

## CHIMIE

### Seuils de classement des notes par matière

#### Niveau Supérieur

|                         |      |       |       |       |       |       |        |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <b>Note finale:</b>     | 1    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      |
| <b>Gamme des notes:</b> | 0-17 | 18-33 | 34-44 | 45-57 | 58-67 | 68-78 | 79-100 |

#### Niveau Moyen

|                        |      |       |       |       |       |       |        |
|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <b>Note finale:</b>    | 1    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      |
| <b>Gamme des notes</b> | 0-17 | 18-31 | 32-44 | 45-55 | 56-66 | 67-77 | 78-100 |

### Évaluation interne (E.I.)

#### Niveaux Moyen (NM) et Supérieur (NS)

|                        |     |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Note finale:</b>    | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| <b>Gamme des notes</b> | 0-9 | 10-15 | 16-21 | 22-27 | 28-31 | 32-37 | 38-48 |

#### Commentaires généraux

Le niveau général de l'évaluation interne (E.I.) est comparable à celui de l'an dernier. Les modérateurs ont exprimé leurs doléances à propos du non respect des consignes relatives à la soumission des épreuves pratiques. Les écoles continuent à soumettre des échantillons incomplets, incorrects ou annotés de manière inadéquate.

Des formulaires *Plan de Travail Pratique du Projet du Groupe 4 (4/PTP)* mal remplis, l'absence d'instructions, un nombre incorrect de notes soumises à la modération, toutes ces erreurs indiquent que les instructions fournies dans la dernière édition du *Vade Mecum* n'ont pas été lues ou respectées et que certains professeurs ne tiennent pas compte des rapports établis les années précédentes par les examinateurs, ni du *Matériel de Soutien Pédagogique pour les Professeurs* (Teacher Support Material ou TSM), disponible sur le site du *Centre des Programmes* (OCC). On notera qu'il n'est plus obligatoire de soumettre des portfolios complets.

Le travail de modération est facilité lorsque les informations fournies aux candidats sont jointes aux échantillons soumis à la modération. Certaines écoles ont omis de fournir ces données, en particulier lorsqu'elles avaient été communiquées oralement aux candidats. Beaucoup d'échantillons montrent que les professeurs ont encadré soigneusement le travail des candidats et qu'ils leur ont fourni une information en retour (feed-back) profitable. Toutefois, dans un certain nombre de cas, aucune indication d'une telle information en retour n'est apparue. Souvent, les professeurs ont utilisé une grille de correction où le niveau atteint pour les différents aspects de chaque critère était indiqué par la notation «c, p, a». Cette façon de procéder est une aide pour les étudiants et aussi pour le modérateur, puisque l'objectif de la modération est de valider l'évaluation des professeurs. Certaines écoles ont été attentives aux consignes de sécurité et au respect de l'environnement, mais ce ne fut pas le cas dans

d'autres écoles - un tel souci devrait être général. Les modérateurs ont reçu des copies des formulaires d'information en retour adressés aux professeurs en mai 2003. Dans certains cas, peu d'amélioration a été constatée mais dans d'autres cas les professeurs ont été très attentifs aux conseils prodigués, ce qui a conduit à une amélioration du programme et de l'évaluation de l'E.I.

### **Variété et pertinence du travail présenté**

La plupart des écoles ont présenté un programme de travaux pratiques d'un bon niveau académique. Un large éventail de recherches a été soumis à la modération et beaucoup d'écoles avaient un programme de travaux pratiques intéressant. La majorité des écoles a couvert tous les domaines du programme par des expériences adéquates. Les options du niveau moyen et du niveau supérieur ont été assez bien réussies, avec quelques très bonnes expériences soumises à la modération. Toutefois, il reste préoccupant de constater que certains professeurs ne semblent pas familiarisés avec les critères de l'E.I., à la fois sur le plan de leur pertinence et sur le plan de la justesse de l'évaluation. L'attention des professeurs est attirée sur les nombreux exemples détaillés, en rapport avec les divers aspects des critères de l'E.I., figurant dans le document *Matériel de Soutien Pédagogique destiné aux Professeurs*, accessible en ligne sur le site du Centre des Programmes (OCC).

Certaines écoles se réfèrent presque exclusivement à des "recettes" extraites de manuels, dans lesquelles toutes les procédures sont décrites dans le détail. Cette pratique prive les candidats de la possibilité de satisfaire à la majorité des aspects des critères. Dans certaines écoles, soit le temps consacré aux travaux pratiques était nettement en dessous du nombre d'heures recommandé (40 h. au NM et 60 h. au NS), soit la nature des activités proposées relevait d'un niveau trop élémentaire. Dans ces circonstances, les candidats ont moins de chances d'obtenir un bon résultat, puisqu'ils n'ont pas eu l'occasion de réaliser des recherches ouvrant des perspectives.

On a remarqué une corrélation élevée entre les écoles qui enseignent le programme de chimie du BI en parallèle avec d'autres programmes et les écoles qui n'ont pas proposé des tâches d'évaluation adéquates.

### **Résultats des candidats pour chaque critère d'évaluation**

#### **Organisation (a)**

Beaucoup de rapports étaient structurés de manière à faire apparaître clairement l'objectif de la recherche, l'hypothèse, l'identification explicite de la variable indépendante et des variables contrôlées. Un nombre significatif de rapports restent toutefois dépourvus de structure et n'ont pas mis clairement en évidence les variables. À ce propos, les termes *contrôle*, *dépendante* et *indépendante* sont mieux compris. Cependant, certains candidats éprouvent toujours des difficultés avec le critère *Organisation (a)*. Pour satisfaire à ce critère, il faut proposer comme sujet de recherche un problème vaste ou général que l'étudiant devra circonscrire ou préciser. On constate que la question proposée comme objet de la recherche reste encore spécifique, ce qui ne permet pas de satisfaire complètement à ce critère. Certains candidats ont formulé une hypothèse, mais sans en expliquer les raisons, ou encore, les hypothèses avancées étaient mal formulées ou superficielles. Des affirmations telles que «La valeur va diminuer» sont dénuées de sens.

Il semble encore subsister une confusion sur le point de savoir si l'explication à l'appui d'une hypothèse doit être scientifiquement fondée ou non, des explications triviales ou non fondées pouvant se voir créditées. Toutes les recherches ne se prêtent pas à la formulation d'une hypothèse et pour ce motif, elles ne sont pas appropriées pour l'évaluation du critère *Organisation (a)*. Les professeurs sont invités à se référer au document *Matériel de Soutien Pédagogique destiné aux Professeurs*, sur le site de l'OCC, pour prendre connaissance des exemples et des informations détaillées en rapport avec le critère *Organisation (a)*.

## Organisation (b)

En général, les candidats ont sélectionné le matériel adéquat et mis au point des stratégies appropriées pour mener à bien leurs recherches. Si l'équipement ou la méthode à suivre sont fournis aux candidats, ils ne peuvent satisfaire aux aspects de ce critère. Une recherche qui, pour des raisons pratiques, nécessite la fourniture de l'équipement ou des procédures aux candidats n'est pas appropriée à l'évaluation du critère *Organisation (b)*.

Une faiblesse couramment constatée sur le plan du critère *Organisation (b)* consiste en une absence de contrôle (ou un contrôle vague) des variables. Souvent, cette lacune résulte du fait que la procédure ne facilite pas l'identification et le contrôle des variables. Elle peut aussi être due partiellement à l'incapacité de déceler la nécessité de contrôler certaines variables dans la partie du critère *Organisation (a)* qui porte sur la discussion des variables.

Il n'était pas rare que des candidats aient mis en œuvre un matériel important alors que la procédure expérimentale aurait pu être réalisée à plus petite échelle. Ce comportement traduit le fait que l'impact environnemental n'est pas pris en considération dans la programmation d'une recherche. Les professeurs doivent insister sur la notion d'*expérimentation responsable*, une notion dont peu de candidats semblent se soucier ou être conscients. Certaines recherches n'accordent pas assez d'attention à la nécessité de recueillir un nombre suffisant de données. Souvent, les mesures ne sont pas répétées. Parfois, c'est le professeur qui planifie et met au point la recherche, d'une manière tellement élaborée qu'il n'existe alors qu'une seule procédure applicable. Cette pratique ne permet pas aux candidats de satisfaire aux critères. En effet, l'*Organisation (a)* et (b) devraient laisser apparaître des réponses variées de la part des différents candidats d'une même classe. Une gamme de réponses similaires est l'indice qu'une recherche n'était pas appropriée à l'évaluation des critères *Organisation (a)* et/ou *Organisation (b)*.

## Recueil des données

La performance des candidats a été bonne, en général, et beaucoup de recherches valables ont été réalisées.

Toutefois, des candidats omettent encore de noter des données qualitatives lorsqu'elles sont clairement présentes dans l'expérience (par exemple, la couleur des solutions et de l'indicateur, le changement de couleur au terme d'un titrage). De la même manière, les incertitudes ont été souvent ignorées et de fréquentes incohérences ont été observées dans l'utilisation des chiffres significatifs (ainsi, par exemple, lors de la lecture de l'indication d'une burette, un même tableau contenait des valeurs telles que 5, 19,5 et 20,37 cm<sup>3</sup>).

Le second aspect du critère, à savoir l'organisation et la présentation des données brutes, ne peut être évalué/satisfait si le professeur a fourni aux candidats des tableaux de données. Certains candidats ne semblent pas fournir des données brutes, les données présentées ayant été recopiées après la réalisation de l'expérience. Des expériences dans lesquelles il n'y a que quelques valeurs à relever ou dans lesquelles il n'y a qu'un nombre réduit d'observations qualitatives à effectuer ne sont pas appropriées à l'évaluation du critère *Recueil des données*.

## Traitement des données et Présentation

Les candidats ont généralement satisfait à ce critère, les performances élevées étant cependant rares. Dans quelques cas, le traitement des données était élémentaire, voire absent. Dans d'autres cas, des appréciations étaient formulées pour des graphiques grossiers, dépourvus de la moindre analyse. Tels était le cas de graphiques relatifs à la vitesse de réaction, où le volume de gaz recueilli était représenté

en fonction du temps. Le traitement des données - par exemple, le calcul d'un gradient pour déterminer la vitesse de la réaction à un instant donné - devrait être inclus dans le travail. Le traitement des données et la présentation ont souvent été évalués à propos de l'interprétation de données qualitatives relatives à des réactions effectuées en tubes à essais, où des équations pondérées trouvaient leur origine dans un minimum d'observations qualitatives ne permettant pas de les étayer. Ce genre de réponses est plus approprié à l'évaluation du premier aspect du critère *Conclusion et évaluation*.

