer les ordres de grandeur correspondant à des situations physiques simples et usuelles dans le monde industriel, comme par exemple l'ordre de grandeur des radiofréquences, quelques puissances d'appareils domestiques ou l'intensité du champ magnétique créé par un aimant. Beaucoup d'élèves ont eu sur ce point précis des difficultés notoires, et je les encourage à s'intéresser, notamment en séances de travaux pratiques en physique (et en sciences industrielles pour les futurs PSI*), à questionner leur culture scientifique et technologique sur les systèmes étudiés pour acquérir une connaissance plus précise de ces ordres de grandeur.
- 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 (j'ai vu des puissances en $\text{kJ}\cdot\text{mois}^{-1}$, ce n'est quand même pas très usuel !, et, plus grave, j'ai vu des fréquences en mètres et des puissances en joules) ;
 - 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 rapidement la précision pour fournir un résultat avec son incertitude.

- Je trouve que les applications numériques ont été réalisées avec beaucoup de soin sans calculatrice et, comme promis, j'ai valorisé les bonnes solutions par l'attribution d'un nombre de points significatif. Les élèves qui ont boudé les applications numériques ont été évidemment, de ce fait, pénalisés.

Remarques particulières

Électromagnétisme et induction

Les parties d'électromagnétisme sont les moins bien réussies du problème, peut-être à cause du fait qu'il s'agit d'une partie du programme abordée tardivement dans l'année.

- Dans la question 3, la démarche a été rarement menée à bien d'un bout à l'autre, et, particulièrement sur les questions ouvertes nécessitant la pratique de la démarche scientifique, il faut expliquer succinctement ce qu'on fait ! Dans certaines copies, je n'ai pas compris à quoi servaient certains calculs !
- Dans la question 23, trop peu d'élèves ont su citer correctement les deux cas principaux où l'on observe des phénomènes d'induction (cas dits de Lorentz et de Neumann). Rappelons enfin que lorsqu'on cite la loi de Faraday, il faut préciser la convention choisie pour la tension électromotrice et l'intensité, sans quoi l'interprétation du signe - ne peut être pertinente.

L'électromagnétisme est une partie du programme délicate, et davantage encore en seconde année. Il faut s'habituer au formalisme associé notamment à la notion de *champ magnétique*, à la manière d'en évaluer l'intensité dans des situations simples et à interpréter des cartes de champ. Les phénomènes d'induction, au départ, ne sont pas intuitifs, et il est normal de les appréhender avec une certaine difficulté (et ce d'autant plus que l'électromagnétisme est une partie de la physique absente de l'enseignement secondaire). Il faut, au fur et à mesure des exercices, questionner son sens qualitatif pour parvenir à analyser ce qui se passe physiquement. C'est d'autant plus important que les effets magnétiques sont à l'œuvre dans un nombre faramineux d'applications concrètes (capteurs de position, actionneurs électromécaniques, etc.).

Mécanique

La connaissance de base des outils de mécanique est très satisfaisante. Leur mise en œuvre a été ici quelquefois délicate en raison de la forme particulière du mouvement des moments magnétiques.

- Rappelons qu'un référentiel sert à se repérer dans l'espace mais aussi dans le temps. Un solide muni d'axes n'est donc pas suffisant pour définir un référentiel, il faut lui associer une horloge.
- Une astuce utilisée fréquemment en mécanique pour montrer qu'un vecteur \vec{u} est de norme constante et de montrer que $\frac{d\|\vec{u}\|^2}{dt}$ est nulle, ce qui revient à écrire, en exploitant $\|\vec{u}\|^2 = \vec{u} \cdot \vec{u}$, que $\frac{d\vec{u}}{dt} \cdot \vec{u} = 0$.
- Les questions de mécanique quantique ont été bien abordées dans l'ensemble et j'en félicite les élèves. Cependant, plusieurs d'entre eux ont été pénalisés par une faute de signe à partir de la question 15, pouvant ensuite se répercuter. Enfin, dans la question 19, il ne suffisait pas d'écrire dans chaque sous question qu'une grandeur dépendait de l'autre : il fallait évidemment préciser et commenter cette dépendance.
- Dans la question 21, peu d'élèves ont réussi à intuitiver la courbe plane obtenue (une spirale). Je les invite à reprendre le corrigé.

Électricité

La partie sur le filtrage a été très bien traitée. La connaissance des outils de base en régime sinusoïdal forcé a donné toute satisfaction.

- Un point d'attention est le calcul d'une atténuation en décibels. Rappelons qu'une atténuation de 20 dB correspond à un facteur 10 et une atténuation de 40 dB à un facteur 100. Il ne faut évidemment pas mélanger les échelles linéaires et logarithmiques dans ses calculs ! La bande passante à -3 dB s'obtient en retranchant 3 dB au gain maximal en décibels du passe-bande, ou en divisant par $\sqrt{2}$ le gain maximal en échelle linéaire, mais certainement pas en mélangeant les deux façons de faire !
- Il faut savoir calculer rapidement la propagation d'incertitudes dans une formule simple (ne mettant en jeu que des additions, des multiplications et des puissances) pour obtenir un ordre de grandeur de l'incertitude sur le résultat d'un calcul. Il faut aussi prendre un peu de recul sur le résultat obtenu : il est très étonnant de lire que l'incertitude sur la fréquence centrale est de 30%, alors que les incertitudes sur les composants sont quant à elles de quelques pourcents !

Partie documentaire

Cette partie a été la moins abordée. Pourtant, elle permettait d'obtenir facilement des points ; son niveau d'accès théorique était modeste et il n'y avait pas de difficulté technique majeure. Il fallait juste prendre le temps de lire les documents.

- Attention, lorsqu'on mesure une valeur numérique sur un graphe, il faut toujours préciser l'unité (par exemple ici, celle de la constante de temps des exponentielles). Ceci doit être un réflexe, même si la grandeur ainsi mesurée ne correspond pas à une réponse en tant que telle (puisque, ici, la constante de temps était à réemployer dans un calcul).
- Attention, dans la manipulation de l'équation différentielle du premier ordre, j'ai vu plusieurs fois une constante de temps T_{1A}^* homogène à l'inverse d'un temps et non pas à un temps. Il ne faut pas laisser passer ce style d'erreurs dans sa copie !

Conclusion

La lecture des copies de la promo de PCSI m'a donné l'impression que les élèves ont un goût très prononcé pour la physique, et qu'ils prennent un évident plaisir à travailler cette discipline. Cette impression rejoint mon expérience d'interrogateur en PCSI au long de cette année. J'ai souhaité à travers ce rapport signaler quelques ajustements qui me semblent nécessaires pour parfaire la rigueur de leurs raisonnements et la précision de leur argumentation, mais je salue avant tout leur motivation 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.