

Banque PC inter-ENS – Session 2016

Rapport du jury de l'épreuve écrite Physique–Chimie

- École(s) partageant cette épreuve : ENS de Lyon
- Coefficient (en pourcentage du total concours) : 8,77 %
- Membres du jury :
 - Pour la chimie : Isabelle PARROT, Guillaume PILET, Michael SMIETANA, Jean-Bernard TOMMASINO ;
 - Pour la physique : Anne-Emmanuelle BADEL, Hervé GAYVALLET, Sylvain JOUBAUD, Baptiste PORTELLI.

10 I Introduction.

Comme il est indiqué dans la partie introductive du sujet, cette épreuve comprend deux parties indépendantes, chacune participant à part égale au barème global. La première était consacrée à la physique et traitait de la production d'énergie électrique par une éolienne. La seconde était dédiée à la chimie et étudiait le stockage de cette énergie à l'aide d'un accumulateur à flux liquide. Il est attendu que les candidats abordent les deux parties. Ce fut réalisé par la presque totalité des candidats puisque seuls trois candidats ont rendu une copie blanche en chimie et un seul en physique.

Sur les 1162 candidats inscrits au concours PC de l'ENS de Lyon, 777 se sont présentés à cette épreuve. Les notes s'étalent entre 1,90 et 20,00, pour une moyenne de 9,92 et un écart-type de 3,14. La figure (1) présente leur distribution.

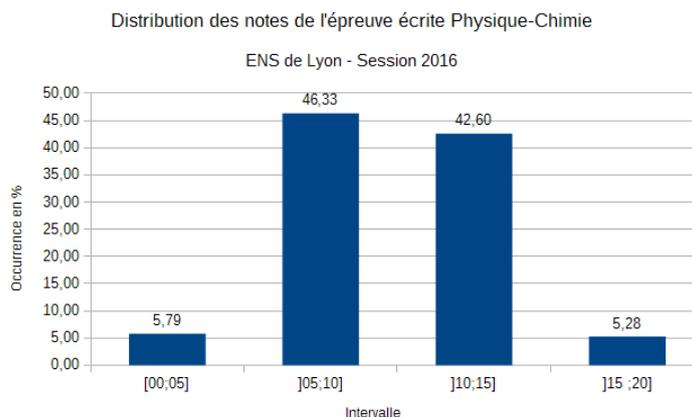


Figure 1 – Statistiques relatives à l'épreuve Physique-Chimie du concours PC 2016 de l'ENS de Lyon.

Le nombre de notes ayant atteint la tranche la plus haute est satisfaisant et révèle l'excellent niveau de ces candidats, aussi bien en chimie qu'en physique.

Rappelons encore que les avertissements figurant sur la page de garde ou l'entête du sujet doivent être lus avec attention. Il était notamment demandé de composer chacune des parties chimie et physique sur des copies distinctes. Quelques candidats n'ont pourtant pas respecté cette consigne.

25 II Partie physique.

II.A Remarques générales et conseils.

- Lire le libellé de chaque question avec attention, et dans sa totalité, permet d'en bien saisir l'esprit et évite de n'y répondre que partiellement.

