

**Banque PC inter-ENS – Session 2020**  
**Rapport du jury de l'épreuve écrite Physique–Chimie (5 h)**

- **École** : ÉNS de Lyon
- **Coefficient** :
  - En pourcentage du total concours : 26,09 %(coefficient réajusté pour cette session particulière sans épreuve orale, en raison de la pandémie “COVID 19”)
- **Membres du jury** :
  - Partie chimie : Raymond GRUBER, Laure GUY, Maëlle MOSSER, Vincent WIECZNY ;
  - Partie physique : Anne-Emmanuelle BADEL, Hervé GAYVALLET, Sylvain JOUBAUD, Baptiste PORTELLI.

## I Présentation.

En raison des mesures sanitaires mises en place pour lutter contre la pandémie “COVID 19”, cette épreuve écrite, initialement prévue le vendredi 24 avril, s’est déroulée le vendredi 26 juin 2020. Parallèlement, son poids relatif<sup>1</sup> a été légèrement augmenté afin de maintenir l’équilibre des différentes disciplines dans ce concours particulier dépourvu d’épreuves orales.

Cette épreuve comprend deux parties indépendantes. La première, consacrée à la physique, proposait une étude de la propagation d’ondes le long d’une corde. La seconde, dédiée à la chimie, s’intéressait à l’influence de la convection sur la cinétique réactionnelle. Le sujet de cette épreuve est accessible à l’URL :  
[https://banques-ecoles.fr/cms/wp-content/uploads/2020/07/20\\_pc\\_ephychi.pdf](https://banques-ecoles.fr/cms/wp-content/uploads/2020/07/20_pc_ephychi.pdf)

Ces deux parties comptant à parts égales dans l’évaluation finale, il est attendu que les candidats abordent chacune d’elles. Onze candidats ont toutefois rendu une copie blanche en chimie et trois en physique (un candidat ayant rendu une copie blanche à la fois en chimie et en physique).

Sur les 1 295 candidats inscrits au concours PC 2020 de l’ÉNS de Lyon, 797 (61,5%) se sont présentés à cette épreuve. C’est une baisse sensible<sup>2</sup> par rapport à la session 2019. Les notes attribuées s’étalent de 0,00 à 20,00 selon un écart-type de 3,55 et autour d’une moyenne de 7,97. La figure (1) présente leur distribution par tranche de cinq points.

## II Partie physique : Ondes transverses le long d’une corde sous tension.

La partie consacrée à la physique s’intéresse successivement à l’équilibre d’une corde suspendue par ses deux extrémités, à la propagation d’ondes le long d’une corde pendante et enfin à la propagation d’ondes le long d’une corde en défilement.

Nous avons été impressionnés par la qualité des meilleures copies, bien supérieure à celle des années précédentes. Il est envisageable que les deux mois de révision supplémentaires, conséquence de la crise sanitaire traversée au printemps 2020, auront permis aux candidats (ou au moins à une grande partie d’entre eux) de consolider leurs connaissances et développer leur savoir-faire. Quelques-uns ont d’ailleurs traité la presque totalité du sujet, sans pour autant sacrifier la partie chimie. À l’opposé, le peu d’applications très directes du cours a desservi bon nombre de candidats. Nous encourageons donc les futurs candidats à travailler leur cours en profondeur. Avec le recul acquis ils seront en mesure, en particulier, de transposer une méthode, plus spécifiquement propre à un domaine de la physique, à un autre domaine. Par exemple, les raisonnements en terme d’échelle caractéristique ou

