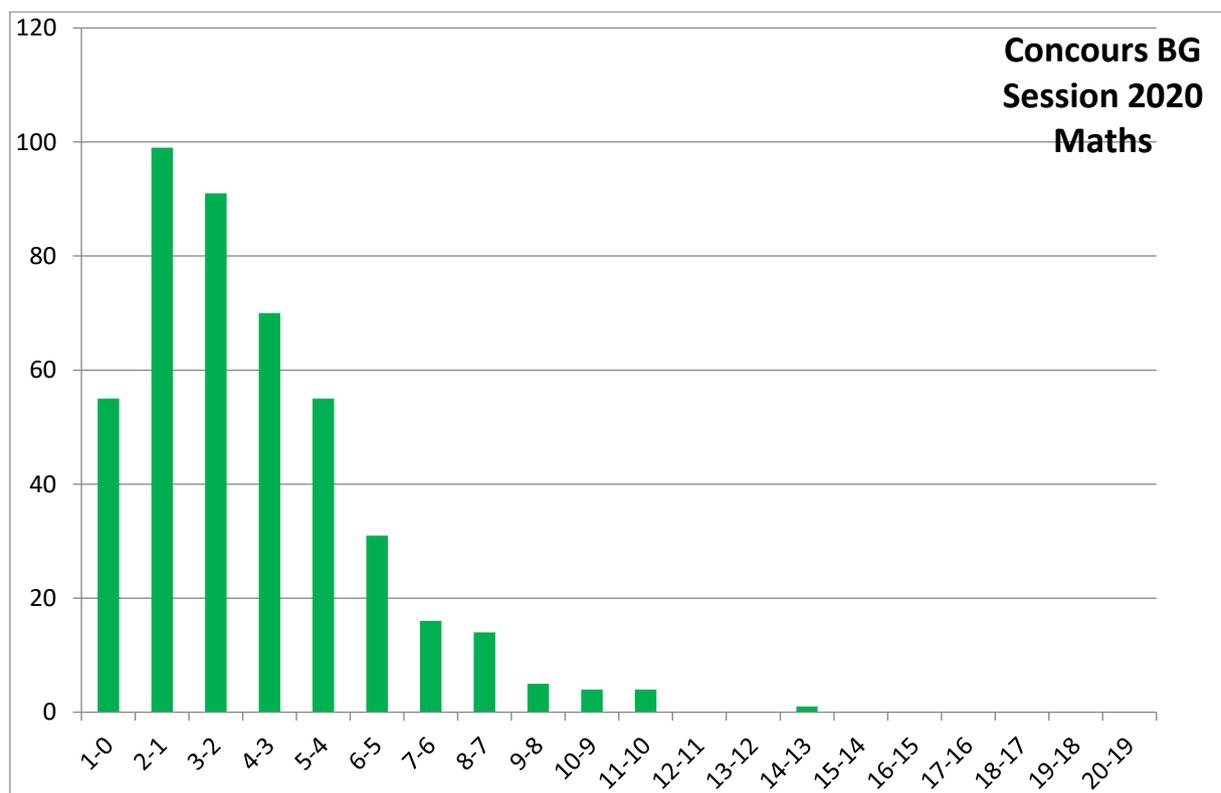


La recherche d'une solution à une question ne doit pas dépasser quatre à cinq minutes. En cas d'échec, le candidat doit admettre le résultat de cette question (si la réponse figure dans l'énoncé), passer à la question suivante sans éprouver un sentiment de déstabilisation ou de découragement. Autrement dit, le jury recommande aux futurs candidats de faire preuve d'une grande ténacité.

La lisibilité et la qualité de la rédaction entrent pour une part non négligeable dans l'appréciation des copies : un correcteur ne s'attarde pas à essayer de "décrypter" une copie illisible. Par contre, une copie propre et claire ne peut qu'avantager son auteur. Le jury rappelle également que les abréviations dans les copies doivent être proscrites et il recommande de bien numéroter les questions et d'encadrer les résultats et d'éviter en plus "d'escroquer" les correcteurs en "trafiquant les calculs" ceci indispose fortement le correcteur.

Le calcul de l'inverse d'une matrice par la formule de la comatrice est hors programme, le jury était dans l'obligation de sanctionner les candidats ayant utilisé cette formule en attendant une réforme du programme permettant de la réintroduire.

Rappelons pour finir quelques défauts qu'il faut éviter : ratures, calligraphies, difficulté de déchiffrement, absence de mise en valeur des résultats intermédiaires ou finaux, utilisation abusives des abréviations. Ces défauts se retrouvent à des degrés variés, dans beaucoup de copies, et ne peuvent aboutir qu'à la minoration de la note ce qui est contraire au but recherché par le candidat.



**Rapport sur les Epreuves de Physique**  
**Rapport sur le concours de physique 2020**  
**Sections : MP, PC, PT et BG**

**Concours Mathématique et Physique**  
**Rapport de l'Épreuve de Physique**

**Présentation de l'épreuve :**

L'épreuve est composée de deux problèmes :

Le problème 1 s'intéresse à quelques phénomènes optiques observés dans l'atmosphère due aux interactions de ses molécules avec le rayonnement solaire. Il est composé de trois parties :

La première partie du problème 1 porte sur la diffusion de Rayleigh (explication de la couleur bleue du ciel), explication de la couleur rouge de l'horizon au coucher du soleil, en utilisant des notions physiques de base étudiées pendant les deux années préparatoires : électromagnétisme et relation fondamentale de la dynamique. La deuxième partie du problème porte sur l'élargissement doppler d'une raie spectrale, pour la résoudre l'étudiant doit utiliser les notions de base de la physique statistique, la dernière partie du problème s'intéresse aux mesures de largeur spectrale d'une raie en utilisant deux techniques différentes vue en optique ondulatoire : l'interféromètre de Michelson et le réseau de diffraction.

Le problème 2 s'intéresse à l'isolation thermique d'un bâtiment, l'étudiant doit connaître les principes de base des phénomènes de transfert thermique essentiellement la conduction thermique, le premier principe de la thermodynamique, la loi de Fourier, l'équation de diffusion thermique, la loi de Newton pour la convection thermique et la notion de résistance thermique pour résoudre ce problème.

**Analyse globale de résultat :**

Les deux problèmes couvrent une majeure partie du programme de physique en deuxième année MP :

1. L'électromagnétisme : onde électromagnétique dans le vide, rayonnement dipolaire, interaction d'une onde électromagnétique avec la matière en

utilisant le modèle de l'électron élastiquement lié, utilisation de rayonnement dipolaire et l'approximation de diffusion de Rayleigh pour expliquer la couleur bleue du ciel et la couleur rouge de l'horizon au coucher de Soleil.

2. Physique statistique : Pour expliquer l'élargissement d'une raie spectrale par effet Doppler en utilisant la notion de distribution de vitesses, d'énergie et la probabilité d'occupation d'un état d'énergie.
3. Optique ondulatoire : mesure de la largeur d'un raie spectrale en utilisant deux méthodes différentes : interférences à deux ondes avec l'interféromètre de Michelson et interférences à ondes multiples avec le réseau de diffraction et comparaison entre les deux méthodes de mesure.

Les deux problèmes sont abordables par un étudiant moyen qui a assimilé les notions de base de son cours, à travers les deux problèmes nous avons essayé de tester la maîtrise des étudiants des notions de bases de leur cours en posant des questions de cours et d'analyse et commentaire des résultats obtenues.

La première et la dernière partie du problème 1 et la première moitié du problème 2 ont été abordées par la majorité des étudiants. Le sujet a permis un bon étalement des notes. En valorisant le travail approfondi du cours et la maîtrise d'objets et de notions fondamentales du programme de physique, il a permis d'évaluer de manière satisfaisante les diverses qualités des candidats.

### **Commentaires sur les réponses obtenues par question :**

#### **Problème 1**

Les quatre premières questions portent sur les ondes électromagnétiques dans le vide : la majorité des étudiants ont répondu à ces questions classiques : structure d'une onde plane, énergie électromagnétique, vecteur de Poynting et vitesse de propagation d'énergie électromagnétique.

Les questions 5,6, 7, 8 et 9 portent sur le rayonnement dipolaire ils ont été plutôt réussis, sauf la question 5 qui a échappé à presque la moitié des étudiants, pourtant c'est une question de cours. La question 7 aussi, la majorité n'ont pu répondre à cette question, pourtant elle porte sur la structure d'une onde plane qui est notion de base du cours d'électromagnétisme.

Les questions 10 jusqu'à 17 portent sur la diffusion de Rayleigh.

La question 10 a été traitée partiellement par la majorité des étudiants, une minorité a pu justifier pourquoi on néglige le mouvement des noyaux par rapport à celui des électrons.

La question 11 a été bien réussie par la majorité des étudiants.

12 est plutôt réussie sauf pour le module de  $p_0$ , il y a quelque étudiant qui ont pu répondre à cette question.

Une majorité d'étudiant ont pu répondre à la question 13 et ont expliqué la couleur bleue du ciel.

Pour la question 14 c'est l'échec total, aucun étudiant n'a pu répondre correctement à cette question.

Les questions 15,16 et 17 ont été moyennement réussies.

## **Partie II :**

La majorité des étudiants ont répondu aux questions 18 et 19 sauf l'application numérique de la largeur spectrale qui n'est pas bien traitée.

## **Partie III :**

Pour la question 20 qui traite la représentation graphique de la marche des rayons lumineux qui interfèrent dans le Michelson très peu d'étudiants ont pu répondre à cette question pourtant elle été facile (incidence normale  $i = 0$ ).

La question 21 et 22 la majorité des étudiants ont réussi à répondre à cette question mais ils ont mis  $2I_0$  au lieu de mettre  $\frac{I_0}{2}$  dans l'expression de l'intensité lumineuse résultante au point F, Ils ont oublié le rôle de la séparatrice qui laisse passer seulement la moitié de l'intensité lumineuse incidente.

Très peu d'étudiant ont réussi la question 23.

Aucun étudiant n'a pu répondre correctement à la question 24 concernant le critère semi-quantitatif sur l'ordre d'interférences pour expliquer l'annulation du contraste.

Beaucoup d'étudiant ont réussi la question 25 sauf pour l'application numérique concernant  $\Delta\lambda$  peu d'étudiants ont répondu correctement.

La majorité des étudiants ont réussi les questions 26,27 et 28. Peu d'étudiants ont répondu correctement à la question 29. Une minorité a réussi la question 30 et 31.

Aucun étudiant n'a répondu correctement sur la question 32.

La majorité des étudiants ont répondu sur la question 33 sauf 33-b très peu d'étudiant ont répondu correctement.

## **Problème 2 :**

La question 1 a été bien réussie : la majorité des étudiants ont cité les trois modes de transfert thermiques mais les définitions de chaque mode n'est pas bien traitée.

La majorité des étudiants ont répondu à la question 2

Une minorité d'étudiant ont répondu à la question 3 correctement.

La question 4 a été bien réussie. La majorité des étudiant ont bien répondu à la question 5 a), mais la question 5 b) une minorité ont réussi cette question, 5-c a été moyennement réussie.

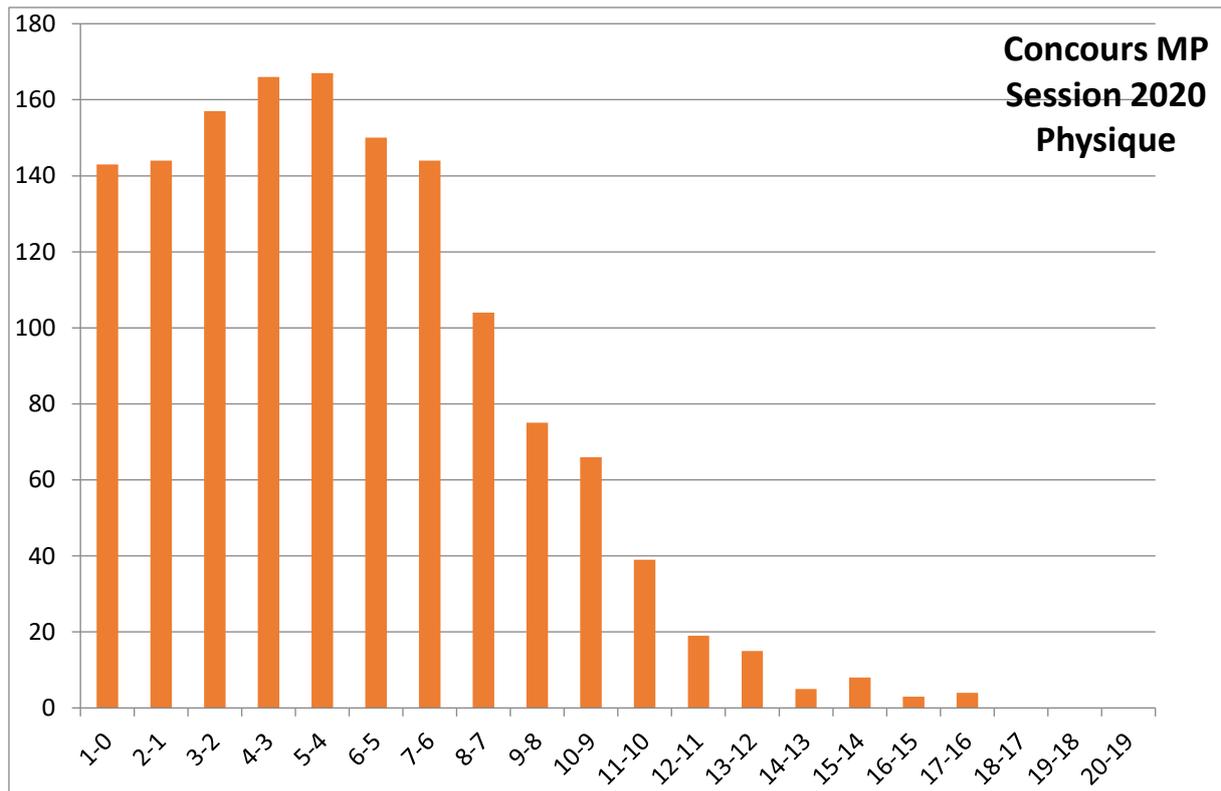
La question 6 n'est pas bien traitée par la majorité des candidats. La question 7 est moyennement réussie.

Une minorité d'étudiant ont réussi la question 8 et surtout la question 8-d quelques-uns ont pu répondre à cette question.

**En conclusion : Presque 6,5% ont eu une note supérieure ou égale à 10 dans cette épreuve, pourtant il n'est pas difficile et contient beaucoup de questions de cours, Peu d'étudiants ont eu des bonnes notes supérieures à 15. Une majorité d'étudiants ont eu des notes inférieures à 5.**

**Une fois de plus, ce sujet montre qu'il est indispensable de maîtriser les définitions, les démonstrations et les méthodes du cours. Il est remarqué que les étudiants ont été mal formés sur les notions de base de physique qui doivent être assimilés par un futur ingénieur, et ce, est due probablement à l'absentéisme accentué des étudiants aux séances de cours et de travaux pratiques de physique et la méthode de révision adoptée par la majorité basée sur des résumés abrégés des cours qui ne traitent pas les fondements de base des cours de physique et leur application dans la vie courante.**

**On suggère au ministère de sanctionner l'absentéisme qui est très répandu entre les étudiants de la deuxième année, afin de minimiser le fléau des cours particuliers répandu entre les étudiants.**



# Concours Physique et Chimie

## Rapport de l'Épreuve de Physique

### Présentation de l'épreuve

Le sujet comporte deux problèmes indépendants :

Le premier problème portait sur la physique des lasers du point de vue de la sélection des modes par une cavité électromagnétique, de la condition d'accrochage à travers un milieu amplificateur, et de son équivalent électronique axé sur l'étude de l'oscillateur à filtre de Wien.

Par ailleurs, le second problème s'intéressait à l'étude de quelques effets dynamiques induits par l'écoulement d'air sur une passerelle (un petit pont de piéton) et offrait plusieurs thématiques indépendantes à savoir : la mécanique des fluides, les vibrations transversales avec ou sans raideurs et les vibrations longitudinales.

Malgré la densité de l'examen, quelques très bons candidats ont réussi une grande partie de l'épreuve. En effet celle-ci comportait des questions qualitatives, des questions de cours et de réflexion ainsi que des calculs. Bien qu'ayant proposé des questions diverses, la majorité des étudiants n'ont pas réussi à balayer toute l'épreuve. La partie électronique concernant l'oscillateur à filtre de Wien du problème 1 a reçu une faible réussite des candidats. Quant à la partie sur la propagation dans un milieu amplificateur du même problème 1, elle s'est révélée plus ou moins délicate pour certains candidats. Il est d'ailleurs intéressant de noter qu'à l'exception de quelques questions, véritablement plus difficiles que d'autres, la plupart des candidats ont abordé le problème 2.

### Remarques spécifiques :

#### **Problème 1**

##### **I.**

**Q.I.1. à Q.I.6** Questions réussies dans l'ensemble.

**Q.I.7.** Relativement peu de réponses entièrement justes.

**Q.I.8.** Question difficile à part pour quelques très bons candidats. Peu de candidats ont fait l'application numérique de la largeur et la finesse d'un mode.

## II.

**Q.II.1. à Q.II.3.** Questions n'ont pas posé de problèmes à la majorité des candidats.

**Q.II.4.** La majorité des candidats n'ont pas réussi à exploiter les approximations données par l'énoncé.

**Q.II.5.** Beaucoup de candidats ont trouvé des difficultés à exprimer le champ magnétique  $\vec{B}$  en notation réelle ce qui a eu des conséquences sur le calcul de la valeur moyenne du vecteur de Poynting  $\langle \vec{\pi} \rangle$  (question **Q.II.6.**).

**Q.II.7.** Question de cours relativement réussie.

**Q.II.8.** Les candidats qui ont réussi les questions précédents **Q.II.5.** et **Q.II.6.** n'ont pas rencontré de difficultés avec cette question.

**Q.II.9.** La majorité des candidats ont trouvé des difficultés avec cette question, pourtant les sous questions **a.** **b.** et **c.** peuvent être traitées indépendamment. Très peu de candidats ont déterminé le nombre de modes.

**III.** Curieusement cette partie n'a pas été traitée par la plupart des candidats. Quand elle a été abordée par une minorité des candidats, les questions **Q.III.1.** à **Q.III.5.**, ont été réussies dans l'ensemble. Les questions **Q.III.6.** à **Q.III.9.**, quant à elles ont été très peu réussies.

## Problème 2

### I.

**Q.I.1.** à **Q.I.4.** Questions réussies dans l'ensemble.

**Q.I.5.** Beaucoup de candidats n'ont pas réussi à appliquer la relation de Bernoulli.

**Q.I.6.** On note des difficultés à exploiter les éléments de symétrie du problème pour déterminer la résultante des forces de pression.

**Q.I.7.** et **Q.I.8.** Questions réussies dans l'ensemble.

**Q.I.9.** La relation de Bernoulli est encore mal exploitée, par la plupart des candidats, pour déterminer la pression à la surface du cylindre.

**Q.I.10.** Même remarque que la question **Q.I.6.**

**Q.I.10.** Même remarque que la question **Q.I.6.**

**QI.11. à Q.I.15.** Questions rarement abordées par les candidats. On note des difficultés de calcul d'intégrale.

## **II.**

**QII.1. à Q.II.3.** Questions réussies dans l'ensemble.

**QII.4.** La définition d'un mode propre est mal connue par la plupart des candidats. Les questions b-, c- d- et e- n'ont pas posé de problème à la majorité.

**QII.5.** Cette question, pourtant simple, n'a pas toujours été bien traitée.

**QII.6.** Peu de candidats ont déterminé la dimension et l'unité du module de Young.

**Q.II.7.** Question rarement abordée.

**QII.8.** La majorité des candidats ont réussi à établir la relation de dispersion.

**QII.9. et QII.10.** Questions réussies par peu de candidats à part l'application numérique.

## **III.**

**QIII.1. à Q.III.2.** Questions réussies dans l'ensemble.

**QIII.3.** Peu de candidats ont réussi à établir l'expression des fréquences propres.

### **Remarques générales :**

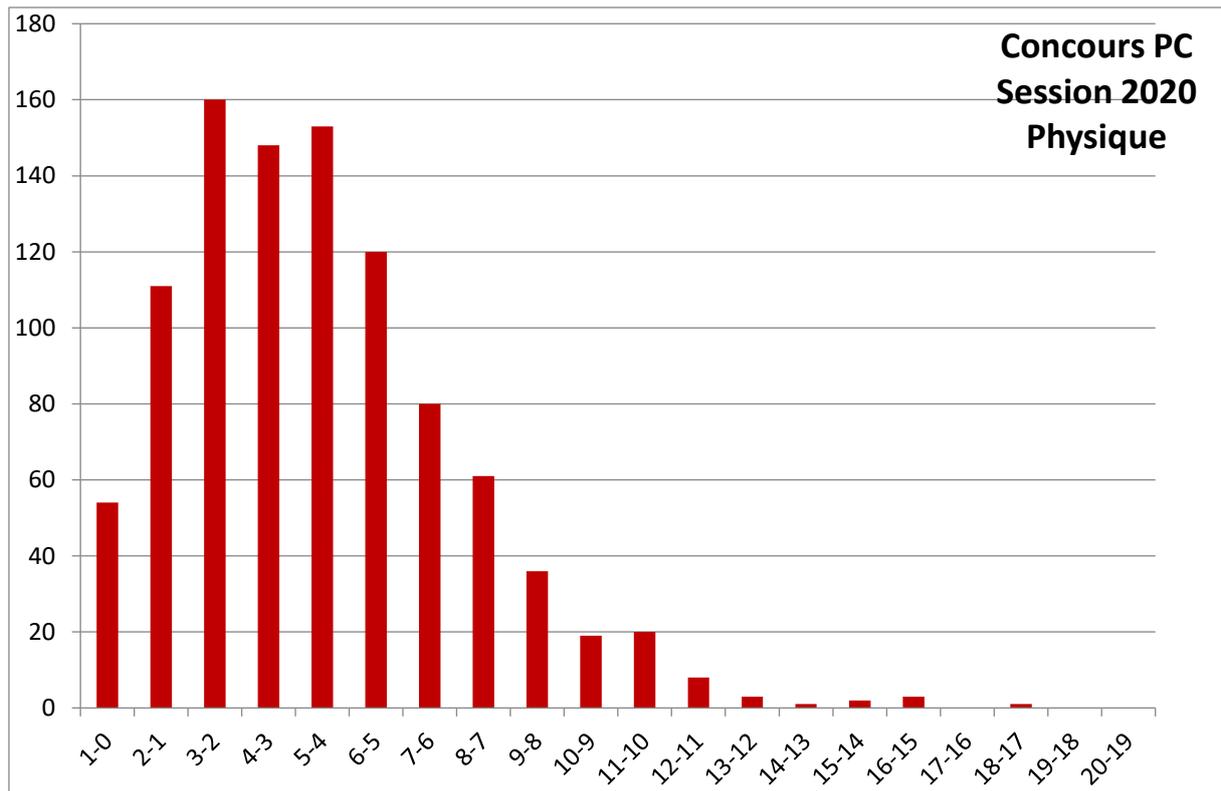
Le Jury propose plus d'attention de la part des candidats à la partie électronique du programme.

