

CHIMIE

Seuils de classement des notes par matière

Niveau Supérieur

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes	0-18	19-33	34-48	49-59	60-69	70-79	80-100

Niveau Moyen

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes	0-17	18-32	33-47	48-57	58-67	68-78	79-100

Evaluation interne niveau supérieur et moyen

Seuils de classement des notes par composante

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

Commentaires généraux

L'opinion des réviseurs de notation est que le niveau général de l'Évaluation Interne (E.I.) de cette année est équivalent ou légèrement supérieur à celui de l'an dernier. Compte tenu du nombre de nouveaux établissements scolaires qui ont adopté le Programme du Diplôme du B.I., c'est un signe encourageant de constater que le niveau général se maintient, voire même s'améliore. Les réviseurs de notation ont maintenant accès aux formulaires d'évaluation en retour (feed-back) de l'Évaluation Interne (E.I.) de l'an dernier et il apparaît clairement que beaucoup de professeurs appliquent les recommandations qui avaient été formulées dans ce rapport. Toutefois, il est décevant de constater qu'une minorité d'écoles y soit restée insensible, ce qui soulève la question de savoir si les professeurs reçoivent bien ce rapport ou si celui-ci est purement et simplement ignoré.

Le rapport de l'an dernier insistait auprès de tous les professeurs pour qu'ils consultent le *Matériel de Soutien Pédagogique pour les Professeurs* (Teacher Support Material ou TSM) disponible sur le site du *Centre des Programmes en Ligne* (OCC). C'est probablement l'une des raisons pour lesquelles on a constaté cette année un plus grand nombre de travaux d'évaluation mieux adaptés aux exigences. Néanmoins, le TSM 1 relatif aux erreurs et incertitudes - en relation avec les critères RD, TDP et CE - n'a manifestement pas été pris en considération dans beaucoup d'écoles, ce qui a hypothéqué les chances de satisfaire aux critères concernés.

Globalement, la plupart des écoles respectent les instructions du *Vade Mecum* lorsqu'elles rassemblent les échantillons soumis au réviseur de notation. Une minorité d'écoles complète de manière incorrecte le formulaire du *Programme de Travaux Pratiques du Projet du Groupe 4* ou PTP/4 (formulaire 4/PSOW) ou ne transmet pas les documents appropriés concernant le travail de l'élève. L'une des lacunes principales est l'absence fréquente de la preuve concrète des instructions données par le professeur. Soit cette preuve n'est pas fournie et doit être réclamée ultérieurement par le bureau IBCA, soit elle est trop laconique pour être exploitable. Si des instructions ont été données verbalement, elles doivent être consignées par écrit.

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 réviseur de notation, 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.

La diversité et la pertinence des travaux proposés

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 en rapport avec un large éventail de sujets. Lorsque des lacunes ont été constatées sur ce plan par les réviseurs de notation, il s'agissait d'expériences sans rapport avec les thèmes de l'option ou l'absence d'expériences relevant de la chimie organique. On peut comprendre que la majorité des expériences du programme comportent des recherches quantitatives qui se prêtent bien à l'évaluation des différents critères, néanmoins, on recommandera aux professeurs de respecter un équilibre global et de ne pas négliger les expériences qualitatives.

La plupart des écoles ont apporté la preuve que des techniques variées avaient été mises en œuvre. Dans un nombre réduit de cas, les expériences basées sur le titrage étaient surreprésentées, ce qui est l'indice d'un manque d'équipement approprié à d'autres types d'expériences. Au cours des dernières années, on n'a pas constaté dans les épreuves soumises à l'évaluation une augmentation de l'exploitation des techniques d'enregistrement ou de traitement informatisé des données. Ce constat traduit sans doute le fait que les critères RD et TDP sont plus difficiles à évaluer dans ce cas. Cependant, il démontre aussi que les élèves sont peu familiarisés avec l'utilisation de ces techniques informatiques. Il n'y a pas de raison de s'abstenir d'introduire de manière adéquate ces techniques dans des tâches relevant des critères Organisation ou Conclusion & Évaluation.

La plupart des recherches réalisées dans le cadre de l'évaluation étaient adéquates. Cependant, un grand nombre d'écoles ont reçu une information en retour qui mentionnait (à la Section C du formulaire 4/IAF) au moins une recherche inappropriée à l'évaluation d'un critère donné. Mais heureusement, moins d'écoles qu'auparavant ont reçu une information en retour dénonçant une totale inadéquation des tâches d'évaluation proposées par rapport à l'un ou l'autre critère.

Cette inadéquation pouvait être imputée à deux raisons.

La première est le fait que les consignes données par le professeur apportent une aide vraiment trop importante aux candidats.

À titre d'exemples, on peut citer :

- Org (a) : des objectifs trop spécifiques (Ils ne donnent pas aux candidats l'occasion de faire preuve d'initiative).
- Org (b) : un excès d'informations à propos du matériel, des appareils et même à propos des étapes de la procédure.
- RD : une indication explicite des données que les candidats doivent recueillir et la mise à disposition de tableaux de données.
- TDP : des instructions aux candidats qui précisent les données à représenter graphiquement ; les indications des étapes d'un calcul.
- CE : une série de questions fournies aux candidats.

Les manquements répertoriés ci-dessus ont été plus fréquemment observés dans des écoles qui font un large usage de manuels commerciaux et de documents de travail dans lesquels les élèves doivent compléter un texte lacunaire. Ce type de documents de référence donne généralement trop d'informations et empêche les candidats de satisfaire aux critères par eux-mêmes.

La deuxième raison habituelle pour laquelle le réviseur de notation peut juger une recherche inappropriée à l'évaluation est que la tâche proposée est triviale ou trop élémentaire pour des

candidats au Diplôme du BI. Comme exemples, on peut citer, pour le critère Org (b), «Séparation du sel et du sable» ou «Détermination de la température d'ébullition de l'eau». De même, des expériences qui ne fournissent qu'un nombre réduit de données ne devraient pas servir à évaluer les critères RD et TDP. Beaucoup d'étudiants entament le programme du Diplôme du BI avec une expérience très réduite dans le domaine des recherches expérimentales et des tâches simples de ce genre peuvent être proposées plus tôt dans le cursus, afin d'exercer les élèves à acquérir les compétences requises. Toutefois, les résultats obtenus dans ce type d'activités ne doivent pas être mentionnés sur le formulaire 4/PSOW pour qu'ils n'entrent pas en ligne de compte dans l'établissement de la note finale et ne risquent pas de poser problème lors de la modération.

Il est préoccupant de constater qu'un nombre réduit, mais cependant significatif, d'écoles transmettent chaque année des rapports collectifs pour l'évaluation des cinq critères. Il est essentiel que les étudiants soient évalués individuellement sur leur contribution personnelle dans le cadre d'activités qui visent à évaluer ces critères. Plus gravement, des rapports identiques ont été présentés par deux élèves ou davantage, sans préciser la nature du travail auquel ils se rapportaient. D'un point de vue académique, il s'agit d'une faute professionnelle que le réviseur de notation peut notifier à l'IBCA. De telles situations ne devraient pas échapper au professeur et le travail en cause ne devrait pas intervenir dans l'évaluation finale des candidats concernés.

Les performances des candidats pour chacun des critères

Organisation (a) [Org (a)]

Au cours des dernières années, une amélioration a été constatée sur le plan de la satisfaction de ce critère. Au cours de la présente session, beaucoup de rapports étaient structurés de manière à faire apparaître clairement l'hypothèse et à identifier explicitement les variables contrôlées et la variable indépendante. Beaucoup de candidats ont fait preuve d'une bonne compréhension des termes *contrôle*, *dépendante* et *indépendante* appliqués à des variables. Lorsque des candidats ont semblé peu au fait de ces notions ou lorsqu'ils les confondaient, il est apparu que ces lacunes concernaient l'ensemble des candidats d'une même école, ce qui était l'indication que ces termes n'avaient pas été définis de façon appropriée aux étudiants.

Pour satisfaire à ce critère, il faut proposer comme sujet de recherche un problème vaste ou général que l'étudiant devra circonscrire ou préciser. Dans un nombre significatif d'écoles, 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. Trop d'hypothèses se limitaient à prévoir la réussite de l'expérience proposée par le candidat. Une hypothèse devrait être explicable en termes de concepts chimiques, comme le décrit le programme, et le plus souvent, au niveau moléculaire. Si une telle hypothèse ne peut être formulée a priori dans une situation donnée, alors cela signifie que la tâche ne se prête probablement pas à l'évaluation du critère *Organisation (a)*. Une autre raison qui empêche les candidats de satisfaire à ce critère est que la tâche proposée est trop restrictive pour leur permettre de faire leur propre choix de la variable indépendante et de la (des) variable(s) contrôlée(s). Souvent, ce type de tâches consiste à déterminer une propriété chimique ou une grandeur (par exemple, «Déterminer la concentration en acide éthanoïque dans le vinaigre»).

Organisation (b) [Org (b)]

Ce critère a été satisfait au même niveau que les années précédentes. En général, les candidats ont sélectionné le matériel adéquat et mis au point des stratégies appropriées pour mener à bien leurs recherches. Une recherche qui, pour des raisons pratiques, nécessite la fourniture de l'équipement ou des procédures aux candidats n'est pas adaptée à l'évaluation du critère *Organisation (b)*. Parfois, les professeurs planifient exagérément et mettent au point une recherche qui ne rend possible qu'une seule procédure, ce qui ne donne pas aux candidats la possibilité de satisfaire à ce critère. Les critères *Organisation (a)* et *Organisation (b)* devraient susciter des réponses différentes de la part de chaque

candidat d'une même classe. Un ensemble uniforme de réponses est un indice que la recherche pourrait être inappropriée pour l'évaluation des critères *Organisation (a)* et/ou *Organisation (b)*. Il est préoccupant de constater que certaines classes ont proposé des procédures quasi identiques, manifestement extraite d'un manuel de laboratoire ou d'un site Internet.

Une faiblesse couramment constatée sur le plan du critère *Organisation (b)* consiste en une absence de contrôle des variables, même si les candidats ont identifié les variables à manipuler ou à contrôler dans le cadre du critère *Organisation (a)*. L'exemple le plus commun de cette omission est illustré par l'absence de contrôle de la température du milieu dans une étude de la cinétique d'une réaction nettement exothermique. Une autre lacune dont ont fait preuve de nombreux candidats a été l'absence de données quantitatives à propos des réactifs : concentrations, masses, volumes, etc. Cela dit, les données obtenues indiquent généralement que des grandeurs utiles ont été utilisées et que les excès dommageables à l'environnement ont été évités. Une autre raison pour laquelle des candidats n'ont pu satisfaire complètement au critère *Organisation (b)* est que souvent ils n'ont pas programmé le recueil d'un nombre suffisants de données. Très peu de candidats prennent en considération l'évaluation de la reproductibilité des mesures, en les répétant ou en estimant l'incertitude par calibration des procédures expérimentales à l'aide d'un étalon connu. Enfin, il est décevant de constater que beaucoup de candidats n'ont pas été capables de programmer un nombre approprié d'essais de manière à identifier, idéalement à partir d'un graphique, l'effet des variations de la variable indépendante sur la variable dépendante.