1. Comparé à celui de la session 2019, relativement au total d’admissibilité.

2. Qui peut, peut-être, trouver sa cause dans le contexte très particulier de cette session.

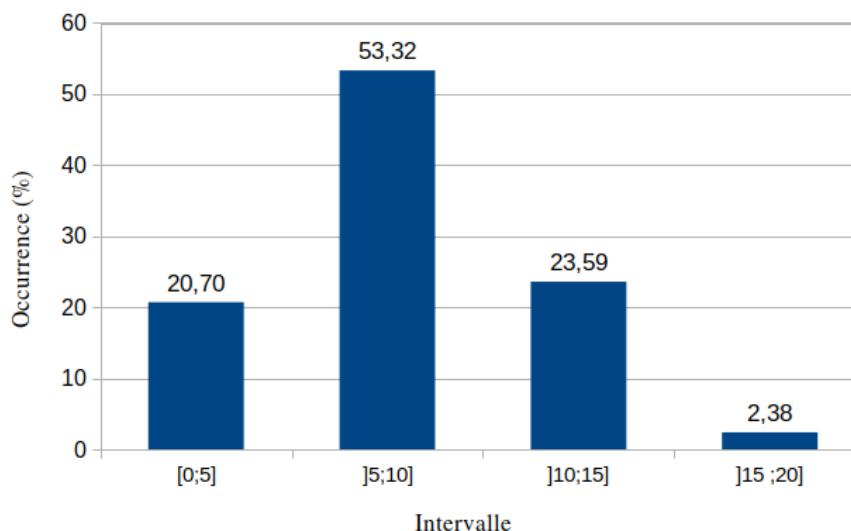


FIGURE 1 – Épreuve écrite PC 2020 Physique-Chimie de l'ÉNS de Lyon : Distribution relative des notes attribuées.

l'établissement de bilans d'une grandeur extensive, largement mis en œuvre en hydrodynamique, pouvaient être adaptés au contexte de l'étude proposée. Enfin, nous avons constaté une nette dégradation du soin apporté à la rédaction des copies. Les Éns ont pour mission de former des enseignants et des chercheurs, il importe donc au jury de recruter des candidats d'excellent niveau mais étant également sensibilisés à l'importance de communiquer avec rigueur, précision et clarté.

## II.A Remarques générales.

Nous reprenons ici les remarques et recommandations générales les plus importantes mentionnées dans les rapports précédents. Il s'est avéré qu'elles restaient d'actualité.

- La rédaction d'une copie ne doit pas se réduire à une liste de résultats. La démarche adoptée, la conduite des calculs et la qualité de la rédaction importent tout autant que le résultat obtenu.
- Certaines copies sont véritablement illisibles au point qu'il devient impossible d'en évaluer le contenu et, en conséquence, de lui attribuer des points.
- Il est très rare que, spontanément, un schéma (ou une représentation graphique) soit présenté pour synthétiser un énoncé, poser un problème, construire une démarche ou analyser un résultat. C'est une étape qui suscite toujours réflexion et permet ainsi de prendre du recul par rapport à l'objet représenté.
- Un résultat, qu'il soit intermédiaire ou final, gagne toujours à être soumis à des tests de bonne tenue. Cette vérification permet d'ailleurs de le mieux comprendre, d'inspirer des commentaires ou d'éclairer l'étape suivante.
- Les applications numériques ne sont pas de simples exercices de calcul. Elles donnent un sens concret à un résultat et permettent ainsi de valider un cadre d'hypothèses et de confronter un modèle à la réalité.
- Un problème ne doit pas être considéré comme une série de questions plus ou moins indépendantes. Son énoncé suit une trame cohérente structurant l'étude proposée. Les résultats s'enchaînent donc logiquement et se complètent ou se corroborent. Cette cohérence doit, bien sûr, se retrouver dans les réponses données.
- En dépit de nos mises en garde répétées, la pratique du résultat remodelé et de la démonstration falsifiée restent d'usage chez quelques candidats. Nous rappelons une fois de plus que les correcteurs ne limitent pas leur lecture des copies aux résultats, ni à la conclusion des argumentations. Il est préférable, à tout point de vue, d'admettre ouvertement un résultat plutôt que de l'obtenir au prix de manœuvres douteuses.

## 55 II.B Remarques détaillées.

Nous présentons ici, question par question, les remarques que nous ont inspirés les réponses des candidats. Nous mentionnons également les erreurs les plus couramment rencontrées. Certaines peuvent révéler des lacunes ou des méthodes et concepts mal compris, les plus largement partagés. Les numéros **1** à **33** se rapportent à ceux des questions. Nous ferons fréquemment référence aux notations, équations et figures de l'énoncé. Il est donc  
60 indispensable que ces remarques soient mises en correspondance avec le sujet.