Les notions mathématiques (développement limité à un ordre donné, résolution des équations différentielles et les calculs d'intégrales) posent quelques problèmes aux candidats.

Manque de soin dans les écritures, aucune différence de notation entre un vecteur et sa valeur algébrique.

Les candidats doivent faire preuve de plus de rigueur et de concision dans leurs réponses en allant à l'essentiel et en respectant le cadre qui est imposé. Par exemple, refaire la démonstration complète de la relation de Bernoulli à partir de l'équation d'Euler est une perte de temps lorsque la question ne le demande pas.

Il est important d'inciter les candidats à améliorer leurs rédactions et la qualité de présentation des copies.



## **Concours Technologie Epreuve de Physique**

### **Présentation de l'épreuve**

L'épreuve de Physique présentée au concours technologie session 2020 comporte deux parties équitablement notées.

La première partie reprend le mécanisme de l'interaction d'une onde électromagnétique avec un conducteur métallique considéré comme parfait et conduisant à la notion de pression de radiation exercée par l'onde électromagnétique sur le conducteur en incidence normale.

Cette même pression est de nouveau évaluée à travers un modèle corpusculaire de la lumière reposant sur la notion du photon.

Comme application proposée et liée à la notion de pression de radiation, une évaluation de la force nécessaire que subira un vaisseau spatial afin d'échapper à l'attraction solaire.

Enfin de cette première partie, le conducteur est présenté plutôt comme un conducteur réel présentant une conductivité dynamique obtenue dans le cadre du modèle de Drude.

L'interaction de l'onde électromagnétique avec le conducteur réel a permis d'introduire la notion de l'indice complexe du milieu permettant d'identifier la dispersion et l'absorption du milieu en évaluant la puissance moyenne cédée par l'onde électromagnétique au conducteur.

La deuxième partie de l'épreuve présente une méthode pratique d'évaluation de la largeur spectrale d'une raie d'émission par les lampes spectrales.

Au début, l'effet Doppler présenté comme l'une des causes de cet élargissement a été mis en évidence dans une situation assez simplifiée reliant la fréquence de l'onde émise par un atome à sa vitesse de déplacement.

Ensuite, l'intensité de la raie d'émission par la lampe spectrale a été reliée à l'élargissement Doppler à travers le facteur de Boltzmann.

La méthode expérimentale proposée fait appel à l'interféromètre de Michelson qui est brièvement présenté mettant en évidence les interférences à deux ondes par division d'amplitude dans la configuration de la lame d'air à faces parallèles.

L'incidence normale a été choisie afin de relier l'intensité reçue en fonction de l'épaisseur variable de la lame obtenue en faisant translater le miroir du Michelson à l'aide d'un moteur à une vitesse constante.

L'étude de la cohérence temporelle de la source a été abordée en s'appuyant sur le profil gaussien proposé de la raie spectrale et permettant ainsi la mise en évidence d'un facteur de visibilité fonction de l'épaisseur de la lame d'air.

Enfin, l'utilisation de la table traçante a permis d'obtenir l'évolution de l'intensité en fonction de l'abscisse du curseur, lui-même fonction de l'épaisseur de la lame d'air.

L'interprétation des interférogrammes conclut à la largeur spectrale des raies d'émission dans le cas de deux lampes fonctionnant à deux températures différentes.

### **Analyse globale des résultats**

Une analyse globale des résultats permet de dégager les constatations suivantes :

- L'étude de l'interaction onde électromagnétique – conducteur parfait a été abordée par la majorité des candidats. Sachant que les relations de passage ont été fournies, une difficulté à pouvoir les expliciter à l'interface a été constatée.
- L'approche corpusculaire a été moins réussie et abordée par une minorité de candidats qui ont eu une difficulté à exprimer la quantité de mouvement d'un photon en fonction de sa fréquence.
- L'application proposée de la pression de radiation n'a été pratiquement pas traitée faisant appel à la force gravitationnelle pourtant rappelée dans l'énoncé.
- L'obtention, dans le cadre du modèle de Drude, de la conductivité dynamique du conducteur réel soumis à une excitation sinusoïdale a été bien réussie par la majorité des candidats.
- La connaissance des équations de Maxwell dans un tel milieu ainsi que l'obtention de l'équation de propagation n'ont pas posé de difficulté à la majorité des candidats.
- L'introduction de l'indice complexe du milieu a permis de dégager le caractère dispersif et absorbant du milieu ainsi développé par la majorité des candidats.
- Une difficulté a été révélée lors de l'obtention du vecteur de Poynting. En effet les candidats n'ont pas réussi la représentation réelle des grandeurs ou encore l'utilisation de la représentation complexe afin d'en déduire la valeur moyenne dans le temps du vecteur de Poynting.
- Au début de la deuxième partie, l'effet Doppler proposé a été développé en moyenne par la moitié des candidats en notant une difficulté à exprimer la différentielle d'une fonction.
- L'obtention du profil spectral de la raie a nécessité un changement de variable qui est réussi par une minorité des candidats.

- Les applications numériques n'étaient pas aussi réussies que par une faible minorité des candidats.
- Le Michelson ainsi que le schéma équivalent au réglage de la lame d'air à faces parallèles étaient bien traités par la majorité des candidats. On note que les candidats n'ont pas eu de difficultés à pouvoir représenter les deux rayons parallèles qui interfèrent.
- La formule de Fresnel ainsi que l'expression de la différence de marche n'ont posé aucune difficulté pour la majorité des candidats.
- Les candidats ont du mal à exprimer l'épaisseur de la lame d'air en fonction de la vitesse de chariotage du miroir. La loi horaire d'un mouvement rectiligne et uniforme a été oubliée.
- La mesure de la largeur spectrale de la raie comporte deux aspects, tous les deux non réussis par la majorité des candidats :
  - L'aspect analytique, utilisant les intégrales fournies en début d'énoncé et nécessitant un changement de variables qui a posé une difficulté calculatoire aux candidats.
  - L'aspect pratique, dans lequel la correspondance du défilement du papier de la table traçante avec l'augmentation de l'épaisseur de la lame d'air a posé une difficulté à la majorité des candidats.
- L'interprétation des interférogrammes proposés était absente et les candidats se limitent à faire correspondre les tracés aux températures proposées.

### **Commentaires sur les réponses par questions**

Lors de la correction des copies des candidats, quelques commentaires ont été soulignés par les enseignants correcteurs.

Q2 Le courant en surface du conducteur responsable à la création de l'onde réfléchie est souvent peu mentionné par les candidats.

Q3 Le changement du sens de propagation de l'onde est parfois oublié lors de l'obtention du champ magnétique utilisant la relation de structure d'onde plane dans le vide.

Q4 L'obtention de l'onde résultante : on trouve des calculs réussis utilisant les champs réels, mais aussi utilisant la notation complexe. L'obtention des champs réels à partir des champs complexes pose alors une difficulté assez sérieuse.

Q6.1 La liaison cause-effet entre la densité de courant et le champ magnétique n'est mentionnée que par une minorité de candidats.

Q6.2 Souvent, les relations de passage n'ont pas été évaluées à l'interface vide-conducteur parfait. D'autre part, quelques candidats continuent à utiliser la notation complexe dans le calcul de la force.

- Q7 Une majorité des candidats n'ont pas pu relier la quantité de mouvement du photon à sa fréquence.
- Q8 L'inversion du sens de propagation du photon est parfois oubliée conduisant à une variation nulle de la quantité de mouvement.
- Q9.1 Le modèle de Drude en régime sinusoïdal forcé n'a posé aucune difficulté.
- Q9.2 l'obtention de la conductivité dynamique aussi était abordée par la majorité des candidats.
- Q9.3 Les équations de Maxwell ainsi que l'équation de propagation étaient assez bien traitées par la majorité des candidats.
- Q9.5 La mise en forme du carré de l'indice du milieu conformément au texte de l'énoncé a été réussie en moyenne par la moitié des candidats.
- Q9.6 On rencontre encore des difficultés dans la résolution des équations différentielles à coefficients constants.
- Q9.7 Le choix d'onde progressive atténuée dans le conducteur est bien affiché par les candidats et n'a pas posé de difficultés.
- Q9.8 La décroissance de l'amplitude à travers la partie imaginaire de l'indice est facilement reliée au caractère absorbant au milieu.
- Q9.9 La dépendance de l'indice fonction de la fréquence aussi n'a posé aucune difficulté pour signaler un caractère dispersif du milieu.
- Q9.10 Peu de candidats ont pu obtenir l'expression du champ magnétique à partir du champ électrique. Par la suite l'expression de la moyenne temporelle du vecteur de Poynting n'était pas réussie.
- Q9.11 L'interprétation de la décroissance de la puissance au cours de la propagation était présente dans les réponses.
- Q1.1 Une minorité des candidats ont réussis cette question qui nécessite un léger raisonnement.
- Q1.2 Un développement limité était nécessaire pour atteindre le résultat. En moyenne réussie par la moitié des candidats.
- Q2.1 Une difficulté à signaler dans l'obtention de la différentielle d'une fonction. Erreur commise par la moitié des candidats en moyenne.
- Q2.2 Le changement de variable nécessaire n'était pas assez réussi dès qu'une difficulté mathématique se présente.
- Q2.4 Rare les candidats qui ont obtenu les bonnes valeurs des largeurs spectrales. Une négligence des applications numériques de la part des candidats est certaine.
- Q3.1 Aucune difficulté à faire correspondre le montage réel au schéma équivalent pour l'obtention de la différence de marche. On signale une maîtrise de la part des candidats à tracer la marche des rayons à travers les deux miroirs.

Q3.2. Les conditions d'interférences étaient bien assez citées par les candidats.

Q3.3. Même sans démonstration, la différence de marche a été bien fournie par la majorité des candidats.

Q3.4. Question d'ordre pratique et peu abordée par les candidats. Il s'agit d'un protocole expérimental souvent utilisé pour générer un faisceau de rayons parallèles en salle de travaux pratiques.

Q3.5.a Sans difficulté, de se placer en incidence normale.

Q3.5.b. La loi horaire d'un mouvement rectiligne et uniforme est souvent oubliée par les candidats.

Q4.1. La contribution élémentaire de la bande spectrale à l'intensité totale était moyennement réussie par les candidats.

Q4.2. Les difficultés mathématiques là encore empêchent la réussite d'une telle question qui nécessite un calcul intégral et un changement de variables. En revanche, l'expression de la longueur de cohérence temporelle de la source a été souvent parachutée.

Q4.3. la correspondance entre le défilement du papier de la table traçante et l'épaisseur de la lame d'air était la clé de la mise en forme de l'intensité comme indiqué dans l'énoncé.

Q4.4. Peu de candidats ont essayé d'aborder cette question pourtant assez classique avec d'autres profils comme par exemple le profil rectangulaire de la raie spectrale.

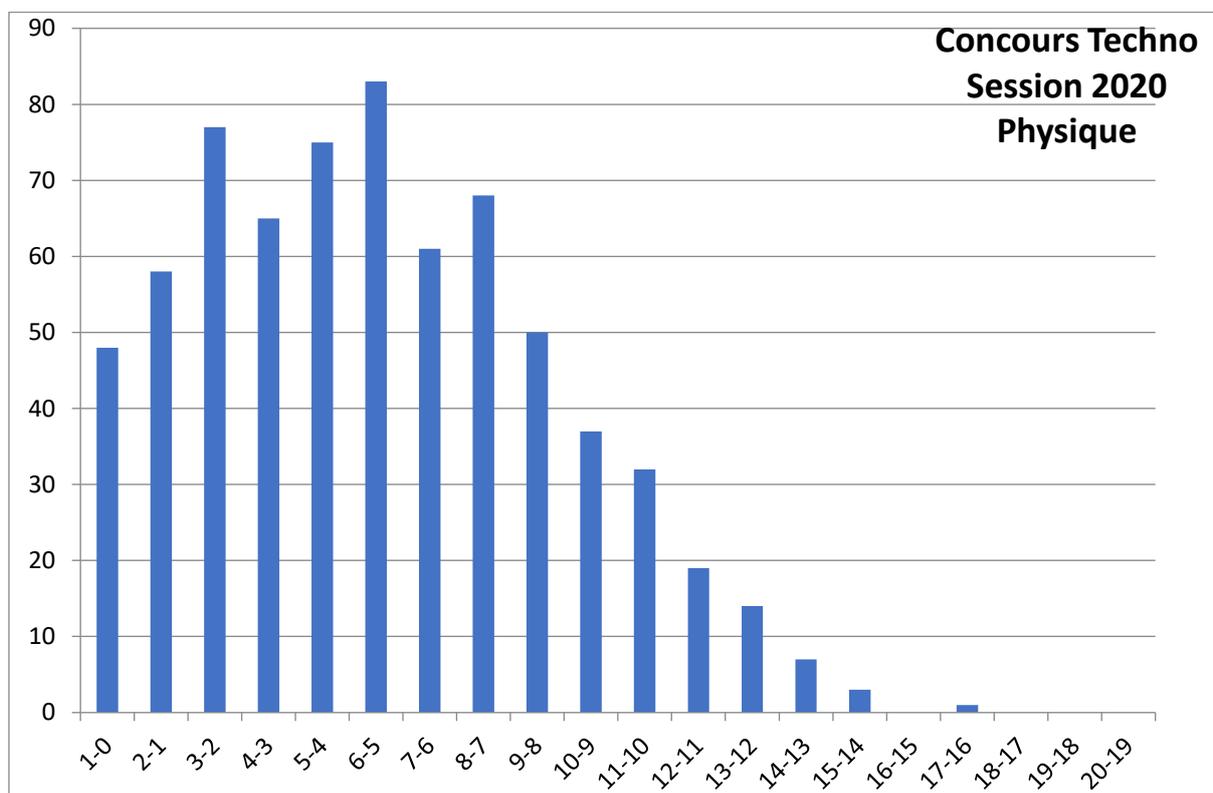
### **Recommandations aux futurs candidats**

Voici quelques constatations et recommandations à l'issue de cette épreuve :

- A plusieurs reprises, l'énoncé fait appel à l'utilisation de la notation complexe pour la résolution des équations différentielles linéaires. On révèle une mauvaise compréhension et utilisation de cette notation qui constitue un outil assez efficace dans plusieurs domaines de la science.
- Les candidats ont souvent du mal à exprimer le développement limité d'une fonction à une dimension au voisinage d'un point.
- La manipulation des changements de variables ainsi que l'expression de la différentielle d'une fonction ont été des difficultés assez sérieuses à la réussite de l'épreuve.
- Les applications numériques, souvent négligées par les candidats, étaient largement notées et aboutissent à des interprétations physiques.
- Enfin l'aspect pratique des thèmes abordés et qui contribue à l'assimilation du cours ne peuvent être découverts qu'en salle de travaux pratiques.

En résumé, le jury tient à mentionner une insuffisance incontestable du niveau des candidats en mathématiques permettant la composition de l'épreuve.

D'autre part, le jury recommande de valoriser les enseignements des travaux pratiques ou encore même en séances de TP cours car les sciences physiques sont à la base des sciences expérimentales.



## **Concours Biologie Géologie**

### **Épreuve de Physique**

#### **Présentation et Organisation du sujet de Physique (Biologie géologie)**

##### **Présentation de l'épreuve**

Cette épreuve s'articule en trois parties indépendantes comportant 46 questions, abordant trois différents thèmes du programme de physique étudiés durant les deux années du cycle préparatoire Biologie Géologie, à savoir la mécanique du point, la thermodynamique physique et l'électronique.

L'épreuve comporte de nombreuses questions très classiques, ce qui permet de juger le travail effectué par le candidat pendant les deux années de préparation et de montrer qu'ils avaient appris leur cours, savaient appliquer des méthodes, analyser des situations et des modèles avec bon sens.

Le jury félicite les rares candidats qui ont traité correctement l'ensemble des questions, démontrant ainsi leur maîtrise du cours et leur capacité de recul par rapport à celui-ci. Néanmoins On constate qu'il est rare qu'un candidat traite toutes les parties.

On a constaté également qu'une bonne majorité des candidats ont traité la partie mécanique qui constitue un problème sans difficulté notable, très proche du cours. En revanche la partie électronique a été négligée, voir non traitée, par une bonne majorité des candidats, pourtant il s'agit d'exercice type.

Regrettons qu'un nombre substantiel de copies soient très mal présentées et/ou très mal écrites. Une telle attitude manifestement désinvolte est sanctionnée par le jury, ce qui nous pousse à une troisième voir même à une quatrième correction.

Rappelons également aux candidats qu'il faut expliquer ce qu'ils font et que souvent un petit schéma est bien plus éclairant qu'une explication laborieuse.

Dans la suite de ce rapport, nous proposons de revenir brièvement sur certaines erreurs revenues fréquemment, question par question.

## **Exercice Forces centrales**

Cet exercice comporte trois parties principales, la première porte sur les propriétés générales du mouvement de la terre dans son orbite autour du soleil suivie d'une deuxième partie dédiée à l'étude de la trajectoire décrite autour du soleil ce qui nous ramène en troisième partie à explorer la période temporelle de ce mouvement. Cette dernière partie a pour but de retrouver par un calcul simple via la loi des aires des connaissances déjà connues telles que la durée en jours de l'année, et ses différentes saisons.

### **I. Propriétés générales du mouvement**

Cette partie, extrêmement classique, a toujours été traitée par les candidats, même si beaucoup sont allés trop vite et ont négligé des questions à leur portée.

I.1.1 Question généralement bien traitée. On peut s'étonner néanmoins d'erreurs dans la justification de la force centrale portée par le rayon de courbure de la trajectoire et pointe vers le centre de courbure ici c'est le soleil.

I.1.2 confusion de la force conservative qui dérive d'un potentiel et le principe fondamental de la dynamique à l'équilibre des forces c-a-d somme des forces égale au  $\vec{0}$ .

I.1.3 Question généralement bien traitée quand elle est abordée. Mais il est affligeant que de très nombreux candidats se trompent de signe ou dans la constante d'intégration.

I.1.4 Une assez grande proportion de candidats a utilisé convenablement le théorème de l'énergie mécanique pour montrer que cette dernière était une constante du mouvement. La construction de l'énergie potentielle de pesanteur a cependant souvent posé des problèmes de signe qui se sont répercutés dans la suite des calculs. Au lieu de se lancer dans les calculs de dérivé temporelle de l'énergie,

il suffisait de rappeler qu'il s'agit de forces conservatives et donc pas de variation de l'énergie mécanique.

I.2.1 Il faut veiller à ne pas confondre le théorème du moment cinétique et l'expression du moment cinétique.

I.2.2 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 !

L'expression de l'excentricité a été rarement trouvée. La deuxième loi de Kepler est connue, mais la démonstration de la troisième loi a été rarement trouvée.

I.2.3 confusion dans la compréhension du théorème du moment cinétique.

Beaucoup de candidats ont pensé à utiliser le théorème du moment cinétique ; mais deux écueils se sont présentés :

- Certains candidats ont voulu expliciter le moment cinétique en fonction du vecteur position et du vecteur vitesse projetée dans une base polaire (parfois cylindrique) et non sphérique (comme c'est nécessaire): dans les deux cas, ils supposent que le mouvement est plan (leur position n'a de composante que selon  $\mathbf{u}_r$ , leur vitesse n'a de composantes que sur  $\mathbf{u}_r$  et  $\mathbf{u}_\theta$ ) pour montrer que le mouvement est plan. Dans ce cas, aboutir au fait que le moment cinétique est selon  $\mathbf{u}_z$  n'a pas de valeur.

- Par ailleurs, de nombreux candidats se sont contentés de montrer que le moment cinétique était une constante du mouvement, avant de conclure que le mouvement était plan. Il fallait rappeler que si  $L$  était une constante, sa direction l'était aussi. Or, par construction, le vecteur position est perpendiculaire au moment cinétique ; cela signifie que le vecteur position évolue dans un espace

perpendiculaire à une direction constante : un plan. Le fait que ce plan dépende uniquement des conditions initiales et que le théorème du moment cinétique ne permette pas de déterminer ce plan, n'a été mentionné que par très peu de candidats.

I.2.4.a été généralement bien réussite. Ne pas connaître ou savoir retrouver rapidement les expressions du vecteur vitesse et du vecteur accélération en coordonnées polaires est difficilement acceptable par le jury.

I.2.4.b généralement réussite, mais de nombreux candidats ont juste donné l'expression du moment cinétique sans faire le calcul et en déduit l'expression de C.

I.3.1 De nombreux candidats ont confondu vitesse angulaire avec composante ortho radiale de la vitesse. Et donne plutôt le résultat de  $ds/dt$ . Très proche du cours néanmoins source de nombreuses erreurs.

I.3.2 Il est étonnant que le résultat de cette question a été parachuté par un grand nombre de candidats, sans prendre la peine d'intégrer  $ds$ . A première vu les candidats croient avoir répondu correctement à la question puisqu'ils savent pratiquement tous qu'il s'agit de la loi des aires. La troisième loi de Kepler est généralement connue, mais pas toujours correctement démontrée, la réponse à cette question constitue une démonstration guidée de cette loi sans le mentionner explicitement. Le résultat va être exploité dans la question III.1

## **II. Étude de la trajectoire**

II.1 Question généralement bien traitée. On peut s'étonner néanmoins d'erreurs de signe.

II.2 Il est affligeant que de nombreux candidats ne savent pas écrire la norme du vecteur vitesse, ils se trompent dans l'expression de l'énergie cinétique pourtant directe.

II.3 Beaucoup de candidats ont retrouvé l'expression donnée par l'énoncé, mais peu l'ont montré proprement à cause des nombreuses erreurs accumulées dans les questions précédentes limitant souvent les chances de réussite.