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.

Recueil des données (RD)

La plupart des candidats proposés à la modération avaient effectué des tâches appropriées à l'évaluation du critère *Recueil des Données* (moins d'écoles que les années précédentes ont présenté des étudiants dont les tableaux de données étaient pré-formatés). Les performances des candidats étaient généralement bonnes. Ils se sont montrés capables de présenter individuellement des données dans des tableaux adéquats où figuraient les intitulés des colonnes et les unités correspondantes. Si les résultats étaient en nette amélioration en comparaison des années précédentes, les lacunes les plus courantes concernaient toujours le premier aspect de ce critère, à savoir, l'absence de calcul des incertitudes et des incohérences fréquentes dans l'utilisation des chiffres significatifs. Des candidats négligent aussi l'occasion de noter des données qualitatives pourtant observables et significatives (par exemple, les signes d'une combustion incomplète dans la détermination d'une enthalpie de combustion).

Les professeurs ont eu tendance à surévaluer leurs étudiants dans des tâches de RD purement qualitatives. Ainsi, des notes maximales ont été attribuées pour des observations très mal formulées, dépourvues de tout détail ou n'ayant pas été faites par celui qui les rapportait.

Traitement des données et Présentation (TDP)

La plupart des écoles ont évalué le critère TDP à travers des tâches quantitatives et le niveau des productions s'est avéré globalement satisfaisant, nonobstant le fait que le maximum ait rarement été atteint. Comparativement à la session dernière, et bien qu'elles restent une minorité, davantage d'écoles ont insisté sur un traitement approprié des erreurs et des incertitudes dans le traitement des données. Seul un petit nombre de candidats du NS ont été capables d'assurer un suivi correct des erreurs dans les calculs. Très peu de candidats du NM ont pu formuler une quelconque estimation de l'incertitude d'un résultat calculé. L'appréciation du nombre de chiffres significatifs était aussi souvent absente. Les professeurs devraient se référer au *Matériel de Soutien Pédagogique pour les Professeurs 1* (TSM 1) pour assurer une guidance des candidats dans ce domaine.

Un élément très décevant a été le nombre relativement réduit de graphiques proposés à la modération et la piètre qualité de la majorité de ceux qui l'ont été. Les lacunes les plus communes ont été l'incapacité de tracer une courbe de régression, des esquisses inappropriées de graphiques, alors qu'un

tracé précis était requis et une utilisation peu fréquente du logiciel EXCEL. Les versions récentes d'EXCEL sont d'une grande utilité dans le cadre du critère TDP. Les éléments graphiques classiques, à savoir l'identification des axes avec mention des unités, courbe de régression... doivent toujours être présents, tout comme les preuves de la contribution personnelle de l'étudiant. Un programme graphique qui ne permet pas à l'utilisateur d'intervenir dans le traitement des données ou dans la mise en forme des résultats ne convient pas pour l'évaluation du critère TDP. Cette particularité a été clairement comprise par la majorité des professeurs, puisque l'utilisation de techniques informatiques pour la saisie et le traitement des données n'a pas été souvent observée dans les épreuves soumises à la modération. Même s'il est regrettable que lesdites techniques ne soient pas intégrées de manière appropriée dans des travaux destinés à l'évaluation du critère TDP, les professeurs ont sans doute raison actuellement de se montrer prudents lorsque ce critère est concerné.

Très peu de candidats ont réalisé un traitement complet des données, comme déterminer un gradient ou l'ordonnée à l'origine par extrapolation. Le fait que le second aspect du critère, à savoir la prise en considération des incertitudes, puisse être satisfait par le tracé d'une courbe de corrélation appropriée devrait faire du traitement graphique des données une composante de plus en plus importante des programmes d'études et contribuer ainsi à améliorer la qualité des graphiques présentés.

Le critère TDP a souvent été évalué sur la base d'une 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*.

Conclusion et Évaluation (CE)

Comme l'an dernier, il s'agit toujours d'un domaine dans lequel les candidats n'ont pas obtenu des résultats particulièrement bons. Par exemple, il est 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. Il y a peu d'indices qui montrent que les candidats interprètent leurs résultats à la lumière d'une lecture ou d'une recherche bibliographique sur le fond du problème traité. Si une source bibliographique a été utilisée, sa référence doit être précisée.

La plupart des candidats ont essayé d'évaluer la procédure et ont énuméré les sources possibles d'erreurs. Souvent cependant, cette évaluation a été superficielle, et des commentaires du genre "*les valeurs lues doivent avoir été trop basses ou trop élevées*" n'étaient pas rares. Les candidats devraient essayer d'identifier des erreurs systématiques plausibles dans la procédure, mais des activités de recherche trop triviales se prêtent difficilement à ce genre d'estimation. Même lorsque des candidats avaient correctement déterminé un pourcentage global d'incertitude, très peu ont fait usage de cette information pour vérifier si le résultat final était influencé par une erreur aléatoire ou s'il nécessitait la prise en compte d'erreurs systématiques. Beaucoup de candidats ont fait des suggestions d'amélioration appropriées après avoir identifié les faiblesses de la méthode, toutefois, une minorité significative d'entre eux n'a pu suggérer que des améliorations triviales (souvent du genre «utiliser un appareil de mesure digital») ou totalement irréalistes.

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 des 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. Celles-ci peuvent revêtir diverses formes, comme le précise le *Guide de Chimie du BI* (page 32). Une preuve collective n'est pas appropriée lorsque le projet du Groupe 4 doit servir à évaluer l'un des critères écrits.

Beaucoup d'écoles ont montré qu'elles avaient proposé des projets stimulants et créatifs. Néanmoins, dans un grand nombre de cas, les travaux entrepris ont paru sans grand rapport avec la chimie. Il est requis que tous les étudiants qui suivent les cours de chimie réalisent une étude qui, d'une manière ou d'une autre, se rapporte à la chimie. 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.

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.

Assistance et guidance des futurs candidats

Dans la perspective de la formation et de l'évaluation des futurs candidats, les recommandations suivantes sont adressées aux professeurs :

- Faire prendre conscience aux candidats des différents aspects des critères sur lesquels ils seront évalués et 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.
- Il est indispensable de s'assurer que les étudiants sont évalués exclusivement sur leur contribution individuelle à une activité destinée à l'évaluation des critères écrits.
- 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*.
- Les professeurs devraient consulter le TSM 1 disponible en ligne au Centre des Programmes en Ligne (OCC) pour tout ce qui concerne les erreurs et les incertitudes.
- 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.
- Encourager les candidats à formuler une hypothèse en rapport immédiat avec la question qui fait l'objet de la recherche et qui est explicable en termes de concepts de chimie, souvent au niveau moléculaire.
- Encourager les candidats à répéter les expériences, à opérer un calibrage et à recueillir un nombre suffisant de données pour permettre une analyse graphique lors de la mise au point de procédures destinées à évaluer le critère Org (b).
- Les candidats doivent enregistrer des données brutes qualitatives et, le cas échéant, quantitatives en incluant, si elles se justifient, les unités et les incertitudes.
- 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.
- Lorsque des expériences élémentaires sont utilisées pour introduire et exercer les compétences à mettre en œuvre dans les travaux pratiques de recherche et que tous les aspects d'un critère ne sont pas rencontrés, il est impératif que les notes obtenues par les candidats

dans le cadre de ces activités ne soient pas consignées sur le formulaire du *Programme de Travaux Pratiques du Projet du Groupe 4* ou PTP/4 (formulaire 4/PSOW).

- La preuve de la participation au Projet du Groupe 4 doit être fournie pour chaque candidat de l'échantillon soumis à la modération. Cette preuve doit spécifier la contribution individuelle de chaque candidat.
- Avant de soumettre un travail à la modération, les professeurs doivent se référer et se conformer aux instructions fournies dans le *Guide de chimie*, dans le document *Matériel de Soutien Pédagogique pour les Professeurs* accessible sur le site du *Centre des Programmes*, ainsi qu'aux instructions reprises dans la version actualisée du *Vade Mecum*.

Épreuve 1 - Niveau Supérieur

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes	0-10	11-17	18-25	26-28	29-31	32-34	35-40

Commentaires généraux

Cet examen comportait 40 questions portant sur le *Tronc Commun des Matières* (TCM) et sur la *Matière Complémentaire spécifique du Niveau Supérieur* (MC-NS). 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 151 formulaires G2 reçus. Par rapport à l'examen de l'an dernier, 65% des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau. Le reste des répondants se répartissait équitablement entre l'opinion selon laquelle l'examen de cette année était un petit peu plus facile (15%) et un peu plus difficile (18%) que celui de l'an dernier. 94% des répondants ont jugé que le niveau de difficulté était approprié. Le reste des répondants se répartissait équitablement entre l'opinion selon laquelle l'examen de cette année était trop facile et l'opinion selon laquelle il était trop difficile. L'adéquation au programme, la clarté de la formulation et la présentation ont été jugées satisfaisantes ou bonnes par plus de 90% des répondants. 18 des 40 questions ont suscité des commentaires spécifiques de la part de professeurs et quelques questions ont fait l'objet de critiques de la part de plusieurs d'entre eux. Les questions feront l'objet d'un commentaire ci-après, l'accent étant mis sur celles qui ont posé le plus de difficultés aux candidats.

Points forts et faiblesses des questions

L'index de difficulté des questions (le pourcentage de candidats répondant correctement à la question considérée) est compris entre 93 % et 35 %. 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 0,46 et 0.

Les commentaires suivants concernent les questions dont l'index de difficulté est inférieur à 46%. Il s'agit en l'occurrence des questions 19 (35%), 27 (37%) et 31 (45%) .

Question 19

Cette question figurait aussi dans l'épreuve 1 du NM. Elle demandait aux candidats quelles mesures pouvaient être effectuées pour étudier la vitesse de la réaction entre $\text{CaCO}_3(\text{s})$ et $\text{HCl}(\text{aq})$. Trois méthodes alternatives étaient proposées aux candidats (mesure de la masse du récipient et de

son contenu, pH du mélange et volume de dioxyde de carbone libéré). Ils devaient choisir parmi trois combinaisons de deux ou d'une seule de ces trois méthodes. Au NM comme au NS, cette question s'est avérée être la plus difficile de l'examen ; les résultats ont été meilleurs au NS qu'au NM.

Question 27

Cette question demandait aux candidats d'identifier la solution ayant le pH le plus élevé (les solutions proposées étaient des solutions aqueuses de HCl, NaCl, MgCl₂ et AlCl₃). La réponse correcte, NaCl, correspond à la substance contenant le cation porteur de la densité de charge la plus faible et, de ce fait, le moins susceptible de subir une hydrolyse (É.É. 18.4.1). L'index de discrimination de cette question avait une valeur intermédiaire ($d = 0,29$).