Beaucoup de candidats n'ont pas profité de l'occasion qui leur était donnée de prendre en considération les incertitudes de mesures et d'effectuer une analyse d'erreur, même lorsqu'il apparaissait clairement que cela était possible dans le cadre de la recherche concernée. La prise en compte du nombre de chiffres significatifs manquait souvent (les professeurs sont invités à se référer aux exemples fournis dans le document *Matériel de Soutien Pédagogique*). Dans les représentations graphiques, certains candidats n'ont pu déterminer s'il convenait de dessiner une droite ou une courbe et s'il fallait relier ou non les points expérimentaux par une ligne. L'absence d'information en retour (feed-back) a souvent pour conséquence la reproduction des mêmes erreurs dans d'autres recherches.

Les professeurs ne devraient pas fournir trop d'indications sur la manière dont les données doivent être analysées et le candidat devrait démontrer sa compétence à traiter lui-même les données plutôt que sa capacité à effectuer une série de calculs prédéfinis. Il est important pour la modération que les instructions données par le professeur soient connues, en particulier lorsqu'il apparaît que le professeur a expliqué aux candidats la manière de traiter les données. La représentation graphique par ordinateur est acceptée (et même encouragée), pour autant que le logiciel oblige le candidat à préparer le graphique au départ des données brutes ou des données traitées et d'opérer les choix du format de graphique à représenter. Un programme graphique qui ne permet pas à l'utilisateur de contrôler le traitement des données ou la production du résultat ne peut convenir pour évaluer ce critère.

### **Conclusion et Évaluation**

Il s'agit également d'un domaine dans lequel les candidats n'ont pas obtenu des résultats particulièrement bons.

Ainsi, est-il toujours aussi peu courant que les candidats comparent leurs résultats aux données de la littérature, lorsque cela est pertinent. Ce critère implique aussi que la conclusion soit valide, assortie d'une explication basée sur une interprétation correcte des résultats et cette qualité fait souvent défaut. Souvent, les candidats s'abstiennent d'évaluer la procédure, d'opérer un relevé des sources possibles d'erreurs ou de faire des suggestions pertinentes pour améliorer la procédure après en avoir décelé les faiblesses. Des commentaires du genre "*les valeurs lues doivent avoir été trop basses ou trop élevées*" ne constituent pas des évaluations adéquates de la procédure. Trop souvent, les suggestions d'amélioration formulées par les candidats sont lourdement triviales. On notera que toutes les recherches ne se prêtent pas à l'évaluation de ce critère. Les candidats devraient essayer d'identifier des erreurs systématiques plausibles dans la procédure et ensuite proposer des améliorations réalistes de la recherche.

### **Compétences de manipulation**

En général, les programmes des activités pratiques ont fourni un éventail suffisamment étoffé pour permettre l'évaluation de ce critère.

### **Le projet du Groupe 4**

La plupart des écoles ont apporté les preuves de la participation au projet du Groupe 4 de chacun de leurs candidats de l'échantillon. Il s'agit d'une prescription essentielle du programme du BI. Une

demande spéciale a dû être adressée aux écoles qui n'avaient pas fourni ces garanties. Les projets du Groupe 4 devraient représenter un contenu effectif et un temps d'expérimentation dans chacune des disciplines. Dans un certain nombre de cas, les projets du Groupe 4 ne couvrent pas les 15 heures prescrites par le programme des travaux pratiques du Groupe 4.

Lorsqu'ils soumettent des échantillons à la modération, les professeurs devraient fournir la preuve de la participation de chacun des candidats au Projet du Groupe 4. Comme le précise le *Guide de Chimie* (à la page 32), cette preuve peut revêtir diverses formes. Une preuve collective n'est pas appropriée lorsque le projet du Groupe 4 doit servir à évaluer l'un des critères écrits. Des travaux identiques pour des candidats différents de l'échantillon - par exemple, lorsque le professeur a attribué la même note à tous les candidats d'un groupe pour un travail réalisé en commun - ne peuvent servir à évaluer les critères écrits pour chaque candidat à titre individuel. Des photocopies d'un rapport collectif (unique) réalisé par un groupe de candidats ne peuvent être acceptées pour l'évaluation des critères écrits d'un candidat du groupe. Des échantillons supplémentaires témoignant clairement du travail réalisé individuellement par les candidats seront requis. On notera qu'il est clairement inacceptable qu'il en soit autrement : si le caractère personnel du travail ne peut être prouvé, la situation pourrait être interprétée comme une faute professionnelle susceptible d'entraîner de graves conséquences.

Il est utile de faire remarquer aux professeurs qu'un nombre significativement important d'écoles utilisent le Projet du Groupe 4 comme une occasion idéale de stimuler le travail de groupe dans un cadre interdisciplinaire et d'évaluer les critères de compétences personnelles, sans attribuer de grades pour les critères écrits. Cette attitude est en parfaite harmonie avec les objectifs du Projet du Groupe 4.

### **Recommandations pour la préparation de futurs candidats**

Il est clair que beaucoup d'écoles réalisent un excellent travail et que le modèle d'évaluation actuel donne l'occasion d'obtenir de bons résultats et fournit une gamme convenable de niveaux de réussite. Il ne fait aucun doute qu'un travail d'une très haute qualité a été produit. D'une manière générale, beaucoup de professeurs ont fourni à leurs élèves des informations en retour (feed-back) pertinentes à propos de leurs travaux de recherche, ce qui a contribué à améliorer considérablement le niveau des candidats. Cependant, ce ne fut pas toujours le cas et il semble que les critères ne soient pas toujours clairs pour les candidats. Malheureusement, des échantillons ont été modérés à la baisse, parce que les recherches ne se prêtaient pas à l'évaluation de critères particuliers et/ou en raison du manque de précision de la notation. Les travaux pratiques constituent un aspect positif du cours de chimie du BI ; cette composante du cours doit faire l'objet d'une attention et d'un approfondissement constants.

Les recommandations suivantes sont adressées aux professeurs :

- Faire prendre conscience aux candidats des différents aspects des critères sur lesquels ils seront évalués. À cet égard, décomposer chaque critère en sous catégories peut s'avérer utile pour les candidats.
- Évaluer les travaux de recherche sur la base d'une grille des critères/aspects ou les mentions c, p et a sont consignées clairement. Le recours à une telle grille est fortement encouragé.
- Des portfolios complets ne sont plus requis et ne doivent donc plus être fournis, sauf demande expresse de l'IBCA.
- La preuve de la participation de chaque candidat de l'échantillon au *Projet du Groupe 4* doit être fournie.
- La preuve incontestable de la participation individuelle au Projet du Groupe 4 doit être fournie si le travail doit être évalué au niveau des critères écrits : cette preuve doit attester de la participation individuelle et non d'une participation collective.
- Les professeurs doivent s'assurer que les candidats ont la possibilité de satisfaire aux critères et, en conséquence, ils ne devraient pas fournir trop d'informations/ d'aide pour les critères

*Organisation (a), Organisation (b), Recueil des données, Traitement des données & Présentation et Conclusion & Évaluation.*

- Éviter d'utiliser des documents (cahiers ou feuilles) à texte lacunaire que les candidats doivent compléter en guise d'examen pour l'évaluation interne, car ils fournissent généralement trop d'informations et ne donnent pas la possibilité aux candidats de satisfaire aux critères.
- Les candidats doivent être entraînés à formuler une hypothèse en rapport direct avec la question à traiter et à fournir des explications à l'appui de l'hypothèse avancée.
- Les candidats doivent enregistrer des données brutes qualitatives et, le cas échéant, quantitatives en incluant, si elles se justifient, les unités et les incertitudes.
- Dans l'exemplaire soumis à la modération, les professeurs doivent consigner les instructions qu'ils ont fournies aux candidats pour leurs recherches.
- Lorsque c'est pertinent, les candidats doivent comparer leurs résultats aux données de la littérature.
- Lorsqu'il s'agit de juger le critère *Conclusion & Évaluation*, il faut exiger des candidats qu'ils évaluent la procédure, qu'ils énumèrent les sources possibles d'erreurs aléatoires et d'erreurs systématiques et qu'ils suggèrent des améliorations de la procédure après en avoir identifié les faiblesses.
- Les professeurs ne devraient pas procéder à l'évaluation d'un critère déterminé s'il s'avère qu'une recherche ne permet pas d'envisager tous les aspects de ce critère.
- Avant de soumettre des travaux à la modération, les professeurs doivent se référer au *Guide de chimie*, au document *Matériel de Soutien Pédagogique pour les Professeurs* accessible sur le site du *Centre des Programmes*, ainsi qu'aux instructions fournies dans la version actualisée du *Vade Mecum*.

## ÉPREUVE 1 DU NIVEAU MOYEN

### Seuils de classement des notes par composante

|                         |     |      |       |       |       |       |       |
|-------------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Note finale:</b>     | 1   | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| <b>Gamme des notes:</b> | 0-7 | 8-11 | 12-16 | 17-19 | 20-22 | 23-25 | 26-30 |

### Remarques générales

Cet examen comportait 30 questions portant sur le *Tronc Commun des Matières (TCM)*. Ces questions devaient être résolues sans l'aide d'une calculatrice ou du *Recueil de Données de chimie*. Chaque question proposait quatre réponses possibles, les réponses correctes étant créditées, les réponses incorrectes n'étant pas sanctionnées par un retrait de points.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 125 formulaires G2 reçus. Les trois-quarts des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier. Le reste des répondants se partageait de manière équilibrée entre l'opinion selon laquelle l'examen de cette année était un peu plus difficile que celui de l'an dernier et l'opinion selon laquelle il était un peu plus facile. Presque tous les répondants ont estimé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme et la clarté de la formulation ont été jugées bonnes par plus de la moitié des répondants et satisfaisantes par le reste. La présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par environ trois-quarts des répondants et comme satisfaisante par le quart restant.

Des commentaires généraux très variés, la plupart élogieux, ont été exprimés sur les formulaires G2.

### **Points forts et points faibles des candidats dans le traitement des questions individuelles**

L'index de difficulté des questions (le pourcentage de candidats répondant correctement à la question considérée) est compris entre 95 % et 24 %. L'index de discrimination (qui indique dans quelle mesure les questions opèrent la discrimination entre les élèves qui obtiennent un score élevé et ceux qui obtiennent un score faible; plus cet index est élevé, plus la discrimination est efficace) est compris entre 0,51 et 0,01.