II.4 Une assez grande proportion de candidats a utilisé convenablement le théorème de l'énergie mécanique pour montrer que cette dernière était une constante du mouvement. Par ailleurs, de nombreux candidats ont réussi à retrouver les équations différentielles, mais parsemé d'erreurs de signe.

II.5 Il est étonnant que cette question n'ait pas été réussite, alors qu'il s'agit d'une réponse directe. Un rayon indépendant de la composante angulaire implique

directement le cas d'une trajectoire circulaire surtout que la question II.6 traite le cas de l'équation conique, plus particulièrement elliptique justifiant l'état (terre-soleil) lié.

II.6.1 Question généralement bien traitée.

II.6.2 Idem

II.6.3 Généralement bien traitée

II.6.4 Sans difficulté notoire.

II.6.5 Une assez grande proportion de candidats ont convenablement fait les applications numériques néanmoins mais il est dommage qu'ils ont négligé l'unité.

### **III. Période temporelle du mouvement**

III.1 La troisième loi de Kepler est généralement connue, mais pas toujours correctement démontrée, néanmoins si la question I.3.2 a été bien traitée, cette question est sans difficulté.

III.2 Il est étonnant que l'application numérique a été bâclée, alors qu'il s'agit de retrouver et de confirmer que la période d'un tour est une année correspondante à 366jours.

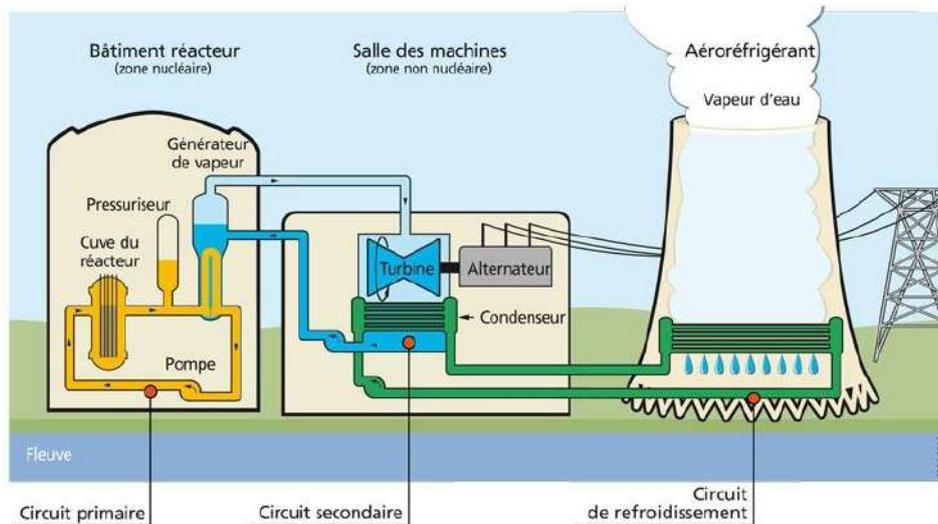
III.3 Beaucoup de candidats ont tracé et repérer les points l'apogée A, périnée P, l'équinoxe du printemps EP et l'équinoxe d'automne EA.

III.4 Le schéma a été mal soigné et son interprétation est mal soigné pour comparer les saisons la leur durée. Malheureusement mal traité.

Nous félicitons les candidats qui ont traité correctement l'ensemble des questions de cette partie, démontrant ainsi leur maîtrise du cours et leur capacité de recul par rapport à celui-ci.

### **Exercice Étude d'un système liquide vapeur**

Une centrale nucléaire destinée à la production d'électricité, utilise comme chaudière un réacteur nucléaire pour produire de la chaleur. Une centrale nucléaire REP (Réacteur à Eau Pressurisée) est constituée de deux grandes zones : Une zone nucléaire et un deuxième non nucléaire Fig 1.



**Fig1. Schéma simplifié d'une centrale nucléaire avec un réacteur à Eau Pressurisée (REP)**

- Une zone non nucléaire (salle de machine, où on trouve le circuit secondaire). Dans cette partie, semblable à celle utilisée dans les centrales thermiques classique, s'écoule de l'eau dans le circuit secondaire. Cette eau est évaporée dans le Générateur de Vapeur (GV) par absorption de la chaleur produite dans la zone nucléaire, puis elle entraîne une turbine (T) couplée à un alternateur produisant de l'électricité, ensuite elle est condensée au contact d'un refroidisseur (rivière ou mer ou atmosphère via une tour aéroréfrigérante) et enfin, elle est comprimée avant d'être renvoyée vers le générateur de vapeur.

- Une zone nucléaire (circuit primaire dans le bâtiment réacteur), où ont lieu les réactions nucléaires de fission, qui produisent de l'énergie thermique et chauffent ainsi l'eau sous pression qui circule dans le circuit primaire. Le transfert d'énergie thermique entre le circuit primaire et le circuit secondaire dans le générateur de vapeur se fait dans le générateur de vapeur, où la surface d'échange entre les deux fluides peut atteindre près de  $5000\text{m}^2$  (réseau de turbulures).

Dans cet exercice on propose une étude simplifiée du circuit secondaire (zone non nucléaire) de la centrale REP, qui est semblable à celui d'une centrale thermique classique. Le fluide circulant dans ce circuit est de l'eau dont l'écoulement est supposé stationnaire. Le cycle thermodynamique décrit par l'eau est un cycle ditherme moteur. L'eau sera supposée incompressible et de capacité thermique massique isobare constante.

Le cycle de Carnot est un cycle ditherme idéal réversible est le plus efficace. Néanmoins les phases de compression, de détente et de condensation sont trop délicates d'un point de vue technique. De plus, la notion de réversibilité des transferts de chaleur et de travail implique des surfaces d'échanges infiniment grandes et des transformations infiniment lentes qui ne sont pas réalisables en pratique.

Le cycle de Rankine réel est celui de la plupart des machines thermiques dites à combustion externe actuellement utilisées. Dans le cas de notre exercice, le cycle de Rankine est le cycle adapté pour décrire le cycle thermodynamique de l'eau dans le circuit secondaire du REP, physiquement réalisable, est le cycle thermodynamique qui se rapproche le plus du cycle de Carnot.

Le cycle de Rankine, contrairement au cycle de Carnot, présente une condensation totale. La compression qui suit nécessite un travail moindre car le fluide est sous forme liquide. Cette amélioration fait qu'une pompe, peu consommatrice d'énergie, peut être utilisée comme compresseur et que le travail utile produit est plus important que pour le cycle de Carnot. Le cycle de Rankine est un cycle thermodynamique endo réversible qui comprend deux isobares et deux adiabatiques. C'est le cycle qui se rapproche le plus du cycle de Carnot. Il se distingue de ce dernier par la substitution de deux transformations isobares aux deux transformations isothermes, ce qui rend possible sa réalisation technique.

Néanmoins, le surplus de chaleur nécessaire pour évaporer le liquide fait que le rendement du cycle de Rankine reste inférieur à celui du cycle de Carnot. Ce résultat va être démontré par le calcul en fin de cet exercice par le calcul du rendement la différence entre le cycle de Rankine et le cycle de Carnot.

Le jury a constaté que le cas des machines dithermes sont assez bien comprises par la majorité des candidats quand cela reste au niveau de l'utilisation du premier et du second principe pour un cycle de Carnot pour un gaz parfait. Pour une machine réelle comportant plusieurs organes, les candidats ne voient pas lesquels n'échangent pas de travail mécanique.

Dans cette partie si les candidats pensent désormais à bien préciser le système sur lequel ils appliquent le premier ou le second principe, il faut encore insister sur un point fondamental, il s'agit de la lecture attentive de l'énoncé pour bien identifier les différentes transformations mises en jeu.

IV.1 Il est étonnant qu'un bon nombre de candidats ne maîtrisent pas correctement le diagramme de phase de l'eau alors qu'il est au programme dès la première année. Mais de nombreuses erreurs ont aussi été relevées parmi les candidats utilisant cependant les valeurs numériques en fin de partie n'ont pas toujours été cherchées, au profit des dernières questions du sujet.

IL est a signalé qu'un bon nombre de candidats ont tracer un diagramme  $P(V)$  de transformation à la place du digramme de phase de l'eau ( $P, T$ )

IV.2 Malgré la facilité de la question, elle a été mal traitée par la majorité des candidats qui ont négligé le tracé du diagramme et mal représenté.

IV.3 En général, cette question a été correctement abordée, sauf dans de rares cas.

IV.4 Malgré qu'il s'agisse d'une question de cours, un bon nombre de candidats se trompe dans l'homogénéité de la formule et divise la différence des enthalpies  $h_G$  et  $h_L$  par la masse alors que dans l'énoncé, elles sont données par unité de masse. Ceci témoigne d'une lecture sans analyse de l'énoncé.

## **V. Étude du système liquide vapeur**

V.1 Le cycle a été mal schématisé par une bonne proportion de candidats, relevant des lacunes dans les démarches à suivre pour tracer correctement l'allure de toutes les transformations d'un cycle. En effet une analyse préalable du texte en relevant les termes essentiels (adiabatique, calorifugé, diathermane...), en s'interrogeant sur l'état initial et l'état final ainsi de chaque transformation formant le cycle, sur les grandeurs demandées les conduirait certainement à plus de discernement.

Par ailleurs, de nombreux candidats n'ont pas su schématiser les transformations B-D et D-E, en oubliant transition de phase par vaporisation en D.

V.2 Question relativement réussie, bien qu'il y ait quelques erreurs dans les applications numériques. Il s'agit de question de réflexion qui ne nécessite pas pour de calcul, pour remplir le tableau il suffit de repérer le type de transformation pour isentropique (donc même valeur d'entropie) ou adiabatique (même quantité de chaleur), isotherme donc même enthalpie entre l'état initial et l'état final lors de la transformation...

V.3 Le diagramme entropique a été très mal représenté par la grande majorité des candidats.

V.4.1 (notant que dans l'énoncé c'est la question V.3.1) cette question a été peu traitée correctement. Un certain nombre de candidats se sont lancés dans les calculs, mais n'ont pas abouti.

V.4.2 l'application numérique était correcte pour ceux qui ont retrouvé la bonne expression dans la question précédente. En revanche Il est affligeant que de très nombreux candidats ne connaissent pas l'unité SI de la pression, on déplore également que la majorité des candidats n'ont pas tiré une conclusion sur la très faible variation de température qu'on assimile la transformation à une isotherme.

V.5 question relativement réussite par un bon nombre de candidats. Il fallait prendre le temps d'explicitier qu'il s'agit d'une transformation isentropique puisqu'elle est adiabatique les valeurs d tableau doivent confirmer  $S(E)=S(F)$ , de même il fallait se rendre compte que  $x_E=1$  les conditions aux limites. Trop de candidats ont donné le résultat de  $x_F$ , mais ils ont souvent trébuché dans les applications numériques de  $h_F$  et  $v_{mF}$ .

V.6 Question à première vue calculatoire, néanmoins il fallait avant de se lancer dans les applications numériques il fallait associer les échanges thermique demandés aux transformations adéquates dans le cycle, Ceci requiert une lecture attentive à l'avance pour bien poser les expressions pour  $Q_1$  et  $Q_2$ , avant de passer à l'application numérique. Il est affligeant que de très nombreux candidats se trompent souvent dans l'unité de l'énergie de cet exercice qui sont donnée par une unité de masse. Ceci témoigne d'un défaut au niveau de l'apprentissage le candidat a pris l'habitude de reproduire des exercices types et donc manque de flexibilité et d'autonomie pour s'adapter aux données de l'énoncé et non pas appliquer directement ce qu'il a appris durant ses deux années .

V.7 Bien qu'il s'agit d'une question d'application du premier principe généralement largement abordé en première année, elle n'a pas été traitée par un bon nombre de candidats. Il convenait d'être le plus précis et quantitatif possible à partir des valeurs de  $Q_1$  et  $Q_2$  calculer dans la question précédente.

V.8 Question calculatoire, mais la majorité des candidats ne sont pas parvenu à écrire correctement l'expression du rendement du cycle ce qui se répercute directement sur l'application numérique, de plus des nombreuses erreurs accumulées dans les questions précédentes limitant souvent les chances de réussite.

Un bon nombre de candidats se sont contenté de donner le rendement du cycle de Carnot comme étant le rendement du cycle de l'exercice, ce qui est complètement faux et relève une confusion dans la compréhension de la définition du rendement d'une machine réelle (ici cycle de Rankine) et la définition du cycle de Carnot.

Par ailleurs, il est dommage de constater que pour les candidats aillant donner la bonne expression du rendement du cycle, se trompe dans l'application numérique et retrouve des valeurs de rendement illogique (supérieur à celui du cycle de Carnot), ce qui devrait les ramener à refaire leur calcul, mais on constate ici un manque d'autonomie et de recul des candidats pour pouvoir s'auto corriger durant l'épreuve. Les questions faciles de cette partie ont été traitées mais souvent sans aboutir. Il est à déplorer que beaucoup de candidats ne connaissent pas les notions de base du premier et second principe, et cherche à l'appliquer pour un gaz parfait sans prêter attention à l'énoncer puis qu'il s'agit ici du cycle de Rankine de l'eau dans le circuit secondaire d'une centrale nucléaire.

### **Exercice Étude de circuits électriques**

- La troisième partie est dédiée à une étude fréquentielle des filtres de premier ordre, permettant aux candidats de déduire la fonction de transfert de gain dans le domaine fréquentiel.

Il est déplorable de constater que cette partie a été négligé ou très bâclé par la grande majorité des candidats. Pourtant il s'agit d'une application directe du cours. De nombreuses erreurs sur l'expression de la résistance et pas de vérification sur l'homogénéité de la formule ont été constaté par le jury.

De nombreux candidats confondent montages série et parallèle. Une réponse justifiée était attendue, comme suggéré par l'énoncé, et non un simple résultat de l'association série ou parallèle dans le cas d'une résistance.

#### **VI. Étude de circuits électriques**

VI.1 question facile nombreux candidats se sont lancé dans le calcul sans aboutir dans la majorité des cas à une expression correcte. Il est étonnant que nombreux candidats confondent entre association série et parallèles des impédances, bien qu'il s'agisse de notion traité dès la première année.

VI.2 Question pratiquement non traité, pour manque de connaissance de la formule reliant déphasage à l'impédance. On relève également des erreurs dans le calcul du module d'un nombre complexe.

## VII. Étude des filtres

VII.1 cette question n'a malheureusement pas été traité par la plupart des candidats pourtant, il suffisait de remplacer les tensions complexe par leur expression en fonction du courant.

VII.2 Le calcul du module de la fonction de transfert  $H$  n'a pas été réussi puisqu'il se déduit de la question précédente.

VII.3 Le graphe de l'allure du diagramme de Bode et du déphasage était très négligé et faux dans la majorité des cas puisqu'il se base sur le traitement des questions précédentes non-réussites.

VII.4 VII.5 VII.6 le jury s'étonne que ces questions n'aient pas été traité, malgré qu'il s'agisse de simple application de lois fondamentales d'électrocinétique connu depuis la première année.

### **Conseils aux candidats**

En ce qui concerne la présentation des copies, le jury note que certains candidats n'ont pas compris les enjeux d'une épreuve écrite de concours où il s'agit de se faire comprendre clairement.

Il est nécessaire d'adopter une rédaction claire et concise, et, dans la mesure du possible, d'éviter les fautes d'orthographe grossières. Encore trop de copies sont parfois illisibles, avec de nombreuses ratures et des résultats rarement mis en valeur. La présentation ne doit pas être négligée surtout quand il devient impossible au jury de pouvoir évaluer une réponse à une question, faute de lisibilité.

Nous conseillons comme souvent aux candidats de ne pas négliger la présentation de leur réflexion sur leur copie ni de se contenter de donner un résultat sans apporter, par une phrase par exemple, une justification.

L'énoncé demande à plusieurs reprises de commenter, discuter ou interpréter des résultats : le jury invite les candidats à ne pas éluder ces questions qui participent aux raisonnements scientifiques, permettent d'identifier la bonne compréhension d'une problématique et constituent une étape fondamentale que les futurs ingénieurs doivent maîtriser. Il s'agit ici de faire preuve de précision dans les explications et les mots employés. Mais si la précision est essentielle, il est aussi important de savoir être concis ; un schéma correct et bien légendé permet souvent d'aller à l'essentiel, d'exposer les idées et les résultats sans perdre trop de temps, c'est souvent plus rapide à réaliser et facile à comprendre qu'une longue explication.

Il est également crucial, pour un futur ingénieur de savoir réaliser des figures, schémas allures de courbes, adéquats et soignés. Enfin, le jury rappelle que les réponses doivent être mises en évidence (soulignement, encadrement...). Cela concerne notamment les expressions littérales obtenues avant d'effectuer les applications numériques associées.

Nous attendons un effort réel concernant l'évaluation numérique des ordres de grandeur. Ces dernières sont fondamentales, leur évaluation sans machine est une compétence attendue. Le jury recommande de poser l'application (par exemple : simplifier les puissances de 10) avant de l'effectuer pour obtenir un ordre de grandeur. Les applications numériques doivent être assorties des unités nécessaires adaptés (simplifiées), comporter un nombre cohérent de chiffres significatifs et d'un commentaire si nécessaire ! Un tel souci de présentation est une qualité fondamentale pour un futur ingénieur.

Il serait bon également que les candidats, en fin de calcul, pensent à vérifier l'homogénéité de leur expression, pour éviter des erreurs dans la suite de leurs calculs.

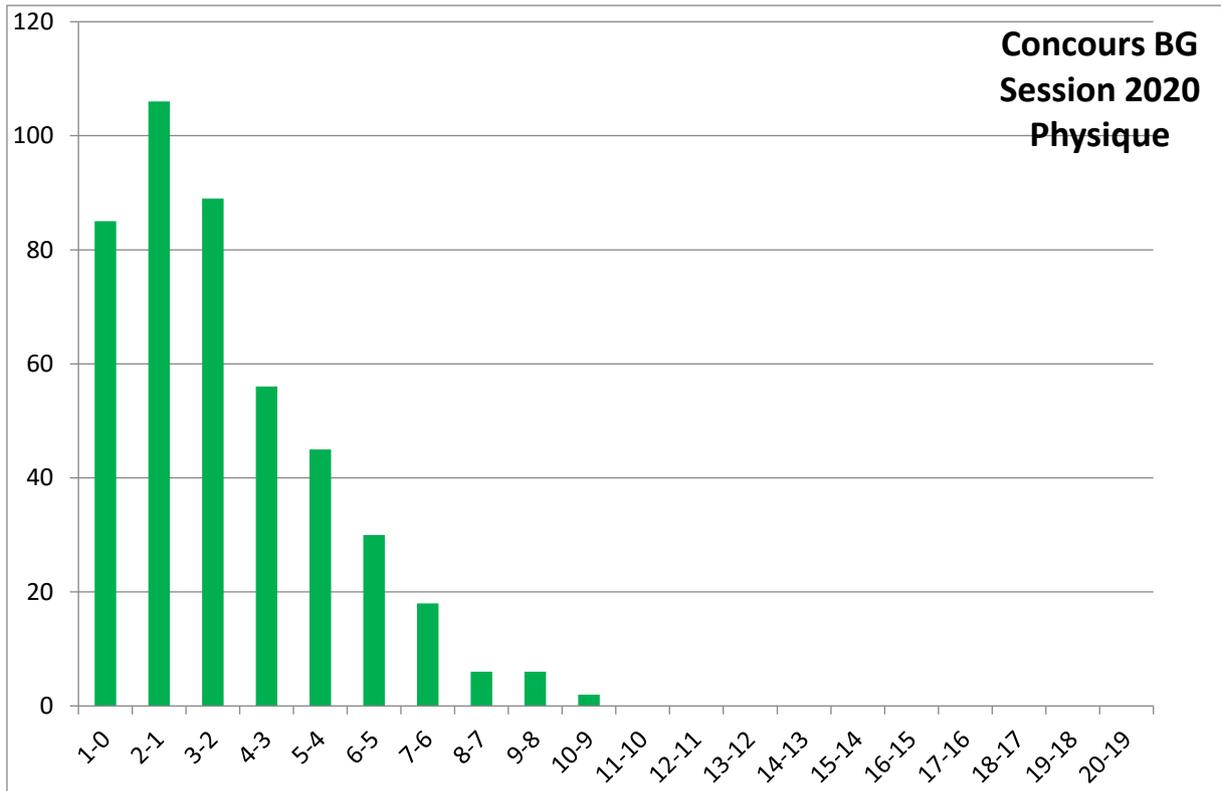
Les calculs sont souvent ponctués d'erreurs et sans vérification en cours de route. Nous encourageons les candidats à vérifier l'homogénéité ou plus généralement la cohérence du résultat obtenu. Nous rappelons que l'homogénéité concerne également les vecteurs.

Comme l'indiquent souvent vos professeurs, la préparation des concours passe d'abord par la maîtrise du cours. La question de cours potentielle est une particularité du concours de Physique en Biologie géologie. Nous invitons les futurs candidats à s'entraîner à présenter clairement des points de cours de façon synthétique. Le jury appelle qu'il est utile de bien connaître son cours, ce qui permet de répondre aux questions les plus faciles qui ne sont pas les moins bien notées.

Le jury est tout à fait conscient de la difficulté que représente une épreuve écrite de trois heures et du stress ou de la fatigue que ressentent les candidats. Ces derniers ont en une 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.

Il est à signaler qu'un grand nombre d'aspects du programme de physique nécessitent un minimum de connaissances en trigonométrie et souvent une réflexion qualitative sur le comportement d'une fonction mathématique : limite asymptotique, comportement en un point particulier, calcul de tangente à l'origine, composition de deux fonctions...Il est parfois étonnant de constater que les candidats, pourtant issus de bac scientifique, peinent à représenter une simple fonction trigonométrique ! Il est aussi surprenant de constater que des expressions aussi simples que la surface d'un disque, ou le module d'une variable complexe, fassent l'objet de nombreuses erreurs !

Enfin, nous félicitons les rares candidats remarquables, possédant à la fois une grande aisance et une bonne compréhension des phénomènes physiques.



# RAPPORT RELATIF AU CONCOURS 2020 DES EPREUVES DE CHIMIE

## 1<sup>ère</sup> Partie : CHIMIE INORGANIQUE

Rapport relatif à la composition de Chimie de la section MP

*Ce rapport est rédigé dans l'objectif d'aider les candidats à mieux s'approprier les exigences de l'épreuve de composition de chimie. Sa lecture attentive doit leur permettre d'adapter leur travail de préparation à ce concours et de bien tenir compte des prescriptions qui y sont faites.*

### Présentation de l'épreuve

Le sujet renferme un certain nombre de questions (énoncé de définitions, restitution de connaissances, réalisation de démonstrations, raisonnements, extraction et lecture d'informations utiles d'une représentation graphique ...etc.), s'appuyant sur les connaissances exigibles des programmes de chimie des classes préparatoires.