- Définir quel est le statut d'une question, selon son contexte, permet de mieux centrer sa réflexion et d'adapter le développement de sa réponse :
 - Les questions de début de partie permettent d'entrer dans le sujet, d'en mieux comprendre le cadre. Souvent, elles portent sur le modèle choisi et les hypothèses qui lui sont associées, ou encore l'approche qui va être conduite. Bien qu'elles ne présentent pas de difficulté, on a toutefois tout intérêt à leur porter attention et les traiter avec rigueur. Leur réponse doit être claire, concise et ciblée, sans développement surabondant. Nous avons parfois le sentiment que des candidats comptent sur les correcteurs pour faire le tri.
 - Généralement, les questions de fin de partie forment une conclusion, ouvrent sur une discussion du modèle ou des hypothèses adoptées, ou orientent vers des applications. Même si elles ne nécessitent souvent aucun calcul, elles restent en prise directe avec l'étude conduite. Leur réponse s'appuie donc le plus souvent sur des connaissances qui viennent d'être acquises. Ces questions demandent de la réflexion et une prise de recul.
- De même, veiller à être attentif à la formulation des questions : établir (vérifier, démontrer, montrer, ...), justifier, donner (une valeur, un exemple, ...) ont des sens différents. Pour la première formule, un résultat simplement annoncé se verra gratifié en retour d'aucun point.
- Une partie forme une unité cohérente dont chaque question contribue à éclairer l'étude entreprise. Il est donc essentiel de ne pas aborder les questions comme si elles étaient indépendantes les unes des autres (cela peut également éviter de tenir des propos contradictoires).
- Prendre le temps d'une relecture. Quel crédit les candidats auraient eux-mêmes accordé à certaines de leurs réponses surprenantes s'ils en avaient exercé une relecture critique et objective ?
- L'évaluation porte tout autant sur la rigueur du développement et la clarté de la rédaction que sur le résultat. Certains candidats semblent douter que les correcteurs lisent avec la plus grande attention l'intégralité du contenu de chacune des copies.

II.B Conversion de puissance d'un aérogénérateur. Limite de Betz.

- (1.) Un bon nombre de candidats a cherché à justifier la chute de vitesse sans s'appuyer sur un théorème énergétique. Il s'en suit que la justification est souvent confuse. Soulignons que la chute de vitesse est la conséquence du transfert de puissance de l'écoulement au rotor, non celle de l'élargissement du tube de courant.
- (2.) Il s'agit de mettre en correspondance chacune des hypothèses portant sur l'écoulement (stationnarité, vitesse purement axiale et uniforme sur chaque section) et leur conséquence sur le calcul du débit. Rappelons que la notation \oiint signifie que l'intégrale s'étend sur une surface délimitant un domaine fermé. Le débit, lui, se rapporte à une surface généralement non fermée. Enfin, l'expression $q_m = \iint_{S_0} \rho \vec{V} \cdot d\vec{S}$ ne présuppose pas que l'écoulement est parfait, contrairement à ce qu'ont déclaré quelques candidats, par excès de prudence.
- (3.a.) Les calculs de bilan de quantité de mouvement n'ont pas été conduits avec la rigueur qui s'impose, par plus de la moitié des candidats. Pour certains, ce calcul relève davantage du bricolage où tous les réajustements sont permis pour atteindre un résultat qu'ils connaissent. Rappelons qu'un schéma clair et enrichi de notations est indispensable, et qu'un principe fondamental de la dynamique ne saurait être appliqué que sur un système fermé et clairement défini. Il a échappé à quelques candidats que la résultante des forces de pression agissant sur une surface fermée est nulle, lorsque la pression y est uniforme. Rappelons qu'un vecteur ne peut être égal à un scalaire (encadrer un tel résultat n'est pas acceptable), qu'une valeur algébrique n'est pas une norme, que la notation d'un vecteur comporte une flèche, au moins selon la notation suggérée par l'énoncé. On pourrait espérer ce minimum de rigueur mathématique.
- (3.b.) Les candidats savent, généralement, appliquer le théorème de Bernoulli ... mais ne pensent pas toujours à en vérifier le cadre d'application.