Question 31

Cette question constituait un exercice de pondération d'une équation d'oxydo-réduction : $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$. Cette question possède l'index de discrimination le plus élevé de tout l'examen (0,46), ce qui signifie que les meilleurs candidats ont obtenu un résultat significativement supérieur à celui des candidats les moins bons. La réponse qui a été exprimée le plus souvent (après la réponse correcte qui était la plus fréquente) plaçait les électrons dans le membre de gauche de l'équation, une erreur qui aurait pu être évitée par un simple examen des nombres d'oxydation. Même s'il existe différentes techniques pour pondérer les équations d'oxydo-réduction, la méthode la moins compliquée est la méthode qui fait intervenir les ions et les électrons (pondération séquentielle des atomes de l'espèce oxydée, de l'oxygène et de l'hydrogène, recours aux électrons pour pondérer la charge). Les professeurs sont encouragés à exercer leurs élèves à acquérir cette compétence.

Épreuve 1 - Niveau Moyen

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes	0-7	8-12	13-18	19-20	21-23	24-25	26-29

Commentaires généraux

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. Étant donné que les réponses incorrectes ne sont pas pénalisées, il est toujours surprenant de constater que des candidats s'abstiennent de répondre à une ou à plusieurs questions. Dans les épreuves de cette année, chaque question est restée sans réponse de la part d'au moins un candidat et une question (sur un total de 30) a été ignorée par 53 candidats. Globalement, sur un total de 25.584 réponses possibles (6.146 candidats multipliés par 4 réponses), 463 réponses faisaient défaut.

Les formulaires G2 permettaient aux professeurs de comparer l'examen de cette année à celui de l'an dernier. Sur les 159 formulaires G2 reçus, 72% des répondants ont considéré que l'examen M2005 était du même niveau que l'examen M2004. Pour le reste des répondants, 16% ont estimé qu'il était légèrement plus facile, tandis que 12% le considéraient comme un peu plus difficile. 97% des répondants ont estimé que le niveau de difficulté était approprié, contre 1% considérant que l'examen était trop facile et 2% l'estimant trop difficile. L'adéquation au programme était considérée comme bonne par 61% des répondants et satisfaisante par 36% (3% la considéraient comme mauvaise). La

clarté de la formulation a été jugée bonne par 47% des répondants et comme satisfaisante par un pourcentage équivalent, tandis que 6% des répondants l'ont jugée mauvaise. La présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par 68% des répondants et comme satisfaisante par le reste. Des commentaires divers ont été formulés à propos de plusieurs questions. Certains de ces commentaires sont mentionnés ci-après.

Points forts et faiblesses des questions

L'index de difficulté, D , (le pourcentage de candidats répondant correctement à la question considérée) est compris entre 93% et 24 %. L'index de discrimination, d , (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 0,43 et 0. (La discrimination est d'autant meilleure que cette valeur est élevée).

Les commentaires suivants ont été formulés à propos de certaines questions. Ils portent plus spécialement sur les questions qui se sont avérées particulièrement difficiles pour les élèves, comme en témoignent les faibles valeurs de leur index de difficulté.

Question 11

Cette question, d'un index de difficulté de 46%, demandait aux étudiants d'identifier les liaisons ou les forces qui sont rompues quand l'éthanol est vaporisé (liaisons covalentes, liaisons hydrogène ou forces de van der Waals). Bien que la majorité des candidats ait choisi la réponse correcte (les liaisons hydrogène et les forces de van der Waals), un nombre surprenant de candidats a opéré un choix qui incluait les liaisons covalentes, beaucoup d'autres négligeant les forces de van der Waals pour ne citer que les liaisons hydrogène.

Question 13

Cette question demandait aux candidats d'identifier la transformation qui s'accompagne d'une forte augmentation de la distance entre les particules. Cette question a été éliminée au cours de la procédure d'attribution des grades, en dépit de ses bons indicateurs statistiques ($D = 0,61$ et $d = 0,28$), parce que sa formulation semblait susceptible de prêter à confusion. Dans les formulaires G2, un nombre inhabituellement élevé de professeurs a estimé que cette question posait problème.

Question 16

Cette question venait en deuxième position sur le plan de la difficulté. Environ 30% des candidats y ont répondu correctement. La question demandait aux étudiants de donner l'expression de la variation de la quantité de chaleur (en J) d'une substance en fonction de sa masse (m), de sa capacité thermique massique (c) et de l'élévation de sa température (t). Le nombre de candidats ayant choisi la bonne réponse (mct) a été surpassé par le nombre de candidats ayant ajouté 273 à la variation de température t .

Question 18

Cette question, dont l'index de difficulté était de l'ordre de 38%, demandait d'identifier la proposition correcte concernant le signe de ΔG^\ominus , sachant que ΔH^\ominus et ΔS^\ominus étaient toutes deux négatives. La majorité des candidats a choisi la réponse correcte, à savoir «Il ne peut être déterminé sans connaître la température». Un nombre presque équivalent de candidats a choisi la proposition «Il est négatif à haute température et positif à basse température». Cette réponse suggère que beaucoup d'étudiants se sont fiés à l'apprentissage par cœur d'une table de données, comme on en trouve dans la plupart des manuels, au lieu de réfléchir aux conditions du problème.

Question 19

Cette question était la plus difficile de l'épreuve, avec un index de difficulté de 24%. Les candidats devaient déterminer quelles grandeurs pouvaient servir à mesurer la vitesse de la réaction entre

$\text{CaCO}_3(\text{s})$ et $\text{HCl}(\text{aq})$. Trois méthodes alternatives étaient proposées et les candidats devaient choisir entre trois combinaisons différentes impliquant deux de ces méthodes ou les trois. L'index de difficulté traduit un choix au hasard et, en cohérence avec ce constat, les deux propositions incorrectes ont drainé plus de réponses que la proposition correcte. L'index de discrimination (0,30) indique que les meilleurs étudiants ont répondu correctement à cette question dans une proportion significativement supérieure aux autres.

Question 27

Cette question avait un index de difficulté de 39%. Les candidats devaient identifier ce qui se produit lorsque du chlorure de sodium fondu subit une électrolyse. Avec un index de discrimination de 0,04, cette question a été résolue aussi bien (ou aussi mal) par les meilleurs élèves que par les plus faibles. Il est possible que les candidats aient été perturbés par le fait que les électrodes étaient identifiées par leur signe, bien que cette manière de les désigner soit spécifiée dans l'É.É 10.3.1.

Épreuve 2 - Niveau Supérieur

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes	0-13	14-27	28-40	41-49	50-59	60-68	69-87

Commentaires généraux

Cette épreuve a révélé un large spectre sur le plan des aptitudes des candidats. Certains ont été mis en difficulté face à des concepts fondamentaux, tandis que d'autres ont démontré une connaissance approfondie du cours du niveau supérieur. Il en est résulté un échantillon de réponses s'échelonnant du maximum des points à zéro. En général, les réponses manquaient de précision en termes de formulation et les explications étaient souvent vagues et répétitives. Les candidats de certaines écoles ont paru peu familiarisés avec la plupart des matières et n'ont rien répondu du tout pour beaucoup de questions.

Les candidats doivent accorder une attention particulière au nombre de points attribués à la question et formuler leur réponse en conséquence. Les calculs doivent être explicités et leur correction doit être vérifiée. Le cas échéant, le nombre de chiffres significatifs et les unités doivent être appropriés.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 138 formulaires G2 reçus. Par rapport à l'examen de l'an dernier, les trois-quarts des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau. Une faible majorité du reste des répondants a estimé que l'examen était plus difficile. Presque tous les répondants ont jugé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme a été considérée comme bonne par la moitié des répondants et comme satisfaisante par le reste. La clarté de la formulation a été jugée bonne par plus de la moitié des répondants et comme satisfaisante par les autres. La présentation de l'épreuve a été jugée bonne par plus des deux tiers des répondants et satisfaisante par le reste.

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

- La théorie RPECV (VSEPR).
- La couleur des composés des métaux de transition.
- L'explication des propriétés physiques en termes de liaison et de structure.
- L'écriture des réactions acide-base, en particulier les réactions acide-base de Lewis.

- Les chiffres significatifs.
- La nomenclature correcte des composés organiques.
- La formation des liaisons σ et π .
- La polymérisation par addition.
- Le pH d'une solution tampon.
- La formulation correcte d'une équation chimique.

Les parties du programme et de l'examen pour lesquelles les candidats se sont révélés bien préparés

- L'explication de la spontanéité d'une réaction sur la base d'une valeur de ΔG^\ominus .
- Le calcul des valeurs de ΔH_f^\ominus et de ΔG^\ominus .
- L'expression d'une vitesse de réaction.
- La représentation des formules de structure d'isomères.
- La théorie cinétique des gaz.
- L'équation d'état du gaz parfait.
- La représentation de structures de Lewis.
- La détermination par calcul d'une formule empirique et d'une formule moléculaire.
- L'oxydation des alcools primaires.

Points forts et faiblesses des questions

Section A

Question 1

- (a) La plupart des candidats ont pu établir correctement l'équation. Quelques-uns ont oublié de prendre en compte l'atome d'oxygène déjà présent dans le phénol ou n'ont pas fait figurer des coefficients entiers dans l'équation.
- (b) Un certain nombre de candidats ont éprouvé des difficultés pour répondre à cette question. Les erreurs les plus communes ont été l'omission du signe négatif et le fait de ne pas tenir compte des coefficients stœchiométriques figurant dans l'équation.
- (c) (d) Les candidats ont réussi à faire ce calcul, mais un certain nombre d'entre eux n'ont pas converti les J en kJ. Un nombre appréciable de candidats a utilisé la méthode correcte, ce qui leur a valu deux points, mais quelques-uns ont perdu le bénéfice de ces deux points en étant pénalisés à cause des unités et du nombre de chiffres significatifs.
- (e) Cette partie de la question a été bien résolue aussi. Quelques candidats n'ont pas mentionné que la réaction deviendrait encore moins spontanée.

Question 2

- (a) Le calcul relatif à cette partie de la question a généralement été bien réussi, si ce n'est qu'une minorité des candidats a déterminé la proportion de la formule moléculaire (C_7H_{14}) sans faire mention de la formule empirique.

- (b) Les candidats qui ont utilisé le volume molaire d'un gaz dans les conditions STP n'ont généralement pas rencontré de problèmes pour calculer la masse molaire moléculaire de l'hydrocarbure. Par contre, ceux qui ont recouru à la relation $PV = nRT$ ont souvent éprouvé des difficultés, avec les unités en particulier, lorsqu'ils ont utilisé la valeur de R exprimée en J/K mol. Certains candidats ont essayé de représenter des structures en (b) (ii), confondant formule moléculaire et formule de structure.
- (c) La majorité des candidats a bien répondu à cette partie de la question. Toutefois, une minorité d'entre eux s'est référée au dioxyde de carbone, alors que le qualificatif *incomplète* figurait en caractères gras dans l'énoncé. Les candidats plus faibles ont eu tendance à reformuler la question en guise de réponse, en écrivant que les produits de la combustion incomplète étaient «dangereux pour l'homme».

Question 3

- (a) Beaucoup de candidats ont démontré une bonne connaissance de la théorie cinétique des gaz. Cependant, le fait que les molécules/particules sont en mouvement constant/rapide/aléatoire a été souvent omis.
- (b) Certains candidats n'ont pas fait référence à la variation du temps de détection du gaz, alors qu'ils avaient bien remarqué que l'énergie cinétique des particules augmentait. Quelques-uns ont mentionné une augmentation de l'énergie, sans faire référence spécifiquement à l'énergie cinétique ou à la vitesse des particules. D'autres ont écrit que la vitesse de réaction augmentait.