Cette épreuve comporte quatre parties indépendantes et de difficultés variables.

#### Partie I : cristallographie

- Étude de la maille hexagonale compacte

#### Partie II : électrochimie

- Étude thermodynamique des réactions d'oxydoréduction.
- Démonstration de la loi de Nernst.
- Construction et utilisation du diagramme E-pH de strontium.

#### Partie III : équilibres liquide-vapeur des corps purs

- **Démonstration et exploitation de l'équation permettant la modélisation de la courbe de vaporisation dans un diagramme d'équilibre liquide vapeur d'un corps pur.**
- **Expression et calcul de variance**

#### Partie IV : étude des équilibre liquide-vapeur dans un système binaire

- Démonstration de la loi de Raoult en utilisant les expressions des potentiels chimiques.
- Modélisations des courbes de rosée et de vaporisation dans le cas idéal.
- Exploitation et lecture du graphique obtenu à partir des mesures expérimentales donnant  $p_i=f(x_i)$  dans le cas de mélanges non idéaux.
- Traçage d'un diagramme d'équilibre liquide-vapeur isothermes dans le cas non idéal avec azéotrope.

### Remarques générales

Bien que certaines parties du sujet, soient relativement faciles, nous avons remarqué que beaucoup de candidats traitent le sujet de manière superficielle ce qui témoigne qu'ils ne maîtrisent pas bien des notions vues en cours.

De trop nombreuses copies restent entachées d'erreurs sur des questions proches du cours. Rappelons que la réussite à l'épreuve est conditionnée par une parfaite maîtrise de ces aspects. De plus, les réponses fournies à chaque question doivent être précises et ne pas laisser place au doute.

Les candidats manquent généralement de rigueur et de méthodologie dans les différentes démonstrations parce qu'ils ne révisent pas leurs cours et se limitent aux exercices d'applications.

Les questions demandant une réflexion, ont été très peu traitées par les candidats. Des réponses concises et rigoureuses font souvent défaut dans un nombre important de copies.

Nous avons remarqué aussi, un manque de capacité à s'approprier d'un document et en extraire des informations utiles.

Ces remarques nombreuses constituent des encouragements à tous les candidats à plus de rigueur, en particulier concernant le socle de connaissances exigible de tout candidat à ce concours.

## Commentaires spécifiques au sujet

### Problème : cristallographie

1) Donner une représentation en perspective de la maille et de son contenu.

Plusieurs candidats ont dessiné la maille triple !

La majorité des candidats qui ont dessiné le prisme droit à base losange, soit ils ont oublié les vecteurs de bases, soit ils ont mal placé les vecteurs a et b ou les positions atomiques correctes.

#### Recommandation :

Les candidats devraient prendre garde à produire un dessin clair.

2) Quel est la séquence d'empilement des plans compacts dans le réseau hexagonal compact ?

Traité correctement par la plupart des candidats avec quelques difficultés pour les autres.

3) En se limitant à une seule maille, dessiner en précisant la tangence entre les atomes, un plan de compacité maximale.

Une majorité de candidats n'ont pas précisé rigoureusement la tangence des atomes dans le plan.

4) Donner les coordonnées réduites des atomes de « Be » dans cette structure.

A été bien réussi

5) Définir, puis déterminer le motif dans cette structure.

Les réponses apportées à cette question démontrent la méconnaissance de ce qu'est un motif.

Quelques candidats ont donné la définition exacte d'un motif.

La question concernant la détermination du motif dans la structure n'est pas bien réussie par la majorité des candidats.

6) Quel est le mode de réseau ? Justifier la réponse.

Question n'est pas bien réussi.

Nous signalons dans beaucoup de copie :

$Z = 2 \rightarrow$  mode (I) !!!

7) Représenter la trace des atomes de « Be » contenus dans le premier plan après celui passant par l'origine de la famille (110). Préciser la tangence entre les atomes.

Traité par une minorité de candidats.

8) Déterminer la valeur du rapport (c/a) idéal d'un empilement hexagonal compact.

A été bien réussi.

9) Comparer la valeur du rapport (c/a) expérimental à celle obtenue à la question précédente, sachant que les paramètres de la maille sont :  $a = 228,7$  pm et  $c = 358,3$  pm. Conclure.

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

10) Donner l'expression puis calculer, la masse volumique du béryllium solide.

Question a été, à priori facile mais n'a pas eu le succès escompté.

Dans de nombreuses copies l'application numérique n'est pas posée. Dans le cas où le résultat est erroné, l'absence d'expression numérique détaillée ne permet pas au correcteur de faire la distinction entre une erreur d'unité, par exemple, et une étourderie manifeste, moins pénalisante. Le calcul numérique de la masse volumique a posé un problème à de nombreux candidats et on signale la présence des unités bizarres tel que :  $\text{mol.m}^{-3}$ ,  $\text{g.pm}^{-3}$  !! et un mélange entre le système international et le système CGS tel que :  $\text{g.m}^{-3}$ ,  $\text{kg.cm}^{-3}$ ....

#### Recommandations :

- Il faut toujours, écrire l'expression littérale ensuite poser l'opération (remplacer chaque terme par sa valeur) et enfin passer au calcul.
- Il faut insister sur l'utilité des unités en chimie et les équations aux dimensions.
- Un résultat sans dimensions doit annuler toute la question. Il est inconcevable qu'un futur ingénieur n'ait pas toujours les dimensions en tête.

## Problème : électrochimie

### A- Questions préliminaires

1) Un système contenant l'hydroxyde  $\text{Sr}(\text{OH})_{2(\text{sd})}$  en présence d'une solution aqueuse contenant divers électrolytes.

**1-a) Établir** l'expression du produit de solubilité  $K_s$  du solide  $\text{Sr}(\text{OH})_{2(\text{sd})}$  en fonction des potentiels chimiques standards.

La notion de potentiel chimique n'est pas maîtrisée.

De nombreux candidats confondent le potentiel chimique standard et le potentiel standard d'électrode.

De nombreux candidats confondent l'enthalpie libre de la réaction  $\Delta_r G$  et l'enthalpie libre standard de la réaction  $\Delta_r G^\ominus$  et l'enthalpie libre standard  $G^\ominus$ .

Nous signalons

$$\Delta_r G = \sum_i \nu_i \mu_i^\ominus \quad !!!$$

$$\text{Parfois, } G^\ominus = \sum_i \nu_i \mu_i^\ominus \quad !!!$$

Quelques candidats, confondent entre les équilibres d'oxydoréduction et les équilibres de solubilité :

**Exemple :**  $\text{Sr}(\text{OH})_2 = \text{Sr}^{2+} + 4\text{HO}^- \quad E = E^\ominus + \frac{0,06}{2} \times \log_{10} \left( [\text{Sr}^{2+}] \right)$

**1-b)** Calculer sa valeur.

Dans de nombreuses copies l'application numérique n'est pas posée.

**1-c)** Établir la relation entre les concentrations  $[\text{Sr}^{2+}]$ ,  $[\text{H}^+]$  et le produit de solubilité de  $\text{Sr}(\text{OH})_{2(\text{sd})}$ .

A été bien réussi.

**1-d)** Dédire l'expression du pH de début de précipitation de  $\text{Sr}(\text{OH})_{2(\text{sd})}$ .

Bien traitée en général.

**1-e)** Calculer la valeur du pH pour  $[\text{Sr}^{2+}] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Dans très peu de copies, les candidats ont pu calculer la valeur exacte.

2) Dans le système décrit précédemment, on plonge une lame de strontium pur. On obtient une demi-cellule électrochimique.

**2-a)** Écrire l'équation-bilan (1) associée à la cellule électrochimique permettant la mesure du potentiel d'électrode du couple redox mis en jeu.

Dans de nombreuses copies les candidats ont écrit des demi-équations en réponse cette question demandant une équation de réaction-bilan.

**2-b)** Exprimer la force électromotrice de la cellule en fonction de la force électromotrice standard et du pH.

Beaucoup de candidats ont répondu à cette question, en se basant sur la demi-équation de la question précédente !!!!

**2-c)** Quelle est la relation entre :

i) la force électromotrice de la cellule électrochimique décrite précédemment et le potentiel d'électrode associé au couple redox mis en jeu ?

Beaucoup de candidats ont répondu de manière assez vague.

ii) la force électromotrice standard de la cellule électrochimique décrite précédemment et le potentiel standard d'électrode associé au couple redox mis en jeu ?

Beaucoup de candidats ont répondu de manière assez vague.

2-d) Déduire l'expression du potentiel d'électrode du couple redox mis en jeu en fonction du potentiel standard d'électrode et du pH.

Beaucoup de candidats ont répondu de manière assez vague.

2-e) Montrer que le potentiel standard d'électrode du couple redox mis en jeu s'écrit en fonction des potentiels chimiques standards des différentes entités qui apparaissent dans l'équation-bilan (1).

Beaucoup de candidats ne faisant pas la relation entre les différentes parties du programme, ils ne voient pas le lien entre les potentiels chimiques standard et le potentiel standard d'électrode.

2-f) Calculer sa valeur.

Un grand nombre de candidats oublie de multiplier par  $10^3$  au numérateur.

#### Recommandations :

- Il faut insister sur l'utilité des unités en chimie et les équations aux dimensions.

### B- Construction du diagramme E-pH

1) Donner le nombre d'oxydation de l'élément strontium dans les entités chimiques précédemment considérées.

Présenter les résultats dans un tableau ordonné par valeurs croissantes du nombre d'oxydation.

Plusieurs candidats ont donné les nombres d'oxydation de l'élément strontium dans les entités chimiques mais ils n'ont pas présenté les résultats sous forme de tableau comme demandé.

2) Écrire les équations bilans des réactions associées aux différents couples redox mis en jeu et exprimer leurs potentiels d'électrodes en fonction du pH.

Dans de nombreuses copies les candidats ont écrit des demi-équations en réponse cette question demandant une équation de réaction-bilan.

L'écriture d'une équation bilan équilibrée en atomes et en charges a constitué une difficulté pour un certain nombre de candidats.

3) Tracer et indexer le diagramme E-pH du strontium.

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

### C- Utilisation des diagrammes E-pH

1) Quelles frontières ne seraient pas modifiées si l'on changeait la concentration de tracé ?

Bien traitée en général.

2) Le strontium peut-il être attaqué en solution aqueuse ? Justifier la réponse.

Bien traitée en général.

### Problème : équilibres liquide-vapeur des corps purs

1) Préciser la nature des phases dans les domaines (I) et (II) pour le méthanol pur.

Question a été, à priori très facile mais quelques candidats ont répondu que le domaine (I) correspond au méthanol en phase vapeur et le domaine (II) correspond au méthanol en phase liquide. !!!

2) Donner la relation de Clapeyron associée à la courbe de vaporisation. Donner la signification des termes qui apparaissent dans cette relation.

La majorité des candidats, ont donné la relation de Clapeyron mais ils n'ont pas pu donner la signification exacte des termes qui apparaissent dans cette relation.

De nombreux candidats confondent le volume et le volume molaire.

De nombreux candidats confondent l'enthalpie molaire de vaporisation et l'enthalpie de la réaction.

3) Montrer ; en donnant les approximations utilisées ; que la pression de vapeur saturante d'un corps pur est une fonction de la température du type :

$$\text{Ln}\left(\frac{p^\sigma}{p^\oplus}\right) = A - \frac{B}{T}$$

Dans cette expression la pression est exprimée en bar, la température en Kelvin et A, B sont des constantes.

Les candidats manquent généralement de rigueur et de méthodologie dans les différentes démonstrations parce qu'ils ne révisent pas leurs cours et se limitent aux exercices d'applications.

Beaucoup de candidats n'ont pas donné les trois approximations utilisées. Ils ont oublié

$$\Delta_{\text{vap}} H_m^* = \text{Cte}$$

3-a) Identifier les constantes A et B, puis donner leurs équations aux dimensions.

Un grand nombre de candidats n'ont pas réussi à déterminer les équations aux dimensions

**Recommandations :**

- Il faut insister sur l'utilité des unités en chimie et les équations aux dimensions.

3-b) Sachant que la pression de vapeur saturante du « méthanol » s'écrit sous la forme :

$$\text{Ln}\left(\frac{p^\sigma}{p^\oplus}\right) = 13,257 - \frac{4484,6}{T}$$

i) Déterminer la température de vaporisation standard du méthanol.

Bien traitée en général.

ii) Déterminer l'enthalpie molaire de vaporisation du méthanol.

Bien traitée en général.

4) On considère sur la figure ci-dessous, la superposition des courbes de vaporisations de N-hexane pur et du méthanol pur.

4-a) Donner l'expression générale de la variance F d'un système et donner la signification de chaque terme.

La majorité des candidats, ont donné l'expression générale de la variance F mais ils n'ont pas pu donner la signification exacte des termes qui apparaissent dans cette relation.

4-b) Dans le cas d'un corps pur, calculer la variance :

i) sur la courbe de vaporisation.

ii) dans les domaines.

iii) au point B.

La majorité des réponses sont correctes mais sans justification.

5) Montrer que l'on peut procéder de deux manières différentes pour savoir lequel des deux composés est le plus volatil.

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

6) Quel est alors le composé le plus volatil, le N-hexane ou le méthanol ?

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

**Problème : étude des équilibre liquide-vapeur dans un système binaire**

1) Qu'est-ce qu'un mélange idéal ?

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

Nous avons noté une grande confusion entre les deux notions : idéalité et solubilité !!

2)

**2-a)** Quelle est la loi suivie par un mélange liquide idéal en équilibre avec un mélange de gaz parfaits pour tout l'intervalle de composition ? Donner la signification de tous les termes qui apparaissent dans cette loi.

La majorité des candidats, ont répondu la loi de Raoult mais ils n'ont pas pu donner la signification exacte des termes qui apparaissent dans cette loi.

Nous signalons

$p = x_i \times p_i^\sigma$  avec  $p$  : pression totale !!!.

$p_i = x_i \times p_i^\square$  avec  $p_i^\square$  pression partielle standard !!!

**2-b)** Démontrer cette loi en utilisant les expressions des potentiels chimiques.

Bien traitée en général.

**3)** Considérons le système binaire chloroforme (1) - acétone (2).

**3-a)** En supposant que le mélange liquide : chloroforme (1) - acétone (2), est idéal dans tout le domaine de compositions.

i) Établir les expressions des courbes d'équilibres liquide-vapeur  $p = f(x_1)$  et  $p = f(y_1)$ .

La majorité des candidats, ont trouver l'expression de la droite de vaporisation mais pas celle de la courbe de Rosée !!!

ii) Représenter sur **figure 3 (ci-dessous)**, la courbe  $p = f(x_1)$  ainsi obtenue.

Généralement, bien traitée.

**3-b)**

i) Les mélanges en phase liquide entre (1) et (2) sont-ils réellement idéaux ? Justifier la réponse.

Généralement, bien traitée.

ii) Comparer les interactions homogènes (1)-(1), (2)-(2) et hétérogènes (1)-(2) dans les mélanges en phase liquide.

Généralement, bien traitée.

iii) Quelles sont les valeurs des pressions de vapeur saturante de (1) et de (2) à 25°C ?

Une lecture graphique permet de déduire les valeurs des pressions.

Question a été, à priori très facile mais quelques candidats ont répondu que  $p_1^* = 229,89$  mmHg et  $p_2^* = 194,65$  mmHg

iv) Les mélange de (1) et (2) se font-ils avec absorption ou dégagement de chaleur ? Justifier la réponse.

Généralement, bien traitée.

**4)** On souhaite tracer l'allure du diagramme d'équilibre liquide-vapeur isotherme (à 25°C) du système chloroforme (1) - acétone (2).

**4-a)** Déduire de la **fig. 3**, s'il doit apparaître dans ce tracé un maximum ou un minimum de pression (noté **Az**). Justifier la réponse.

Généralement, bien traitée.

**4-b)** Citer trois propriétés du mélange liquide dont le point représentatif est situé en **Az**.

Les réponses sont très souvent incomplètes.

**4-c)** En se basant sur le graphique ci-dessous, déterminer les coordonnées  $(x_{Az}, y_{Az})$  du point représentatif du mélange **Az**.

Bien que la réponse à cette question est donnée dans la question précédente ( $x_{Az} = y_{Az}$ ), beaucoup de candidats n'ont pas pu répondre correctement à cette question !!!!

**4-d)** En utilisant les figures 3 et 4 et éventuellement quelques résultats obtenus précédemment, tracer le plus précisément possible l'allure du diagramme binaire isotherme (à  $\theta = 25^\circ\text{C}$ ).

**4-e)** Indiquer la nature des différentes phases présentes dans tous les domaines.

Cette question, découlant des précédentes, faisant appel à une lecture graphique des figures 3 et 4, n'a été que très peu abordée, et jamais en intégralité.

Quelques candidats ont essayé de tracer l'allure du diagramme sans précision.

## Conclusion

Comme pour les précédentes années, ce rapport s'attache à permettre aux futurs candidats de progresser et de mieux s'approprier l'épreuve. Il souligne donc les principales faiblesses relevées dans les copies.

Nous rappelons que l'épreuve de chimie couvre les deux années du programme des classes préparatoires.

Les remarques négatives mais, espérons-le, constructives qui figurent sur ce rapport sont apportées dans un but de perfectionnement. Nous tenons à féliciter certains candidats brillants qui, par des réponses claires, concises et pertinentes, ont su répondre à la quasi-totalité des questions posées montrant ainsi l'étendue de leurs connaissances et leur aptitude à raisonner et nous encourageons les candidats à poursuivre leur investissement dans cette discipline.

## Remarques des collègues :

- Il faut réfléchir à une mise au point afin d'homogénéiser les notations et les définitions utilisées par les enseignants en respectant les règles d'écriture (formules, symboles et notations) recommandées par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (abrégé IUPAC en anglais) (cf. Green book).
- Les coefficients de chimie doivent être révisés convenablement par rapport aux coefficients des autres matières.

## Rapport relatif à la composition de Chimie section T

### Présentation de l'épreuve de chimie

Le sujet renferme un certain nombre de questions (énoncé de définitions, restitution de connaissances, réalisation de démonstrations, raisonnements, extraction et lecture d'informations utiles d'une représentation graphique ...etc.), s'appuyant sur les connaissances exigibles des programmes de chimie des classes préparatoires.

Cette épreuve comporte quatre parties indépendantes et de difficultés variables.

#### Partie I : cristallographie

- Étude de la maille hexagonale compacte

#### Partie II : diagramme de Pourbaix

- Construction et utilisation du diagramme E-pH de strontium.

### Partie III : équilibres liquide-vapeur des corps purs

- **Démonstration et exploitation de l'équation permettant la modélisation de la courbe de vaporisation dans un diagramme d'équilibre liquide vapeur d'un corps pur.**
- **Expression et calcul de variance**

### Partie IV : étude des équilibre liquide-vapeur dans un système binaire

- Démonstration de la loi de Raoult en utilisant les expressions des potentiels chimiques.
- Modélisations des courbes de rosée et de vaporisation dans le cas idéal.
- Exploitation et lecture du graphique obtenu à partir des mesures expérimentales donnant  $p_i=f(x_i)$  dans le cas de mélanges non idéaux.
- Traçage d'un diagramme d'équilibre liquide-vapeur isothermes dans le cas non idéal avec azéotrope.

## Remarques générales

Bien que certaines parties du sujet, soient relativement faciles, nous avons remarqué que beaucoup de candidats traitent le sujet de manière superficielle ce qui témoigne qu'ils ne maîtrisent pas bien des notions vues en cours.

De trop nombreuses copies restent entachées d'erreurs sur des questions proches du cours. Rappelons que la réussite à l'épreuve est conditionnée par une parfaite maîtrise de ces aspects. De plus, les réponses fournies à chaque question doivent être précises et ne pas laisser place au doute.

Les candidats manquent généralement de rigueur et de méthodologie dans les différentes démonstrations parce qu'ils ne révisent pas leurs cours et se limitent aux exercices d'applications. Les questions demandant une réflexion, ont été très peu traitées par les candidats. Des réponses concises et rigoureuses font souvent défaut dans un nombre important de copies.

Nous avons remarqué aussi, un manque de capacité à s'appropriier d'un document et en extraire des informations utiles.

Ces remarques nombreuses constituent des encouragements à tous les candidats à plus de rigueur, en particulier concernant le socle de connaissances exigible de tout candidat à ce concours.

## Commentaires spécifiques au sujet

### Problème : cristallographie

1) Donner une représentation en perspective de la maille et de son contenu.

Plusieurs candidats ont dessiné la maille triple !

La majorité des candidats qui ont dessiné le prisme droit à base losange, soit ils ont oublié les vecteurs de bases, soit ils ont mal placé les vecteurs a et b.

**Recommandation :**

Les candidats devraient prendre garde à produire un dessin clair.

2) Quel est la séquence d'empilement des plans compacts dans le réseau hexagonal compact ?

Traité correctement par la plupart des candidats avec quelques difficultés pour les autres.

3) En se limitant à une seule maille, dessiner en précisant la tangence entre les atomes, un plan de compacité maximale.

Une majorité de candidats n'ont pas précisé rigoureusement la tangence des atomes dans le plan.

4) Donner les coordonnées réduites des atomes de « Be » dans cette structure.

A été bien réussi

5) Définir, puis déterminer le motif dans cette structure.

Les réponses apportées à cette question démontrent la méconnaissance de ce qu'est un motif.

Quelques candidats ont donné la définition exacte d'un motif.

La question concernant la détermination du motif dans la structure est bien réussie par la majorité des candidats.

6) Quel est le mode de réseau ? Justifier la réponse.

Question n'est pas bien réussi.

Nous signalons dans beaucoup de copie :

$Z = 2 \rightarrow$  mode (I) !!!

7) Représenter la trace des atomes de « Be » contenus dans le premier plan après celui passant par l'origine de la famille (110). Préciser la tangence entre les atomes.

Traité par une minorité de candidats.

8) Déterminer la valeur du rapport (c/a) idéal d'un empilement hexagonal compact.

A été bien réussi.

9) Comparer la valeur du rapport (c/a) expérimental à celle obtenue à la question précédente, sachant que les paramètres de la maille sont :  $a = 228,7$  pm et  $c = 358,3$  pm. Conclure.