### 1. Étude de l'équilibre d'une corde suspendue en deux points.

1. Étonnamment, cette question d'entrée a mis en difficulté d'assez nombreux candidats, notamment ceux n'ayant pas été assez attentifs à la définition de la tension  $\vec{T}$ . Il devenait alors difficile, à partir d'une somme plutôt que d'une différence, de faire apparaître une fonction dérivée. Étrangement, ce mauvais départ n'a pas  
65 toujours été un obstacle à l'accès à la relation attendue, bien sûr donnée dans l'énoncé. Mentionnons encore que la définition du système mécanique étudié, l'inventaire de ses interactions avec son environnement et sa schématisation ne sont pas des étapes optionnelles, notamment parce qu'elles limitent les risques d'erreur.
2. Les remarques précédentes valent encore pour cette question. Précisons que la variable  $T$  n'est pas une constante et que l'on ne se place pas dans l'approximation  $|\alpha| \ll 1$  (qui restreindrait dramatiquement la  
70 généralité de l'étude!).
3. Différentes approches étaient envisageables, la plus rapide consistant sans doute à traduire l'équilibre vertical de la corde complète. Notons qu'il faut bien distinguer les variables  $x$  et  $s$  ( $T$  ayant été introduite comme fonction de  $s$ ) et prendre en compte convenablement les symétries et conditions aux limites.
4. Bien que n'ayant pas posé de problème aux candidats ayant traité avec succès les questions précédentes  
75 (d'ailleurs pas plus qu'à ceux ayant choisi de se placer dans l'approximation  $|\alpha| \ll 1$ ), cette synthèse des résultats a parfois conduit à des calculs tortueux.
5. Cette question ne présente pas de difficulté mais des maladroites (symétrie non considérée d'emblée, développement des fonctions hyperboliques sur la base des exponentielles,...) ont fait perdre du temps à certains candidats.
6. Les candidats qui ont proposé une analyse dimensionnelle et l'ont conduite correctement sont très rares. S'appuyer sur la relation  $k = 2 \tan(\alpha_B)/L$  obtenue en réponse à la question (4) en avançant que  $\alpha_B$  ne peut dépendre que de  $a$  et  $L$  est une réponse incorrecte si l'on ne justifie pas cette dépendance. Notons que cela ne fait que déplacer le problème de  $k$  à  $\alpha_B$ . Pour justifier "qualitativement" que  $k$  ne dépend pas du produit  $\mu g$  on pouvait imaginer superposer deux cordes identiques suspendues dans les mêmes conditions.  
85 Naturellement, leur forme reste alors inchangée après leur réunion.
7. Différentes approches étaient envisageables dont une consistant à exprimer, sous forme intégrale, la longueur  $L$  de la corde. Aucun développement n'était demandé. Notons, contrairement à ce qu'ont affirmé quelques candidats, que la relation permettant d'accéder à  $k$  ne peut être l'équation différentielle (3), vraie quel que soit  $k$ !
8. Il était attendu que les candidats indiquent clairement la procédure suivie pour déterminer la valeur de  $k$ . Rares sont ceux qui ont reproduit la figure (3) pour illustrer leur calcul. Naturellement, une valeur donnée sans unité, ou avec une mauvaise unité, est considérée comme erronée.
9. Cette question a dérouté la presque totalité des candidats et a parfois donné lieu à des réponses relevant davantage de l'auto-conviction que de l'argumentation. Très rares sont ceux qui ont évoqué l'hypothèse  
95 d'une corde inextensible et sans raideur de flexion. Par ailleurs, en plus de l'interaction gravitationnelle, la corde est en interaction avec l'extérieur par l'intermédiaire des points A et B qui, étant fixes, ne participent à aucun échange d'énergie. Cette condition n'a été mentionnée que par un ou deux candidats. Énoncer, comme relevant d'un règle générale, que "la tension ne travaille pas", est trop incomplet et imprécis.
10. Cette question a révélé que de trop nombreux candidats ne savent pas exprimer l'énergie potentielle de pesanteur d'un point matériel. Les problèmes de signe ou d'homogénéité ne sont pas l'exception. Dans ces conditions (sans compter la confusion assez fréquente entre  $x$  et  $s$ ) la détermination de l'énergie potentielle d'un système continu devenait impossible. Rappeler que l'énergie potentielle (ici de gravitation) n'est  
100 définie qu'à une constante près eût été bienvenu.