Les commentaires suivants ont été formulés à propos de certaines questions.

#### **Question 5**

Le schéma a suscité des commentaires critiques, car la ligne 4 (trajectoire 4) n'était pas bien dessinée. Toutefois, cela n'a pas pénalisé les candidats et 85 % d'entre eux ont choisi la réponse correcte (réponse A).

#### **Question 10**

Plusieurs répondants ont émis l'opinion qu'une table des valeurs d'électronégativité était nécessaire pour répondre à cette question. Ce n'est pas le cas. L'objectif de cette question était de tester les candidats sur l'application des Énoncés d'Évaluation (E.E.) 4.2.4 et 4.2.5. Deux tiers des candidats ont choisi la réponse correcte (la liaison C—O, avec une différence d'électronégativité de 1,0). Toutes les autres liaisons correspondaient à une différence d'électronégativité de 0,5 ; la réponse incorrecte choisie le plus souvent fut la liaison O—F, sans doute parce qu'elle implique les deux éléments les plus électro-négatifs.

#### **Question 11**

Plusieurs répondants ont estimé que cette question était trop difficile pour des candidats du NM. Cette question discriminait bien et 46 % des candidats ont choisi la réponse correcte D, bien que la réponse B se soit avérée un distracteur fréquemment retenu. La critique est rejetée, d'autant plus que l'exemple choisi figurait dans la note destinée au professeur de l'E.E. 4.2.8.

#### **Question 12**

Un commentaire mentionnait que les éthers (réponse B) ne figurent pas au programme. La question pouvait être résolue en considérant l'aptitude des composés à former des liaisons par pont d'hydrogène avec les molécules d'eau (test de l'E.E. 4.5.2.). La question a très bien opéré la discrimination et la réponse correcte C a été choisie par 58 % des candidats. Le distracteur le plus courant a été la réponse A (l'éthane), peut-être parce qu'il s'agissait de la plus petite molécule.

#### **Question 24**

Certains ont estimé que cette question était trop difficile pour des candidats du NM. Nonobstant le fait qu'elle ait bien opéré la discrimination, cette question était la plus difficile de l'épreuve. Elle est considérée comme un test correct de l'E.E. 9.4.2. (décrire des procédures pour préparer des solutions tampons).

## Épreuve 2 du Niveau Moyen

### Seuils de classement des notes par composante

|                  |     |      |       |       |       |       |       |
|------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Note finale:     | 1   | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| Gamme des notes: | 0-7 | 8-15 | 16-20 | 21-26 | 27-32 | 33-38 | 39-50 |

### Remarques générales

D'une manière générale, il semble que les candidats aient été bien préparés à cette épreuve. Comme lors des sessions précédentes, il semble que les candidats aient eu tendance à éviter les questions de chimie organique de la Section B.

### Points forts et points faibles des candidats dans le traitement des questions individuelles

#### Section A

##### Question 1

- a) (i) Une erreur fréquente a consisté à répondre en termes de quantité d'azote plutôt qu'en termes de vitesse de sa production. Peu de candidats ont mentionné que la fréquence des collisions diminue lorsque la concentration des réactifs diminue.
- (ii) Un nombre significatif de candidats a déclaré que la réaction évoluait vers un état d'équilibre, alors qu'aucun signe de réversibilité ne figurait dans l'équation fournie dans la question.
- b) (i) Pratiquement tous les candidats ont obtenu ce point facile.
- (ii) La plupart des candidats savaient que l'énergie des molécules augmentait. Une réponse fréquente a été «plus de collisions», plutôt que «des collisions plus fréquentes». Seul un faible pourcentage de candidats a fait référence à l'énergie d'activation.
- (iii) Ce concept était bien maîtrisé et la majorité des candidats a obtenu les deux points attribués à la question.

##### Question 2

- a) La plupart des candidats connaissaient la différence entre deux isotopes, mais manquaient de précision lorsqu'il s'agissait d'en donner une définition. En conséquence, beaucoup de candidats ont perdu un point parce qu'ils ont décrit un isotope comme un «élément», plutôt que comme un «atome» doté de propriétés particulières.
- b) La méthode à utiliser (calcul de la masse atomique relative) était généralement connue, mais les réponses étaient souvent exprimées avec un nombre inapproprié de chiffres significatifs.
- c) Cette matière était bien comprise.

##### Question 3

- a) (i) Les structures de Lewis étaient presque toujours correctement représentées.
- (ii) Les deux formes ont généralement été représentées correctement, mais les explications manquaient de clarté. Le nombre de liaisons et de paires d'électrons non liants (même s'il n'y

en avait pas) sur chaque atome central devait être précisé.

(iii) Les polarités étaient généralement connues, mais les explications étaient souvent insuffisantes. Les lacunes portaient sur la mention des polarités des liaisons et sur le fait qu'elles s'annulaient dans le dioxyde de carbone mais pas dans le sulfure d'hydrogène.

- b) Cette partie a été bien traitée. Une minorité de candidats a évoqué des forces intramoléculaires, telles que des liaisons covalentes.

#### Question 4

- a) La plupart des candidats ont correctement prévu le sens du déplacement de l'équilibre et ont mentionné que la réaction directe était exothermique. Un petit nombre de candidat a évoqué une augmentation de la vitesse de réaction au lieu de considérer la position de l'équilibre.
- b) En général, cette question a été bien résolue.

### Section B

#### Question 5

- a) (i) La majorité des candidats a calculé correctement la valeur et associé «exothermique» au signe adéquat dans la réponse.
- (ii) Certains candidats n'ont pas légendé les axes. Quelques-uns ont simplement indiqué «stp» pour préciser les conditions.
- (iii) La majorité des candidats a proposé une variation d'entropie faible (ou nulle) et a pu établir le lien entre celle-ci et la similarité de structure des réactifs et des produits, outre le fait qu'ils étaient tous à l'état solide.
- b) La majorité des candidats a pu exprimer (ou trouver dans le *Recueil de Données*) l'équation correcte de la variation d'énergie libre et préciser qu'elle devait être négative pour qu'une réaction soit spontanée. Dans de nombreux cas, les explications étaient assez difficiles à suivre. Certains candidats ont évoqué une température  $T$  (en Kelvin) négative.
- c) (i) Beaucoup de réponses faisaient référence à  $N-N$  au lieu de  $N\equiv N$  pour l'énergie de liaison de la molécule d'azote. Les coefficients de H-H et en particulier de N-H étaient souvent incorrects.
- (ii) La plupart des candidats ont suggéré que la variation d'entropie serait négative et ont pu mettre ce fait en relation avec la diminution du nombre de molécules de gaz.
- (iii) Les sources d'erreurs ont été le signe de la variation d'entropie, la température laissée en degrés Celsius, les unités de la variation d'entropie.

#### Question 6

- a) (i) En général, cette question a été bien résolue.
- (ii) Beaucoup de candidats ont écrit simplement «le fer».
- (iii) La majorité des candidats a pu calculer correctement les deux états d'oxydation.
- b) (i) Des réponses correctes ont été données par une majorité de candidats.
- (ii) Des réponses correctes ont été données par une majorité de candidats.

- (iii) Peu de candidats ont mentionné un changement de couleur, alors que la plupart ont proposé un précipité ou un dépôt d'argent.
- c) (i) Un grand nombre de candidats pense encore que les composés ioniques fondus conduisent le courant grâce aux électrons. Certaines descriptions étaient particulièrement vagues.
- (ii) Les équations des réactions aux électrodes étaient généralement connues.
- (iii) Beaucoup de candidats ont interprété la question comme relative à l'utilisation de l'électrolyse et de l'électrochimie en général. Ils ont fourni des réponses telles que la production d'électricité, la galvanoplastie, etc.

### Question 7

- a) Le nom et la structure étaient généralement connus.
- b) La plupart des réponses ne mentionnaient pas la présence d'un acide pour l'oxydation au dichromate.
- c) Les structures ont été représentées correctement. Un nombre significatif de candidats a considéré que la substitution pouvait s'opérer de manière directe.
- d) L'isomère a généralement été identifié correctement, mais la raison pour laquelle il n'était pas formé directement a été rarement expliquée de manière claire.
- e) La majorité des candidats a obtenu les deux points attribués à cette question.
- f) La polymérisation par condensation était généralement connue et la plupart des candidats ont donné au moins un exemple, la seule mention de «hydrates de carbone» n'a pas été considérée comme une réponse suffisante.
- g) (i) En général, le test (permettant de distinguer des isomères optiques) n'a pas été suffisamment décrit.
- (ii) L'identification du centre chiral a permis à une majorité de candidats d'obtenir facilement les points attribués à cette question.
- (iii) Les représentations étaient adéquates. On notera qu'il fallait représenter la structure tridimensionnelle de l'unité monomérique.

### Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

Au regard des réponses produites à l'examen, il est clair que la majorité des candidats avait reçu un enseignement couvrant le programme de l'épreuve. Le nombre relativement réduit de réponses fournies à la question 7 donne à penser que certains centres survolent la chimie organique en fin d'année.

Comme les années précédentes, ce serait tout bénéfique pour les candidats de porter plus d'attention aux techniques d'examen. Du temps devrait être consacré pour que les candidats puissent s'entraîner en résolvant les examens des années précédentes.

Les candidats doivent répondre à la question posée de la manière demandée. Dans la majorité des cas, une simple énumération de faits n'a pas la valeur d'explications. Une observation doit relater des éléments réellement observables. Ainsi, mentionner «un précipité d'aspect métallique» est une réponse appropriée, contrairement à «telle substance est formée». Les définitions doivent être claires et précises. Les candidats devraient être exercés à faire usage de schémas dans leurs réponses, en particulier lorsque la théorie de la répulsion des paires électroniques de la couche de valence (RPECV

ou VSEPR) intervient et lorsqu'il est question de chiralité où la nature tridimensionnelle des molécules doit être montrée.

Les domaines sur lesquels il conviendrait que les professeurs insistent incluent notamment :

- La présentation des calculs, lesquels doivent expliciter toutes les étapes ; la prise en considération des chiffres significatifs ; l'importance de préciser les unités ; la signification du signe en thermochimie.
- Le phénomène de conduction électrique, qu'il soit dû aux électrons ou aux ions.
- la distribution des paires électroniques et la géométrie (forme) des molécules et des ions ; l'importance des paires non liantes et la reconnaissance du fait que les paires d'électrons exercent une force de répulsion mutuelle, mais que la forme d'une molécule est de manière conventionnelle représentée par la position des atomes.
- Les définitions.