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

10) Donner l'expression puis calculer, la masse volumique du béryllium solide.

Question a été, à priori facile mais n'a pas eu le succès escompté.

Dans de nombreuses copies l'application numérique n'est pas posée. Dans le cas où le résultat est erroné, l'absence d'expression numérique détaillée ne permet pas au correcteur de faire la distinction entre une erreur d'unité, par exemple, et une étourderie manifeste, moins pénalisante. Le calcul numérique de la masse volumique a posé un problème à de nombreux candidats et on signale la présence des unités bizarres tel que :  $\text{mol.m}^{-3}$ ,  $\text{g.pm}^{-3}$  !! et un mélange entre le système international et le système CGS tel que :  $\text{g.m}^{-3}$ ,  $\text{kg.cm}^{-3}$ ....

#### Recommandations :

- Il faut toujours, écrire l'expression littérale ensuite poser l'opération (remplacer chaque terme par sa valeur) et enfin passer au calcul.
- Il faut insister sur l'utilité des unités en chimie et les équations aux dimensions.
- Un résultat sans dimensions doit annuler toute la question. Il est inconcevable qu'un futur ingénieur n'ait pas toujours les dimensions en tête.

#### Problème : diagramme de Pourbaix

1) Trouver l'expression puis calculer :

1-a) Le produit de solubilité de  $\text{Sr(OH)}_{2(\text{sd})}$ .

De nombreux candidats confondent le potentiel chimique standard et le potentiel standard d'électrode.

De nombreux candidats confondent l'enthalpie libre de la réaction  $\Delta_r G$  et l'enthalpie libre standard de la réaction  $\Delta_r G^\ominus$  et l'enthalpie libre standard  $G^\ominus$ .

Nous signalons

$$\Delta_r G = \sum_i \nu_i \mu_i^\ominus \quad !!!$$

$$\text{Parfois, } G^\ominus = \sum_i \nu_i \mu_i^\ominus \quad !!!$$

1-b) Les potentiels standard d'électrodes des différents couples  $\text{Sr(II)}/\text{Sr(0)}$ .

Cette question a été plus ou moins réussie, par les candidats qui maîtrise la notion de potentiels chimique standard et le lien entre le potentiel chimique standard et le potentiel standard d'électrode.

Un grand nombre de candidats oublient de multiplier par  $10^3$  au numérateur.

### Recommandations :

Un grand nombre de candidats font correspondre à une demi-réaction une expression de l'enthalpie libre standard de réaction. Cette écriture est incorrecte car les électrons n'existent pas à l'état libre en solution. Sur le plan thermodynamique et électrochimique, on associe la demi-réaction considérée à celle correspondant au couple de référence  $H^+/H_2$  et on considère la réaction globale somme de des deux demi-réactions envisagées de façon à simplifier les électrons mis en jeu. (Pour plus de détails, voir concours MP 2020, problème : électrochimie question 2 page 5 : démonstration de la loi de Nernst qui donne l'expression du potentiel d'électrode d'un couple ox/red).

2) Déterminer les expressions des potentiels d'électrodes pour les différents couples  $Sr(II)/Sr(0)$ .  
Généralement réussie

3) Tracer et indexer le diagramme E-pH du strontium pour une concentration de tracé  $C_{tra} = 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>.

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

Nous signalons qu'un certain nombre de candidats, on calculer le nombre d'oxydation de l'hydrogène dans  $H^+$ ,  $H_2$  et de l'oxygène dans  $O_2$  et  $H_2O$  et ont figuré ces entités dans le tableau de classement par nombre d'oxydation croissante des entités contenant le strontium. !!!

4) Quelles frontières ne seraient pas modifiées si l'on changeait la concentration de tracé ?  
Bien traitée en général par les candidats qui ont écrit correctement les équations des frontières associées aux couples redox du strontium.

5) Le strontium solide peut-il être attaqué en solution aqueuse ? Justifier la réponse.

Une certaine rigueur est attendue de la part des candidats. Par exemple, cette question découlant de la précédente (question 3). Une lecture graphique du diagramme E-pH permet de trouver la réponse. Nous avons remarqué que de nombreux candidats ont répondu à cette question sans tracer le diagramme !!

### Problème : équilibres liquide-vapeur des corps purs

1) Préciser la nature des phases dans les domaines (I) et (II) pour le méthanol pur.

Question a été, à priori très facile mais quelques candidats ont répondu que le domaine (I) correspond au méthanol en phase vapeur et le domaine (II) correspond au méthanol en phase liquide. !!!

2) Donner la relation de Clapeyron associée à la courbe de vaporisation. Donner la signification des termes qui apparaissent dans cette relation.

La majorité des candidats, ont donné la relation de Clapeyron mais ils n'ont pas pu donner la signification exacte des termes qui apparaissent dans cette relation.

De nombreux candidats confondent le volume et le volume molaire.

De nombreux candidats confondent l'enthalpie molaire de vaporisation et l'enthalpie de la réaction.

3) Montrer ; en donnant les approximations utilisées ; que la pression de vapeur saturante d'un corps pur est une fonction de la température du type :

$$\ln\left(\frac{p^\sigma}{p^\oplus}\right) = A - \frac{B}{T}$$

Dans cette expression la pression est exprimée en bar, la température en Kelvin et A, B sont des constantes.

Les candidats manquent généralement de rigueur et de méthodologie dans les différentes démonstrations parce qu'ils ne révisent pas leurs cours et se limitent aux exercices d'applications.

Beaucoup de candidats n'ont pas donné les trois approximations utilisées. Ils ont oublié

$$\Delta_{\text{vap}} H_m^* = \text{Cte}$$

**3-a)** Identifier les constantes A et B, puis donner leurs équations aux dimensions.

Un grand nombre de candidats n'ont pas réussi à déterminer les équations aux dimensions

**Recommandations :**

- Il faut insister sur l'utilité des unités en chimie et les équations aux dimensions.

**3-b)** Sachant que la pression de vapeur saturante du « méthanol » s'écrit sous la forme :

$$\ln\left(\frac{p^\sigma}{p^\ominus}\right) = 13,257 - \frac{4484,6}{T}$$

**i)** Déterminer la température de vaporisation standard du méthanol.

Bien traitée en général.

**ii)** Déterminer l'enthalpie molaire de vaporisation du méthanol.

Bien traitée en général.

**4)** On considère sur la figure ci-dessous, la superposition des courbes de vaporisations de N-hexane pur et du méthanol pur.

**4-a)** Donner l'expression générale de la variance F d'un système et donner la signification de chaque terme.

La majorité des candidats, ont donné l'expression générale de la variance F mais ils n'ont pas pu donner la signification exacte des termes qui apparaissent dans cette relation.

**4-b)** Dans le cas d'un corps pur, calculer la variance :

- sur la courbe de vaporisation.
- dans les domaines.
- au point B.

La majorité des réponses sont correctes mais sans justification.

**5)** Montrer que l'on peut procéder de deux manières différentes pour savoir lequel des deux composés est le plus volatil.

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

**6)** Quel est alors le composé le plus volatil, le N-hexane ou le méthanol ?

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

## Problème : étude des équilibre liquide-vapeur dans un système binaire

1) Qu'est-ce qu'un mélange idéal ?

Rares sont les candidats qui ont répondu correctement à cette question.

Nous avons noté une grande confusion entre les deux notions : idéalité et solubilité !!

2)

2-a) Quelle est la loi suivie par un mélange liquide idéal en équilibre avec un mélange de gaz parfaits pour tout l'intervalle de composition ? Donner la signification de tous les termes qui apparaissent dans cette loi.

La majorité des candidats, ont répondu la loi de Raoult mais ils n'ont pas pu donner la signification exacte des termes qui apparaissent dans cette loi.

Nous signalons

$p = x_i \times p_i^\sigma$  avec  $p$  : pression totale !!!.

$p_i = x_i \times p_i^\square$  avec  $p_i^\square$  pression partielle standard !!!

2-b) Démontrer cette loi en utilisant les expressions des potentiels chimiques.

Bien traitée en général.

3) Considérons le système binaire chloroforme (1) - acétone (2).

3-a) En supposant que le mélange liquide : chloroforme (1) - acétone (2), est idéal dans tout le domaine de compositions.

i) Établir les expressions des courbes d'équilibres liquide-vapeur  $p = f(x_1)$  et  $p = f(y_1)$ .

La majorité des candidats, ont trouver l'expression de la droite de vaporisation mais pas celle de la courbe de Rosée !!!

ii) Représenter sur **figure 3 (ci-dessous)**, la courbe  $p = f(x_1)$  ainsi obtenue.

Généralement, bien traitée.

3-b)

i) Les mélanges en phase liquide entre (1) et (2) sont-ils réellement idéaux ? Justifier la réponse.

Généralement, bien traitée.

ii) Comparer les interactions homogènes (1)-(1), (2)-(2) et hétérogènes (1)-(2) dans les mélanges en phase liquide.

Généralement, bien traitée.

iii) Quelles sont les valeurs des pressions de vapeur saturante de (1) et de (2) à 25°C ?

Une lecture graphique permet de déduire les valeurs des pressions.

Question a été, à priori très facile mais quelques candidats ont répondu que  $p_1^* = 229,89$  mmHg et  $p_2^* = 194,65$  mmHg

iv) Les mélange de (1) et (2) se font-ils avec absorption ou dégagement de chaleur ? Justifier la réponse.

Généralement, bien traitée.

4) On souhaite tracer l'allure du diagramme d'équilibre liquide-vapeur isotherme (à 25°C) du système chloroforme (1) - acétone (2).

4-a) Déduire de la **fig. 3**, s'il doit apparaître dans ce tracé un maximum ou un minimum de pression (noté **Az**). Justifier la réponse.

Généralement, bien traitée.

4-b) Citer trois propriétés du mélange liquide dont le point représentatif est situé en **Az**.

Les réponses sont très souvent incomplètes.

4-c) En se basant sur le graphique ci-dessous, déterminer les coordonnées  $(x_{Az}, y_{Az})$  du point représentatif du mélange **Az**.

Bien que la réponse à cette question est donnée dans la question précédente ( $x_{A_2}=y_{A_2}$ ), beaucoup de candidats n'ont pas pu répondre correctement à cette question !!!!

**4-d)** En utilisant les figures 3 et 4 et éventuellement quelques résultats obtenus précédemment, tracer le plus précisément possible l'allure du diagramme binaire isotherme (à  $\theta = 25^\circ\text{C}$ ).

**4-e)** Indiquer la nature des différentes phases présentes dans tous les domaines.

Cette question, découlant des précédentes, faisant appel à une lecture graphique des figures 3 et 4, n'a été que très peu abordée, et jamais en intégralité.

Quelques candidats ont essayé de tracer l'allure du diagramme sans précision.

## Conclusion

Comme pour les précédentes années, ce rapport s'attache à permettre aux futurs candidats de progresser et de mieux s'approprier l'épreuve. Il souligne donc les principales faiblesses relevées dans les copies.

Nous rappelons que l'épreuve de chimie couvre les deux années du programme des classes préparatoires.

Les remarques négatives mais, espérons-le, constructives qui figurent sur ce rapport sont apportées dans un but de perfectionnement. Nous tenons à féliciter certains candidats brillants qui, par des réponses claires, concises et pertinentes, ont su répondre à la quasi-totalité des questions posées montrant ainsi l'étendue de leurs connaissances et leur aptitude à raisonner et nous encourageons les candidats à poursuivre leur investissement dans cette discipline.

## Remarques des collègues :

- Il faut réfléchir à une mise au point afin d'homogénéiser les notations et les définitions utilisées par les enseignants en respectant les règles d'écriture (formules, symboles et notations) recommandées par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (abrégé IUPAC en anglais) (cf. Green book).
- Les coefficients de chimie doivent être révisés convenablement par rapport aux coefficients des autres matières.

## Rapport relatif à la composition de Chimie inorganique

### Section PC

*Ce rapport est rédigé dans l'objectif d'aider les candidats à mieux s'approprier les exigences de l'épreuve de composition de chimie. Sa lecture attentive doit leur permettre d'adapter leur travail de préparation à ce concours et de bien tenir compte des prescriptions qui y sont faites.*

### Présentation de l'épreuve de chimie inorganique

Le sujet renferme un certain nombre de questions (énoncé de définitions, restitution de connaissances, réalisation de démonstrations, raisonnements, extraction et lecture d'informations utiles d'une représentation graphique ...etc.), s'appuyant sur les connaissances exigibles des programmes de chimie des classes préparatoires.

Cette épreuve comporte trois problèmes indépendants et de difficultés variables.

### Problème : cristallographie

- Étude des caractéristiques de la maille du graphite.

### Problème : équilibres de phases

#### *Partie 1 : corps purs*

- Démonstration de l'équation permettant la modélisation de la courbe de vaporisation dans un diagramme d'équilibre liquide vapeur d'un corps pur.

- Utilisation de l'équation d'Antoine pour le calcul de température de vaporisation d'un corps pur à pression constante.

### **Partie 2 : diagrammes binaires**

- Étude d'un diagramme d'équilibre liquide-vapeur d'un système binaire.

### **Partie 3 : du diagramme isotherme au diagramme isobare**

- Construction d'un diagramme binaire isobare à partir des diagrammes binaire isothermes.

### **Problème : diagramme de Pourbaix**

- Construction et utilisation du diagramme E-pH du Baryum.

## **Commentaires spécifiques au sujet**

### **Problème : cristallographie**

Le carbone graphite « C<sub>gra</sub> » possède une structure en feuillets, la distance entre les plans d'empilement est de 335 pm.

1) Donner une représentation en perspective de la maille du graphite et de son contenu.

La majorité des candidats ont dessiné le prisme droit à base losange mais ils ont oublié les vecteurs de bases ou ils ont mal placé les vecteurs a et b. Dans quelques copies les positions atomiques ne sont pas correctes.

2) Quelle est la nature des liaisons entre les atomes de carbone proches voisins :

Il y a un manque de rigueur général dans la connaissance de différentes liaisons assurant la cohésion cristalline (capacité exigible du programme).

- D'un même feuillet ?  
A été plus ou moins réussie
- De deux feuillets voisins ?  
A été plus ou moins réussie

3) Donner les coordonnées réduites des atomes de carbone dans cette structure

Traité correctement par la plupart des candidats avec quelques difficultés pour les autres.

4) Définir, puis déterminer le motif dans cette structure.

Les réponses apportées à cette question démontrent la méconnaissance de ce qu'est un motif.

Quelques candidats ont donné la définition exacte d'un motif.

La question concernant la détermination du motif dans la structure n'est pas bien réussie par la majorité des candidats.

5) Quel est le mode de réseau ? Justifier la réponse.

Question n'est pas bien réussi.

6) Quelle est la coordinence du graphite ?

A été bien réussie

7) Représenter la trace des atomes de « C<sub>gra</sub> » contenus dans le premier plan après celui passant par l'origine de la famille (110). Préciser clairement la tangence entre les atomes.

Une majorité de candidats n'ont pas précisé rigoureusement soit les dimensions du plan soit la tangence des atomes dans celui-ci.

8) Donner l'expression du paramètre « a » de la maille, en fonction du rayon de l'atome de carbone R<sub>c</sub>.

A été bien réussie

9) Donner l'expression puis calculer

Les expressions de la compacité et de la masse volumique sont globalement bien traitées par les candidats mais trop peu donnent un résultat numérique correct !!! Il est surprenant que dans plusieurs copies, on trouve le volume d'un cube au lieu d'une maille hexagonale.

9-a) la compacité de la structure.

Dans de nombreuses copies l'application numérique n'est pas posée.

9-b) la masse volumique du carbone graphite solide.

Dans de nombreuses copies l'application numérique n'est pas posée.

Le calcul numérique de la masse volumique a posé un problème à de nombreux candidats et on signale la présence des unités bizarres !!

## Problème : équilibres de phases

### Partie 1 : corps purs

1) Donner la relation de Clapeyron associée à la courbe de vaporisation d'un corps pur. Donner la signification des termes qui apparaissent dans cette relation.

Question bien réussie par la plupart des candidats avec quelques difficultés pour les autres qui confondent le volume et le volume molaire.

2) Un très grand nombre de relations ont été proposées pour représenter l'évolution de la pression de vapeur saturante d'un corps pur liquide avec la température ; elles se distinguent par l'étendue du domaine couvert, leur aptitude à permettre une extrapolation fiable à l'extérieur de ce domaine, en particulier vers les faibles températures. Parmi ces relations :

2-a) La fonction de **type (A)** :  $\ln(p^\sigma) = E + \frac{F}{T}$  où E et F sont deux constantes, la pression est

exprimée en mmHg et la température en Kelvin.

i) Montrer ; en donnant les approximations utilisées ; que la pression de vapeur saturante  $p^\sigma$  d'un corps pur est une fonction de la température de **type (A)**.

Les candidats manquent généralement de rigueur et de méthodologie dans les différentes démonstrations parce qu'ils ne révisent pas leurs cours et se limitent aux exercices d'applications.

Beaucoup de candidats n'ont pas donné les trois approximations utilisées. Ils ont oublié

$$\Delta_{\text{vap}} H_m^* = \text{Cte}$$

ii) Identifier les constantes E et F, puis donner leurs équations aux dimensions.

Un grand nombre de candidats n'ont pas réussi à déterminer les équations aux dimensions

#### Recommandations :

- Il faut insister sur l'utilité des unités en chimie et les équations aux dimensions. Le jury rappelle aux candidats qu'ils doivent vérifier les ordres de grandeur des valeurs numériques obtenues.

2-b) La fonction de **type (B)** appelée équation d'Antoine:  $\ln(p^\sigma) = \alpha - \frac{\beta}{\kappa + T}$ . Dans cette équation,

la pression est exprimée en mmHg et la température en Kelvin.

Cette relation permet d'atteindre une excellente précision pour des intervalles de pressions toujours aux environs de la pression atmosphérique.

Sachant que les pressions de vapeurs saturantes de cyclohexane (1) et d'acétate d'éthyle (2) liquides suivent la relation d'Antoine, déterminer la température de vaporisation de chacun des deux constituants (1) et (2) sous la pression 0,15 bar.

La majorité des candidats, ont oublié de convertir la pression donnée en bar à l'unité mmHg, nécessaire pour utiliser l'équation d'Antoine.

Une minorité de candidats, ont effectué la conversion, mais ils ont trouvé des valeurs négatives des températures en kelvin et ils ont poursuivi la composition sans se poser de questions !

Au cours du déroulement de l'épreuve nous n'avons pas reçu de réclamations concernant cette question des centres de concours.

Après le déroulement de l'épreuve, nous avons constaté qu'il y a une faute de signe dans l'expression de l'équation d'Antoine. Nous avons pris les dispositions nécessaires pour corriger cette faute et non pas sanctionné les candidats qui ont traité cette question.

## **Partie 2 : diagrammes binaires**

La figure ci-dessous représente le diagramme d'équilibre de phases liquide-vapeur du binaire cyclohexane (1) – acétate d'éthyle (2) à 27°C.

1) Indexer totalement le diagramme

Question a été à priori facile mais nous remarquons pour un certain nombre de copie, une inversion des domaines de liquide et vapeur en plus des courbes de rosée et de vaporisation.

2) D'après le diagramme, les deux liquides (1) et (2) présentent-ils une miscibilité nulle, partielle ou totale ?

A été bien réussie

3) Les mélanges liquide entre (1) et (2) sont-ils idéaux ? Justifier la réponse.

A été bien réussie

4) Les mélanges de (1) et (2) se font-ils avec absorption ou dégagement de chaleur ? Justifier la réponse.

A été bien réussie

5) Citer au moins trois propriétés du mélange liquide dont le point représentatif est situé en Z.

Les réponses sont très souvent incomplètes.

6) En se basant sur le graphique ci-dessous  $y_1=f(x_1)$ , déterminer les coordonnées  $((x_1)_z, (y_1)_z)$  du point représentatif du mélange situé en Z pour une pression  $p = 0,15$  bar.

Bien que la réponse à cette question est donnée dans la question précédente ( $x_{Az}=y_{Az}$ ), beaucoup de candidats n'ont pas pu répondre correctement à cette question !!!!

7) Soit un mélange cyclohexane (1) -acétate d'éthyle (2) de composition 90% molaire en cyclohexane à la température 27°C. Ce mélange, initialement gazeux, est comprimé (on fait augmenter la pression).

7-a) À quelle pression apparaîtra la première goutte de liquide et quelle sera sa composition ?

A été bien réussie

7-b) Quelle sera la composition du gaz après avoir liquéfié 50 % du mélange initial ?

Plus au moins bien réussie

7-c) Tracer l'allure de la courbe d'analyse de pression, pour une compression isotherme de 0,14 bar jusqu'à 0,19 bar. Commenter les accidents thermiques aux points particuliers.

Souvent les candidats oublient les axes et/ou les titres des axes et les unités.

On note aussi la présence de quelque représentation exprimant la pression en fonction des fractions molaires.

7-d) Représenter sur le diagramme par deux couleurs différentes les chemins suivis par les points représentatifs des phases liquide et vapeur au cours de cette compression.

A été bien traité par une minorité de candidats.

## **Partie 3 : du diagramme isotherme au diagramme isobare**

1) En utilisant des informations de la figure ci-dessous et éventuellement quelques résultats obtenus dans les **parties 1 et 2**, tracer le plus précisément possible, le diagramme d'équilibre liquide-vapeur isobare du système binaire cyclohexane (1) et acétate d'éthyle (2) sous une pression de 0,15 bar.

Cette question faisant appel à une lecture graphique, a été traité par les candidats (mêmes ceux qui ont trouvé des valeurs négatives des températures de vaporisations des corps purs question 2-b partie 1).

Nous avons constaté que la majorité des candidats qui ont traité cette question, ont extrapolé les valeurs de températures de vaporisation des corps purs.

2) Indiquer la nature des différentes phases présentes dans les domaines.

Cette question a généralement été correctement traitée par les candidats ayant traité la question précédente.

**3)** Lors de la distillation fractionnée d'un mélange cyclohexane (1) et acétate d'éthyle (2) à 20% molaire en cyclohexane.

**3-a)** Quelle température peut-on mesurer en tête de colonne ?

Rares sont ceux qui ont donné la valeur précise (la température de l'azéotrope)

**3-b)** Quelle est la composition du distillat et celle du résidu de la distillation ?

Les candidats oublient souvent de donner la composition de l'azéotrope trouvé dans la question 6) de la partie 2.

### **Problème : diagramme de Pourbaix**

**1)** Donner le nombre d'oxydation de l'élément baryum dans les entités chimiques précédemment considérées.

Présenter les résultats dans un tableau ordonné par valeurs croissantes du nombre d'oxydation.