11. Cette question a dérouté une bonne partie des candidats. Certains ont toutefois indiqué que la longueur de la corde devait rester fixée (même si cet énoncé était parfois noyé dans d’autres considérations plus ou moins pertinentes).
12. Cette question a été peu abordée. Quelques candidats l’ont toutefois très bien traitée.
13. La difficulté principalement rencontrée fut le calcul de la surface en “diabolo” des interfaces. Par ailleurs, seuls quelques candidats ont considéré que le film comportait deux interfaces eau savonneuse-air. Enfin, quelques-uns ont confondu énergie de surface et force qui en dérive.
14. Assez peu de candidats ont mentionné que l’aire de la surface du film n’était pas fixée alors que la longueur de la corde l’était. Quelques-uns ont déclaré que le volume du film devait rester fixé. Ce n’est pas vrai mais cette réponse fait montre de réflexion et est, à ce titre, recevable. En réalité, le film peut échanger de l’eau savonneuse avec les “réservoirs” qui se forment au niveau des anneaux sur lesquels il est tendu (cette connaissance n’étant, bien sûr, par exigible des candidats).
15. La réponse devenait immédiate si celle de la question précédente était correcte (pas de contrainte de minimisation, donc  $c = 0$  (m)).
16. Très peu de candidats ont remarqué que, dans le cas du film, l’origine des ordonnées ( $r$ ) n’avait pas été choisie arbitrairement. Elle a été placée sur l’axe de symétrie de la surface du film.

Les questions **14** à **16** sont très délicates puisque demandant une prise de recul par rapport aux résultats établis jusqu’alors. Elles sont par ailleurs étroitement liées. Nous avons alors considéré ce jeu de questions comme un ensemble. Certains éléments, plutôt attendus dans la réponse à l’une de ces questions, pouvaient donc apparaître dans la réponse à une autre.

17. Si quelques candidats ont signalé l’existence de deux solutions mathématiquement possibles, très peu ont su argumenter leur choix de l’une d’entre elles (ou ont au moins signalé que ce problème se posait). Là encore, un schéma était le bienvenu.
18. Cette question n’a pas été systématiquement abordée par les candidats ayant traité la précédente. Elle se situe pourtant dans son prolongement direct et ne présente aucune difficulté nouvelle.

## 2. Propagation d’ondes transverses le long d’une corde pendante.

19. Pour une partie importante des candidats, l’approximation de “faible perturbation” se traduit par  $a \ll L$  et  $\lambda \ll L$  (si ce n’est, dans le pire des cas, par  $a \ll 1$ ). Cette erreur est d’autant plus surprenante que cette approximation est celle habituellement adoptée dans l’étude de la corde de MELDE (“ $|\partial h / \partial x| \ll 1$ ”). Par ailleurs, très rares sont les candidats qui ont argumenté leur réponse. Cette étape aurait sans doute évité des erreurs.
20. On pouvait indifféremment traduire l’équilibre du tronçon  $[0, z]$  ou celui du tronçon élémentaire  $[z, z + dz]$ . Dans ce dernier cas apparaissait une constante d’intégration que d’assez nombreux candidats n’ont pas déterminée correctement (sans doute à cause d’une mauvaise lecture de l’énoncé). Pour certains, la tension doit s’annuler au point de suspension, alors que d’autres ont (apparemment) adopté un repère différent de celui imposé dans l’énoncé.
21. Peu de candidats ont traité cette question, pourtant très classique, avec toute la rigueur attendue. Exceptionnels sont ceux qui ont tracé un schéma en y faisant apparaître correctement les forces de tension. À ce sujet, précisons que l’accroissement élémentaire  $dz$  est une grandeur algébrique, orientée par l’axe  $(Oz)$ . Quelques candidats ont considéré (apparemment) que la perturbation était longitudinale. Nous regrettons de trouver encore, comme pour la question **1**, des démonstrations fallacieuses qui n’auraient jamais abouti si le résultat n’avait été donné. Citons, par exemple, pour “compenser” une erreur de projection, le développement limité de la fonction  $\cos \alpha$  devenant opportunément celui de la fonction  $\sin \alpha$ .
22. Si candidats ont, généralement, su identifier quels étaient les termes à comparer (ce n’était là que la première étape), rares sont ceux qui ont traité convenablement cette question. Exceptionnels sont ceux qui ont compris que la variable  $z$  intervenait dans la délimitation d’approximation.