## Épreuve 3 du Niveau Moyen (NM)

### Seuils de classement des notes par composante

|                         |     |      |       |       |       |       |       |
|-------------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Note finale:</b>     | 1   | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| <b>Gamme des notes:</b> | 0-5 | 6-11 | 12-17 | 18-21 | 22-25 | 26-29 | 30-40 |

### Remarques générales

L'éventail des notes attribuées a été très large. Les candidats les plus brillants ont démontré une excellente maîtrise de la matière et un haut degré de préparation, mais certains candidats paraissent peu familiarisés avec les options choisies et ont obtenu des notes médiocres. Peu de candidats ont essayé de répondre à plus de deux options.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 111 formulaires G2 reçus. En comparaison avec l'épreuve de l'an dernier, deux tiers des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau. À une faible majorité, le reste des répondants considérait que l'examen de cette année était plus difficile que celui de l'an dernier. Presque tous les répondants ont estimé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme a été jugée satisfaisante par presque la moitié des répondants et bonne par les autres. La clarté de la formulation a été jugée bonne par plus de la moitié des répondants et satisfaisante par le reste. La présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par deux tiers des répondants et comme satisfaisante par le tiers restant.

### Parties du programme et de l'examen qui se sont avérées difficiles pour les candidats

Beaucoup des candidats qui avaient choisi l'Option A n'ont pas obtenu de bons résultats. Les réponses ont mis en évidence des difficultés sur le plan de la mémorisation de la signification des termes et lorsqu'il s'agit de fournir des explications adéquates. L'utilisation des flèches dans les mécanismes réactionnels est une source de difficultés pour les candidats, comme cela avait déjà été remarqué lors des examens précédents. L'Option B a fourni l'occasion aux meilleurs candidats de faire état de leurs connaissances et de leur compréhension ; cela a été particulièrement évident dans la question à propos des bactéries et des virus. Dans l'Option D, on a noté des réponses rédigées dans un style journalistique, un défaut qui s'était déjà manifesté dans les examens précédents. Les réponses

ont révélé une confusion flagrante entre l'effet de serre et les phénomènes qui concernent la couche d'ozone. Relativement peu de candidats ont essayé de répondre aux questions de l'Option E. Des parties de l'option F ont posé problème à un certain nombre de candidats. Quelques candidats ont obtenu le maximum des points pour le calcul de la question F2(e), alors que d'autres n'ont rien répondu ou ont commis de nombreuses erreurs. De tout l'examen, la question F3(b) semble être celle pour laquelle les réponses étaient les plus inadéquates. Bien que les masses des particules fussent fournies dans la question, beaucoup de candidats n'y ont pas fait référence dans leur réponse.

### Les niveaux de connaissance, de compréhension et de compétence démontrés

Quelques séries de copies émanant de certains centres se sont avérées excellentes. Il s'agit invariablement des centres où tous les candidats ont répondu aux deux mêmes options. Dans l'intérêt des candidats, il est clair que les professeurs doivent approfondir deux options, plutôt que de permettre à leurs élèves d'étudier par eux-mêmes un éventail d'options.

### Points forts et points faibles des candidats dans le traitement des questions individuelles

#### Option A – Chimie organique physique approfondie

##### Question A1

- (a) En ce qui concerne  $S_N2$ , la plupart des candidats connaissaient la signification de S et de  $N$ , mais 2 était souvent associé à l'ordre de la réaction plutôt qu'à sa molécularité.
- (b) L'amine a généralement été bien nommée, même si une minorité de candidats a attribué à ce composé le nom d'une amide.
- (c) Les mécanismes organiques continuent à être mal traités par beaucoup de candidats. Dans l'attaque nucléophile, la flèche aurait dû partir de l'atome d'azote de l'ammoniac. Dans cet exemple, le complexe de transition n'a pas de charge globale, contrairement à ce que pensent beaucoup de candidats qui semblent croire qu'une charge négative doit lui être attribuée.
- (d) La plupart des candidats ont correctement identifié les deux liaisons, une minorité d'entre eux n'en donnant qu'une seule. Le lien entre les structures organiques et le spectre RMN était généralement bien connu, peu de candidats optant pour deux ou trois pics (probablement parce qu'ils ont ignoré le groupe  $NH_2$ ).

##### Question A2

- (a) Peu de candidats ont obtenu les deux points attribués à cette question. Il fallait mentionner le fait que toutes les liaisons carbone-carbone du composé B avaient la même longueur, alors que celles du composé A avaient des longueurs différentes. Beaucoup de réponses ont parlé de «liaisons», sans faire référence au carbone.
- (b) Cette question a été mal résolue par la majorité des candidats. Certains ont confondu cyclohexène et cyclohexane. Les éléments à envisager étaient que :
  - 1°) la donnée fournie pour le cyclohexène concernait l'hydrogénation d'une liaison  $C=C$ , de sorte que la chaleur d'hydrogénation de A devait valoir trois fois cette valeur ;
  - 2°) la valeur plus basse de la chaleur d'hydrogénation du benzène était l'indice de sa plus grande stabilité.

##### Question A3

- (a) Les réponses étaient toutes correctes, seules les charges faisaient défaut sur quelques ions, ou bien le terme  $[H_2O]$  apparaissait au dénominateur.

(b) Beaucoup de réponses tout à fait correctes ont été notées.

(c) Réponses le plus souvent correctes, l'omission la plus fréquente étant le fait que  $[H^+]$  et  $[OH^-]$  devaient être égales ; il ne suffisait pas de signaler que les concentrations des deux ions augmenteraient.

## **Option B – Les médicaments et les drogues**

### **Question B1**

(a) La distinction entre analgésiques légers et puissants était généralement correcte.

(b) Les noms des groupements fonctionnels étaient généralement corrects, bien que certains candidats aient donné des formules au lieu des noms demandés dans la question.

(c) La réaction d'estérification requise était bien connue.

### **Question B2**

(a) La plupart des candidats ont identifié correctement les bactéries comme des microorganismes tués par les pénicillines, mais peu d'entre eux connaissaient l'effet des pénicillines sur la formation de la membrane cellulaire.

(b) La majorité des candidats connaissait le problème de la résistance croissante aux antibiotiques et l'immunité, mais peu d'entre eux connaissaient les effets des antibiotiques sur les bactéries utiles.

### **Question B3**

(a) La majorité des candidats en savait assez sur les différences entre les virus et les bactéries pour obtenir 3 ou 4 points à cette question.

(b) Les candidats ont bien répondu à cette question, bien que plusieurs d'entre eux aient évoqué la destruction des virus au lieu du blocage de leur réplication.

## **Option C – Biochimie humaine**

### **Question C1**

(a) La plupart des candidats ont correctement associé la solubilité appropriée à chacune des vitamines citées. Un peu moins de candidats ont fourni des explications correctes / adéquates. Il ne suffisait pas de dire qu'il y avait un groupement hydroxyl dans la vitamine C, puisque les vitamines A et D en contenaient également un. Il fallait signaler que plusieurs groupements de ce type étaient présents dans la molécule.

(b) Réponses le plus souvent correctes.

(c) Réponses le plus souvent correctes.

(d) Beaucoup de candidats ont écrit  $C=C$  au lieu de donner le nom demandé.

(c) Cette question n'a pas été bien résolue. Les réponses attendues étaient : oxydation ou destruction de la vitamine à haute température et sa dissolution dans l'eau.

### **Question C2**

(a) Carbonyle et cétone, mais pas aldéhyde, ont été des dénominations acceptées pour le groupement C=O ; méthyle ou alkyle ne sont pas acceptés comme groupements fonctionnels (voir E.E. 11.3.1.).

(b) Réponses le plus souvent correctes.

(c) La plupart des candidats ont obtenu 2 ou 3 points.

## Option D – Chimie de l'environnement

### Question D1

La plupart des candidats s'imaginent qu'ils maîtrisent suffisamment l'effet de serre pour répondre à des questions à son propos. Malheureusement, beaucoup d'entre eux ne lisent pas assez attentivement les questions ou confondent ce sujet avec la déplétion de la couche d'ozone.

(a) Cette question a bien opéré la discrimination, les meilleurs candidats obtenant le maximum des points. Les candidats qui n'ont pas fait mention de la longueur d'onde ou qui ont utilisé un style journalistique, recourant à des termes tels que «rebondir» ou «réfléchir» ont obtenu un moins bon score.

(b) La plupart des candidats connaissaient l'évaporation comme source naturelle d'eau, mais beaucoup moins de candidats ont identifié la combustion des carburants comme source d'eau provenant des activités humaines.

(c) Seuls les candidats les plus brillants ont opéré la distinction entre l'abondance et l'efficacité d'un gaz dans le phénomène d'absorption d'un rayonnement.

(d) Cette question a été bien résolue par la majorité des candidats, des scores de 3 et 4 points étant courants.

### Question D2

(a) Quelques candidats ont ignoré la question posée et ont parlé de la distillation. Un certain nombre de réponses a révélé que l'échange d'ions n'était pas un sujet familier.

(b) Certains candidats ont pensé que l'ozone était utilisé pour éliminer davantage d'impuretés par un processus chimique plutôt que par son effet sur les microorganismes ; toutefois son caractère insipide était bien connu. En essayant d'expliquer que l'utilisation d'ozone évite la formation de composés chlorés toxiques, une erreur fréquente a consisté à déclarer que l'ozone était moins toxique que le chlore.

## Option E – Les industries chimiques

### Question E1

(a)

(i) L'élimination du soufre (contenu dans le pétrole) pour empêcher la formation de dioxyde de soufre lors de la combustion était mieux connue que l'empoisonnement des catalyseurs qu'il produit lors du raffinage.

(ii) Les équations requises ont bien opéré la discrimination.

(iii) Les équations requises ont bien opéré la discrimination.

(b) Le maximum des points a été rarement observé et C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> a souvent été identifié comme le cyclohexène.

### Question E2

(a) & (b) Certains candidats n'ont pas répondu à ces parties de la question. Ceux qui ont essayé sérieusement ont obtenu un bon score.

(c) Les équations écrites étaient plus fréquemment correctes que lors des sessions précédentes.

## Option F – Les combustibles et l'énergie

### Question F1

La majorité des candidats connaissait les avantages des carburants liquides..

### Question F2

(a) En général, cette question a été bien traitée.

(b) En général, cette question a été bien traitée.

(c) En général, cette question a été bien traitée.

(d) En général, cette question a été bien traitée, bien qu'une erreur fréquente ait été de citer «le plomb» au lieu du «plomb tétraéthyl».