Question 4

- (a) Cette partie de la question a généralement été bien traitée. Toutefois, une minorité substantielle de candidats a écrit une équation de vitesse du second ordre, sans aucun doute en raison du coefficient stœchiométrique 2 figurant dans l'équation. Un certain nombre de candidats ont écrit l'expression d'une loi d'équilibre chimique.
- (b) La définition de la demi-vie était généralement bien connue, mais certains se sont référés à la diminution de la quantité de produit de la réaction.
- (c) Certains candidats ont cru que la demi-vie était proportionnelle à la concentration.
- (d) Cette partie de la question était hors programme et a donc été supprimée.

Question 5

- (a) Cette question, portant sur la structure, la nomenclature et la classification des isomères de C_4H_9Cl , a généralement été bien résolue. Parmi les erreurs les plus communes, on citera : deux représentations d'un même isomère, atomes d'hydrogène manquants, utilisation incorrecte des signes de ponctuation (virgules au lieu de tirets), numérotation incorrecte des groupes méthyle et/ou chloro, non-respect de l'ordre alphabétique dans l'énumération des substituants, classification incorrecte de certains isomères. Certains candidats ont correctement représenté les structures des isomères mais se sont trompés dans la nomenclature et/ou la classification. (Le barème était adapté pour permettre la mention d'un isomère optique, mais cette possibilité a rarement été utilisée par les candidats).
- (b) Quelques candidats ont mentionné un sel comme classe de composé résultant de la substitution nucléophile d'un chloroalcane réagissant avec l'hydroxyde de sodium.

- (c) L'isomère primaire a été cité aussi souvent que l'isomère tertiaire, mais la signification de S_N1 était généralement bien connue. Dans la partie (ii), quelques candidats ont fourni l'équation de la réaction globale au lieu de celle de l'étape cinétiquement déterminante. D'autres ont donné une loi de vitesse (incorrecte). Beaucoup de candidats ont fait intervenir l'ion hydroxyde, ce qui dénote un manque de compréhension de cette partie de la matière.

Section B

Question 6

- (a) Peu de candidats ont pu écrire une équation de la réaction entre l'ammoniac et l'acide sulfurique. Les calculs de la concentration de la solution d'ammoniac ont généralement été bien faits, si l'on tient compte du report d'erreur.
- (b) Les candidats qui avaient reconnu que la réaction impliquait un acide fort et une base faible n'ont généralement éprouvé aucune difficulté, mais ceux qui n'en ont pas tenu compte ont choisi le rouge de phénol comme indicateur approprié à un point d'équivalence situé aux environs de $\text{pH} = 7$.
- (c) Quelques candidats ont été perturbés par la différence entre la valeur du $\text{p}K_b$ donnée dans la question et celle qui figurait dans le *Recueil de Données*. Peu de candidats ont obtenu une note maximale pour cette partie de la question. Dans la plupart des cas, les calculs étaient faux, certaines erreurs étant dues à une formulation ou à une utilisation incorrectes de la relation donnant le K_b ou à une tentative d'exprimer le pH au lieu du pOH . Seuls les candidats les plus compétents ont réussi à calculer le pOH .
- (d) Les candidats ont démontré une bonne compréhension de la notion de solution tampon et de la composition d'un tampon acide. Cependant, le calcul du pH d'une solution tampon a été mal effectué et a posé problème à de nombreux candidats. Certains ont calculé le nombre de moles d'acide et de base, mais n'ont pas réalisé la conséquence de l'excès de base. Quelques-uns ont mentionné que la concentration en ammoniac était égale à celle des ions ammonium. D'autres ont essayé de calculer le pH directement, à partir de la concentration de HCl donnée (ignorant que la totalité de cet acide allait réagir avec l'ammoniac). Le recours au K_a plutôt qu'au K_b a également été souvent constaté.
- (e) La plupart des candidats ont pu expliquer la signification des termes proposés, à l'exception de «acide de Lewis», mais beaucoup ont éprouvé des difficultés pour écrire des équations appropriées. Par exemple, certains ont décrit l'ammoniac réagissant avec l'eau comme un acide de Brønsted-Lowry. Les ions cuivre ont été présentés comme des acides de Lewis dans leurs réactions avec les ions oxyde. Souvent, les candidats ont écrit des équations dans lesquelles ne figuraient pas les espèces données dans l'énoncé et certains ont eu des difficultés à identifier les couples acide-base conjuguée.

Question 7

- (a) La majorité des candidats a écrit les formules correctes. Toutefois, plusieurs candidats n'ont pas fait figurer les charges dans la formule WY – les meilleurs candidats ont écrit $\text{W}^{3+}\text{Y}^{3-}$. Quelques-uns n'ont pas utilisé les symboles proposés et ont essayé de construire des formules de composés tels que CO_2 .
- (b) Cette partie a été mal résolue, très peu de candidats obtenant les trois points attribués à cette question. Les erreurs les plus communes ont été l'absence de mention d'un atome central ou de paires électroniques et la référence à une répulsion entre atomes ou entre liaisons plutôt qu'entre des paires électroniques. Cependant, beaucoup de candidats ont correctement mentionné qu'une paire électronique non liante exerce une répulsion plus forte qu'une paire électronique liante.

- (c) Beaucoup de candidats ont correctement appliqué les principes de la théorie RPECV (VSEPR) aux exemples proposés dans cette question. La majorité des structures de Lewis était correcte, bien que souvent mal dessinées et souvent dépourvues des paires électroniques non liantes. Même les candidats dont les structures de Lewis étaient correctes se sont trompés pour donner la forme (géométrie) des molécules – PCl_3 a souvent été représenté comme trigonal plan et PCl_5 avec des angles de liaison de 72° . Dans quelques cas, le terme «trigonal» était souvent omis pour les molécules pyramidales/bipyramidales trigonales. Les explications concernant la polarité (ou l'absence de polarité) des molécules étaient moins bonnes, certaines tentatives d'explication faisant référence à l'*électronégativité* sans que soient mentionnés les termes *polaire* ou *polarité*. Seuls les meilleurs candidats ont pu expliquer pourquoi POCl_3 était une molécule à la fois symétrique et polaire.
- (d) Beaucoup de candidats ont défini de manière incorrecte l'hybridation comme l'excitation d'électrons plutôt que comme la combinaison d'orbitales atomiques. Dans la partie (ii), beaucoup de candidats ont correctement comparé les liaisons simples et doubles en termes de longueur de liaison et de force de liaison et ont identifié correctement le type d'hybridation de *chaque* atome de carbone. Néanmoins, seuls les meilleurs candidats ont été capables de décrire la formation des liaisons sigma et des liaisons pi en termes de recouvrement d'orbitales.

Question 8

- (a) La tendance d'évolution de l'énergie d'ionisation dans une période était bien connue et correctement expliquée. Dans la partie (ii) cependant, quelques candidats n'ont pu expliquer les deux exceptions (Al et S). Les meilleurs candidats n'ont fait que citer la répulsion électrons-électrons dans l'atome S. Quelques candidats ont seulement signalé les deux exceptions, sans fournir d'explications.
- (b) Cette partie de la question a donné lieu à des réponses décevantes. Des candidats ont tenté d'expliquer les propriétés décrites en termes de configurations électroniques plutôt qu'en termes de structure et de liaison. Dans la partie (i), bien que quelques candidats aient signalé une charge positive supérieure ou une délocalisation électronique plus importante à propos du magnésium, ils n'ont pas opéré le lien avec la force de la liaison métallique. Dans la partie (ii), beaucoup de candidats ont considéré l'oxyde de silicium (IV) au lieu du silicium. Dans la partie (iii), beaucoup de candidats ont déclaré que la température d'ébullition du chlore était plus élevée à cause de l'énergie requise pour rompre sa liaison *covalente* ou sa liaison *dipôle-dipôle*, absente dans l'argon. De nombreuses références à la réactivité ont été faites, à travers des phrases telles que «l'argon possède une température de fusion plus basse, parce il est moins réactif que le chlore». Peu de candidats ont envisagé l'impact de la masse molaire du Cl_2 sur les forces de Van der Waals.
- (c) Beaucoup de candidats n'ont pas fait référence aux types de liaison présents dans les deux composés. Même la différence de conductivité n'a pas été expliquée («NaCl est un meilleur conducteur que SiCl_4 ») et le mouvement d'ions a souvent été négligé. Beaucoup ont centré leur discussion sur des solutions aqueuses au lieu de considérer l'état fondu. Dans la partie (ii), le pH de NaCl a souvent été correctement donné, mais rarement expliqué en termes d'absence d'hydrolyse. Beaucoup de candidats ont déclaré que NaCl est neutre parce qu'il forme NaOH et HCl par dissolution dans l'eau. La réaction de SiCl_4 avec l'eau n'était pas bien connue et beaucoup n'ont pu prévoir une valeur du pH, proposant un intervalle étendu ou une formulation vague comme «une valeur basse» ou «une valeur acide».

- (d) Beaucoup de candidats ont donné les deux valeurs possibles de l'état d'oxydation du fer, mais quelques-uns ont impliqué la perte d'électrons 3d avant celle d'électrons 4s. L'explication des composés colorés des éléments du bloc d a révélé une piètre connaissance de cette matière. Beaucoup de candidats ont décrit des transitions électroniques entre niveaux d'énergie au lieu de transitions entre orbitales d découplées. Beaucoup de candidats ont confondu ce phénomène avec les spectres d'émission, se référant à l'émission de couleurs lorsque les électrons revenaient à l'état fondamental au lieu d'évoquer l'absorption par les électrons de radiations du domaine de la lumière visible (et la réflexion subséquente).

Question 9

- (a) La définition de la déshydratation a souvent été formulée sous la forme «enlèvement d'eau», sans référence à un composé ou à une molécule. Beaucoup de candidats ont omis le mot *concentré* lorsqu'ils ont mentionné un agent déshydratant tel que l'acide sulfurique.
- (b) Cette partie de la question a été bien résolue, les principales erreurs étant l'omission du chiffre 1 dans la nomenclature du propan-1-ol, d'atomes d'hydrogène dans la formule et la mention d'un éther au lieu du propène comme produit de la déshydratation.
- (c) Quelques candidats ont proposé un nombre de pics insuffisant dans le spectre RMN, en arguant que tous les atomes d'hydrogène des groupes CH₂ étaient équivalents dans le propan-1-ol. Dans la partie (iii), presque tous les candidats ont cité correctement les domaines d'absorption IR.
- (d) L'addition du brome au propène a été bien résolue, nonobstant le fait que quelques candidats n'aient pas nommé le produit de la réaction, d'autres ayant omis d'inclure la numérotation dans le nom du produit. Quelques candidats ont indiqué que la solution de brome devenait *plus claire* plutôt que de dire qu'elle se *décolorait*. Le choix du carbone chiral a été très bien fait, bien que quelques candidats n'aient pas fait état de la *propriété* que confère à la molécule un atome chiral – au lieu de citer cette propriété, ils ont expliqué ce qu'est un atome chiral (la présence de quatre substituants différents...).
- (e) La polymérisation par addition était bien connue, mais beaucoup de candidats ont éprouvé des difficultés à représenter le polymère d'addition obtenu. La représentation de la structure du polythène a été une erreur courante.
- (f) L'oxydation des alcools était aussi bien connue, tant sur le plan des produits que sur celui des conditions requises. L'erreur principale a été l'omission du terme *acidifiée* lors de la mention de l'agent oxydant, le dichromate de potassium, par exemple. Dans certaines réponses, les conditions spécifiques de la réaction n'étaient pas citées.