- 150 **23.** Cette question a révélé, de façon particulièrement inquiétante, qu’une grande majorité des candidats ne sait (vraiment) pas effectuer un changement de variable. Nous avons pourtant pris soin, dans l’énoncé, de bien distinguer les fonctions  $h = h(z, t)$  et  $H = H(Z, t)$ . La nécessité de cette distinction a visiblement échappé à beaucoup de candidats. Précisons aux quelques candidats qui ont franchi avec succès cette étape de calcul que l’équation différentielle vérifiée par la fonction  $H$  devait être donnée sous sa forme la plus aboutie.
- 155 C’est-à-dire ne plus faire intervenir que les paramètres  $g$  et  $L$ , la variable  $Z$  et la fonction  $H$ .
- 24.** Cette question s’appuie sur le résultat de la question précédente. Nos remarques rejoignent celles relatives à la question **22**.
- 25.** La grandeur  $c_0$  est définie comme “simili-célérité”. Elle apparaît s’exprimer en  $s^{-1}$  et non en  $m \cdot s^{-1}$ .
- 160 **26.** À l’instar des questions **22** et **24**, il s’agissait d’associer aux différentes variables “leur” grandeur caractéristique de variation. Notons, par exemple, que celle de la fonction  $H$  est  $\sqrt{\lambda/L}$  (et non  $\lambda$ , qui est celle de la fonction  $h$ ).
- 27.** La notion d’onde plane semble être, pour la majorité des candidats ayant abordé cette question, se restreindre au cas de l’onde monochromatique. L’onde initiée par la perturbation décrite par l’équation (13) n’est, évidemment, pas monochromatique. Il eût été judicieux de commencer par rappeler, qu’à une dimension spatiale, la solution générale de l’équation de d’ALEMBERT est une superposition de deux ondes de la forme  $F(t - Z/c_0)$  et  $G(t + Z/c_0)$ , se propageant selon des sens opposés. Il fallait encore bien noter que c’est la fonction  $H$  (et non  $h$ ) qui est solution de l’équation de d’ALEMBERT. Cette question s’est révélée plus difficile que nous l’avions jugée *a priori*.
- 165 **28.** Quelques candidats ont commenté de façon très complète et précise les évolutions présentées. Bien entendu, ces commentaires étaient grandement facilités s’ils s’appuyaient sur les résultats précédemment établis. Il est très étonnant que certains candidats aient cru déceler, dans ces évolutions, la manifestation d’un phénomène de résonance.
- 170 **29.** Nos remarques rejoignent celles relatives à la question précédente. Seuls deux ou trois candidats ont évoqué le cadre de validité des approximations adoptées dans la modélisation et mentionné la sortie de ce cadre pour  $Z \rightarrow 0$ .
- 175 **30.** Cette question n’a été que rarement traitée avec la rigueur et le soin attendus. Le plus souvent, la valeur trouvée apparaît directement comme un rapport, ou est même simplement annoncée. Un schéma aurait été pourtant si pratique pour illustrer ce calcul !

### 3. Propagation d’une onde transverse le long d’une corde en défilement.

180 Comme il était spécifié dans son introduction, cette partie demandait aux candidats davantage d’autonomie. Nous avons alors valorisé toute prise d’initiative (raisonnable).

- 185 **31.** Certains candidats ont brillamment su tirer parti de l’indication donnée, à savoir d’utiliser la méthode mise en œuvre pour établir des bilans en mécanique des fluides. Rappelons toute l’utilité de définir clairement le système fermé faisant l’objet d’un bilan. Bien sûr, un schéma clair représentant ce système à deux instants voisins facilite grandement l’écriture du bilan et le suivi du raisonnement. Un candidat a obtenu l’expression (correcte) de la somme  $T_B + T_C$  par une méthode différente de celle proposée.
- 32.** Il était utile de remarquer que les expressions des vitesses  $c^+$  et  $c^-$ , et donc leurs tracés, se simplifiaient pour les valeurs des paramètres adoptées ( $gL/v^2 \sim 0, 1 \ll 1$ ).
- 190 **33.** Cette dernière question, portant sur l’interprétation d’un résultat expérimental, était très difficile. Elle demandait à la fois une prise de recul sur les résultats établis et une bonne compréhension de l’expérience décrite. Très peu de candidats l’ont abordée. Aucun n’a donné une interprétation satisfaisante du résultat présenté.