- (3.c.) Certains candidats tentèrent d'appliquer le théorème de la résultante dynamique au rotor, choisi comme système, mais omirent alors de considérer l'action de la liaison pivot palier-axe du rotor. D'autres ont annoncé un résultat sans aucune démonstration. Attention aux graves confusions : $F = p$ ou $F = p/S$, qui révèlent encore l'absence de distinction entre un vecteur et un scalaire.
- 80 • (3.c.) Savoir reconnaître les identités remarquables permet d'alléger les calculs et limite donc les risques d'erreur : ici, $(a^2 - b^2)/(a - b) = a + b$.
- (4.a.) Nos remarques sont comparables à celles se rapportant à la question (3.a.). Certains candidats ont corrigé grossièrement et sans vergogne le signe de l'expression de la puissance qu'ils avaient obtenue, constatant, par la suite, une erreur de signe. Ce type de pratique jette le discrédit sur
85 leurs qualités déductives, leur rigueur et leur état d'esprit. D'autres ont commis deux erreurs de signe (la première lors de l'écriture du bilan de quantité de mouvement, la suivante en n'affectant pas le bon signe à la puissance transférée du rotor à l'écoulement) et ont obtenu un résultat "juste", en apparence. Dans ce cas, la réponse n'a été que partiellement validée.
- (4.b.) Étonnamment, cette grandeur n'a été identifiée et précisément définie que par quelques
90 candidats (l'expression écrite est souvent confuse). Certains ont pensé avoir décelé une erreur d'énoncé et ont remplacé S par S_1 . Il s'agit de la puissance maximale que l'on pourrait espérer récupérer en interceptant l'écoulement (ρ, v_1) par un convertisseur d'énergie de surface S .
- (4.c.) Dans la mesure où le résultat à établir était donné, quelques candidats ont outrageusement falsifié leur démonstration pour l'obtenir. Ce manque d'honnêteté intellectuelle manifeste est sys-
95 tématiquement pénalisé.
- (4.d.) Nous regrettons le manque de soin que certains candidats apportèrent à ce tracé ainsi que le manque de réflexion ou de méthode de certains autres : r est compris entre 0 et 1, de même que η^* . Un tracé n'est pas qu'une question de plus dans un énoncé. Il a pour vocation de rendre un résultat plus "parlant", en vue de son analyse puis de son interprétation. Il est donc avantageux
100 d'y faire apparaître toutes les informations dont on dispose. Un bon nombre de candidats n'a pas obtenu l'expression correcte de la dérivée de la fonction η^* , souvent en raison de calculs conduits maladroitement : développer la factorisation du polynôme en r avant de le dériver, ne pas remarquer que 1 est une racine double de ce polynôme et sera donc un zéro de sa dérivée ...
- (4.e.) Cette question a été particulièrement mal traitée. Il s'agit de souligner les particularités de la dépendance $\eta^* = \eta^*(r)$ et de tâcher de les expliquer physiquement (c'est le sens de "interprétation"). Parmi les candidats qui ont précisé que le maximum est atteint pour $r = 1/3$ (d'ailleurs, sans toujours calculer le maximum correspondant), seuls quelques-uns ont manifesté leur étonnement. Les candidats ayant trouvé un rendement excédant l'unité, plutôt que de conclure que c'est là l'une des raisons du développement éolien, auraient dû d'abord s'en inquiéter.
- 105 • (5.a.) Il est surprenant qu'une très infime minorité des candidats ait mentionné que les pales dévient l'écoulement et qu'ainsi, en traversant le rotor, la veine acquiert un mouvement de rotation. L'apparition d'une composante orthoradiale de vitesse, inhérente au fonctionnement-même de l'éolienne, n'est pas prise en compte dans le modèle adopté. Beaucoup de candidats invoquèrent, un peu naïvement, des irrégularités de nature météorologique ; le vent ne soufflant jamais dans une direction fixe. C'est incontestable, mais les effets à considérer sont ceux directement liés au fonctionnement
115 du système et à sa modélisation.
- (5.b.) Beaucoup de candidats invoquèrent le caractère turbulent, voire chaotique, de l'écoulement. Ces effets ne doivent pas être rendus arbitrairement responsables de toutes les difficultés rencontrées. Il est très étonnant que seuls quelques candidats aient évoqué l'échange d'énergie entre le
120 fluide et le rotor, alors que toute cette première partie lui était consacrée et était même explicitement mentionné dans son titre.
- (5.c.) Annoncer que le rapport r est fixé par v_1 et v_2 est mathématiquement incontestable mais guère heuristique. Si v_1 peut être considérée comme fixée, v_2 est une grandeur de sortie et n'est donc pas contrôlée, directement. Elle dépend du régime de fonctionnement de l'éolienne. Ce régime est déterminé par le point de fonctionnement de l'éolienne, en interaction amont avec l'écoulement
125