Assistance et guidance des 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 les Énoncés d'Évaluation (É.É.) et dans les épreuves d'examens.
- Les candidats doivent lire attentivement la question et traiter correctement tous les points qui s'y rapportent. Le développement de tous les calculs doit être explicite, de sorte que les chances de bénéficier des points liés au report d'erreur soient maximales.
- Les candidats doivent s'assurer qu'ils ont traité un nombre suffisant d'aspects pour mériter la totalité des points attribués à la question.

Épreuve 3 - Niveau Supérieur

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes	0-7	8-15	16-22	23-27	28-33	34-38	39-50

Commentaires généraux

Comme les années précédentes, les candidats ont obtenu des scores sensiblement les mêmes dans les deux options qu'ils ont choisies. Ce constat semble révéler une bonne parité entre les différentes options.

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

Les réponses des candidats ont montré qu'ils ne couvraient pas en détail chaque option. Par exemple, la question relative à la batterie d'accumulateurs au plomb de l'Option F n'a pas été bien résolue. De même, dans l'Option D, les problèmes traitant des métaux lourds ne sont pas bien maîtrisés. Il n'y a pas d'indices qui démontrent que les étudiants qui répondent à des questions faisant davantage appel à la mémorisation obtiennent de meilleurs résultats que ceux qui résolvent des questions nécessitant des capacités d'interprétation. Ainsi, des options qui, à première vue, semblent plus faciles – comme l'Option B, Les médicaments et les drogues – ne conduisent pas à de meilleurs scores que l'Option G - La chimie analytique moderne. Bien que cette 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, beaucoup d'étudiants continuent à dire que la Terre réfléchit la radiation solaire incidente et omettent de préciser que c'est la vibration des liaisons des molécules de gaz responsables de l'effet de serre qui est la cause du piégeage des radiations de longueur d'onde élevée émises par la Terre. Certains étudiants éprouvent des difficultés pour expliquer que, pour la plupart des substances comportant des liaisons covalentes, la fusion et l'ébullition impliquent la rupture de forces intermoléculaires et pas celle de liaisons covalentes.

Les niveaux de connaissance, de compréhension et de compétence démontrés

Les bons candidats ont fait preuve de bonnes connaissances factuelles et ont démontré leur capacité à exploiter leur connaissance et leur compréhension pour répondre à des questions relevant de l'objectif 3. Cette année, les calculs portant sur l'enthalpie de combustion (Option C), la demi-vie (Option F) et l'interprétation de spectres (Option G) ont généralement été bien résolus par les candidats qui avaient choisi ces options. 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. Les candidats fréquentant des 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 étudiants à étudier individuellement une gamme d'options.

Points forts et faiblesses des questions

Option B – Les médicaments et les drogues

Les questions de cette option ont généralement été bien résolues, bien que quelques candidats fournissent encore des réponses très générales, au lieu de répondre précisément à la question pour obtenir le maximum des points attribués.

Question B1

- (a) Beaucoup de candidats savaient que les analgésiques légers empêchent la transmission de la sensation douloureuse au niveau du site de la blessure, mais peu d'entre eux ont pu expliquer la manière dont ils agissent, en interférant avec la production de substances comme les prostaglandines, responsables de la sensation douloureuse. De même, dans la seconde partie de la question B1 (a), beaucoup ont omis de mentionner que les analgésiques puissants empêchent la transmission de l'influx nerveux.
- (b) Les questions relatives à l'aspirine ont été bien traitées par beaucoup de candidats ; seul l'effet synergique de l'association de l'aspirine et de l'éthanol a posé quelques problèmes.

Question B2

Cette question portant sur les pénicillines a permis d'opérer la distinction entre les candidats qui avaient une bonne connaissance scientifique du sujet et ceux qui en avaient une connaissance superficielle. Certains ont évoqué vaguement les antibiotiques à large spectre comme un traitement appliqué lorsque la cause de la maladie n'était pas identifiée, au lieu de dire qu'ils sont efficaces contre une variété de bactéries plus étendue que les antibiotiques à spectre étroit qui n'agissent que sur certains types de bactéries. Beaucoup de candidats connaissaient les effets d'une surconsommation de pénicilline, en termes de résistance accrue des bactéries, mais souvent ils ont omis de mentionner que les antibiotiques éliminent aussi les bactéries utiles.

Question B3

- (a) Beaucoup de candidats ont identifié correctement le centre chiral de l'adrénaline.
- (b) Cette question relative à l'utilisation des auxiliaires chiraux n'a pas été bien résolue. Certains candidats ont confondu cette question avec l'isomérisation cis/trans et beaucoup n'ont pas signalé que l'auxiliaire chiral était lui-même optiquement actif.

Question B4

- (a) Beaucoup de candidats n'ont pas réalisé que le LSD comme la mescaline sont des drogues hallucinogènes ; ils ont éprouvé des difficultés à distinguer leurs effets respectifs.
- (b) De manière surprenante, certains candidats ont été incapables d'identifier correctement les similitudes et les différences de structure entre les deux drogues. Certains ont fourni des réponses triviales, comme «contient une liaison C=O», au lieu, par exemple, de faire la distinction entre une amide et une amine ou de signaler que la mescaline contient des groupements éthers.

Option C – Biochimie humaine

Question C1

- (a) La plupart des candidats ont correctement identifié la principale différence structurale entre les graisses saturées et les graisses insaturées. Lors de l'évocation des liaisons simples et des liaisons doubles, la référence spécifique au carbone était indispensable pour que la réponse soit créditée du point qui lui était attribué.

- (b) Les candidats ont éprouvé des difficultés pour expliquer pourquoi la température de fusion de l'acide palmitique est supérieure à celle de l'acide linoléique. Pourtant, le fait que les chaînes d'acide linoléique sont plus «entortillées» a été souvent mentionné, mais la manière dont cette propriété – en termes de compacité et de forces de Van der Waals – influence la température de fusion n'a pas donné lieu à beaucoup de réponses.
- (c) La plupart des étudiants ont réussi à calculer correctement la valeur calorifique de l'huile. Certains candidats confondent encore la masse de l'échantillon brûlé et la masse de l'eau contenue dans le calorimètre lorsqu'ils utilisent l'expression $q = mc\Delta T$.

Question C2

Bien que cette question fût plutôt facile, les réponses enregistrées comportaient plusieurs erreurs. Ces réponses mentionnaient souvent que la vitamine C est soluble dans l'eau, tandis que la vitamine D ne l'est pas, que la vitamine C forme des liaisons par ponts d'hydrogène, mais pas la vitamine D, sans préciser en même temps que la vitamine D est liposoluble et sans identifier les forces intermoléculaires impliquées. La vitamine C était décrite comme comportant des liaisons/groupes OH, sans signaler qu'elle en comportait plus que la vitamine D.

Question C3

La plupart des candidats ont obtenu au moins deux des quatre points attribués à cette question qui portait sur les avantages et les inconvénients liés à l'utilisation d'aliments issus d'organismes génétiquement modifiés. Toutefois, l'utilisation d'une formulation approximative a coûté des points à beaucoup de candidats. Par exemple, le fait que des substances anti-cancer peuvent être incorporées aux aliments issus d'organismes génétiquement modifiés était une réponse acceptable, mais «guérissent le cancer» ne l'était pas. D'autres candidats n'ont pas opéré la distinction entre produits issus des cultures et aliments, ce qui a conduit à des confusions telles que «il peuvent être stockés plus longtemps, car ils ne sont pas attaqués par les insectes».

Question C4

Cette question a posé davantage de problèmes aux candidats. Beaucoup d'entre eux ont interprété le graphique correctement mais ont omis d'inclure les unités dans l'expression de V_{\max} et de K_m . Très peu de candidats ont obtenu tous les points attribués à l'explication de la manière dont la vitesse d'hydrolyse est influencée par une augmentation de la concentration en substrat. La plupart ont fait référence aux «sites actifs» sur l'enzyme, mais n'ont pas signalé qu'initialement la vitesse augmente en raison d'un accroissement de la fréquence des collisions.

Question C5

La plupart des candidats savaient que le fer est complexé au groupe hème ou hémoglobine, mais étaient moins sûrs que le fer se trouve à l'état d'oxydation +2.

Option D – Chimie de l'environnement

Cette option a rencontré un vif succès et a été traitée fort bien par beaucoup de 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

Les réponses vagues, mentionnant que la Terre réfléchit la lumière, captée ensuite par les gaz à effet de serre, n'ont été créditées d'aucun point. Le rayonnement de courte longueur d'onde provenant du soleil traverse la couche de gaz à effet de serre et réchauffe la Terre. La Terre émet ensuite un rayonnement de longueur d'onde supérieure (énergie plus faible). Plutôt que de se disperser dans l'espace, une fraction de ce rayonnement est absorbée par les liaisons des molécules

des gaz à effet de serre. Les molécules subissent un échauffement et une partie de cette énergie est renvoyée vers la surface de la Terre sous forme de rayonnement.

Question D2

La nature et l'origine des polluants qui contribuent à la diminution de la couche d'ozone ont été correctement identifiées. Toutefois, beaucoup de candidats ont mentionné comme inconvénient des fluorocarbones et des hydrofluorocarbones le fait qu'ils sont inflammables. Cette affirmation n'est pas vraie pour les fluorocarbones.

Question D3

- (a) La question relative au traitement primaire et au traitement secondaire des eaux usées a été bien résolue.
- (b) Pour obtenir le maximum des points, les candidats devaient faire référence à la précipitation *chimique*, plutôt qu'au seul terme «précipitation», ou encore, écrire les équations appropriées pour expliquer comment les ions des métaux lourds sont éliminés au cours du traitement tertiaire des eaux usées.

Question D4

Bien que quelques candidats aient confondu brouillard photochimique (smog) et brouillard réducteur, une majorité a obtenu une bonne note pour cette question.

Question D5

Quelques candidats ont omis de mentionner à quel métal lourd leur réponse se rapportait. Beaucoup de réponses étaient assez vagues et ressemblaient à un jeu de devinettes lorsqu'il s'agissait de préciser les effets sur l'environnement et sur la santé d'un métal lourd particulier.

Question D6

Les inconvénients liés à l'utilisation de la DL_{50} comme moyen d'expression de la toxicité d'une substance présente dans une eau étaient généralement bien connus.

Option E – Les industries chimiques

Question E1

Certains candidats ont formulé correctement leurs réponses pour décrire la différence entre le polypropène isotactique et le polypropène atactique, mais en ont perdu le bénéfice en faisant des schémas incorrects. L'erreur la plus courante a consisté à fixer un groupe $-CH_3$ sur chaque atome de carbone de la chaîne principale, au lieu de les faire alterner.

