

Q 17 : Les réponses liées à un raisonnement cohérent ont été valorisées.

Q 18 : Question qualitative, conclusion de cette partie, qui a permis à certains de démontrer leur bonne compréhension générale.

### Partie III

Q 19 : L'expression de  $g(r)$  est souvent donnée, mais des erreurs de signe fréquentes pour la loi de statique des fluides.

Q 20 : Question très simple réussie très généralement.

Q 21 : Des réponses souvent trop simplistes sanctionnées,  $\rho$  n'était pas uniforme.

Q 22 : Les deux conditions aux limites pourtant assez évidentes n'ont pas été souvent données. Peu de candidats ont pu conduire le calcul rigoureux pour établir la réponse.

Q 23 : Bien qu'indépendante de la question précédente et nécessitant peu de calculs, la réponse demandée est obtenue très rarement.

Q 24 : Faute du résultat précédent, très peu de réponses.

Q 25 : L'équation de neutralité est généralement bien justifiée, en revanche l'expression de la masse molaire est exceptionnellement établie.

Q 26 : Des réponses fantaisistes : les réactions chimiques sont très souvent évoquées.

L'épreuve a permis une sélection satisfaisante dans des champs de compétences variés : connaissance du cours, analyse et exploitation de données, dextérité dans les calculs numériques, rigueur dans l'élaboration et utilisation d'un modèle.

### 2.3.5. Physique I — PSI

Le sujet de l'épreuve propose trois parties indépendantes dont le thème commun est l'étude d'un composant électrique susceptible de former une mémoire de nouvelle génération, le memristor.

La partie I.A, montre la complémentarité de ce composant, en termes de relation entre des grandeurs fondamentales de l'électrocinétique, avec les dipôles résistor, bobine, condensateur. On met en évidence que la non-linéarité entre le flux et la charge conduit à une caractéristique courant-tension présentant un hystérésis, propriété importante pour la réalisation d'une fonction mémoire.

La partie I.B, proche d'une question de cours, développe le modèle de Drude de la conductivité électrique pour définir la puissance électrocinétique du memristor.

La partie II développe l'analogie possible, mentionnée par le concepteur de ce dipôle, entre le memristor et un tuyau dont le diamètre varie. Cette partie était bien adaptée aux étudiants de la filière PSI, avec l'utilisation du diagramme de Moody.

Dans la partie III, un modèle utilisant le déplacement d'une frontière entre une zone dopée et une zone non dopée permet de justifier le comportement en memristor d'un film de dioxyde de titane.

Ce sujet qui s'apparentait à une succession d'exercices très classiques a été globalement réussi par les candidats rigoureux, sachant leur cours, et maîtrisant les outils techniques fondamentaux qu'on est en droit d'attendre d'un futur élève d'une grande école d'ingénieurs.

Mais dans l'ensemble des copies, le jury a été déçu par la prestation des candidats. Dans ce type de sujet, on pouvait s'attendre à ce que les questions de cours servent à sanctionner les candidats trop mal préparés, et que les questions de fin de partie récompensent les candidats dotés d'un sens physique, d'une technicité calculatoire, d'un esprit de synthèse supérieurs. Mais aucune question, aussi proche du cours soit-elle, n'a été vraiment bien traitée par la majorité des candidats. Comment ne pas être déçu de voir un si grand nombre de candidats de filière PSI incapables d'énoncer la définition de  $R$ , de  $L$ , de  $C$ , incapables d'identifier une hystérésis et de citer deux exemples dans leurs cours, incapables d'écrire et de résoudre l'équation différentielle vérifiée par le vecteur vitesse d'un porteur de charge soumis à un frottement et à une force électrique, incapables de traiter ce problème en formalisme complexe, capables d'affirmer qu'un fluide parfait évolue à bas nombre de Reynolds, ou que dans un diagramme log-log une droite représente une dépendance affine des variables ?

La liste des fautes relevées question par question est plus longue qu'à l'accoutumée. Nous ne la donnerons donc pas in extenso dans ce rapport, pour insister seulement sur les points les plus importants.

À la question 5, l'énoncé mentionne la nécessité d'une justification, une analogie avec les résistances ne suffit donc pas.

À la question 6, il est très préoccupant de voir un taux si élevé de fautes dans la primitive d'une simple fonction sinusoidale, et dans le tracé des courbes représentatives.

À la question 9, on attendait évidemment une description précise des situations où apparaissent des hystérésis, et une simple évocation des ALI ou du ferromagnétisme ne suffisait pas à obtenir les points.

À la question 10, un très petit nombre de candidats a réussi à expliquer pourquoi le memristor agissait comme une mémoire permanente, révélant ainsi une mauvaise compréhension des propriétés d'une mémoire physique.

À la question 12, on rappelle que la flèche qui désigne un vecteur n'est pas facultative, et qu'une égalité entre des vecteurs et des non-vecteurs est un manque de rigueur inadmissible en physique.