Généralement réussie. On rappelle toutefois qu'une justification est attendue sur chacun des axes (classement selon E et selon pH).

**2)**

**2-a)** Établir l'expression du produit de solubilité  $K_s$  du solide  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}_{(sd)}$  en fonction des potentiels chimiques standards.

De nombreux candidats confondent le potentiel chimique standard et le potentiel standard d'électrode.

De nombreux candidats confondent l'enthalpie libre de la réaction  $\Delta_r G$  et l'enthalpie libre standard de la réaction  $\Delta_r G^\ominus$ .

**2-b)** Calculer sa valeur.

Un certain nombre de candidats ont ignoré d'écrire  $8\text{H}_2\text{O}$  pour l'hydrate  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  ce qui a pour conséquence, l'absence du potentiel chimique standard de  $\text{H}_2\text{O}$  dans l'expression de  $K_s$ , ce qui donne une application numérique fautive.

**3)**

**3-a)** Établir l'expression du pH de début de précipitation de  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}_{(sd)}$ .

Généralement réussie

**3-b)** Calculer sa valeur

Cette question a généralement été correctement traitée par les candidats ayant répondu correctement à la question 2-a) donnant la valeur de  $K_s$ .

**4)** Écrire les équations bilans des réactions associées aux différents couples redox mis en jeu et exprimer leurs potentiels d'électrodes en fonction du pH.

Cette question a été plus au moins bien traitée par la plupart des candidats, avec quelques difficultés pour les autres qui ont ignoré d'écrire  $8\text{H}_2\text{O}$  pour l'hydrate  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

Dans de nombreuses copies les candidats ont écrit des demi-équations en réponse cette question demandant une équation de réaction-bilan. Parfois la relation de Nernst est malheureusement souvent écrite fautive.

**5)** Tracer et indexer le diagramme E-pH du baryum.

Très peu de candidats ont répondu correctement.

**6)** Identifier les zones d'immunité, de passivation et de corrosion du baryum.

Cette question a généralement été correctement traitée même pour les candidats qui n'ont pas réussi à tracer correctement le diagramme E-pH du baryum.

## Conclusion

Comme pour les précédentes années, ce rapport s'attache à permettre aux futurs candidats de progresser et de mieux s'approprier l'épreuve. Il souligne donc les principales faiblesses relevées dans les copies.

Nous rappelons que l'épreuve de chimie couvre les deux années du programme des classes préparatoires.

Les remarques négatives mais, espérons-le, constructives qui figurent sur ce rapport sont apportées dans un but de perfectionnement. Nous tenons à féliciter certains candidats brillants qui, par des réponses claires, concises et pertinentes, ont su répondre à la quasi-totalité des questions posées montrant ainsi l'étendue de leurs connaissances et leur aptitude à raisonner et nous encourageons les candidats à poursuivre leur investissement dans cette discipline.

## Remarques des collègues :

- Il faut réfléchir à une mise au point afin d'homogénéiser les notations et les définitions utilisées par les enseignants en respectant les règles d'écriture (formules, symboles et notations) recommandées par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (abrégié IUPAC en anglais) (cf. Green book).
- Tous les collègues ont exprimé leurs inquiétudes concernant la faiblesse du coefficient de la chimie inorganique par rapport aux coefficients des autres matières alors qu'il s'agit de la section PC.

## Rapport relatif à la composition de Chimie section BG

### Présentation de l'épreuve de chimie

Le sujet renferme un certain nombre de questions (énoncé de définitions, restitution de connaissances, réalisation de démonstrations, raisonnements, extraction et lecture d'informations utiles d'une représentation graphique ...etc.), s'appuyant sur les connaissances exigibles des programmes de chimie des classes préparatoires.

Cette épreuve comporte trois problèmes indépendants et de difficultés variables.

#### Problème : étude des équilibres liquide-vapeur

##### Partie 1 : Corps purs

##### Partie 2 : Condition d'équilibre d'un mélange à plusieurs constituants

##### Partie 3 : système binaire A-B

##### Partie 4 : du diagramme isotherme au diagramme isobare

#### Problème : tonométrie

#### Problème : étude des équilibres liquide-vapeur

##### Partie 1 : Corps purs

1) Montrer ; en donnant les hypothèses utilisées ; que la pression d'équilibre entre la phase liquide et la phase vapeur d'un corps pur s'écrit sous la forme :

$$\ln\left(\frac{p^\sigma}{p^\oplus}\right) = \frac{\Delta_{\text{vap}}H_m^\oplus}{R} \times \left(\frac{1}{T_{\text{eb}}^\oplus} - \frac{1}{T}\right)$$

Où la pression est exprimée en bar et la température en kelvin.

*Cette question, bien que traitée dans l'ensemble, les trois approximations justes rarement données.*

2) Sur la Fig. 1, on donne la superposition des courbes de vaporisation de deux corps purs A et B.

2-a) Associer chacune des courbes (1) et (2) aux corps purs correspondant A et B. Justifier la réponse.

*Question bien faite en général mais la majorité des candidats ont oublié de justifier leurs réponses.*

**2-b)** Montrer que l'on peut procéder de deux manières différentes pour savoir lequel des deux composés est le plus volatil ? Quel est alors le composé le plus volatil ?

Bien qu'il s'agisse d'une question de cours, la plupart des étudiants ont donné la définition d'un composé volatil au lieu de proposer la manière pour déterminer cette propriété

**2-c)** Tracer l'allure de la courbe d'analyse thermique lorsqu'on refroidit le corps pur B de la température 375 K jusqu'à la température 339 K à une pression constante  $p = 1$  bar.

Indiquer sur chaque branche :

- La nature des phases en présence.
- La variance  $F$ .

Préciser sur chaque branche de la courbe et aux points particuliers les phénomènes observés.

Très peu de bonne réponse car la majorité des étudiants ont oublié d'indexer les axes des ordonnées et des abscisses. D'autres qui ont ignoré également la variance ou les phénomènes observés.

## Partie 2 : Condition d'équilibre d'un mélange à plusieurs constituants

1) Donner la définition d'un système fermé.

Cette question est traitée dans l'ensemble mais beaucoup des candidats ne savent pas que les deux formes d'énergie sont la chaleur et le travail !!!

2) Donner l'expression de la différentielle de l'enthalpie libre pour un système fermé contenant plusieurs constituants dans une phase  $\varphi$ .

Cette question de cours n'a pas été traitée.

3) Donner l'expression de la différentielle de l'enthalpie libre pour un système ouvert contenant plusieurs constituants dans une phase  $\varphi$ .

Cette question de cours a été également négligée par les candidats.

4) Soit un système fermé contenant plusieurs constituants dans deux phases : liquide et vapeur en équilibre. Dans ce système chaque phase est considérée comme ouverte à l'autre puisqu'il y a transfert de la matière.

**4-a)** Établir l'expression de la différentielle de l'enthalpie libre  $dG$  de ce système, sachant que son enthalpie libre s'écrit :  $G = G^{liq} + G^{vap}$ .

Question quasiment jamais faite.

**4-b)** Montrer à partir de l'expression précédente que la condition d'équilibre entre la phase liquide et la phase vapeur conduit à l'égalité des potentiels chimiques

$$\mu_i^{liq} = \mu_i^{vap} \quad (i = 1, \dots, N).$$

Question quasiment jamais traitée.

## Partie 3 : système binaire A-B

1) Les mélanges en phase liquide A-B sont-ils idéaux ou non ? Justifier la réponse.

Cette question est bien traitée mais les justifications sont parfois surprenantes

2) Que peut-on dire à propos des interactions intermoléculaires A-A, B-B et A-B ?

Très peu des étudiants qui ont répondu correctement !!!

3) Les mélanges A-B se font-ils avec absorption ou dégagement de chaleur ? Justifier la réponse.

Plusieurs candidats ont répondu à cette question mais d'autres ont trouvé des difficultés pour déterminer le signe de l'enthalpie molaire de mélange.

4) Établir l'expression de chacune des courbes suivantes :

- Vaporisation :  
Question bien réussie.
- Rosée :

Question rarement traitée.

5) Démontrer qu'à une température donnée, la phase vapeur sera plus riche en composé le plus volatil que la phase liquide en équilibre.

Question quasiment jamais faite alors que c'est une partie de cours.

6) À quelle pression commence la vaporisation, d'un mélange liquide de fraction molaire  $x_B = 0,7$  à la température 355 K ?

Question moyennement traitée car beaucoup des candidats ont mélangé cette question et la suivante. Confusion entre vaporisation et liquéfaction !!!

7) À quelle pression commence à se liquéfier une vapeur de fraction molaire  $y_B = 0,7$  à la température 355 K ?

Question moyennement traitée car beaucoup des candidats ont mélangé cette question et la précédente. Confusion entre vaporisation et liquéfaction !!!

8) Un mélange de fraction molaire  $y_B = 0,7$  est porté à la pression de 0,92 bar à la température 355 K.

Déterminer la quantité de matière B transformées en liquide sous la pression 0,92 bar, sachant que le mélange initial contient 20 moles de B.

Rares sont ceux qui ont répondu à cette question.

#### Partie 4 : du diagramme isotherme au diagramme isobare

1) Comment expliquer le décalage vers le haut, des courbes de vaporisation et de rosée lorsque la température augmente ?

Quelques candidats ont répondu à cette question en justifiant leur réponse.

2) En utilisant des informations de la figure Fig. 3 et éventuellement quelques résultats obtenus dans les parties 1 et 3.

2-a) tracer le plus précisément possible sur la fig. 4, le diagramme d'équilibre liquide-vapeur isobare ( $p = 1$  bar) du système A-B.

Question traitée en général même si les candidats ont manqué de précision pour tracer le diagramme.

2-b) Indexer totalement ce diagramme.

Dans quelques copies, on note des confusions entre les différents domaines.

3) On procède à une distillation fractionnée d'un mélange A-B à 30% molaire en A. Qu'obtient-on comme résidu et comme distillât ?

Très peu des étudiants ont répondu correctement.

## Problème : tonométrie

1) Donner l'expression du potentiel chimique du constituant « S » dans la phase liquide.

Question bien réussie par la plupart des candidats avec quelques difficultés pour les autres qui confondent la fraction molaire et la concentration.

2) Donner l'expression du potentiel chimique du constituant « S » dans la phase vapeur.

Question bien réussie par la plupart des candidats avec quelques difficultés pour les autres qui confondent la pression totale et la pression partielle.

3) Écrire la condition d'équilibre du solvant « S » entre les deux phases.

Question bien traitée.

4) Déterminer la relation donnant la pression totale, « p » de la vapeur, en équilibre avec le liquide en fonction de la fraction molaire de « S » dans la phase liquide notée «  $x_S$  ».

Question mal traitée et les réponses sont incomplètes.

5) Exprimer la diminution de la pression  $\delta p = p_S^\sigma - p$  en fonction de la fraction molaire de « E » dans la phase liquide «  $x_E$  » et de la pression de vapeur saturante de « S » notée «  $p_S^\sigma$  ».

Question plus au moins réussie.

6) On dissout 6 g d'un composé « E » solide dans 50 g d'eau à 25°C et on mesure la pression de vapeur au-dessus de la solution, soit  $p = 23,65$  mmHg.

Déduire de cette mesure la masse molaire du composé « E ».

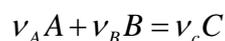
Cette question a été totalement négligée par les candidats.

## Problème : thermodynamique des réactions électrochimiques

1) Écrire l'expression de l'enthalpie libre  $G$  d'un système à plusieurs constituants en fonction de la quantité de matière «  $n_i$  » et du potentiel chimique «  $\mu_i$  » de chaque constituant «  $i$  ».

Question pas toujours faite alors qu'il s'agit d'une capacité exigible du programme.

2) Considérons l'équation associée à une réaction chimique quelconque :



2-a) Donner une expression de l'avancement  $\xi$  de cette réaction.

Très peu de bonne réponse.

2-b) Établir l'expression de l'enthalpie libre de la réaction  $\Delta_r G$  en fonction des potentiels chimiques des constituants.

Cette question a été totalement négligée par les candidats.

3) Qu'est-ce qu'une réaction d'oxydoréduction ?

Question de cours bien traitée dans l'ensemble.

4) Schématiser la cellule électrochimique qui permet de déterminer le potentiel d'électrode associé au couple  $\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}_{(\text{sd})}$ .

Cette question a été rarement bien faite avec toutes les informations nécessaires. Beaucoup des candidats ont placé l'électrode standard à hydrogène dans le compartiment à droite, d'autres ont oublié le voltmètre ou le pont salin.

5) Écrire les demi-équations rédox qui ont lieu dans chaque demi-cellule puis l'équation bilan (1) de la réaction.

Cette question a eu plus de succès.

5-a) Donner les expressions de l'enthalpie libre standard de cette réaction. :

i) en fonction des potentiels chimiques standards.

De nombreux candidats confondent le potentiel chimique standard et le potentiel standard d'électrode. D'autres confondent également l'enthalpie libre de la réaction  $\Delta_r G$  et l'enthalpie libre standard de la réaction  $\Delta_r G^\ominus$ .

ii) en fonction de la force électromotrice standard de la cellule.

Certains écrivent l'égalité sans le signe moins.

5-b) Calculer les grandeurs standard ( $\Delta_r H^\ominus$ ,  $\Delta_r S^\ominus$  et  $\Delta_r G^\ominus$ ) de cette réaction à 298 K, en utilisant les grandeurs thermodynamiques suivantes :

À 298 K :

Entité « i »	$\text{Ba}_{(\text{sd})}$	$\text{Ba}^{2+}$	$\text{H}^+$	$\text{H}_{2(\text{g})}$
$S_{m,i}^\ominus (J.mol^{-1}.K^{-1})$	62,50	9,62	0	130,70

$\Delta_f H_{m,i}^\oplus (kJ.mol^{-1})$	0	-537,6	0	0
---	---	--------	---	---

La majorité des réponses ne respectent pas le signe de ces grandeurs alors que les valeurs sont plus au moins correctes.

**5-c)** Déduire à 298 K, la valeur du potentiel chimique standard de  $Ba^{2+}$ .

Très peu des réponses correctes !!!

**5-d)** Quelle est la relation entre la force électromotrice standard de la cellule de la question 4) et le potentiel standard d'électrode associé au couple  $Ba^{2+}/Ba_{(sd)}$  ?

Très peu des réponses correctes !!!

**5-e)** Calculer la valeur du potentiel standard d'électrode associé au couple  $Ba^{2+}/Ba$ .

Très peu des réponses correctes !!!

**5-f) Donner** les expressions de l'enthalpie libre de la réaction **(1)** :

i) en fonction de l'enthalpie libre standard de la réaction.

Jamais traitée. Beaucoup des candidats ont attribué une concentration au baryum solide !!!

Là encore caractère rigueur manqué.

ii) en fonction de la force électromotrice de la cellule.

Plus au moins traitée.

**5-g)** Quelle est la relation entre la force électromotrice de la cellule de la question 4) et le potentiel d'électrode associé au couple  $Ba^{2+}/Ba_{(sd)}$  ?

Une partie des candidats a fourni des réponses souvent partielles et parfois assez approximatives.

**5-h) Établir** la relation entre la force électromotrice et la force électromotrice standard de cette cellule.

Rares sont ceux qui ont répondu à cette question.

**5-i)** Déduire de la relation précédente l'expression du potentiel d'électrode associé au couple  $Ba^{2+}/Ba_{(sd)}$ .

Les candidats ont été moins nombreux à répondre à cette question avec rigueur.

## Conclusion

Comme pour les précédentes années, ce rapport s'attache à permettre aux futurs candidats de progresser et de mieux s'appropriier l'épreuve. Il souligne donc les principales faiblesses relevées dans les copies.

Nous rappelons que l'épreuve de chimie couvre les deux années du programme des classes préparatoires.

Les remarques négatives mais, espérons-le, constructives qui figurent sur ce rapport sont apportées dans un but de perfectionnement.

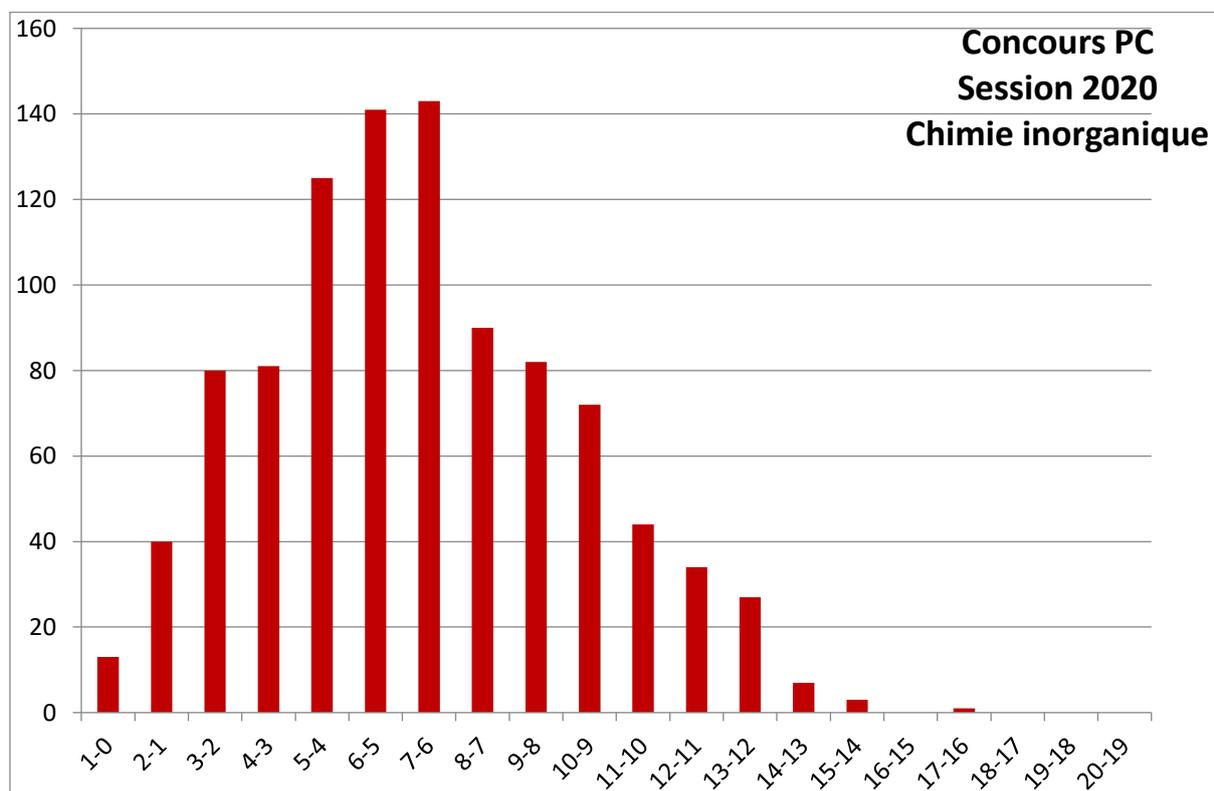
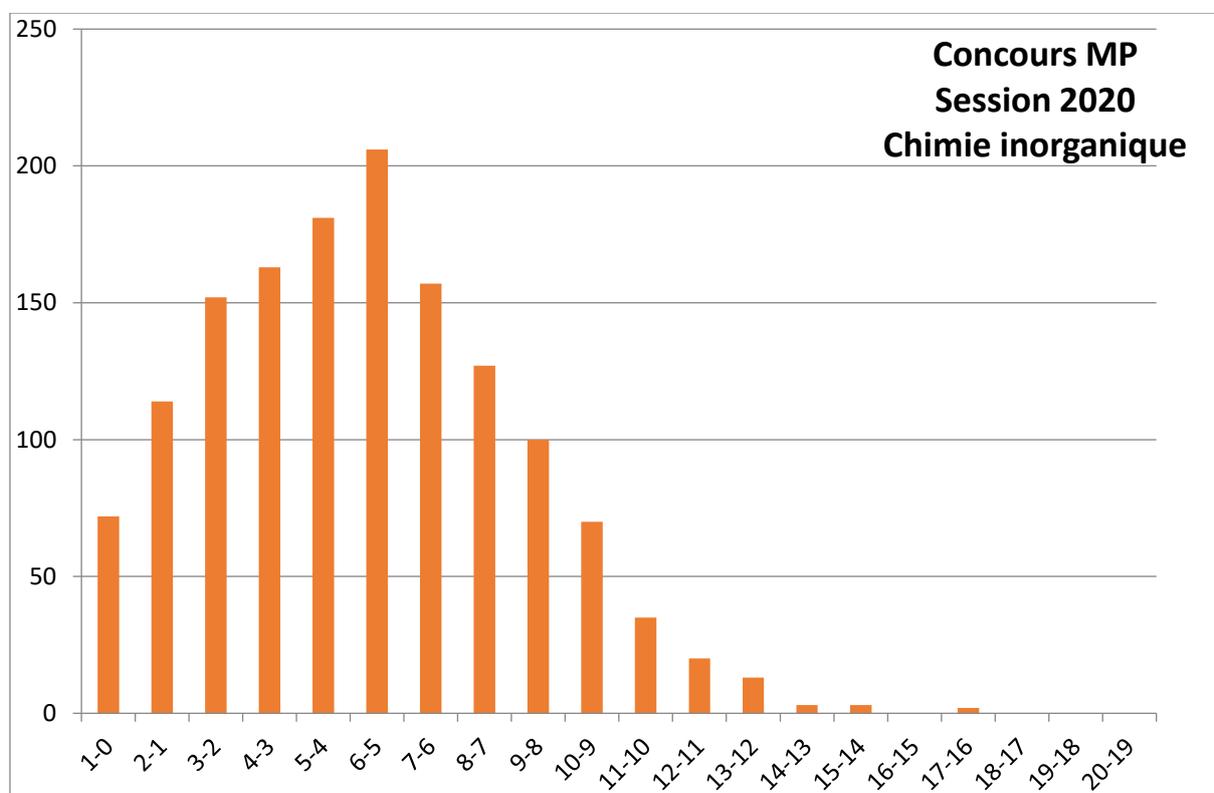
## Remarques des collègues :