Question E2

Beaucoup de candidats n'ont fait que vaguement référence au fait que l'aluminium est plus réactif que le fer, sans mentionner spécifiquement que le facteur déterminant est la position du métal dans l'échelle de réactivité ou dans la série électrochimique.

Question E3

Le nom et la formule du principal minerai de fer utilisé dans le haut-fourneau étaient connus, mais peu de candidats connaissaient aussi le nom et la formule de la principale impureté présente dans le minerai, à savoir l'oxyde de silicium (IV). La plupart des candidats ont pu écrire des équations appropriées pour traduire les réactions qui interviennent au cours de l'extraction électrolytique de l'aluminium, mais ont été moins clairs quant au rôle de la cryolithe. La cryolithe est utilisée

comme solvant - et n'est pas une impureté – pour que les ions aluminium soient présents en solution à une température plus basse que si l'alumine seule avait été fondue.

Question E4

Cette question était une question simple à propos de l'industrie des alcalis chlorés. Deux méthodes étaient acceptées, à choisir parmi les trois connues (méthode du diaphragme, de la membrane échangeuse d'ions ou de la cellule au mercure).

Question E5

Cette question, relative au dopage du silicium, a généralement été bien résolue.

Option F – Les combustibles et l'énergie

Question F1

- (a) Certains candidats ont été incapables de donner des réponses scientifiquement valables à propos des avantages et des inconvénients de la combustion directe de la biomasse par rapport à sa conversion initiale en éthanol. La combustion de la biomasse est plus efficace mais plus polluante que sa conversion en éthanol. L'éthanol peut être transporté plus facilement, mais la conversion prend du temps.
- (b) Cette partie portait sur les avantages et les inconvénients liés à l'utilisation des cellules photovoltaïques; les réponses relatives à cette partie de la question ont généralement été meilleures.

Question F2

- (a) Bien que la batterie d'accumulateurs au plomb fasse clairement partie du programme de chimie, beaucoup de candidats n'ont pas répondu de manière satisfaisante à cette question. Ils n'ont pas mentionné que l'une des électrodes est en oxyde de plomb (IV). Beaucoup d'étudiants ignorent que l'électrolyte est l'acide sulfurique et ont été incapables d'écrire correctement les demi-équations des réactions se produisant aux électrodes.
- (b) Certains candidats ont déclaré qu'ils avaient sans doute étudié que la tension aux bornes d'une pile dépendait de la nature de la demi-pile utilisée. Même si cette proposition est valable pour les piles en général, elle ne répond pas à la question posée ici, laquelle concernait spécifiquement la batterie d'accumulateurs au plomb. Dans ce cas, la réponse attendue était le nombre d'accumulateurs couplés en série. La puissance disponible dépend de la taille des électrodes et de la quantité de réactif(s) mise en œuvre.

Question F3

Beaucoup de candidats ont bien répondu à cette question relative à la désintégration radioactive. Quelques-uns ont omis de mentionner les unités jour^{-1} en donnant la valeur de la constante de vitesse. Certains ont aussi calculé le rapport A/A_0 correctement, soit 0,824, mais ont oublié de soustraire cette valeur de 1 pour trouver la fraction de l'échantillon ayant subi la désintégration, soit 0,176 (ou 17,6%).

Question F4

Beaucoup de candidats ont été incapables de définir correctement l'expression *énergie de liaison nucléaire*. Les réponses fournies étaient trop vagues et ne faisaient pas référence à la séparation des protons et des neutrons lorsqu'elles envisageaient la formation ou la désintégration d'un noyau. Certains ont éprouvé des difficultés pour expliquer correctement le graphique donnant

l'énergie de liaison en fonction du nombre de masse, c'est-à-dire pour expliquer la transmutation en noyaux de nombre de masse supérieur ou inférieur.

Option G – Chimie analytique moderne

Question G1

La plupart des candidats qui ont répondu à cette question ont semblé bien préparé et quelques bonnes réponses ont été fournies. Certains ont confondu les régions A et B du spectre, peut-être parce qu'ils avaient vu le spectre électromagnétique présenté dans l'autre sens. Pourtant, le schéma de la question indiquait clairement le sens croissant de la longueur d'onde. Si l'étudiant avait commis l'erreur de considérer A comme le domaine de l'infrarouge et B comme celui de l'ultraviolet, le principe du report d'erreur était appliqué à la suite de la question.

Question G2

- (a) Plusieurs isomères pouvaient être représentés pour $C_2H_4O_2$. Les candidats devaient en citer deux au choix.
- (b) Le *Recueil de Données* permettait d'attribuer facilement les raies d'absorption IR. Il fallait cependant distinguer le type de groupe OH responsable de la vibration se produisant à 2765 cm^{-1} .
- (c) La structure correcte à identifier correspondait à l'acide éthanoïque. Les points ont été attribués lorsque l'explication donnée était en cohérence avec les informations permettant de distinguer les deux isomères que le candidat avait représentés dans la partie (a).

Question G3

L'information demandée à propos du spectre RMN 1H était généralement correcte. L'erreur la plus commune a consisté en une mauvaise interprétation des données relatives au dédoublement des pics et au déplacement chimique et de proposer l'isomère incorrect (éthanoate d'éthyle) comme étant la structure à identifier dans la partie (c) de la question (la réponse correcte était le propanoate d'éthyle).

Option H – Chimie organique approfondie

Comme les années précédentes, les réponses fournies à certaines questions de cette option ont été extrêmement variées. Beaucoup de candidats sont capables de montrer les différentes étapes de mécanismes réactionnels, en utilisant des flèches de manière appropriées dans les schémas et en notant correctement les charges δ^+ et δ^- , tandis que d'autres donnent encore des réponses très confuses.

Question H1

Bien que presque tous les candidats aient donné la structure correcte de $C_6H_5CH_3$, certains ont éprouvé des difficultés à décrire les étapes de propagation du mécanisme radicalaire de chloration du méthylbenzène. Le reste de la question a généralement été bien résolu.

Question H2

Cette question portait sur la réaction du cyanure d'hydrogène avec la propanone. Elle est apparue comme une question plus difficile. Parmi les candidats qui savaient que le produit obtenu, un nitrile, subissait une hydrolyse acide pour former un acide carboxylique, nombreux sont ceux qui ont oublié d'inclure NH_4^+ dans l'équation d'hydrolyse.

Question H3

Cette question, relative à la substitution nucléophile, a été très bien résolue par les meilleurs candidats.

- (a) La plupart des candidats ont pu expliquer correctement les mécanismes S_N1 et S_N2 en termes de contraintes stériques et de stabilité du carbocation intermédiaire.
- (b) De même, la majorité des candidats savait, ou a correctement présumé, que OH^- est un meilleur agent nucléophile que H_2O . En effet, sa charge favorise son attraction par le pôle δ^+ du carbone dans CH_3Br et en conséquence, il va réagir plus rapidement.
- (c) Certaines explications relatives au fait que CH_3Br réagit plus vite avec les agents nucléophile que $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ ont été assez confuses. C'est la délocalisation possible d'une paire électronique non liante du brome dans le cycle aromatique (électrons π) qui en est la cause, en renforçant la liaison C-Br (la rendant moins susceptible d'être rompue) et en exerçant une répulsion sur le réactif nucléophile.

Assistance et guidance des futurs candidats

Un certain nombre de commentaires formulés les années précédentes sont toujours d'actualité. Certains candidats ont éprouvé des difficultés à répondre à la (aux) question(s) posée(s). 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. Lorsqu'une question demande de citer *deux* propriétés (ou deux autres informations), il n'est pas indiqué que le candidat en cite trois, car il sera pénalisé si l'une des trois est fautive, indépendamment du fait que les deux autres soient correctes. De même, si une question demande de comparer deux méthodes et de citer deux avantages et deux inconvénients, il est indiqué de traiter chaque aspect distinctement. Si par exemple le fait que la difficulté de transport soit citée comme un inconvénient de l'utilisation de la biomasse comme combustible en comparaison à sa transformation préalable en éthanol, la facilité de transport ne doit pas être citée comme un avantage de sa conversion en éthanol. Les étudiants doivent aussi être tout à fait familiarisés avec les verbes d'action et connaître les objectifs auxquels ils se réfèrent.

Les candidats doivent disposer des ressources appropriées pour compléter l'enseignement des options. Si l'on excepte les manuels spécifiques du BI, peu de manuels de chimie fournissent les informations suffisantes pour couvrir les options et, souvent, les candidats révèlent qu'ils ne sont pas familiarisés avec certaines notions de base. Les étudiants doivent approfondir une option sans chercher à savoir quelles questions seront posées à l'examen, une telle attitude les incitant à faire l'impasse sur certaines matières de l'option.

Les réponses aux questions 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 attribués à la question. Ils doivent donner la meilleure réponse chimique/scientifique possible, plutôt que de répondre de manière simpliste ou dans un style journalistique.

Il doit exister une correspondance significative entre la théorie et la pratique – les présentations/discussions en classe et les recherches expérimentales doivent se compléter et se renforcer mutuellement.

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. Chaque année, il est frappant de constater 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.

Il faudrait recommander fermement aux étudiants de répondre aux questions de l'option qu'ils ont étudiée, plutôt que d'essayer de répondre dans des options où ils pensent avoir acquis certaines connaissances en dehors du cadre des cours. Par exemple, les étudiants ne devraient pas répondre aux questions de l'Option Biochimie Humaine - même s'ils ont étudié la biologie - s'ils n'ont pas suivi les cours de cette option spécifique.

Épreuve 2 - Niveau Moyen

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes	0-7	8-14	15-21	22-27	28-32	33-38	39-50

Commentaires généraux

Dans l'ensemble, il semble que l'épreuve 2 de chimie du NM de mai 2005 était raisonnablement accessible à la plupart des candidats. Toutefois, comme de coutume, beaucoup de candidats ont éprouvé des difficultés lorsqu'il s'agissait de fournir une explication valable, au lieu de restituer une information de manière explicite, sous la forme d'une définition par exemple. Néanmoins, il s'est avéré que l'épreuve était d'un niveau approprié et une distribution normale des résultats a été constatée. Le rapport qui suit aborde quelques points spécifiques de l'épreuve.

Les parties du programme pour lesquelles les candidats ont éprouvé des difficultés

Nonobstant le fait que le niveau de difficulté ait varié d'un centre à l'autre, les aspects suivants ont clairement posé des problèmes à un nombre appréciable de candidats :

- Les étudiants ont souvent éprouvé des difficultés à résoudre des problèmes numériques. Les deux exemples les plus significatifs se trouvent dans la section A, en particulier dans la détermination de la variation d'enthalpie de la question 1 (c) et dans le calcul de la masse molaire moléculaire de l'hydrocarbure de la question 2 (b) (i). En outre, la manipulation des unités et des constantes a été particulièrement mauvaise dans ces deux questions.
- Le manque d'aisance et d'exactitude dans la formulation des réponses aux questions relatives à la théorie des collisions a souvent été la cause d'une perte de points, y compris chez les meilleurs élèves qui semblaient pourtant maîtriser le concept. Seuls les plus brillants d'entre eux ont obtenu la note maximale aux questions 4 (a) et 4 (b).
- La théorie de la répulsion des paires électroniques de la couche de valence (RPECV ou VSEPR) était particulièrement mal connue. Beaucoup d'étudiants ont été capables de déduire la géométrie moléculaire de SCl_2 et de C_2Cl_2 , mais sans comprendre les principes qui sous-tendent la théorie elle-même. De plus, beaucoup de candidats ont été incapables de fournir une explication logique de la géométrie du domaine électronique dans le cas d'un atome central comportant des liaisons multiples.