(e) Le calcul demandé s'est soldé le plus souvent par des résultats extrêmes : zéro ou le maximum. Certains candidats ne semblent pas familiarisés avec ce genre de calculs, alors que d'autres savaient exactement comment procéder et ont commis peu d'erreurs. La valeur de la capacité calorifique de l'eau était donnée dans le *Recueil des données*, mais plusieurs candidats ont utilisé d'autres valeurs. Une minorité de candidats a ajouté 273 à la variation de température. De nombreux candidats n'ont pas attribué un signe négatif à la réponse finale.

### Question F3

(a) Des scores allant du minimum au maximum ont été observés.

(b) Les réponses à cette question sont apparues très décevantes, beaucoup d'entre elles ne faisant pas référence à la masse et à l'énergie ; certains candidats ont parlé de molécules au lieu d'évoquer les noyaux (ou les atomes).

## Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

Outre les commentaires habituels portant sur la nécessité d'une lecture attentive des questions, sur l'attention qu'il faut accorder à la répartition des points d'une question et aux verbes d'action, les candidats sont invités à avoir à l'esprit les éléments suivants :

- s'exercer à l'écriture et à la pondération d'une large gamme d'équations (moléculaires, ioniques et nucléaires), en tenant compte des charges lorsque ces équations impliquent des ions;
- se familiariser avec les différentes utilisations des flèches dans les mécanismes réactionnels en chimie organique ;

- distinguer soigneusement les différents types de liaisons et de forces intermoléculaires et connaître leur importance dans l'explication de certaines propriétés, telles que la température d'ébullition et la solubilité.
- consacrer du temps pour se familiariser avec la manipulation de la calculatrice qui sera utilisée lors de l'examen, en particulier pour ce qui concerne les fonctions les moins fréquemment sollicitées, comme le log ou l'antilog, le carré et la racine carrée ;
- s'exercer à présenter les calculs de manière logique, en indiquant, le cas échéant, ce qui est calculé et en soulignant la réponse finale ;
- le candidat qui a suivi les cours dans d'autres options que les deux options requises pour l'examen devrait se consacrer en priorité à deux options seulement à l'approche de l'examen.

## Épreuve 1 du Niveau Supérieur (NS)

### Seuils de classement des notes par composante

|                         |     |      |       |       |       |       |       |
|-------------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Note finale:</b>     | 1   | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| <b>Gamme des notes:</b> | 0-8 | 9-14 | 15-21 | 22-25 | 26-28 | 29-32 | 33-40 |

### Remarques générales

Cet examen comportait 40 questions portant sur le *Tronc Commun des Matières* (TCM) et sur la *Matière Complémentaire spécifique du Niveau Supérieur* (MC-NS) inscrite au programme. Ces questions devaient être résolues sans l'aide d'une calculatrice ou du *Recueil de Données de chimie*. Chaque question proposait quatre réponses possibles, les réponses correctes étant créditées, les réponses incorrectes n'étant pas sanctionnées par un retrait de points.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 103 formulaires G2 reçus. Plus des trois-quarts des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier. Une majorité du reste des répondants a estimé que l'examen de cette année était un petit peu plus facile que celui de l'an dernier. Presque tous les répondants ont jugé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme a été jugée bonne par plus de la moitié des répondants et satisfaisante par le reste. La clarté de la formulation a été jugée bonne par presque les deux tiers des répondants et satisfaisante par plus du tiers d'entre eux. La présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par plus des trois quarts des répondants et comme satisfaisante par le reste.

### Points forts et points faibles des candidats dans le traitement des questions individuelles

L'index de difficulté des questions (le pourcentage de candidats répondant correctement à la question considérée) est compris entre 96 % et 25 %. L'index de discrimination, qui indique dans quelle mesure les questions opèrent la discrimination entre les élèves qui obtiennent un score élevé et ceux qui obtiennent un score faible, est compris entre 0,57 et 0,03 (plus cet index est élevé, plus la discrimination est efficace).

Les commentaires suivants ont été formulés à propos de certaines questions.

**Question 7**

Certains répondants ont exprimé l'opinion selon laquelle les candidats n'étaient pas familiarisés avec l'oxyde de phosphore (III). La note à l'attention du professeur dans l'E.E. 13.1.1. mentionne spécifiquement ce composé comme l'un dont l'état physique devrait être connu. La réponse correcte, B, a été choisie par 45 % des candidats ; toutefois, la réponse D a été choisie par presque autant de candidats (ceux qui ont pensé que  $P_4O_6$  était aussi un gaz).

**Question 9**

Plusieurs répondants ont émis l'opinion qu'une table des valeurs d'électronégativité était nécessaire pour répondre à cette question. Ce n'est pas le cas. L'objectif de cette question était de tester les candidats sur l'application des Énoncés d'Évaluation (E.E.) 4.2.4 et 4.2.5. Deux tiers des candidats ont choisi la réponse correcte (la liaison C—O, avec une différence d'électronégativité de 1,0). Toutes les autres liaisons correspondaient à une différence d'électronégativité de 0,5 ; la réponse incorrecte choisie le plus souvent fut la liaison O—F, sans doute parce qu'elle implique les deux éléments les plus électronégatifs.

**Question 21**

Certains répondants ont fait remarquer que l'expression qui relie  $k$  à  $T$  figure dans le *Recueil de Données*, dont les candidats ne pouvaient pas disposer à l'examen ; dès lors, ils estiment que la connaissance de cette relation ne devait pas être testée dans l'épreuve 1. Le fait qu'une donnée ou une information figurent dans le *Recueil de Données* n'implique pas automatiquement que le candidat ne doive pas les connaître. La note à l'attention du professeur dans l'E.E. 16.3.2. stipule clairement que cette méthode doit être expliquée. La question a très bien opéré la discrimination et a été traitée correctement par 65 % des candidats.

**Question 28**

Certains répondants ont émis des critiques à propos de l'allure des quatre courbes de titrage. Il est admis qu'elles auraient dû être tracées avec plus de précision, bien que cela n'ait pas posé de problèmes aux candidats. La question a bien opéré la discrimination et 65 % des candidats y ont répondu correctement.

**Question 34**

Certains répondants ont suggéré que la formulation n'était pas claire, en particulier, l'utilisation du terme «voisins». On admet qu'une meilleure formulation aurait pu être utilisée, bien que ce terme soit mentionné dans la note à l'attention du professeur de l'E.E. 11.1.1. et que son utilisation soit clairement précisée.

**Épreuve 2 du Niveau Supérieur (NS)****Seuils de classement des notes par composante**

|                         |      |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Note finale:</b>     | 1    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| <b>Gamme des notes:</b> | 0-15 | 16-29 | 30-41 | 42-51 | 52-61 | 62-71 | 72-90 |

## Remarques générales

Cette épreuve a permis aux bons candidats de montrer leur savoir-faire, mais il a aussi donné l'occasion aux candidats moins brillants de bien se débrouiller avec les questions. En général, les candidats doivent être particulièrement attentifs au nombre de points attribués à la question traitée et ajuster leurs réponses en fonction de cette donnée. Les calculs doivent apparaître clairement et leur exactitude doit être vérifiée, de même que le nombre de chiffres significatifs et les unités, s'il échet. Les candidats doivent lire les questions soigneusement, car certains candidats omettent de fournir des explications, alors que la question demande d'exposer et d'expliquer. Les candidats doivent être attentifs aux verbes d'actions utilisés dans les questions.

## Parties du programme et de l'examen qui se sont avérées difficiles pour les candidats

- les chiffres significatifs ;
- le mécanisme réactionnel en relation avec la vitesse de réaction ;
- les spectres de raies ;
- les processus moléculaires à l'équilibre ;
- les forces intermoléculaires et les températures d'ébullition ;
- les définitions dans le domaine de l'énergétique ;
- les transformations qui se produisent dans les cellules électrochimiques au cours de l'électrolyse ;
- les conditions dans lesquelles intervient l'oxydation des alcools, le mécanisme  $S_N2$ , le produit de l'estérification.

## Parties du programme et de l'examen pour lesquelles les candidats semblaient être bien préparés

- la détermination des ordres de réaction ;
- la stœchiométrie ;
- le calcul de la masse atomique relative à partir de la composition isotopique à l'équilibre ;
- la forme (géométrie) des molécules ;
- l'application de l'équation qui donne l'énergie libre ;
- les cellules / les piles électrochimiques ;
- la spontanéité d'une réaction.

## Points forts et points faibles des candidats dans le traitement des questions individuelles

### Section A

#### Question 1

(a) – (c) La détermination des ordres de réaction à été faite correctement et beaucoup de candidats se sont avérés capables de déterminer la valeur de la constante de vitesse.

Les candidats les plus doués ont pu remarquer et expliquer que le mécanisme était en accord avec l'expression expérimentale de la vitesse de la réaction. D'autres ont éprouvé des difficultés à établir que l'étape lente déterminant la vitesse de la réaction dépendait de  $[X]$  et de  $[NO]$ , et que

[X] dépendait de  $[H_2]$  et de  $[NO]$ . Un élément important à signaler était que l'équation globale résultant du mécanisme s'identifiait à l'équation stœchiométrique.

Les candidats ont généralement éprouvé des difficultés pour expliquer pourquoi un mécanisme en une étape était improbable pour cette réaction qui impliquait la collision simultanée de quatre particules.

Les comparaisons entre les vitesses de formation des différents produits ont généralement été bien faites.

### Question 2

L'équation de la combustion complète de l'éthane a été très bien formulée.

Certains candidats ont éprouvé des difficultés pour calculer les volumes de dioxyde de carbone produit ou d'oxygène restant. Certains ont d'abord calculé le nombre de moles de gaz, ce qui allongeait inutilement les calculs nécessaires.

### Question 3

Un certain nombre de candidats ne connaissaient pas la formule de l'iodure de zinc ; d'autres ont écrit des réactifs incorrects, comme des ions zinc ou des ions iodure, en dépit du fait que les réactifs étaient spécifiés. La majorité des candidats a pu identifier le réactif en excès.

### Question 4

Le terme *isotope* est incontestablement malaisé à définir, pourtant les candidats se sont bien tirés d'affaire. Certains n'ont pas fait référence à des atomes du même élément ; d'autres se sont référés à des éléments différents. La partie de la question portant sur la détermination de la masse atomique moyenne a été bien traitée, mais certains candidats n'ont pas prêté attention au nombre de chiffres significatifs et ont fourni des réponses avec un nombre de chiffres significatifs compris entre 2 et 7.