et en interaction aval avec sa charge électrique. Pour envisager d’orienter sa réflexion dans cette voie, il suffit de considérer une situation simple ; si le rotor est bloqué (charge “infinie”), alors $r = 1$. Cette question demandait, bien sûr, de prendre du recul sur l’étude. Seuls deux candidats (voire trois, si l’on sur-interprète favorablement les explications données dans une troisième copie) ont
 130 indiqué que le rapport r est fixé par la “résistance” mécanique ressentie par le rotor de l’éolienne.

II.C Aérodynamique d’une pale d’éolienne.

- 135 • (6.a.) L’expression du nombre de Reynolds est connue de la grande majorité des candidats mais beaucoup ont proposé une estimation de sa valeur numérique erronée ou peu réaliste (ayant assimilé la vitesse du vent à celle d’un avion, adopté une longueur caractéristique centimétrique, confondu la masse volumique de l’air avec celle de l’eau, ...). Aucun candidat n’a soulevé le problème du choix de la longueur caractéristique à considérer, la pale étant un objet tridimensionnel. Quelques-uns ont échangé les domaines visqueux et inertiel, au regard des plages du nombre de Reynolds. À ce propos, dans la mesure où ce dernier se construit comme un rapport de forces, le classement visqueux/inertiel est préférable au classement laminaire/turbulent.
- 140 • (6.b.) Cette question a été rarement traitée de façon complète (elle comprend trois sous-questions). De nombreux candidats ont confondu le maître-couple S avec la surface de la sphère. Seuls quelques-uns ont mentionné que la force de traînée apparaissait comme le produit de S par la pression (dynamique) qui intervient dans l’équation de Bernoulli et que, par conséquent, $C_x \sim 1$. Une frange de candidats a déduit un ordre de grandeur du C_x à partir de ceux d’une force, d’une masse
 145 volumique, d’une surface et d’une vitesse ... mais sans juger indispensable de préciser (ou de se souvenir ...) sur quel système de référence elle avait fixé ces valeurs. Cette méthode, au demeurant un peu étonnante, a le plus souvent conduit à des valeurs très éloignées de l’unité attendue (allant de 10^{-7} à 10^6).
- 150 • (7.) Le caractère non dimensionné des coefficients de traînée et de portance est annoncé sans aucune justification par un trop grand nombre de candidats. Ces coefficients dépendent du fluide, de la vitesse et de la géométrie, certes, mais simplement à travers leur groupement qui forme précisément le nombre de Reynolds (d’ailleurs faiblement sur le domaine considéré). Seuls quelques candidats ont indiqué qu’ils dépendaient également de l’angle d’incidence (qui est également une grandeur sans dimension). Ce qui apparaissait pourtant explicitement sur la figure (3).
- 155 • (8.) La géométrie du système n’a pas été comprise de l’immense majorité des candidats. Beaucoup ont placé l’axe de rotation perpendiculairement au plan du profil représenté figure (2) et passant par J. La loi de composition des vitesses a souvent été mal écrite, voire même simplement pas écrite du tout. Pourtant, seule cette relation était vraiment indispensable pour conduire la suite de l’étude.
- 160 • (9.) La plupart des candidats sait que les résultantes de traînée et de portance sont orthogonales mais certains ont placé la traînée selon la corde (I,J) de la pale, et non selon \vec{W} . La recherche du sens de la portance semble n’avoir fait l’objet d’aucun questionnement. La cohérence de la configuration géométrique et du sens des vitesses nécessite que la résultante de la force aérodynamique entraîne effectivement la pale selon \vec{U} .
- 165 • (10.) Cette question n’a été traitée correctement que par quelques candidats. Même si la géométrie du système n’avait pas été comprise, certains, depuis l’expression composée de \vec{W} , en restant cohérents dans le développement de leur calcul, ont su établir l’expression de la composante participant à l’entraînement de la pale.
- 170 • (11.a.) Nous attendions que les tracés soient effectués avec un minimum de soin, en particulier que les axes portent des graduations et que les valeurs extrêmes y apparaissent.
- (11.b.) Cette question est difficile. Quelques candidats ont tenté d’y répondre en analysant l’influence de l’angle d’incidence sur un objet sphérique. La définition, dans ce cas, de l’angle d’incidence ne semble pas leur avoir posé de problème. Ici, un schéma clair, représentant les lignes de courant autour de la pale, pour différents angles d’incidence permettait de poser le problème.