À la question 20, la dimension de  $f$  a été donnée avec une diversité impressionnante de réponses (sans doute plus de 100 sur l'ensemble des copies, une mention spéciale pour le candidat qui a proposé l'unité :

$$P\ell^2 \cdot m^7 \cdot kg^{-3}$$

alors que la relation de Bernoulli permettait de conclure presque immédiatement. L'exploitation du diagramme log-log n'est pas acquise par une grande majorité de candidats. La relation :

$$f = \frac{64}{Re}$$

pouvait être facilement établie, même sans calculatrice, en remarquant que la droite de pente -1 dans le diagramme log-log passait par le point de coordonnées  $8 \cdot 10^2$ ,  $8 \cdot 10^{-2}$ .

Les copies ont donné, comme tous les ans, leur lot d'orthographes fantaisistes, le Farad a été agrémenté de lettres surnuméraires, de h surtout, et parfois transformé en Faraday (réponse considérée fautive, même si Farad vient de Faraday), comme l'« hystérisse » bien étoffé et le théorème de « swarz » bien simplifié. Parmi les perles, qui font toujours sourire le jury, et qui ne sont pas si graves pour l'auteur de la copie, nous relèverons qu'à la question 11, « atteindre le régime permanent prendra du temps », et à la question 19 que

« le fluide doit être compressible pour entrer dans le tuyau ». Quelques sourires qui ne sauraient cacher une déception globale du jury, avec l'impression que le travail que les étudiants de la filière PSI de 2017 ont développé n'est pas moindre que celui de leurs aînés, que leurs enseignants continuent à leur apporter un enseignement de très haute qualité sur un programme dense et riche, mais que la solidité de cet édifice intellectuel est dangereusement menacée par la faiblesse croissante des moyens techniques.

### 2.3.6. Physique II — PSI

- Remarques générales

Le sujet est relatif à la mission Rosetta et comporte deux parties principales, la première sur les caractéristiques de la trajectoire de la sonde et la chevelure de la comète, la seconde sur la motorisation de la foreuse du robot Philae et sa commande numérique. Chacune des deux parties principales comporte quatre parties indépendantes. Le sujet est très progressif dans chacune des huit parties.

Les candidats ont en très grande majorité traité le sujet dans l'ordre, les plus rapides ayant le temps d'aborder toutes les parties en privilégiant les questions les plus faciles. Celles-ci ne sont d'ailleurs pas situées uniquement en début de partie, ce qui a généralement été repéré.

Le sujet comporte de nombreuses questions très classiques (loi de Képler, moteur synchrone) ce qui permet de juger le travail effectué par le candidat pendant les deux années de préparation.

La calculatrice n'était pas autorisée, mais le sujet propose neuf applications numériques qui ont été valorisées dans le barème. Une majorité de candidats ont recherché les applications numériques avec plus ou moins de réussite. En effet, nombreux sont incapables d'effectuer à la main une évaluation numérique avec un chiffre significatif. Des expressions comme  $10$  exposant  $3,5$  ou  $9,9/(\text{racine de } 2)$  semblent insurmontables. Dans l'avenir, il semble important qu'ils s'entraînent à ce type d'estimation. Rappelons qu'un résultat numérique en physique ne peut pas être présenté sous forme d'une fraction ( $\frac{1}{2}$  Volt...). La physique est quand même une science numérique !

La présentation des copies a été souvent soignée, ce qui a facilité la correction et incité les correcteurs à la bienveillance, mais nous avons trouvé aussi des brouillons peu lisibles.

En revanche, certains candidats affirment les résultats de questions simples sans apporter de justification ce qui nuit à leur crédibilité dans les réponses aux questions plus complexes. La vérification de l'homogénéité de la réponse proposée reste comme l'an dernier d'actualité, tant il est choquant de relever des réponses manifestement inhomogènes en raison d'une erreur de calcul facilement détectable.

- Remarques particulières

QQ 1-7 : la troisième loi de Képler est généralement connue, mais pas toujours correctement démontrée. L'application numérique assez longue donne des résultats très dispersés. Le théorème du moment cinétique est attendu pour justifier le caractère plan de la trajectoire. Ici, attention aux raisonnements circulaires (elliptiques...) : on ne peut pas se placer en coordonnées polaires en supposant (implicitement) la trajectoire plane pour finalement conclure que la trajectoire est plane ! Le graphe d'énergie potentielle effective n'est pas toujours maîtrisé. L'expression de l'excentricité a été rarement trouvée. La deuxième loi de Képler est connue, mais la démonstration de la troisième loi rare. L'assistance gravitationnelle est parfois bien expliquée, mais peu de candidats traitent cette question.

QQ 8-15 : il est surprenant qu'une partie non négligeable des candidats ne connaisse pas ou se trompe sur la définition du vecteur de Poynting (il ne s'agit pas ici d'une onde acoustique !), et soit imprécis sur la signification de son flux. Les valeurs de  $\alpha$  et  $\beta$  ne sont pas toujours justifiées. Beaucoup d'erreurs de calcul dans la détermination du rapport  $v$ . La valeur numérique de la luminosité a été rarement trouvée. On pouvait