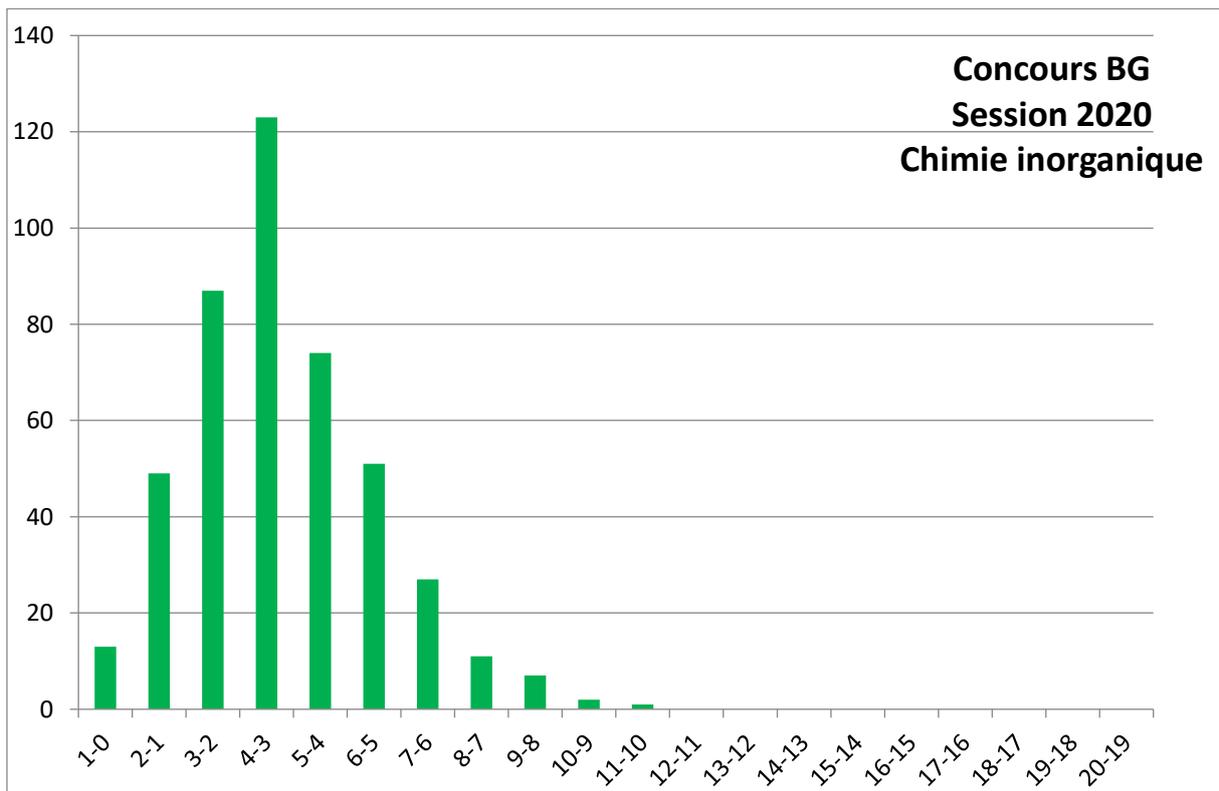
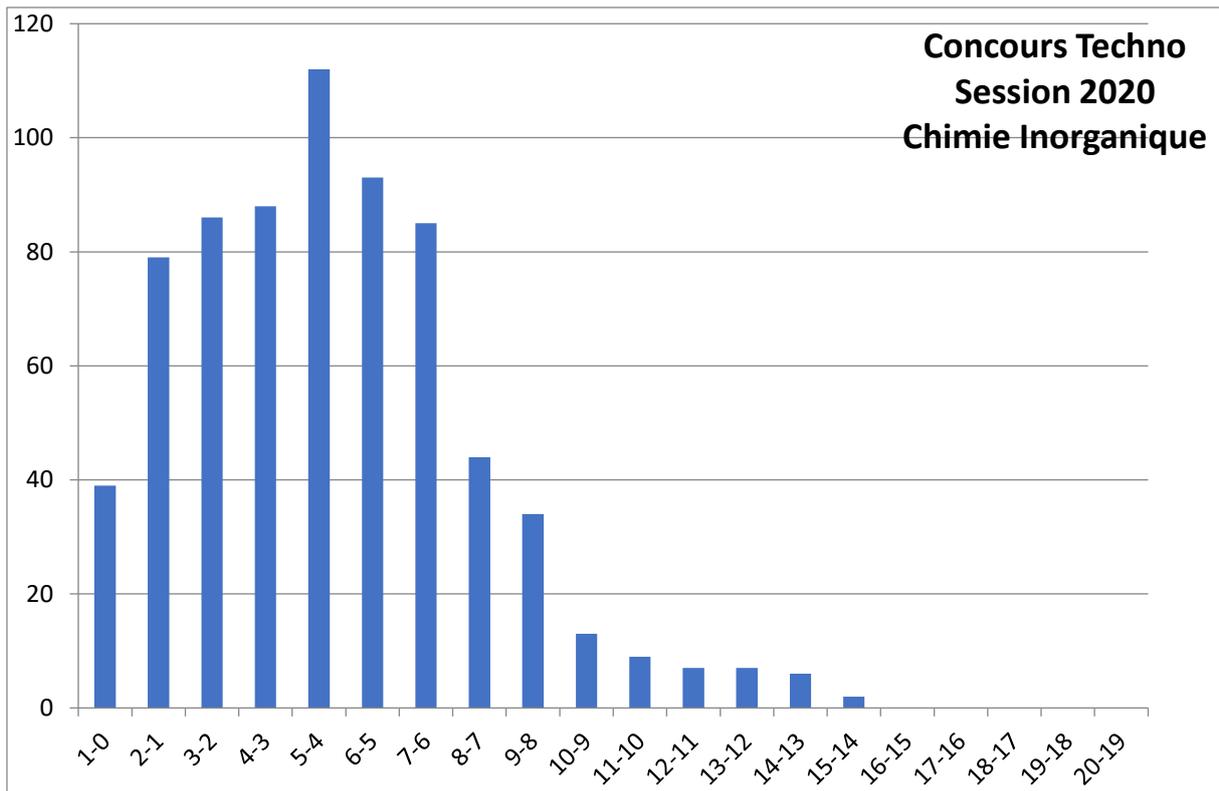
- Il faut réfléchir à une mise au point afin d'homogénéiser les notations et les définitions utilisées par les enseignants en respectant les règles d'écriture (formules, symboles et notations) recommandées par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (abrégé IUPAC en anglais) (cf. Green book).
- La faiblesse du coefficient de chimie inorganique, explique le peu d'intérêt qu'accordent les candidats à cette matière. Ceux qui a amené les collègues d'exprimer leurs inquiétudes et ils suggèrent de revoir ce coefficient pour donner plus d'importance à cette épreuve.

## Remerciements

Nous tenons à remercier le Président du Jury Monsieur le Professeur Ahmed Ben Cheikh Larbi et le Secrétaire des concours Madame Besma Belaid et son équipe, qui par leurs compétences et réactivité ont permis à ces concours d'avoir la reconnaissance qu'ils méritent.

Un grand merci à tout le corps enseignant ayant participé à la réussite de ce concours.





# 2<sup>ème</sup> Partie : CHIMIE ORGANIQUE

## SECTION PC

### 1- Présentation de l'épreuve

L'épreuve comporte trois problèmes indépendants.

Le premier concerne l'aspect structural de la molécule du cyclohexane disubstitué. Les étudiants devaient dans cet exercice, démontrer, qu'ils maîtrisent l'aspect structural spatial du cyclohexane chaise, en déterminant les configurations absolues des centres asymétriques, la projection de Newman, la nomenclature etc.

Le second problème a concerné la synthèse du TAPENTADOL, un analgésique utilisé dans le traitement des douleurs d'origines cancéreuses.

Ce problème comporte une longue série de réactions de synthèse, relative à la réactivité des composés aromatiques avec la substitution électrophile, l'addition de HBr de Karash sur un alcène et une substitution nucléophile. Un mécanisme de substitution électrophile, a été demandé, ainsi que la détermination de configurations absolue.

Le troisième problème a été relatif à la synthèse du Menthol, un alcool extrait de l'huile essentielle de la menthe poivrée. Là aussi, une longue série de réactions de synthèse a été proposée aux étudiants. Elle concerne une grande partie du programme de 2<sup>ème</sup> année : alcool, aldéhydes, alcènes, acides carboxyliques..

Certains mécanismes ont aussi été demandés aux étudiants, notamment une réaction de cyclisation suivie d'une déshydratation.

Dans l'ensemble, le sujet couvre une bonne partie du programme de la première année, ainsi que celui de la deuxième année.

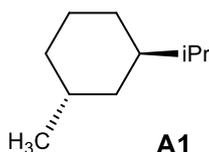
### 2- Analyse globale des résultats

Les résultats, sont assez bons. Un nombre relativement important d'étudiants, ont eu des notes comprises entre 15 et 18.5 sur 20. Ceci prouve que le sujet en sa totalité était à la portée des étudiants sérieux, qui ont bien maîtrisé le programme de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>ème</sup> année, qui ont bien préparé cette matière et qui ont eu une bonne présence d'esprit pendant l'épreuve, pour résoudre certaines questions demandant un effort de réflexion important

### 3- Commentaires sur les réponses obtenues par question.

#### Problème 1 (3 points)      autour de la chimie du cyclohexane

On considère le composé **A1**, représenté ci-dessous :



1- **A1** est-t-il chiral ? Justifier.

*Cette question relativement facile et concernant le programme de 1<sup>ère</sup> année, a été très bien traitée en général.*

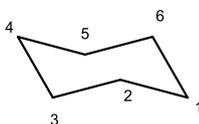
2- Déterminer les configurations absolues des carbones asymétriques de **A1**. Les réponses doivent être justifiées.

*Là aussi, un nombre important d'étudiants a répondu correctement*

3- Donner le nom complet de **A1**.

*La question de nomenclature, est considérée assez facile dans ce cas. Elle a été bien traitée.*

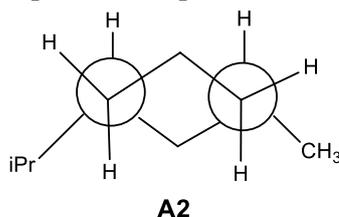
4- En utilisant le modèle du cyclohexane chaise suivant :



et en plaçant le groupe iPr sur le carbone N°1 et le groupe méthyle sur le carbone N°3, donner la représentation la plus stable de **A1** et justifier les configurations absolues des carbones asymétriques.

*Cette question demandant un certain effort de réflexion, a été mal traitée en général, le nombre d'étudiants ayant trouvé une réponse correcte est assez faible.*

5- On considère maintenant le composé **A2**, représenté selon sa projection de Newman :



Donner une représentation chaise correspondant à la projection de Newman de **A2**.

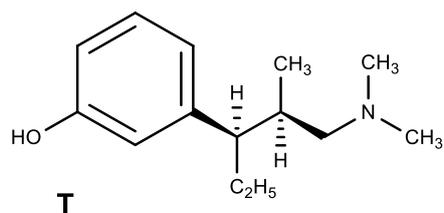
Quelle est la relation stéréochimique entre **A1** et **A2** ?

*Là aussi, peu d'étudiants ont répondu correctement, car en général, la projection de Newman est demandée à partir d'une représentation spatiale, dans ce cas c'est l'inverse.*

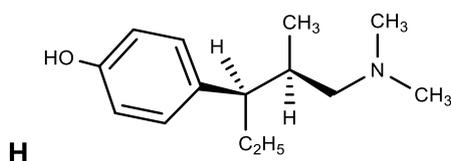
**Problème 2 :** (7,75 points)

**Synthèse d'un isomère du Tapentadol**

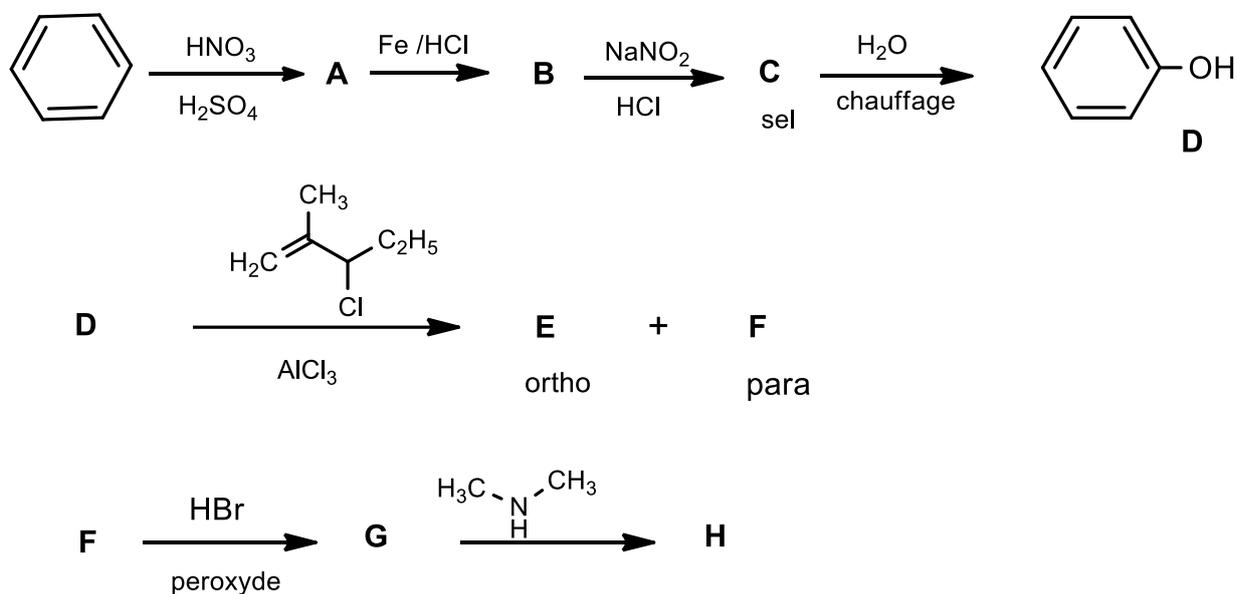
Le Tapentadol **T**, est un analgésique puissant utilisé notamment dans le traitement des douleurs d'origines cancéreuses. Sa structure est la suivante :



Dans ce problème, on propose la synthèse du composé **H**, ayant une structure proche du Tapentadol :



Le composé **H**, est obtenu à partir du Benzène, selon le schéma réactionnel suivant :



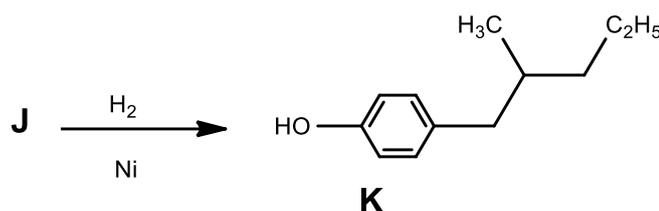
- 1- Déterminer les configurations absolues des carbones asymétriques du Tapentadol.  
*Cette question a été très bien traitée, une grande majorité d'étudiants, ont trouvé les réponses correctes.*
- 2- Quelle est la relation isomérique entre **T** et **H** ?  
*Là aussi, les étudiants ont répondu généralement correctement.*
- 3- Donner les structures semi-développées de **A**, **B** et **C**.  
*Cette question, relative au chapitre « composés aromatiques », a été bien traitée, une majorité d'étudiants ont trouvé les structures demandées.*
- 4- Détailler le mécanisme de l'étape **Benzène**  $\longrightarrow$  **A**.

*Le mécanisme demandé dans ce cas, est assez simple, un nombre moyen d'étudiants ont répondu correctement, certains ont trouvé le mécanisme, mais avec des imperfections.*

- 5- Donner les structures semi-développées relatives à **E** et **F**.

*Cette question classique et assez guidée, a été bien traitée par les étudiants qui ont bien préparé le cours des composés aromatiques.*

- 6- À côté de **E** et **F**, la réaction sur **D**, conduit également mais en quantités plus réduites à **I** (10%) et **J** (20%), sachant que l'hydrogénation catalytique de **J**, conduit au composé **K** :



- 6-1- Expliquer la formation des produits **I** et **J**. Donner leurs structures semi-développées en justifiant le choix.

*Cette question demande un gros effort de réflexion, elle est à cheval entre le programme de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>ème</sup> année. Peu d'étudiants ont répondu correctement et entièrement à cette question, qui comporte en réalité plusieurs parties. Certains ont bien répondu, mais partiellement.*

- 6-2- Expliquer pourquoi **E** et **F** sont obtenus en quantités plus importantes que **I** et **J**. Cette question dépend de la précédente. Donc seuls ceux qui ont trouvé à la réponse à la précédente ont pu répondre à celle-ci.

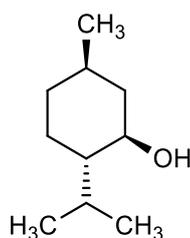
- 7- Donner la structure semi-développée de **G**.

*Question assez facile, mais arrivant à la fin du problème et dépendant des questions précédentes. Généralement assez bien traitée.*

### **Problème 3** (9,25 points) :

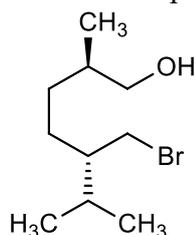
### **Synthèse du Menthol**

Le Menthol **M1**, est un alcool extrait de l'huile essentielle de la menthe poivrée. Il a des pouvoirs antiviraux et anti-inflammatoires. Sa structure spatiale de CRAM, est la suivante :



**M1** : Menthol

On propose dans ce problème une synthèse de ce composé à partir de l'alcool bromé **A**



suivant : **A**

- 1- **A** est-il chiral ? Justifier.

*Question classique et relativement facile, la majorité des étudiants, ont répondu correctement.*

- 2- Combien **A**, peut-il avoir de stéréoisomères ?

*Là aussi les étudiants ont généralement bien répondu*

- 3- Donner la représentation spatiale de CRAM de l'énantiomère de **A**, que l'on notera **A'**.

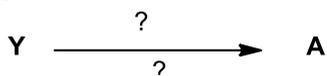
*Cette question relative au programme de la 1<sup>ère</sup> année, comme les deux précédentes d'ailleurs, a été moyennement traitée.*

- 4- Donner la formule semi-développée, d'un isomère de position de **A**, que l'on notera **A<sub>x</sub>**.

*Là aussi, c'est une question de 1<sup>ère</sup> année, elle a été souvent mal traitée.*

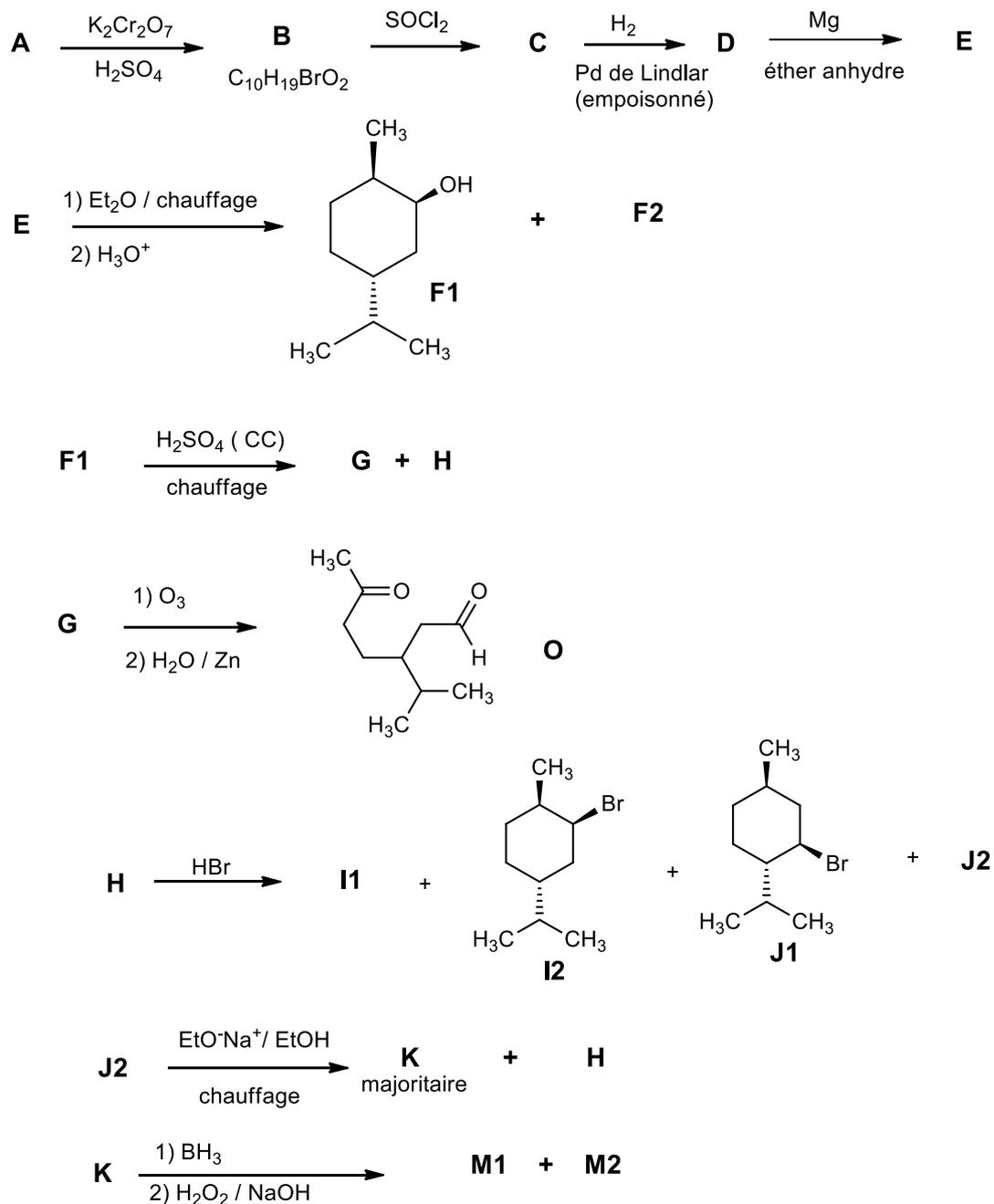
- 5- En réalité, **A** est obtenu à partir d'un alcool mono-insaturé **Y**, décolorant une solution de Br<sub>2</sub>.

Sans tenir compte de l'aspect stéréochimique, déterminer la structure plane de **Y** pouvant conduire à **A** et indiquer les réactifs utilisés lors de cette réaction.



*Cette question demande à la fois, une très bonne connaissance du cours des alcènes et une bonne dose de réflexion. Peu d'étudiants ont répondu correctement.*

On se propose maintenant la synthèse du menthol **M1** à partir de **A** selon le procédé suivant :



6- Donner les structures spatiales de CRAM de **B**, **C**, **D**, **E** et **F2**..