- 175 • (11.c.) Un bon nombre de candidats a dérivé C_P ou C_T par rapport à i , afin d'identifier ce qu'il pensait être le point optimal. D'autres, mieux inspirés, ont mené une approche "pas à pas", légitime mais assez laborieuse. Quelques-uns ont avantageusement remarqué que l'angle optimal correspond au point où la droite, passant par l'origine (0,0), est tangente à la polaire.
- 180 • (11.d.) Cette question ne présente pas de difficulté, elle fut pourtant peu abordée ou mal traitée. Seuls quelques candidats ont donné une réponse très bien argumentée.
- 185 • (12.) Si de nombreux candidats savent exprimer, formellement, la puissance développée par un moment de forces, beaucoup moins sont parvenus à mener à terme les calculs, depuis l'exploitation de la figure (4). Nous avons décelé de nombreuses maladroesses, ou d'erreurs : mauvaise estimation du moment total, oubli de tenir compte de l'unité à associer à la surface élémentaire choisie pour la figure (4), conversion de l'unité $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$ en $\text{rd}\cdot\text{s}^{-1}$ erronée, Quelques candidats ont parfaitement bien traité cette question, parmi lesquels certains ont d'ailleurs mentionné le lien entre la valeur de la puissance trouvée et le nom de l'éolienne (ADWEN 8MW).
- 190 • (13.) Cette question a été peu abordée. C'est dommage car elle offrait une comparaison à la limite de Betz et ouvrait ainsi sur des commentaires. L'erreur fréquemment commise par les candidats qui l'ont abordée fut d'avoir adopté, pour S , la "surface" d'une pale. Veiller à vérifier les résultats qui paraissent surprenants (trouver un rendement de quelques centièmes, supérieur à l'unité, ...) avant de les considérer comme acquis puis de tenter, acrobatiquement, d'en tirer des conclusions.

II.D Distribution de la vitesse du vent.