### Question 5

Un certain nombre de candidats ont éprouvé des difficultés à exprimer la différence entre un spectre de raies et un spectre continu. Déclarer qu'un spectre de raies est formé de raies et qu'un spectre continu n'est pas formé de raies ne peut constituer une réponse acceptable au NS. La réponse devait être exprimée en termes de caractère discret du spectre ou de couleurs/de longueurs d'onde/de fréquences. Certains candidats n'ont pas remarqué que le spectre de raies de l'hydrogène dans le domaine du visible converge aux hautes énergies, mais la plupart ont été capables d'identifier une raie comme résultant d'une transition électronique entre niveaux d'énergie.

### Question 6

Beaucoup de candidats n'ont pas lu la question avec suffisamment d'attention. Pour «décrire en termes moléculaires», il faut qu'il soit fait mention de molécules dans la réponse.

(a) Des candidats n'ont pas réalisé l'importance du fait que les processus moléculaires se déroulent à la même vitesse lorsqu'un système est à l'équilibre.

(b) Un certain nombre de candidats ont erronément tenté d'expliquer ce qui se passe en termes de réaction chimique.

### Question 7

La question sur l'équilibre a été généralement bien traitée et les candidats ont pu expliquer l'effet d'une modification de la température ou de la pression sur la position de l'équilibre. C'est la variation du nombre de moles de gaz qu'il est important de considérer lorsque l'effet de la pression est envisagé. Certains candidats n'ont pas lu attentivement la question et ont omis le détail concernant l'effet d'une élévation de température sur la valeur de  $K_c$ .

## Section B

Lorsqu'ils répondent aux questions de cette section, les candidats devraient examiner attentivement la répartition des points, ce qui leur donnerait une bonne estimation de la longueur de la réponse attendue.

### Question 8

(a) La plupart des candidats ont pu proposer la configuration électronique correcte de l'argon et donner les formules des deux ions de charges opposées qui sont isoélectroniques à l'argon. Cependant, quelques candidats ont semblé ne pas avoir lu la question attentivement et ont cité  $\text{Na}^+$  comme étant l'un de ces deux ions.

(b) Les structures de Lewis étaient généralement représentées correctement et la forme (géométrie) des ions correctement identifiée. Toutefois, beaucoup de candidats ont éprouvé des difficultés pour expliquer la géométrie des ions. Il n'était pas rare que des candidats fassent référence à des paires électroniques de l'atome terminal ou qu'ils mentionnent que les atomes devaient être très éloignés les uns des autres, au lieu de se référer au nombre total de centres de charges (paires d'électrons liants et non liants) autour de l'atome central, ces centres étant responsables de la répulsion.

(c) Les candidats ont souvent pu identifier la polarité des molécules et indiquer correctement l'ordre croissant des températures d'ébullition des quatre composés organiques. Cependant, ils étaient parfois incapables d'expliquer ce classement sur base du type et de l'intensité des forces intermoléculaires en cause.

(d) Cette question sur la conductivité électrique a généré un large éventail de réponses, allant du graphite cité comme un meilleur conducteur que le diamant (ce qui n'implique pas que le diamant soit un isolant) au chlorure de potassium qualifié de bon conducteur en raison de la mobilité de ses électrons, alors qu'il fallait remarquer que c'est à l'état fondu ou en solution aqueuse que ce composé ionique est conducteur, ses ions pouvant alors se mouvoir.

### Question 9

(a) Cette partie aurait pu être mieux réussie si plus de candidats avaient tenu compte du verbe d'action qui figurait dans la question, en l'occurrence, «Expliquer». Les candidats ont souvent mentionné qu'à température élevée,  $\Delta G^\ominus$  était négatif, sans expliquer pourquoi ; dès lors, ils n'ont pas été crédités de tous les points attribués à cette question.

(b) L'erreur la plus commune dans le calcul de la variation d'enthalpie de réaction à partir des énergies de liaison a consisté en une inversion du signe (c'est-à-dire que les candidats ont utilisé la relation *somme des énergies des liaisons formées* – *somme des énergies des liaisons rompues*, alors qu'il fallait appliquer la relation inverse). Parfois, la méthode n'était pas indiquée clairement et les candidats avaient tendance à gribouiller des chiffres au lieu d'expliquer la méthode suivie. Lorsqu'ils calculaient  $\Delta S^\ominus$ , les candidats oubliaient parfois d'inclure les coefficients dans leurs calculs. Le signe de  $\Delta S^\ominus$  était souvent déterminé correctement, mais il manquait l'explication basée sur le fait qu'il y avait moins de molécules de gaz dans les produits formés.

(c) Les candidats ont éprouvé d'énormes difficultés à définir *enthalpie standard de formation*. Des candidats ont souvent évoqué l'énergie nécessaire plutôt que la variation d'enthalpie et n'ont pas spécifié qu'il s'agissait de la formation d'une mole d'éthanol (à l'état gazeux).

(d) Le concept d'*enthalpie moyenne de liaison*, interprété comme la moyenne des enthalpies d'une liaison spécifique dans une diversité de composés, n'a pas été bien traité. Il semble que les candidats n'aient pas remarqué sur quoi portait le verbe d'action figurant dans la question, à savoir «Expliquer *ce que signifie* ce terme»; au lieu de cela, ils ont expliqué *pourquoi* il fallait prendre une moyenne.

(e) La question sur les enthalpies de réaction (combustion) du cyclohexane et du benzène calculées à partir des enthalpies moyennes de liaison n'a généralement pas été bien résolue. L'élément déterminant faisait défaut : le cyclohexane contenant des liaisons simples de même énergie, les enthalpies moyennes de liaison pouvaient être utilisées, alors que le benzène présente une structure de résonance, avec des énergies de liaison intermédiaires (l'ordre de liaison vaut 1,5), de sorte que les enthalpies de liaison ne peuvent pas être utilisées dans ce cas.

### Question 10

(a)

(i) Les conditions de réalisation d'une électrode standard d'hydrogène ont généralement été données correctement.

(ii) Beaucoup de candidats ont pu calculer le potentiel (la force électromotrice) de la pile. Toutefois, des candidats ont éprouvé des difficultés pour décrire les transformations qui se produisent aux électrodes et dans les solutions lorsque la pile fonctionne.

(b) En général, cette question a été résolue correctement. Toutefois, certains candidats se sont embrouillés en ce qui concerne les signes (des potentiels standard).

(c) Cette question n'a pas été bien résolue. Une réponse telle que «Parce que le bromure est situé au dessus de l'oxygène et le chlorure en dessous» n'est pas suffisante pour mériter les points. Les candidats auraient dû traiter cette question, soit en travaillant avec les valeurs de  $E^\ominus$  (f.e.m.,  $\Delta E^\ominus$ , positive pour la réaction entre l'oxygène ou les ions dichromate (VI) et les ions bromure, négative lorsqu'ils réagissent avec les ions chlorure), soit en termes de force relative des agents oxydants bromure, oxygène ou ions dichromate (VI) et chlorure.

(d) Il n'était pas rare que les candidats confondent les électrodes où les réactions avaient lieu. Les cations  $\text{Na}^+$  migraient vers l'électrode négative où se formait du sodium et les anions  $\text{Cl}^-$  se dirigeaient vers l'électrode positive où du chlore gazeux était produit.

(e) Les candidats devaient savoir que l'électrolyse d'une solution concentrée de chlorure de sodium produit de l'hydrogène et du chlore dans la proportion 1 : 1, alors que l'électrolyse d'une solution diluée fournit de l'hydrogène et de l'oxygène dans le rapport 2 : 1.

### Question 11

(a) Les candidats ont pu identifier le composé A comme étant l'aldéhyde et le composé B un acide. Ils n'ont pas toujours été capables de reconnaître qu'il y avait trois environnements chimiques différents. Lorsque les candidats évoquent l'absorption infrarouge, ils doivent aussi identifier la liaison responsable de cette absorption.

(b) Manifestement, les candidats étaient capables d'identifier la structure de l'alcool B, mais souvent ils n'ont pas pu prévoir le rapport des aires comprises sous les pics dans le spectre RMN du proton.

(c) Bien que l'agent oxydant ait généralement été identifié, les conditions de l'oxydation ont souvent été omises, à savoir l'acidification du milieu ou la distillation de l'aldéhyde obtenu pour éviter la poursuite de l'oxydation.

(d) Les candidats ont généralement expliqué la signification du terme  $\text{S}_{\text{N}}2$ , mais souvent, le mécanisme n'était pas bien compris. En particulier, beaucoup de candidats ont éprouvé des

problèmes avec les flèches utilisées pour illustrer les mécanismes. Une consigne formulée explicitement dans la question prescrivait d'en faire usage dans la réponse.

(e) Les candidats ont pu conclure que le bromoalcane réagirait plus vite que le chloroalcane correspondant, parce que la liaison C-Br est moins solide.

(f) La question portant sur la formation de l'ester a été bien résolue, beaucoup de candidats ayant été capables de nommer la réaction et de déduire la structure du produit formé.

(g) La structure de l'ester isomère du composé D et la raison de sa solubilité plus faible que celle de D ont constitué des questions difficiles pour les candidats. La solubilité plus faible est due à l'absence de groupes OH dans la molécule de l'isomère, ce qui l'empêche de former des liaisons par pont d'hydrogène avec les molécules d'eau.

### Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

Les recommandations suivantes sont adressées aux professeurs et aux candidats :

- les professeurs sont instamment invités à se référer aux épreuves des années précédentes et à leurs corrigés pour aider les candidats à préparer les examens ;
- les candidats doivent connaître la signification des différents verbes d'action utilisés dans le programme, dans les énoncés d'évaluation et dans les épreuves d'examens ;
- les candidats devraient s'efforcer d'adapter leur réponse au nombre de points attribués à la question ;
- les candidats devraient être encouragés à effectuer les calculs jusqu'au bout ; les erreurs sont reportées, de sorte qu'une méthode correcte dans la suite de la question sera valorisée ;
- toutes les étapes d'un calcul doivent être fournies ;
- les candidats devraient vérifier mentalement les résultats fournis par la calculatrice, afin de s'assurer qu'ils sont pertinents ;
- les candidats doivent étudier les définitions formelles ;
- les candidats devraient structurer leurs réponses, plutôt que de les tirer en longueur ;
- les insuffisances au niveau de l'écriture peuvent être améliorées en donnant l'occasion aux candidats de rédiger des questions du type de celles qui sont posées à l'examen et en leur donnant une information en retour appropriée – les examens ont mis en évidence quelques exemples alarmants sur le plan de la qualité de l'écriture.
- lorsque cela se justifie, les candidats devraient illustrer leurs réponses par des schémas simples, nets et convenablement légendés.