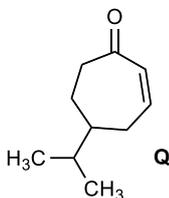
*Cette question demandant à la fois des connaissances de cours et un effort de réflexion, a été en général partiellement assez bien traitée par un nombre restreint d'étudiants.*

7- A partir d'un mécanisme clair, déterminer les structures spatiales de CRAM de **G** et **H**.

Justifier les choix de **G** et **H**. Indiquer parmi **G** et **H**, l'alcène majoritaire. De quelle règle s'agit-il ?

*Cette question est classique et assez facile, pourtant le nombre d'étudiants ayant répondu correctement, est assez faible.*

- 8- Le traitement de **O** par une base forte en milieu alcoolique, dans ce cas :  $\text{tBuO}^-\text{Na}^+$  /  $\text{tBuOH}$ , conduit par réaction de cyclisation majoritairement au composé **P**, qui se déshydrate facilement en milieu acide, pour conduire majoritairement à la cétone  $\alpha,\beta$ -insaturée **Q**



Sans tenir compte de l'aspect stéréochimique, proposer un mécanisme, permettant l'obtention de **P** et **Q**.

**Cette question, demandant le développement d'un mécanisme de cyclisation, suivi d'une déshydratation, a été très peu traitée. Le nombre de réponses correctes est très faible**

- 9- Donner les structures de CRAM de **I1** et **J2** sachant que :

- **I1**, **I2**, **J1** et **J2**, ont tous la même formule brute.
- **I1** et **I2** sont des stéréoisomères.
- **J1** et **J2** sont des stéréoisomères.

*Très peu d'étudiants, ont répondu correctement.*

- 10- Donner la structure de CRAM de l'alcène **K**.

*Là aussi, cette question relativement facile, n'as pas été bien traitée.*

- 11- **K** et **H** peuvent-ils être obtenus à partir de **J1** en supposant que la réaction est bimoléculaire ? Expliquer.

*Cette question demande un important effort de réflexion. Peu d'étudiants ont trouvé la réponse exacte.*

- 12- Donner la structure de CRAM du composé **M2**.

*Cette question bien que paraissant simple, demande à la fois une bonne connaissance du cours et un effort de réflexion. Très peu d'étudiants ont trouvé la réponse correcte.*

## 1- Recommandations aux étudiants

Je garde les recommandations de l'année dernière, car vu que rien n'a changé depuis, elles restent valables pour cette année aussi.

Les étudiants doivent d'abord savoir que le programme de chimie organique relatif à la deuxième année, ne peut être compris que lorsque celui de la première année a été bien maîtrisé.

Or c'est rarement le cas, les étudiants négligeant la chimie organique en première année à cause de son coefficient dérisoire et donc ayant peu d'influence sur le passage de la première à la deuxième année.

Les recommandations sont chaque année faites aux étudiants mais sans aucun effets étant donné la faiblesse du coefficient de la chimie organique.

## **SECTION BG**

### **1- PRESENTATION DE L'EPREUVE**

L'épreuve de chimie organique de la section BG comporte trois problèmes indépendants.

Le premier problème se rapporte au chapitre des organomagnésiens et plus précisément sur l'action de l'iodure d'éthylmagnésium sur un ester. Une question classique a été posée. Il s'agissait de déterminer la structure chimique du produit de départ en se basant sur les alcools obtenus.

Le second problème a touché à l'ensemble de la synthèse organique proposée dans le programme et a amené les étudiants à une réflexion ayant pour but une rétrosynthèse en une seule étape permettant l'identification du substrat de départ, qui a ensuite constitué le point de départ d'une série de réactions chimiques classiques en chimie organique.

La chimie organique descriptive de base a fait l'objet de la première partie du troisième problème, complétée par une série de réactions chimiques faisant notamment appel à la substitution électrophille.

Dans l'ensemble, le sujet a porté sur des parties diverses du programme de première et deuxième année. La chimie organique descriptive ainsi que la plupart des grandes classes de réactions chimiques ont été abordées : Additions électrophiles et nucléophiles, éliminations, substitutions nucléophiles et électrophiles et enfin, oxydations.

### **2- ANALYSE GLOBALE DES RESULTATS**

Dans l'ensemble, les résultats sont médiocres. Malgré quelques bonnes notes de temps en temps, la moyenne des notes reste à désirer. Cependant, par comparaison aux résultats de 2018-2019, on constate un net regain d'intérêt pour la chimie organique et une amélioration évidente des notes. A priori, les étudiants comprennent enfin que cette matière est à leur portée pourvu qu'ils lui prêtent plus d'attention. Néanmoins, il y a toujours le faible coefficient qui tempère cet intérêt.

### **3- COMMENTAIRES SUR LES REPONSES OBTENUES PAR QUESTION.**

#### **Problème I (3 points) :**

Sous l'action de l'iodure d'éthylmagnésium en excès et à 0°C, un composé A conduit, après hydrolyse acide, au tertio-butanol et au 3-phénylpentan-3-ol.

- 1- En écrivant la réaction, trouver la structure chimique de A.

*Malgré quelques réponses justes, cette question a été mal traitée par la plupart des candidats.*

- 2- Schématiser le mécanisme réactionnel

*Lorsque le substrat a bien été identifié, le mécanisme réactionnel a été plus ou moins élucidé.*

**Problème II (10 points) :**

On considère un alcène A de formule brute (C<sub>10</sub>H<sub>20</sub>). L'ozonolyse de A suivie d'hydrolyse conduit à deux produits B (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>) et C (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O) :

1- Quel est le nombre d'insaturations dans A ?

*C'est une question bien traitée par la plupart des candidats*

2- 2-a. Identifier la fonction chimique dans B ?

*La fonction chimique a été identifiée sans aucun problème*

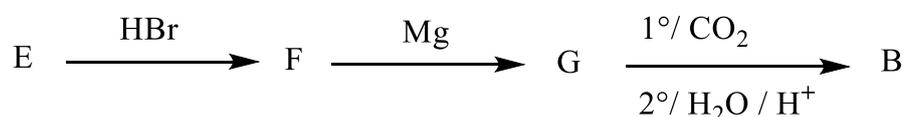
2-b. Quelles sont les 4 structures chimiques possibles de B ?

*Cette question a été très bien traitée et une grande majorité d'étudiants a trouvé les 4 structures recherchées.*

3- Sachant que le composé B est chiral, déterminer sa structure exacte parmi les 4 structures possibles trouvées.

*Là aussi, une bonne partie des candidats à répondu correctement.*

4- B peut être aussi synthétisé à partir d'un composé E symétrique, selon la suite réactionnelle suivante :



4-a. Déterminer les structures planes de E, F et G.

*Presque la moitié des étudiants a trouvé la réponse adéquate.*

4-b. Sachant que l'action de KMnO<sub>4</sub> dans l'eau sur E conduit à un composé H « méso » :

4-b.1 Donner la structure chimique plane de H.

*A partir de cette question, les réponses ont été très approximatives et pour une bonne moitié, erronées.*

4-b.2.1 Donner la représentation spatiale de H et ses configurations absolues.

*Seuls les étudiants ayant trouvé la réponse juste à 4-b.1 ont pu répondre à cette question mais, là encore beaucoup d'erreurs.*

4-b.2.2 En déduire la représentation spatiale et la configuration de E.

*Quelques réponses positives ont été enregistrées.*

5- On effectue sur C de formule brute  $C_5H_{10}O$  les tests chimiques suivants :

- Test à la 2,4- Dinitrophénylhydrazine (DNPH)  $\longrightarrow$  Test positif
- Test de Tollens  $\longrightarrow$  Test négatif

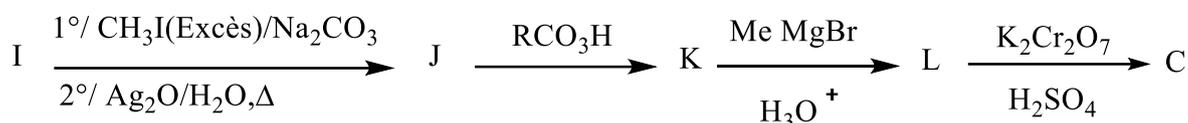
5-a. Décrire ces tests qualitativement.

*Presque aucune réponse exacte à cette question.*

5-b. Ecrire les 3 structures chimiques possibles de C.

*Cette question a par contre été bien traitée et beaucoup de réponses exactes ont été obtenues.*

5-c. Le composé C peut aussi être obtenu selon la séquence réactionnelle ci-dessous :



Sachant que :

- I est chiral et a pour formule brute  $C_4H_{11}N$ ,
- L est achiral,

déterminez les structures chimiques des composés I, J, K, L et C.

*Cette question n'a pas été bien traitée du tout. A part de rares réponses justes, presque tous les candidats se sont complètement trompés et ont fait fausse route.*

6- Disposant des structures chimiques de B et C en déduire celle de A.

*Là aussi presque aucune réponse exacte n'a été constatée.*

7- Quel est le test chimique complémentaire permettant de déterminer la structure exacte de C sans aucune ambiguïté ? Quels sont les réactifs utilisés ?

*Peu de réponses à cette question ont été enregistrées.*

8- Donner les noms selon la nomenclature internationale de A, B et C.

*Ceux qui ont trouvés les structures de A, B et C n'ont, en général, pas eu de problème pour répondre à cette question.*

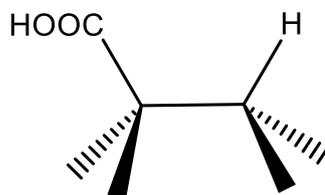
**Problème III** (7 points) :

On considère l'acide 2,3-diméthylpentanoïque (A).

1- Ecrire sa structure chimique plane.

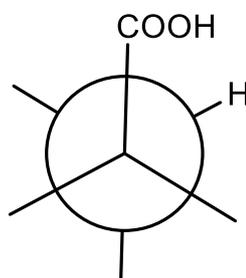
*La majorité des étudiants a répondu correctement à cette question.*

- 2- Représenter le stéréoisomère ( $A_1$ ) de configurations absolues ( $2R,3R$ ) selon le modèle de CRAM suivant :



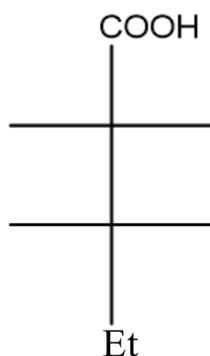
*Là aussi, les étudiants n'ont eu aucun problème pour répondre.*

- 3- Compléter la projection de Newman de  $A_1$  suivante et dire s'il s'agit de la conformation la plus stable en justifiant.



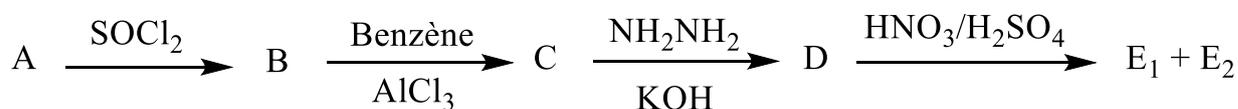
*La projection de Newman a été correctement traitée. Par contre la deuxième partie de la question concernant la stabilité de la conformation a posé problème et assez peu de réponses justes ont été présentées.*

- 4- Compléter la projection de Fisher de  $A_1$  suivante :



*La projection de Fisher a en général été bien traitée.*

- 5- On réalise sur A, de structure plane, les réactions successives suivantes :



Déterminer les structures de B, C, D, E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub>.

*Les réponses ont été plus ou moins variées. Mais dans la plupart des copies, les réponses ont été correctes partiellement, surtout pour les composés B et C.*

- 6- Lorsqu'on inverse l'ordre d'addition des réactifs sur C, selon la séquence réactionnelle ci-dessous, on obtient deux produits F puis G. Déterminer leurs structures chimiques.



*Les étudiants n'in apparemment pas saisi la nuance avec la question 5 et ont donné la même réponse, fausse cette fois-ci.*

- 7-a. Quelle est le type de réaction qui permet de passer de B à C ?

*Aucune réponse juste, ce qui laisse perplexe, cette question faisant partie d'un chapitre important du programme.*

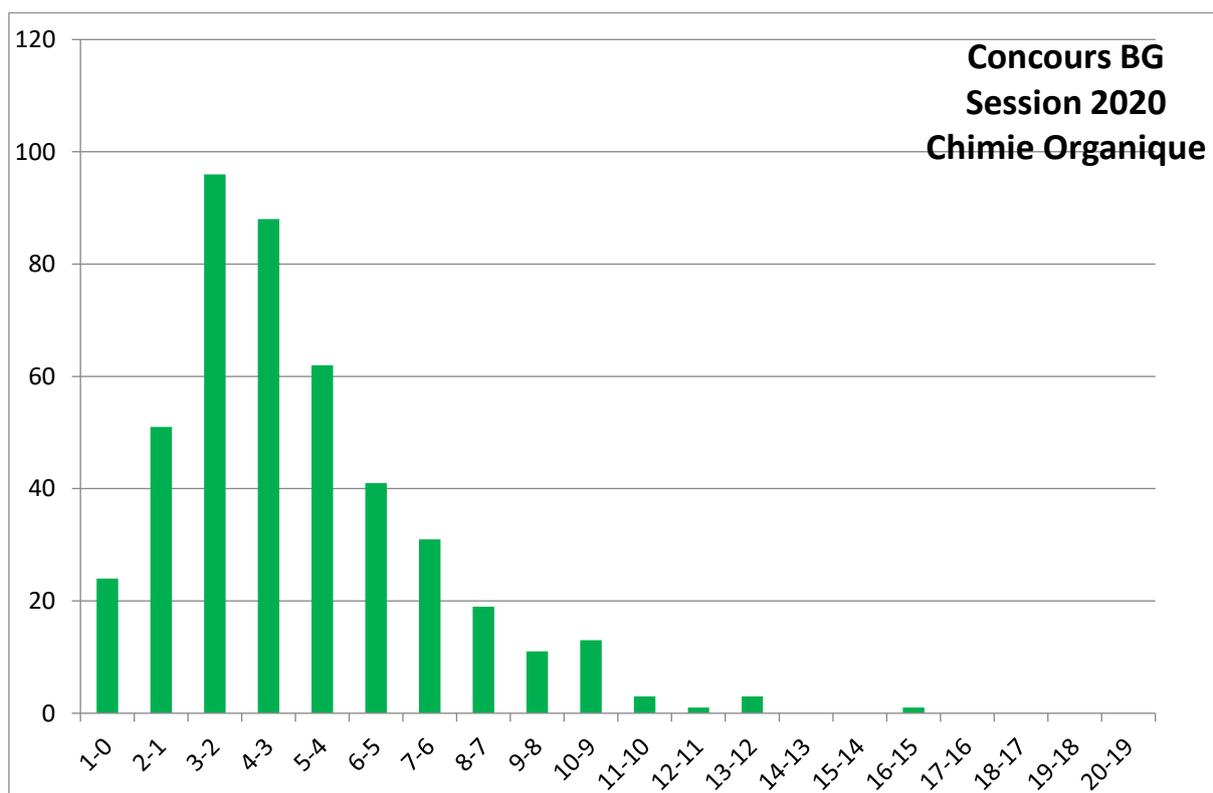
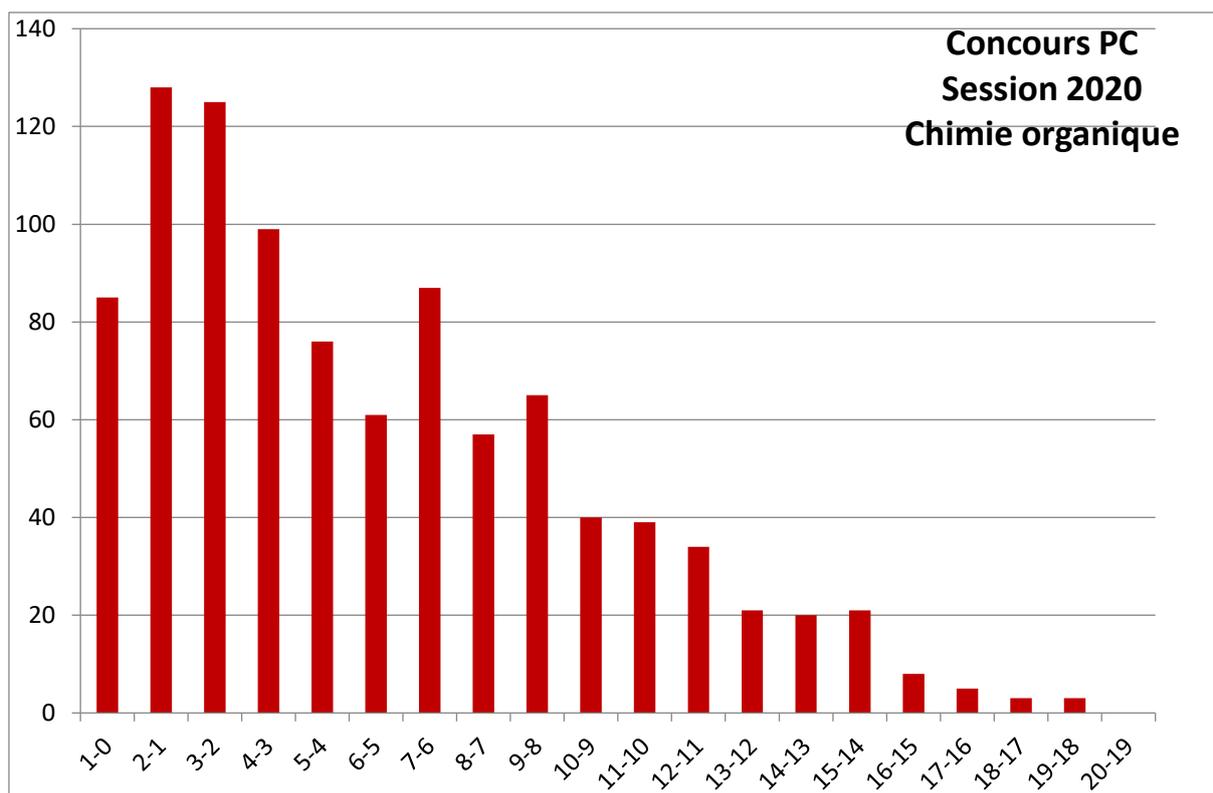
- 7-b. Détailler le mécanisme réactionnel de la réaction B → C

*Les mécanismes réactionnels demeurent le grand problème des étudiants qui n'arrivent pas à l'assimiler correctement. Le nombre de réponses correctes enregistrées est très faible.*

#### 4-RECOMMANDATIONS AUX ETUDIANTS

L'un des problèmes noté chaque année est que les étudiants n'arrivent toujours pas à comprendre que la chimie organique est un ensemble de réactions indivisibles qui ne peut pas être compartimenté et que les cours de la première et de la deuxième année sont complémentaires et indissociables. De ce fait, ils négligent généralement le cours de la première année, ce qui a évidemment des répercussions directes sur leurs prestations.

Le second problème, majeur à mon avis, expliquant les faibles résultats en chimie organique réside dans le coefficient dérisoire de cette matière.



# Informatique MP-PC-T

## 1. Présentation du sujet

Le sujet des sections MP, PC et T est divisé en deux problèmes indépendants.

A travers la mise en œuvre de plusieurs fonctions Python, le premier problème traite la simulation numérique de la diffusion thermique par la résolution d'une Equation Différentielle à Dérivées Partielles (EDP) représentant l'équation de chaleur. Etant données les conditions initiales se rapportant à l'état d'une tige métallique mince, le but est d'estimer la température d'un point de la tige à un instant donné. La résolution de l'EDP est ainsi proposée selon différentes approches en utilisant des fonctions prédéfinies des modules `scipy` et `numpy`. La partie 1 traite une résolution analytique se basant principalement sur le calcul d'intégrales. La partie 2 traite une résolution numérique d'un Système d'Equations différentielles Ordinaires (SEDO) avec la méthode des différences finies, après la discrétisation des intervalles spatiales et temporelles. La partie 3 présente une approche Orientée Objet pour la résolution numérique du SEDO via une interpolation bilinéaire. Elle traite ainsi l'implémentation des méthodes de deux classes `EqChaleur` et `InterpolationBilineaire` avec un script à la fin.

Le deuxième problème traite la gestion des résultats du concours national d'entrée des cycles d'ingénieurs à travers une base de données constituée des 4 tables : `Etablissement`, `Candidat`, `Epreuve` et `Evaluation`. Dans la première partie, on traite deux expressions à élaborer en algèbre relationnelle. La deuxième partie expose 4 requêtes SQL à écrire avec l'utilisation opportune des projections, restrictions ou encore des produits cartésiens et la troisième finit par des fonctions à écrire en Python pour l'analyse des résultats à travers quelques calculs statistiques en `sqlite3`.

Le sujet a été alimenté d'annexes exposant les principales fonctions/méthodes Python pouvant être utilisées sur les itérables et dans les modules `math`, `scipy.integrate`, `numpy` et `numpy.linalg`.

## 2. Analyse globale des résultats

L'épreuve d'informatique évalue une grande partie du programme abordé sur les deux années préparatoires (POO, différentes structures de données (listes, tuples, vecteurs, matrices dictionnaire), complexité algorithmique, BD, etc.). Le problème 1, dont la thématique est assez originale pour une épreuve d'informatique mais bien connue par les étudiants, a été bien exposé et les questions ont été clairement établies. Le thème abordé par le problème 2 est très facile à comprendre et les questions sont pour la plupart bien abordable.

Les enseignants correcteurs ont jugé que le sujet était bien rédigé, bien équilibré et à la portée des étudiants. Ils ont estimé qu'il a été mieux réussi par rapport à l'année dernière.

Afin de corréler les résultats à la difficulté de l'épreuve, une enquête a été réalisée auprès de 25% des enseignants correcteurs, où leurs appréciations de la difficulté de chaque question ont été collectées. Ainsi, globalement, 86% des questions de l'épreuve étaient plus ou moins faciles (par rapport à 78% l'année dernière).

En effet, d'après les résultats qui sont présentés dans les figures suivantes par section, 19% des candidats MP ont eu des notes supérieures ou égales à 10 pour une moyenne générale de 6.6 (l'année dernière 13%). Pour les candidats PC, la moyenne est de 5 avec 7.7% ayant réussi l'épreuve (4.5% l'année dernière). Pour la section PT, 6.9% des candidats ont réussi avec une moyenne générale des notes autour de 4.7 (7% l'année dernière).