- La notion de polarité d'une molécule s'est avérée être le concept le plus difficile à appréhender pour tous les étudiants et seule une faible minorité des meilleurs candidats a pu formaliser la polarité d'une molécule en termes de résultante des moments dipolaires.
- Des explications complètes et correctes ont fait défaut chez beaucoup de candidats à propos de la périodicité de propriétés physiques telles que le rayon atomique et l'énergie de première ionisation.

Les parties du programme et de l'examen pour lesquelles les candidats se sont révélés bien préparés

Les parties suivantes de l'épreuve ont été correctement traitées par les candidats :

- les calculs relatifs à la détermination des formules empiriques - question 2 (a) ;
- la compréhension de la notion de réactif limitant - question 1 (e) ;
- la compréhension des risques que présente le CO pour la santé - question 2 (c) ;
- l'écriture des formules de structure - question 5 ;
- la détermination du nombre de particules subatomiques à partir du symbole nucléaire – question 6 (b) ;
- la tendance périodique générale de l'évolution de propriétés physiques – question 7 (a) ;
- la chimie organique, en général – question 8.

La plupart des candidats ont montré qu'ils possédaient les compétences mathématiques de base. La maîtrise des théories fondamentales figurant au programme s'est avérée globalement satisfaisante. Cependant, les preuves d'une compréhension approfondie des bases logiques de nombreuses théories ont été rarement fournies. Même si l'on peut arguer que cette épreuve relève du niveau moyen, il est généralement apparu qu'une meilleure préparation s'impose de la part des candidats en ce qui concerne certaines matières de chimie du tronc commun, comme la structure et la liaison chimique, les propriétés physiques, les observations expérimentales, l'isomérisation, les réactions exothermiques/endothérmiques et la polarité des molécules. La manière dont les étudiants ont traité ces notions était nettement trop rudimentaire et, dans plusieurs copies, des conceptions erronées ont été relevées, en particulier à propos du rôle des paires électroniques dans la théorie RPECV (VSEPR) et de l'influence des dipôles des liaisons sur la déduction de la géométrie des molécules.

Points forts et faiblesses des questions

Section A

Question 1

- La plupart des candidats ont mentionné qu'il y avait une élévation de température, mais très peu d'entre eux ont été capables de mettre cette information en relation avec l'idée d'une réaction exothermique pour répondre à la partie (a) de la question. Quelques candidats ont même confondu les qualificatifs «exothermique» et «endothérmique». Une erreur commune commise par les étudiants a été de mentionner qu'une réaction était endothermique parce que la réaction dégageait de la chaleur !
- La majorité des candidats a été capable d'expliquer que le mélange des solutions était opéré rapidement pour que le dégagement de chaleur intervienne rapidement. Toutefois, beaucoup de candidats ont mentionné erronément une augmentation de la vitesse de la réaction.
- Seuls les meilleurs étudiants ont pu déterminer correctement la variation d'enthalpie accompagnant la réaction. Beaucoup ont pu donner une expression de la chaleur dégagée en termes de capacité thermique massique, de variation de température et de masse, mais peu ont réalisé que la masse à

prendre en considération était celle de la solution et se sont engagés dans des calculs compliqués impliquant les masses molaires relatives de KOH et de HCl. Quelques candidats ont exprimé la température sous la forme $3,5 + 273$, et la quantité de matière sous la forme 0,05 moles, c'est-à-dire les quantités de KOH et de HCl cumulées. En général, peu de candidats plus faibles ont été crédités au delà des deux premiers points pour cette partie de la question, n'ayant pas réalisé la différence entre une quantité de chaleur mesurée expérimentalement et une variation d'enthalpie molaire. Une erreur courante a été d'écrire $\Delta H = m c \Delta T$ au lieu de $q = m c \Delta T = 1463 \text{ J}$. Certains candidats n'ont pas pris en compte les chiffres significatifs, ni les unités.

- (d) Dans cette partie de la question, la perte de chaleur et la manière appropriée de la minimiser ont été correctement traitées. Cependant, certains candidats ont suggéré d'utiliser un calorimètre, sans se référer explicitement à l'utilisation d'un couvercle ou d'un récipient isolé. D'autres ont aussi donné des réponses plus générales, comme l'utilisation d'un système fermé, sans autre explication. De plus, quelques candidats ont suggéré d'utiliser un graphique. Cette proposition n'a pas été créditée, car une réponse plus détaillée était attendue, à savoir, au minimum, une référence à la nature même du graphique - le graphe de T en fonction de t .
- (e) Beaucoup d'étudiants ont répondu correctement à cette partie et c'est avec satisfaction que l'on a pu constater qu'ils faisaient référence au fait que KOH faisait office de réactif limitant dans la réaction. Quelques candidats ont parlé du fait que la vitesse de la réaction augmentait avec la concentration de l'acide. Une autre erreur fréquemment commise par les candidats a été de mentionner qu'il n'y avait pas de variation de température, alors qu'ils voulaient probablement dire que la variation de température était régulière (ne variait pas) !

Question 2

- (a) La grande majorité des candidats a pu déterminer correctement la formule empirique de l'hydrocarbure. Quelques-uns ont proposé la formule C_2H au lieu de CH_2 . Une minorité a calculé le rapport, mais a omis d'écrire la formule, ce qui a entraîné la perte du deuxième point attribué à la question.
- (b) Cette partie de la question a posé plusieurs problèmes aux candidats. La plupart des candidats ont mentionné $pV = nRT$, mais ont éprouvé des difficultés quant au choix de la valeur la plus appropriée de R , la constante des gaz parfaits, eu égard aux paramètres de pression et de volume donnés dans la question. En conséquence, les étudiants qui n'ont pu résoudre correctement la partie (i) n'ont pu déterminer la formule moléculaire C_4H_8 de l'hydrocarbure dans la partie (ii) ; le report d'erreur ne pouvait intervenir dans le cas présent. Quelques candidats n'ont pas bien compris la question et ont essayé d'écrire la formule de structure, au lieu d'écrire simplement la formule moléculaire C_4H_8 comme demandé.
- (c) Cette question a été bien résolue par pratiquement tous les étudiants. Toutefois, une minorité s'est référée au CO_2 , bien qu'il fût précisé en caractères gras dans la question qu'il s'agissait d'une combustion **incomplète**. Une autre caractéristique du genre de réponses observé pour cette question est que des candidats ont mentionné que la combustion incomplète d'un hydrocarbure produit du CO, dangereux pour la santé humaine. Ce type de réponse n'a été crédité que d'un seul point, car le fait de signaler que CO est dangereux pour la santé ne faisait que répéter une information donnée dans l'énoncé de la question. Les étudiants devaient, entre autres, expliciter le caractère toxique du CO.

Question 3

- (a) Dans cette question, quelques candidats ont évoqué l'entropie plutôt que la théorie cinétique des gaz. Quelques-uns ont également mentionné une réaction de l'ammoniac avec l'air au lieu de faire référence au phénomène de diffusion. Beaucoup de candidats semblent avoir perçu la diffusion comme un mouvement des particules d'une zone de forte concentration vers une zone de faible concentration, alors qu'elle résulte des collisions avec les particules constitutives de l'air. Quelques

candidats ont omis de faire référence de manière explicite au fait que les particules ou molécules d'ammoniac se déplacent de manière constante et aléatoire.

- (b) Cette partie de la question a été très bien résolue. Cependant, une omission d'importance a été constatée, des candidats ne mentionnant pas toujours le temps de détection. De même, quelques candidats ont tenté d'expliquer cette question en déclarant que comme il s'agissait d'une réaction chimique, la vitesse de réaction augmenterait. Le second élément essentiel à prendre en considération dans cette question était que les molécules d'ammoniac auraient une vitesse de diffusion plus élevée ou qu'elles se déplaceraient plus vite en cas d'augmentation de la température.

Question 4

- (a) Beaucoup de candidats savaient que les particules qui entrent en collision doivent avoir une orientation correcte et une énergie cinétique suffisante pour que la réaction puisse se produire. Néanmoins, un petit nombre d'entre eux a fait référence à l'énergie d'activation. Parmi ceux qui l'ont évoquée, beaucoup ont semblé ignorer à quoi elle correspondait exactement !
- (b) Seul un petit nombre de candidats a obtenu la totalité des points attribués à cette question, en dépit du fait que ce type de question ait déjà été posé à maintes reprises à l'occasion des examens du NM des années précédentes. La plupart des candidats ont mentionné que les particules subissaient un nombre plus important de collisions, mais seuls les meilleurs ont établi le rapport avec le nombre de collisions par unité de temps, c'est-à-dire, avec la fréquence des collisions. Le premier point attribué à cette question n'a été accordé que s'il était fait état de manière explicite du *temps* dans la réponse. Même si l'énergie d'activation était évoquée, les candidats ont rarement mentionné qu'une proportion plus importante de particules avait une énergie égale ou supérieure à l'énergie d'activation. Quelques candidats ont, une fois encore, utilisé de manière incorrecte le concept de force. La diminution de l'énergie d'activation ou de l'énergie de liaison ont représenté deux autres interprétations incorrectes. Une augmentation de la pression a aussi été parfois invoquée pour expliquer l'augmentation de la vitesse de réaction. Quelques-uns des meilleurs candidats, ayant une compréhension plus approfondie de cette matière, ont dessiné un graphique à l'appui de leur réponse, incluant $T_2 > T_1$.

Question 5

Cette question a été très bien résolue. La plupart des candidats ont été capables de représenter correctement la structure du butane. Plus rares sont ceux qui ont pu représenter et nommer correctement le 2-méthylpropane. Une minorité significative de candidats a perdu des points en représentant deux fois la même structure (en général, celle du butane) ou en omettant de faire figurer tous les atomes d'hydrogène dans la molécule. Les étudiants doivent savoir qu'un trait symbolisant un groupement méthyle dans une structure ne doit pas être assimilé à un atome d'hydrogène. Cette notation incorrecte est moins fréquente que les années précédentes mais, étonnamment, un petit nombre de candidats continuent à la pratiquer.

Section B

Question 6

Avec la question 7, cette question a été celle qui a rencontré le plus de succès dans la Section B. Beaucoup de candidats ont obtenu des notes élevées à cette question.

- (a) La plupart des candidats ont écrit des formules correctes. Une minorité n'a pas fait usage des symboles proposés et a essayé de construire la formule de composés tels que CO_2 , etc.
- (b) Cette question a été pratiquement résolue correctement par tous les candidats qui ont pu déterminer le nombre de particules sub-atomiques présentes dans l'ion $^{15}_7\text{N}^{3-}$.
- (c) Les étudiants ne semblent pas avoir éprouvé de difficulté à écrire la structure de Lewis de SiCl_4 ,

hormis quelques-uns qui ont négligé les paires électroniques non liantes sur les quatre atomes de chlore présents dans la molécule.