## Épreuve 3 du Niveau Supérieur (NS)

### Seuils de classement des notes par matière

|                         |     |      |       |       |       |       |       |
|-------------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Note finale:</b>     | 1   | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| <b>Gamme des notes:</b> | 0-7 | 8-15 | 16-21 | 22-27 | 28-33 | 34-39 | 40-50 |

### Commentaires généraux

Aucune option n'a généré un score moyen qui soit significativement supérieur à celui des autres. Il est remarquable de constater que les candidats ont obtenu des scores sensiblement égaux dans les deux options qu'ils ont choisies, ce qui suggère une bonne parité entre les différentes options.

### **Les parties du programme et de l'examen pour lesquelles les candidats ont éprouvé des difficultés**

En première analyse, il semblerait que certaines options, par exemple *Les médicaments et les drogues*, proposent des questions qui font davantage appel à la mémorisation et sont de ce fait considérées comme plus faciles que les autres options qui requièrent plus des facultés d'interprétation, telle *La chimie analytique moderne*. Toutefois, comme lors des examens précédents, aucun résultat ne vient corroborer cette thèse.

Bien que la remarque soit formulée chaque année, certains candidats continuent à perdre des points parce qu'ils fournissent des réponses qui sont beaucoup trop superficielles ou qui comportent peu de chimie. Ainsi, par exemple, très peu de candidats ont mentionné le fait que c'est la vibration des liaisons entre les atomes au sein des molécules qui est responsable du piégeage ou de l'absorption du rayonnement infrarouge par les gaz impliqués dans l'effet de serre.

### **Les niveaux de connaissance, de compréhension et de compétence démontrés**

Cette épreuve a bien opéré la discrimination entre les candidats et les meilleurs d'entre eux ont fourni d'excellentes réponses, démontrant qu'ils avaient été bien préparés. Comme les années précédentes, les candidats relevant de centres où les combinaisons d'options se pratiquent ont tendance à faire preuve de connaissances moins approfondies que ceux qui font partie de centres où une majorité de candidats choisit les deux mêmes options à l'examen. Il est évident qu'il est de l'intérêt des candidats que les professeurs traitent en profondeur deux options, plutôt que d'autoriser leurs candidats à étudier individuellement une gamme d'options.

Beaucoup de candidats ont pu fournir de bonnes réponses aux questions de mémorisation et également à des questions où ils ont dû mettre leurs connaissances en application, comme par exemple dans des questions visant à évaluer l'objectif 3. Cela a été particulièrement perceptible dans l'Option G où beaucoup de candidats ont été capables de tirer des conclusions pertinentes à partir des spectres qui étaient proposés. La plupart des candidats qui ont choisi l'Option H ont pu faire un usage correct des flèches pour illustrer les mécanismes réactionnels, même si une certaine confusion régnait encore entre les différents mécanismes.

### **Points forts et faiblesses des questions**

#### **Option B – Les médicaments et les drogues**

C'est la seconde année que cette option est proposée à l'examen du Niveau Supérieur et elle commence à connaître un succès croissant. La plupart des candidats ont fait preuve d'une bonne connaissance des thèmes de l'option.

#### **Question B1**

(a) Certains candidats éprouvent encore des difficultés à identifier des groupements fonctionnels dans des molécules. La plupart des candidats connaissaient la différence essentielle entre des analgésiques légers et des analgésiques puissants, mais relativement peu d'entre eux ont donné le nom d'amide au groupement fonctionnel azoté présent dans l'acétaminophène (aussi connu sous le nom de paracétamol ou sous l'appellation commerciale de Tylenol®).

(b) La réponse correcte pour le groupement fonctionnel azoté présent dans la molécule d'héroïne était une amine tertiaire. «Amine» était accepté, mais les candidats n'étaient pas crédités du point attribué à la question s'ils avaient répondu amine *primaire* ou amine *secondaire*.

### Question B2

(a) Beaucoup de candidats ont pu expliquer de manière appropriée le mode d'action de la (des) pénicilline(s).

(b) Beaucoup de candidats ont obtenu une partie des points à la question relative aux effets d'une surconsommation de pénicillines, mais nombreux sont ceux qui ont omis de signaler qu'elles détruisaient également les bactéries utiles.

### Question B3

Les candidats connaissaient généralement les différences entre les bactéries et les virus, mais certains n'ont pas lu attentivement la question et n'ont pas fait référence à leur structure et à leur mode de multiplication.

### Question B4

(a) Cette question a le plus souvent été bien traitée, même si des termes inappropriés comme «endormir» (qui peut prêter à confusion avec le terme utilisé en médecine vétérinaire pour désigner l'euthanasie d'animaux incurables) étaient parfois utilisés au lieu de «perte de conscience» / «inconscience».

(b) Les candidats semblent avoir choisi au hasard les propriétés des deux anesthésiques, le trichlorométhane et le cyclopropane. Plusieurs candidats ont mentionné à tort que le cyclopropane était incombustible et que l'inconvénient du trichlorométhane résidait dans son caractère inflammable.

### Question B5

(a) & (b) Les candidats qui avaient compris la notion de chiralité n'ont guère éprouvé de difficultés pour répondre à cette question. Par contre, certains candidats sont toujours incapables de représenter les deux isomères comme les images spéculaires parfaites de la molécule.

## Option C – Biochimie humaine

Les candidats ont généralement bien réussi les deux premières parties de cette option, mais les deux dernières questions se sont avérées plus difficiles.

### Question C1

(a) La plupart des candidats ont pu indiquer correctement si les trois vitamines proposées étaient ou non hydrosolubles ou liposolubles. Certains n'ont pas été très précis dans leur raisonnement et ont omis de signaler que bien que la vitamine A possède un groupe –OH, c'est la longue chaîne hydrocarbonée non polaire qui détermine sa solubilité. Alors qu'ils avaient correctement indiqué que la vitamine C contient plusieurs groupes –OH, certains candidats n'ont pas précisé que ces groupes pouvaient former des liaisons par pont d'hydrogène avec les molécules d'eau.

(b)

(i) Le rôle de la vitamine C dans l'organisme était bien connu.

(ii) Beaucoup de candidats ont omis de signaler que la vitamine C peut être perdue lors de l'ébullition, car elle se dissout dans l'eau. Ceux qui ont réalisé qu'elle pouvait aussi être décomposée chimiquement par la chaleur ont parfois improprement qualifié ce phénomène de «dénaturation».

### Question C2

(a) Beaucoup de candidats ont correctement identifié les groupements fonctionnels alcène et carbonyle (ou cétone) présents dans les molécules de progestérone et de testostérone. Toutefois, plusieurs candidats ont écrit «groupe alkyle» et n'ont pas été crédités pour cette réponse incorrecte.

(b) & (c) Aucun commentaire particulier.

### Question C3

(a) Les réponses à cette question étaient généralement bonnes. Les candidats qui n'avaient pas utilisé spécifiquement le terme «catalyseur» pouvaient encore être crédités des points s'ils donnaient une description adéquate de la manière dont une enzyme fonctionne comme catalyseur.

(b) Beaucoup de candidats ont éprouvé des difficultés pour expliquer le graphique et nombreux sont ceux qui ont omis de mentionner et d'expliquer pourquoi la vitesse de la réaction augmentait d'abord avec la température. Certains n'ont pas expliqué pourquoi la vitesse de la réaction atteignait un maximum aux environs de 37° C. Bien que presque chaque candidat ait évoqué la dénaturation de l'enzyme à des températures supérieures, beaucoup d'entre eux n'ont pas précisé que c'était le site actif qui était affecté.

### Question C4

En général, cette question n'a pas été bien résolue. Elle évaluait de manière certaine l'objectif 3 et ne portait pas sur une matière que les candidats pouvaient simplement étudier par cœur.

(a) L'ion le plus efficace pour déterminer des modifications rapides, telles que celles qui interviennent dans le fonctionnement des nerfs, devait être l'ion le plus mobile, c'est-à-dire l'ion Z, porteur de la densité de charge la plus faible.

(b) La réponse attendue était l'ion X, car la formation de liaisons fortes au sein d'une unité structurale est plus probable avec un ion porteur d'une densité de charge élevée.

## Option D – Chimie de l'environnement

Comme il fallait s'y attendre, cette option a rencontré un vif succès et a été traitée fort bien par la plupart des candidats. Cependant elle a encore fourni de nombreux exemples de candidats qui ne répondent pas en termes de chimie et n'ont donc pas obtenu le maximum des points.

### Question D1

(a) Certains candidats ignoraient que c'est essentiellement la contamination par les engrais qui est responsable de la présence de nitrates dans l'eau potable.

(b) Malheureusement, certains candidats ignoraient que c'est lors de l'étape du traitement tertiaire des eaux usées que les nitrates sont éliminés. Trop de candidats ont parlé de «floculation» ou de précipitation des nitrates au lieu d'évoquer l'utilisation de la technique d'échange d'ions, de microorganismes ou de bassins d'algues.

### Question D2

Les avantages liés à l'utilisation d'ozone au lieu de chlore pour purifier l'eau potable étaient bien connus et beaucoup de candidats ont obtenu le maximum des points pour cette question.

### Question D3

(a) & (b) À l'inverse, peu de candidats ont obtenu le maximum à la question 3, car presque tous ont omis d'expliquer comment les molécules des gaz responsables de l'effet de serre absorbent le rayonnement infrarouge. Beaucoup de candidats ont aussi déclaré que la Terre *réfléchissait* le rayonnement, plutôt que de dire qu'elle *émettait* (radiait) un rayonnement de longueur d'onde supérieure.

(c) Certains candidats ont éprouvé des difficultés pour établir la relation entre l'abondance et la capacité d'un gaz à absorber un rayonnement lorsqu'il s'agissait d'expliquer l'importance du dioxyde de carbone et du méthane comme gaz à effet de serre.

(d) Les effets du réchauffement global étaient généralement bien connus.

### Question D4

Les candidats qui semblent avoir lu la question soigneusement et l'avoir traitée point par point l'ont bien réussie. Beaucoup de candidats n'ont pas été assez précis sur l'origine du brouillard photochimique (smog). La réponse «les gaz d'échappement automobiles» ne constitue pas une cause chimique suffisante pour mériter des points. Certains ont évoqué «les villes situées dans des cuvettes», ce qui n'était pas demandé, mais ont négligé de parler de l'inversion thermique, ce qui était inclus dans la question.