### III Partie Chimie : Utilisation de la convection forcée contrôlée pour l'étude de la cinétique de réactions chimiques.

#### 195 III.A Remarques générales.

Nous invitons les candidats à lire attentivement ce rapport ainsi que ceux des années précédentes, de nombreuses erreurs signalées se répétant malheureusement d'année en année.

- Une application numérique sans unité ne peut conduire à l'attribution de points. L'utilisation d'une calculatrice n'étant pas autorisée, il était indiqué que les résultats numériques devaient comporter un seul chiffre significatif.  
200
- Certains candidats n'ont pas lu attentivement les consignes. Il est important d'en prendre connaissance avant de commencer un sujet, cela peut éviter de perdre du temps par la suite.
- Il convient également de lire les données présentées en annexe. Trop peu de candidats se sont servis de ces éléments (table RMN, IR, valeurs de potentiel standard) pour répondre aux questions.
- 205 • Des réponses toutes faites portant sur la chimie verte, l'environnement ou le coût économique, à chaque question d'interprétation, ont été données la plupart du temps par les candidats. La chimie ne se limite pas aux aspects environnementaux ou économiques.
- Lorsque les résultats sont des résultats de cours ou des résultats donnés dans l'énoncé, une démonstration claire est attendue. Beaucoup aboutissent à l'expression littérale sans justifier leur démarche.
- 210 • Les notions de première année, comme la cinétique en réacteur ouvert, semblent poser davantage de difficultés aux candidats.

#### III.B Remarques détaillées.

Nous présentons ici, question par question, les remarques que nous ont inspirées les réponses des candidats. Nous mentionnons également les erreurs les plus couramment rencontrées. Les numéros **1** à **31** se rapportent à ceux des questions.  
215

#### 4. Amélioration du Turn over number de la réaction de Heck par utilisation d'un réacteur ouvert.

Cette partie fait appel à de nombreuses notions de première année, ce qui a perturbé certains candidats.

1. Les candidats parviennent, le plus souvent, à identifier l'addition oxydante et l'élimination réductrice. Cependant, les étapes de complexation et de dissociation posent plus de problèmes. Les candidats ont su faire preuve d'inventivité pour créer des néologismes qualifiant ces différentes étapes.  
220
2. Question bien réussie, en général. Rappelons toutefois qu'une équation de réaction non équilibrée (HI manquant par exemple) ne peut être considérée comme correcte. Certains candidats confondent benzène et benzyle ou butène.
3. Dans la plupart des copies, l'interprétation de la RMN a, en général, été bien menée alors que celle des bandes en IR a parfois été incomplète. De plus, de trop nombreux candidats confondent alkyle et alcène lors de l'attribution des bandes. Nous avons relevé un manque de clarté dans certaines copies avec de nombreux gribouillis et ratures autour d'une représentation topologique. Il est rappelé aux candidats qu'il est nécessaire que l'attribution des signaux soit claire et justifiée. Enfin nous avons été étonnés de voir que pour de nombreux candidats, l'existence de formes mésomères baisse les nombres d'onde des vibrations C-H.  
225
4. Les candidats ont, pour la plupart, mal répondu à cette question. Il fallait justifier le choix d'une concentration pour une étude cinétique. Atteindre rapidement un rendement de 100 % n'est certainement pas un critère pour effectuer une telle étude. Il faut, au contraire, avoir un nombre suffisant de points pour pouvoir étudier l'évolution du rendement au cours du temps, dans un temps raisonnable.  
230