- 195 • (14.) Le calcul a été conduit par sommation par certains candidats, d'autres se sont appuyés avantageusement sur la condition de normalisation (les durées étant exprimées en proportion d'une année). Étrangement, un bon nombre de candidats a exprimé le résultat en fonction de τ , confondant cette variable, pourtant définie dans l'énoncé, avec une unité. Certains autres ont mal traduit que l'axe des ordonnées portait $100 \times \tau$ et non τ .
- 200 • (15.a.) Il est indispensable de mener une succincte étude de fonction pour transcrire fidèlement ses propriétés sur sa représentation graphique. Quelques candidats ayant présenté un tracé erroné, ou beaucoup trop approximatif, ont toutefois abusivement affirmé qu'il représentait bien la distribution de la figure (5). Cela relève-t-il d'une déficience du sens critique ou d'un manque de loyauté ?
- 205 • (15.b.) Nous n'avons guère eu l'occasion de lire des réponses satisfaisantes à cette question pourtant très simple. Rares sont les candidats qui ont su caractériser, dans le contexte de cette étude, le paramètre c . Ici, un graphique peut se substituer avantageusement à un long développement.
- (15.c.) Quelques candidats ont su établir le lien entre a et c . Nous avons tenu compte de la réponse donnée par chaque candidat à la question (14) afin de ne pas pénaliser ceux qui, bien que ne lui ayant pas apporté la bonne réponse, sont restés cohérents.
- (15.d.) Cette question a été plutôt bien traitée par les candidats qui l'ont abordée.
- 210 • (15.e.) Les quelques candidats ayant abordé cette question ont bien compris qu'il fallait établir un critère sensible à une erreur globale mais certains n'ont pas adjoint la contrainte que les erreurs locales ne devaient pas pouvoir se compenser. On pouvait, accessoirement, encore exiger l'insensibilité du critère relativement au nombre de points N (forme d'intensivité).
- 215 • (16.) Seuls deux candidats ont indiqué que la puissance \mathcal{P}^* dépend de v^3 et que sa moyenne est donc une grandeur énergétiquement représentative de la distribution des vitesses (moyenne dont la racine cubique définira v^*). Les autres candidats qui ont abordé cette question ont proposé, sans doute davantage par automatisme que par réflexion, la vitesse moyenne, la vitesse la plus probable ou la racine carrée de la vitesse quadratique moyenne. Aucun élément de justification n'a alors été donné. Lorsque les calculs ont été menés à terme, nous avons partiellement validé ces réponses.
- 220 • (17.) Cette question a été généralement bien traitée par les quelques candidats qui l'ont abordée.
- (18.) Les candidats qui ont abordé cette question ont généralement eu le souci de fournir une description détaillée d'un dispositif de mesure précis, et c'était ici l'essentiel. Ils n'ont cependant

pas tâché d'estimer si c'était le plus approprié, dans le contexte d'utilisation prévu. Les problèmes de la sensibilité, de la nature de la grandeur de sortie, des acquisitions multiples et de leur traitement (notamment en vue d'établir la distribution des vitesses) n'ont jamais été soulevés.

III Partie chimie.

III.A Introduction.

La partie chimie portait sur l'étude d'une batterie à flux liquide et couvrait un large spectre des notions abordées en première et en seconde années de CPGE. Les trois parties étaient totalement indépendantes et les candidats ont su en tirer partie pour traiter le maximum de questions. Le sujet était plus court que les années précédentes pour laisser au candidat le temps de réfléchir à chacune des parties. De fait, le jury a été agréablement surpris de voir que les trois parties ont été abordées par la plupart des candidats, les parties ayant été traitées de manière linéaire sans chercher à papillonner pour engranger le maximum de points. Le jury a constaté avec satisfaction cette année une large diminution du nombre de copies ayant traité moins de 30 % du problème par rapport aux années précédentes. Les candidats ayant obtenu la meilleure note sont ceux qui ont su réinvestir les connaissances acquises au cours de leur formation dans chacune des parties du problème. Cependant, leur jury regrette que certains candidats perdent du temps dans de longues réponses, notamment pour les questions de cours, alors que des réponses concises sont attendues. De plus, de nombreux candidats se contentent de réciter leur cours sans adapter leur discours au cas qui est étudié dans le problème, ce qui entraîne parfois des aberrations.

Le sujet faisait appel à l'étude de documents. L'extraction d'informations à partir de ces documents n'a pas posé de problème particulier aux candidats et le jury tient à les en féliciter. Cependant, certains candidats semblent avoir du mal à voir la distinction entre les cas abordés en cours durant l'année et ceux présentés dans le problème, notamment dans le cas des diagrammes d'équilibre. Il est également rappelé aux candidats que les données ne servent pas uniquement aux applications numériques mais permettent de répondre qualitativement aux questions. Les applications numériques posent certaines difficultés, notamment lors de la conversion des unités, et sont la plupart du temps fausses. La deuxième partie est celle qui globalement a posé le plus de difficultés aux candidats. Nous reviendrons dans la suite plus en détail sur ces différentes difficultés.

III.B Étude de la synthèse des espèces chimiques.

Cette partie portait à la fois sur le programme de première année (chimie des solutions, diagramme (P,T) , équilibre chimique) et de seconde année (diagramme d'équilibre liquide-vapeur). Elle a été globalement bien traitée par les candidats, notamment l'extraction d'informations des différents documents. Cependant le jury déplore un nombre conséquent d'applications numériques fausses.