## Option E – Les industries chimiques

Cette option est celle qui a rencontré le moins de succès en ce qui concerne le choix. Les bons candidats y ont bien répondu, mais les plus faibles semblent avoir été mal préparés.

### Question E1

(a)

(i) La plupart des candidats connaissaient les raisons pour lesquelles il fallait éliminer le soufre du pétrole. Toutefois, plusieurs candidats ont signalé que le soufre était responsable des pluies acides, sans expliquer qu'il devait d'abord être brûlé pour former du dioxyde de soufre, lequel est à l'origine de ce phénomène.

(ii) La réaction entre le sulfure d'hydrogène et le dioxyde de soufre s'est avérée difficile pour les candidats.

(b)

(i) Les types de procédés de reformage étaient mal connus.

(ii) Beaucoup de candidats n'ont pas été capables de nommer correctement le 3-méthylpentane et ont souvent confondu *aromatisation* et *cyclisation*.

### Question E2

En général, cette question n'a pas été bien résolue.

### Question E3

Les effets de l'addition de gallium ou d'arsenic au silicium étaient bien connus, mais un certain nombre de candidats ont omis de répondre à la question posée et n'ont pu indiquer ni expliquer de quelle manière le dopage du silicium accroît sa conductivité.

#### **Question E4**

Des réponses inattendues ont été fournies concernant les espèces chimiques obtenues au cours des procédés de craquage. Le fait que l'une d'elles était un ion et l'autre un radical aurait dû attirer l'attention des candidats sur le type de liaison rompue, mais souvent, ils n'ont pas été capables de traiter cette question correctement et complètement.

### **Option F – Les combustibles et l'énergie**

#### **Question F1**

La plupart des candidats ont pu citer deux avantages de la conversion de la houille en combustible liquide.

#### **Question F2**

(a) Cette question n'a pas été traitée correctement. La plupart des candidats connaissaient le problème de l'auto-allumage («cognage»).

(b) Peu de candidats ont été capables de nommer correctement le 2,2,4-triméthylpentane, le carburant dont l'indice d'octane est fixé à 100, alors que cette information figure explicitement dans le programme.

(c) Dans cette partie de la question, le report d'erreur a été appliqué, car il fallait identifier la différence structurale entre l'heptane et l'alcane cité en (b).

(d) Bien que beaucoup de candidats aient correctement cité le plomb tétraéthyl ou des composés aromatiques comme additifs permettant d'augmenter l'indice d'octane, plusieurs candidats ont juste mentionné «le plomb» et n'ont pas été crédités du point attribué à cette question.

(e) Peu de candidats ont obtenu le maximum des points (5 pts) alloués à cette question qui portait sur le calcul de l'enthalpie molaire de combustion de l'heptane. Les erreurs les plus courantes ont été d'omettre les unités ou d'utiliser des unités incorrectes, de ne pas indiquer le signe négatif de la valeur trouvée ou, au moins, de préciser que la chaleur était dégagée au cours du processus.

#### **Question F3**

Manifestement, la plupart des candidats avaient une idée de la différence entre la fusion et la fission nucléaires, mais ont été incapables d'exprimer clairement leur réponse en termes d'atomes et/ou de noyaux, de produits formés ; en conséquence, ils ont rarement obtenu les trois points alloués à cette question.

#### **Question F4**

Les avantages et inconvénients du stockage de l'énergie ont donné lieu à des réponses très variées. Certains candidats ont bien traité les points requis, mais un nombre significatif de candidats n'a apparemment pas lu la question attentivement et a évoqué l'hydrogène et l'énergie nucléaire comme des sources primaires d'énergie au lieu de parler des modes de stockage.

#### **Question F5**

Le Ra-225, émetteur bêta, a été soit très bien, soit très mal traité, les candidats obtenant le maximum des points ou aucun point pour cette question.

### Option G – Chimie analytique moderne

La plupart des candidats ayant choisi de répondre aux questions de cette option ont paru bien préparés et quelques bonnes réponses ont été observées, sauf pour la dernière question relative à la chromatographie sur colonne. Il y avait en fait cinq alcools isomères et la question aurait dû préciser qu'il y avait quatre isomères *de structure* du composé  $C_4H_{10}O$ . Néanmoins, cela n'a pas paru poser problème ni engendrer de confusion dans le chef des candidats lorsqu'ils ont répondu à cette question.

#### Question G1

- (a) & (b) Cette question a généralement été traitée correctement.
- (c) (i) & (ii) Souvent les candidats ont omis de préciser que le nombre de pics correspond aux nombres d'environnements différents *pour les atomes d'hydrogène* et ont seulement parlé d'environnements chimiques.
- (iii) Probablement parce qu'ils n'ont pas véritablement compris les informations attachées aux caractéristiques des pics, les candidats ont fourni des valeurs souvent incorrectes des rapports entre les aires comprises sous les pics.
- (d) Pas de commentaire particulier.
- (e) Il faudrait apprendre aux candidats que l'attribution d'un pic dans un spectre de masse doit se référer à une espèce qui est toujours un ion positif. Trop souvent les candidats ignorent la charge positive.
- (f)
- (i) L'interprétation de la démultiplication des pics dans un spectre RMN a été bien faite.
- (ii) La plupart des candidats ont pu attribuer la démultiplication des pics à la présence d'un groupe  $-CH_2$  voisin du groupe  $-CH_3$  et ont correctement identifié l'éther.

#### Question G2

- (a) & (b) Cette question a généralement été bien résolue. La différence entre adsorption et partition, entre phase stationnaire et phase mobile était connue de la plupart des candidats.
- (c) La technique de la chromatographie sur colonne n'a pas été bien expliquée. Cela donne à penser que très peu de candidats avaient eu l'occasion d'appliquer cette méthode ou de l'avoir vue appliquée lors d'une démonstration.

### Option H – Chimie organique approfondie

Les réponses fournies à certaines questions de cette option ont été extrêmement variées.

#### Question H1

- (a), (b) (i) & (ii) La plupart des réponses se basaient sur les différents types d'isomérisation rencontrés.

(b) (iii) Beaucoup de candidats ont obtenu le maximum des points parce qu'ils ont décrit le mécanisme de l'addition électrophile. Presque tous les candidats sont maintenant capables d'utiliser correctement les flèches pour montrer d'où partent les électrons et où ils aboutissent.

(iv) La règle de Markovnikov a donné lieu à quelques réponses intéressantes. Certains candidats l'ont expliquée correctement, en termes de stabilité des carbocations intermédiaires. D'autres ont bien lu la question ; ils ont simplement énoncé la règle et expliqué qu'elle ne pouvait s'appliquer ici, puisque X et Y avaient tous deux un atome d'hydrogène sur chacun des atomes de carbone de la double de liaison. Cette réponse était suffisante pour être créditée des points alloués à cette question.

(c) (i) & (ii) Certains candidats ont éprouvé des difficultés à expliquer comment la vitesse de la substitution nucléophile de X se situait par rapport à celles de  $(\text{CH}_3)\text{CBr}$  et de  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ . Relativement peu de candidats ont formulé des commentaires à propos du fait que la longueur de la liaison C-Br du bromobenzène est plus courte, étant donné que l'une des paires électroniques non liantes de l'atome de brome se délocalise dans les électrons  $\pi$  du cycle benzénique. De ce fait, la liaison C-Br est plus difficile à rompre et le bromobenzène est nettement moins réactif vis à vis des agents nucléophiles.

## Question H2

La comparaison entre la basicité des amines et celle de l'ammoniac était généralement bien connue. Certains candidats ont correctement mentionné que l'éthylamine était plus basique que l'ammoniac, en comparant les valeurs de leurs  $\text{p}K_{\text{b}}$ . Toutefois, ils ont souvent été incapables d'expliquer cette propriété en termes d'effet donneur des groupes alkyle qui augmente la capacité de la paire électronique non liante de l'azote à attirer un proton.

## Recommandations aux professeurs pour la guidance des futurs candidats

Certains candidats ont éprouvé des difficultés à répondre à la question posée. Parfois, des parties de la question n'ont pas été envisagées et, parfois aussi, les questions ont été mal lues. Dans une certaine mesure, ces difficultés pourraient être surmontées en proposant plus souvent aux élèves de s'exercer à résoudre des questions du type de celles de l'examen. Il faudrait donner régulièrement aux candidats des travaux et des questionnaires des sessions précédentes. Cette pratique donnerait aux candidats l'occasion de développer les compétences nécessaires pour répondre aux questions de manière claire, directe et complète, ce qui leur permettrait d'éviter d'être pénalisés pour n'avoir pas répondu à la question posée. Par exemple, lorsqu'une question demande de citer *deux* avantages de la conversion de la houille en carburant liquide, n'en donner qu'un seul n'est pas suffisant. De même, si la question porte sur le *stockage* de l'énergie, une réponse décrivant la production d'énergie ne sera créditée d'aucun point.

Les recommandations suivantes sont adressées aux professeurs et aux candidats :

- Les candidats doivent être tout à fait familiarisés avec les verbes d'action et connaître les objectifs auxquels ils se réfèrent. Ils doivent connaître le style et la forme de réponses que requièrent des verbes d'action et des objectifs particuliers pour que leurs réponses soient appropriées. Les réponses devraient démontrer que la question a été traitée de manière approfondie et exhaustive. Les candidats devraient s'assurer qu'ils ont envisagé suffisamment d'aspects de la question pour mériter la totalité des points disponibles.
- Les candidats doivent disposer des ressources appropriées pour compléter l'enseignement des options. Peu de manuels de chimie couvrent de manière adéquate la matière et les informations de toutes les options. Souvent, les candidats révèlent qu'ils ne sont pas familiarisés avec les notions de base des options auxquelles ils ont choisi de répondre.

- La performance médiocre observée pour la question relative à la chromatographie sur colonne, suggère qu'il faudrait renforcer la relation significative entre la théorie et la pratique – présentations/discussions en classes et recherches sous forme de travaux pratiques.
- Il faudrait conseiller aux candidats d'essayer de répondre à toutes les questions d'une option. Il vaut mieux essayer de répondre et obtenir quelques points que de ne rien tenter, ce qui ne rapportera rien du tout.
- Il est conseillé aux professeurs de traiter deux options de manière approfondie et de ne pas essayer d'aller au delà, à moins que le temps dont ils disposent ne le permette. Il apparaît clairement que les candidats des écoles qui couvrent plusieurs options obtiennent des résultats plus faibles que ceux qui se sont consacrés exclusivement à l'étude de deux options.