- 235 **5.** Si la plupart des candidats a utilisé la méthode intégrale, certains ont tenté de justifier l'ordre partiel par la méthode de la dégénérescence de l'ordre. Rappelons que les coefficients stœchiométriques ne sont pas égaux aux ordres partiels et donc la dégénérescence de l'ordre ne permet pas de conclure directement sur la valeur de l'ordre partiel. Certains candidats, oubliant le signe moins dans l'expression de la vitesse de réaction, font apparaître un signe moins lors de l'intégration pour coller à l'expression de l'énoncé. Nous
- 240 rappelons qu'il est préférable d'indiquer dans sa copie que le résultat obtenu n'est pas cohérent avec celui de l'énoncé plutôt que d'essayer de remodeler la démonstration.
- 6.** Les schémas proposés par les candidats ont été, pour la plupart, sommaires et non annotés, ce qui a été sanctionné. Un simple rectangle vide sans entrée, ni sortie, ni dispositif d'agitation ne saurait être un schéma d'un réacteur ouvert.
- 245 **7.** De trop nombreux candidats se sont seulement contentés de donner le résultat de cours ou ont proposé une démonstration fautive aboutissant au bon résultat. Nous invitons les candidats à revoir leur cours sur la cinétique en réacteur ouvert.
- 8.** La plupart des candidats a affirmé que la concentration dans le réacteur était égale à la concentration en entrée au lieu de la concentration en sortie. Cela aboutissait à un résultat faux.
- 250 **9.** Les quelques candidats ayant trouvé le bon résultat à la question précédente ont su répondre correctement à cette question. Nous sommes encore une fois étonnés de constater que certains candidats ayant obtenu une expression littérale fautive, ont préféré donner une valeur numérique cohérente avec les données de la figure (15), avec une valeur comprise entre 400 et 500 s, plutôt que de faire l'application numérique à partir de leur expression littérale.
- 255 **10.** La plupart des candidats ayant obtenu la bonne application numérique à la question précédente ont su interpréter les courbes de la figure (15) en calculant les temps de passage correspondant. Nous sommes également satisfaits de constater que certains candidats s'étant trompés aux questions 8 et 9, ont fait preuve de sens critique et en ont conclu que leurs résultats étaient en incohérence avec les courbes de la figure (15), ce qui a été valorisé.
- 260 **11.** Si les estimations pour les réactifs et les produits ont été, pour la plupart, justes, l'estimation de la masse molaire du complexe B s'est révélée être plus hasardeuse, les candidats oubliant d'inclure la masse molaire de l'iode. Il était nécessaire d'utiliser les valeurs numériques de la figure (17) pour conclure que les complexes étaient retenus par la membrane.
- 265 **12.** Si la configuration électronique fondamentale était, pour la plupart des candidats, correcte, soulignons qu'il faut citer la règle de KLECHKOWSKI pour justifier l'incohérence. Peu de candidats ont évoqué le caractère empirique de la règle pour justifier l'écart observé expérimentalement.
- 270 **13.** Peu de candidats ont su faire le lien avec la question précédente et ont identifié qu'il s'agissait d'une déséxcitation entre deux états. Nous nous étonnons qu'un trop grand nombre de candidats ne parviennent pas à distinguer les domaines des longueurs d'onde des ultraviolets, du visible et des infrarouges. De plus, toutes les transitions électroniques ne sont pas des transitions HO-BV surtout lorsque la transition est indiquée dans l'énoncé.
- 275 **14.** Nous sommes satisfaits de voir que les candidats qui ont abordé cette question ont, pour la plupart, su saisir de la définition du TON pour mener à bien le calcul de celui-ci en réacteur fermé. Le calcul du TON en réacteur ouvert a posé, lui, plus de problème. Soulignons que, si l'énoncé demande aux candidats de préciser les approximations, ceux-ci sont tenus de les indiquer. Une lecture attentive du titre de la partie aurait dû permettre aux candidats de prévoir que le TON ne pouvait pas être identique pour les deux réacteurs.
- 280 **15.** Le calcul de la productivité a été peu traité et s'est révélé, la plupart du temps, erroné, ou conduisant à un résultat donné sans unité (alors que celle-ci est indiquée dans l'énoncé).
- 16.** Cette question a été peu traitée mais nous tenons à féliciter les quelques candidats qui ont su faire la synthèse des questions précédentes pour déterminer les avantages et inconvénients des deux réacteurs.

## 5. Utilisation d'une électrode à disque tournant pour la détection du peroxyde d'hydrogène.

Cette partie était totalement indépendante de la partie précédente. De nombreux candidats ont su se saisir de cette opportunité pour répondre correctement aux premières questions de cette partie. Si les candidats ont su, en général, aboutir aux bonnes expressions littérales et extraire les bonnes informations des documents, peu d'entre eux ont su utiliser ces résultats pour interpréter les courbes obtenues expérimentalement.