La première question est celle qui a posé le plus de difficultés. Peu de candidats ont identifié le fait qu'un acide fort est entièrement dissocié dans l'eau, ce qui fait que le dérivé disulfonique est sous forme d'ion en solution aqueuse. L'interaction ion-dipôle est par conséquent peu évoquée.

La classification périodique est un outil fondamental de la chimie et il est dommage que certains candidats ne connaissent pas sa structure ou les numéros atomiques d'éléments aussi courants que les halogènes. Identifier les nombres d'oxydation accessibles à partir d'une configuration électronique semble poser étonnamment des problèmes à nombre de candidats. Le jury tient à rappeler que le brome peut présenter un degré +VII comme dans l'ion perbromate BrO_4^- . La relation entre potentiel standard et enthalpie libre standard est rarement utilisée par les candidats.

Bien que les applications numériques sont en général fausses, la partie portant sur le diagramme (P,T) a été bien traitée. Cependant, le processus de décantation a été parfois mal identifié ainsi que la verrerie adéquate.

La partie sur le diagramme d'équilibre liquide-vapeur a posé plus de difficultés. Le calcul de variance a entraîné des réponses d'une longueur excessive avec de nombreux calculs alors qu'il était juste demandé ici de comparer les différents paramètres pour constater que la variance était identique dans les deux cas. Aucun calcul de variance n'était demandé. Le calcul de la composition à l'aide de la constante

d'équilibre a donné lieu à des résultats contrastés. L'interprétation de la distillation a posé également quelques problèmes, les candidats se sont pour la plupart contentés d'indiquer que l'on obtient le composé le plus volatil en haut de la colonne sans le justifier en utilisant le diagramme binaire et sans justifier non plus que l'on n'obtenait pas BrCl.

275 III.C Étude du fonctionnement de l'accumulateur.

Cette partie qui portait principalement sur l'utilisation des courbes intensité-potentiel pour l'étude de la charge et la décharge d'un accumulateur a posé certains problèmes aux candidats. Les questions portant sur l'utilisation des courbes intensité-potentiel ont donné lieu à des réponses confuses et mal rédigées. Beaucoup de candidats semblent avoir appris par cœur le cours sur les courbes intensité-potentiel sans avoir vraiment compris leurs significations.

280 Cela se voit notamment lorsque l'on demande de justifier la présence ou l'absence de palier sur les courbes intensité-potentiel, ce qui a donné lieu à des imprécisions ou à de fausses justifications. Le jury est surpris de constater que peu de candidats identifient le potentiel à intensité nulle avec le potentiel de Nernst et que bon nombre ne savent pas écrire cette équation correctement. Cette question de cours avait
285 justement pour but de permettre au candidat de pouvoir tracer plus facilement l'évolution de la courbe intensité-potentiel avec l'état de charge de l'accumulateur, ce qui a été rarement le cas. Les contraintes liées à la recharge d'un accumulateur sont globalement peu maîtrisées.

III.D Évolution temporelle de la concentration dans le réacteur.

290 La dernière partie portait sur la cinétique de la réaction d'oxydo-réduction et comportait des notions de seconde année (loi de Faraday, bilan faradique) et de première année (cinétique d'ordre 0 et 1, réacteurs fermés et réacteurs ouverts). Elle a donné lieu à des résultats contrastés, soit les candidats traitaient correctement la question de cours sur le bilan de matière dans le réacteur ouvert, soit tout était faux alors que des résultats intermédiaires étaient donnés dans le sujet.

295 Le jury note tout de même que les réacteurs ouverts (temps de passage, vitesse dans le réacteur) sont globalement maîtrisés par les candidats lorsqu'ils abordent la question. Les ordres des réactions ainsi que les temps de demi-réaction sont parfois donnés de manière erronée. La dernière question a été peu et mal traitée avec des réponses assez confuses.

* *
*