285

17. De nombreux candidats ont indiqué la réduction du peroxyde d'hydrogène plutôt que l'oxydation. Rappelons qu'une oxydation est la réaction de formation de l'oxydant du couple.

18. Cette question n'a, en général, pas posé de problème.

290

19. La réponse à cette question étant donnée dans l'énoncé, une démonstration claire et justifiée était alors attendue. Les réponses telles que « par intégration, on retrouve le résultat de l'énoncé » ne se sont pas vues attribuer de points. Nous avons également noté un certain nombre de candidats opérant des changements de signes opportuns d'une ligne sur l'autre afin de retrouver le résultat de l'énoncé.

20. Cette question n'a, en général, pas posé de problème. Certains candidats ont oublié de remplacer  $n$  par 2 dans l'expression de la loi de FARADAY.

295

21. Cette question n'a, en général, pas posé de problème. Les candidats ont, généralement, su donner les expressions des courants  $I_d$  et  $I_m$  mais rares sont ceux qui ont justifié leur attribution en indiquant les paramètres de la solution et ceux de la membrane.

300

22. La majorité des candidats s'est lancée dans le calcul de la question suivante pour étudier l'évolution des courbes en fonction de la vitesse de rotation. Peu d'entre eux ont évoqué la présence de paliers conformément au résultat de la question (21). Encore plus rares sont ceux qui ont évoqué le potentiel standard du couple, pourtant indiqué dans les données, pour montrer que, sur le palier,  $E > E^0$ . Enfin, un seul candidat a vu qu'on observait bien une oxydation sur la figure (19). Nous invitons les candidats à revoir les bases de l'interprétation des courbes courant-potentiel et à identifier les similitudes entre les courbes avant de chercher à expliquer les différences.

305

23. Cette question a, en général, été bien traitée par ceux qui l'ont abordée. Cependant, la démonstration manquait parfois un peu de rigueur.

24. Très peu de candidats ont abordé ce calcul et certains se sont trompés dans l'application numérique lors du calcul de l'inverse ou ont oublié l'unité de l'intensité du courant de migration.

310

25. La question a été bien traitée par les candidats l'ayant abordée. Ils ont, généralement, su identifier que l'épaisseur de la couche de diffusion était constante lorsque  $\omega$  l'était également mais beaucoup ont oublié de mentionner que les autres paramètres étaient indépendants de  $\omega$ , pour pleinement justifier leurs réponses.

26. Peu de candidats ont su voir que la quantité de matière apportée par les ajouts est la même que celle introduite initialement ainsi que le potentiel était bien sur le palier de diffusion pour la vitesse choisie.

315

27. Si beaucoup de candidats ont préféré aborder cette question plutôt que les précédentes, certains ont fait preuve d'une imagination débordante. Nous avons vu dans certaines copies des mécanismes improbables. Citons pêle-mêle des transpositions d'hydrure ou de carbocation, la formation de gem-diol, formation d'un amidure, intervention de  $\text{LiAlH}_4$  ou  $\text{NaBH}_4$  ... Nous invitons les candidats à réfléchir en priorité sur la base des mécanismes vus dans le cadre du programme plutôt que d'en inventer. Il s'agissait ici d'une application des additions de MICHAEL.

320

28. Bien que le sujet évoque explicitement la chimiosélectivité, très peu de candidats mentionnent ce terme dans leur réponse ni expliquent en quoi la réaction est chimiosélective. Il était nécessaire d'identifier toutes les fonctions oxydables sur la molécule et de justifier laquelle était la plus susceptible de s'oxyder. Malgré cela, de nombreuses propositions pour la structure du composé obtenu étaient justes. En l'absence de justification, nous ne pouvons que regretter que les candidats n'aient pas développé leur raisonnement.

325

29. Question très peu abordée. En général, les candidats ont su voir que la membrane ne laissait pas passer les interférents mais n'ont pas su l'expliquer clairement, certainement par manque de temps. Seuls quelques candidats ont vu que la présence d'interférents entraîne une surestimation de la concentration sur Pt nu.



- 330 **30.** Question très peu abordée. Nous tenons à féliciter les candidats qui ont vu que l'utilisation d'une électrode à embout tournant n'est pas adaptée à une utilisation *in-vivo*.
- 31.** Question très peu abordée. Le jury a valorisé toute proposition réaliste.

★ ★  
★