- (d) Manifestement, sur l'ensemble de l'examen, la plus grande faiblesse porte sur la compréhension des principes qui régissent la théorie RPECV (VSEPR). Pratiquement aucun candidat n'a obtenu les trois points attribués à cette question. Beaucoup ont tenté d'expliquer la théorie sans réussir à gagner un seul point ! Les idées fausses et les erreurs étaient monnaie courante dans les réponses. Beaucoup de candidats ont parlé de répulsion entre les liaisons ou entre les atomes. D'autres ont négligé de se référer au nombre de paires électroniques autour de l'atome central et quelques-uns ont essayé de répondre à la question en choisissant une géométrie simple (structure plane trigonale), fondant leur explication sur cet exemple ! Les meilleurs candidats ont été capables d'identifier correctement la géométrie de SCl_2 et de C_2Cl_2 , des molécules respectivement coudée et linéaire. De toute évidence, la théorie RPECV (VSEPR) requiert un traitement plus rigoureux de la part des élèves. Elle nécessite donc une attention toute particulière de la part des professeurs dans leurs cours. Quelques étudiants ne font pas la distinction entre la géométrie du domaine électronique et celle de la molécule. Ainsi, on se demande si les étudiants réalisent bien les raisons pour lesquelles on ne considère que la disposition spatiale des liaisons sigma dans le cas d'un système incluant un élément central qui comporte des liaisons multiples. Ce problème peut être expliqué et compris à un niveau relativement élémentaire, ce qui permettrait d'éliminer quelques-unes des confusions observées chez les élèves dans cette matière.
- (e) Certains candidats ont décrit la molécule SCl_2 comme à la fois *linéaire* et *coudée*. Ces candidats comprenaient manifestement la géométrie de cette molécule (et les points correspondants leur ont été attribués), mais l'utilisation exclusive du seul terme «coudée» doit être encouragée en classe. Dans la partie (ii), il s'est avéré que la majorité des candidats ne maîtrise pas le concept de polarité d'une molécule. L'erreur la plus commune a été de confondre les notions de polarité d'une liaison et de polarité d'une molécule. Si les étudiants avaient une bonne représentation tridimensionnelle des molécules SCl_2 et C_2Cl_2 , dont la géométrie faisait l'objet de la question (i), leur polarité devait pouvoir être établie sans difficulté. Ainsi, dans chaque cas, la polarité de la molécule est obtenue en opérant la somme vectorielle des dipôles de chaque liaison, ce qui conduit à un moment dipolaire résultant nul ou non nul. Diverses techniques peuvent être utilisées pour aider les étudiants dans cette démarche, par exemple, en utilisant des constructions simples (avec des allumettes ou des ballons), des modèles moléculaires ou encore en établissant l'analogie avec le jeu de la traction à la corde – Toutes les pistes doivent être explorées pour examiner soigneusement une série de molécules répertoriées dans le programme et déterminer leur polarité. Si les candidats avaient fait preuve d'une meilleure maîtrise de la théorie RPECV (VSEPR) et de la polarité, la question 6 leur aurait permis de gagner facilement 9 ou 12 points.

Question 7

Cette question a connu un grand succès et un nombre significatif de candidats ont obtenu des notes élevées.

- (a) Dans la partie (a) (i) et (ii), une large majorité des candidats a pu énoncer la tendance d'évolution du rayon atomique et de l'énergie d'ionisation pour les métaux du groupe 1 et pour les éléments de la troisième période. Ce n'est pas étonnant, puisqu'il suffisait de consulter le *Recueil de Données* pour chacun de ces éléments. L'essentiel du problème consistait à formuler une explication appropriée pour justifier ces tendances. Si certains ont été crédités d'une partie des points, la majorité n'a pas obtenu la totalité des points, car la compréhension approfondie des raisons des tendances observées faisait défaut. Un exemple typique de cette compréhension partielle est fourni par le fait que des étudiants n'aient pas mentionné que dans le groupe 1, tous les niveaux d'énergie sont occupés lorsqu'on progresse dans l'ordre croissant du rayon atomique. De même, l'expression «noyau plus gros» n'est pas équivalente à «charge nucléaire plus élevée». Nonobstant le fait que l'épreuve relève du NM, les candidats réellement bien préparés ont fait appel à des concepts tels que l'augmentation de l'effet d'écran, ce qui dénote une compréhension plus approfondie des principes de la chimie.

- (b) La plupart des candidats n'ont pas éprouvé de difficulté à citer trois similitudes et une différence à propos de la réaction du lithium et du potassium avec l'eau. Quelques candidats n'ont pas lu la question correctement et ont essayé de décrire les similitudes de structure atomique entre Li et K. Dans la partie (ii), les réactions étaient bien connues, même si les équations ont été souvent formulées de manière incorrecte, un nombre significatif d'étudiants écrivant H^+ au lieu de H_2 comme produit de la réaction. Quelques candidats ont mentionné que le pH serait acide ou juste supérieur à 7, mais aucun n'a pu dire qu'il serait égal ou supérieur à 11. Des étudiants ont aussi perdu des points en omettant de signaler que LiOH ou KOH étaient des bases fortes. Étonnamment, certains candidats ont écrit l'équation en utilisant Na au lieu de K ! Une autre erreur courante a consisté à écrire comme produits de la réaction des oxydes métalliques au lieu des hydroxydes correspondants.
- (c) Cette question a été résolue de manière satisfaisante, la grande majorité des candidats sachant que l'oxyde d'aluminium est amphotère, l'oxyde de sodium basique et le dioxyde de soufre acide.
- (d) Les équations ont constitué un problème pour les candidats les plus faibles qui ont éprouvé des difficultés à donner la formule correcte de l'oxyde de sodium. Une tendance a été de faire figurer dans les équations des produits incorrects ou des produits supplémentaires, comme H_2 et H_2SO_4 .

Question 8

Cette question a été la moins populaire des questions optionnelles de la Section B. Par contre, il est intéressant de remarquer qu'elle a été souvent choisie par les candidats les plus brillants qui ont obtenu des notes élevées pour cette question. Le niveau général de compréhension en chimie organique s'est révélé très satisfaisant pour les candidats ayant choisi cette question.

- (a) La nomenclature et les formules de structure ont été bien traitées, bien que quelques candidats aient éprouvé des difficultés pour nommer les deux esters possibles.
- (b) Beaucoup d'étudiants ont évoqué les liaisons hydrogène pour essayer d'expliquer la solubilité dans l'eau de l'acide propanoïque. Cependant, un nombre significatif d'entre eux n'ont pas mentionné le fait que l'acide propanoïque forme effectivement des liaisons hydrogène avec l'eau. Quelques-uns ont tenté d'expliquer la solubilité et l'acidité en référence à une réaction chimique. Dans la partie (b) (ii), la plupart des candidats ont réussi à formuler correctement la réaction de l'acide propanoïque avec l'hydroxyde sodium pour former du propanoate de sodium et de l'eau. Cependant, dans la partie (iii), beaucoup d'étudiants ont mentionné que les deux esters ne réagissent pas avec le brome, parce que ces composés comportent une double liaison. Cette réponse n'était pas suffisante, l'élément essentiel dans le cas présent étant l'absence de liaison $C=C$ dans ces deux composés.
- (c) La plupart des candidats ont pu identifier et expliquer le fait que l'acide propanoïque possède la température d'ébullition la plus élevée des trois composés, en raison de l'existence de liaisons hydrogène intermoléculaires. Quelques-uns parmi les meilleurs candidats ont même représenté par un schéma le réseau de liaisons hydrogène, sans assimiler la liaison covalente polarisée O-H à la force intermoléculaire, ce qui est l'indice d'une bonne compréhension de ces notions.
- (d) Pratiquement tous les candidats ont identifié les deux composés B et C comme étant des esters et la majorité des candidats a démontré une très bonne connaissance de l'estérification.
- (e) Certains candidats ont perdu des points en utilisant le terme *bromation* au lieu du terme correct *addition* pour nommer le type de réaction dont il s'agissait. Une autre erreur commune a consisté à utiliser l'expression *changement de couleur* au lieu du terme *décoloration* pour décrire l'observation qui pouvait être faite lors de la réaction consécutive à l'addition de brome.

Assistance et guidance des futurs candidats

La recommandation essentielle faite aux professeurs est d'insister davantage sur les concepts chimiques du tronc commun des matières du programme du NM. À travers les résultats de l'épreuve 2 du NM, les domaines suivants sont apparus comme ceux où les lacunes sont les plus marquantes :

- Les structures en général et les liaisons.
- Les explications relatives aux tendances observées dans l'évolution de propriétés physiques telles que le rayon atomique et l'énergie d'ionisation.
- La théorie des collisions.
- Les observations expérimentales.
- Les calculs relatifs à la variation d'enthalpie.
- Les calculs relatifs à la détermination de la masse molaire moléculaire.

Pour ce qui concerne les structures et les liaisons, beaucoup de commentaires ont été formulés explicitement ci-dessus, dans la partie du rapport relative aux différentes questions. Cependant, les professeurs sont vivement encouragés à insister sur les aspects suivants :

- (a) Les principes qui sont à la base de la théorie RPECV (VSEPR).
- (b) La distinction entre domaine électronique et géométrie moléculaire.
- (c) La différence entre polarité d'une liaison et polarité d'une molécule.

Une grande variété de techniques pédagogiques peut être mise en œuvre pour traiter les aspects évoqués ci-dessus, en fonction des ressources disponibles dans l'école. Cependant, des moyens simples, comme des modèles construits par l'étudiant (avec des allumettes et des ballons), des modèles moléculaires tridimensionnels (disponibles dans le commerce), des programmes informatiques de modélisation moléculaire peuvent modifier radicalement la compréhension des élèves en matière de structures spatiales. Les professeurs devraient être plus attentifs à la manière dont ils enseignent la polarité des molécules. L'accent devrait être mis sur la façon de déterminer le moment dipolaire résultant, par addition vectorielle des moments dipolaires des liaisons. Dans beaucoup de copies d'examen, les étudiants ont indiqué que SCl_2 était polaire, parce que la molécule n'est pas symétrique. Bien que l'on comprenne clairement ce que l'étudiant a voulu dire, cette manière de s'exprimer peut se révéler ambiguë à un niveau plus approfondi (par exemple, SCl_2 est une molécule symétrique, puisqu'elle possède un axe de rotation C_2), de sorte que les professeurs devraient éviter de recourir à ce type d'argument.

Épreuve 3 - Niveau Moyen

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes	0-6	7-12	13-17	18-21	22-26	27-30	31-40

Commentaires généraux

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 beaucoup de candidats paraissent peu familiarisés avec les options choisies et ont obtenu des notes médiocres. Pratiquement aucun candidat n'a essayé de répondre à plus de deux options.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 136 formulaires G2 reçus. En comparaison avec l'épreuve de l'an dernier, les trois-quarts des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau. À une faible majorité, le reste des répondants a

considéré que l'examen de cette année était plus facile 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 la majorité des 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.

Les difficultés éprouvées par 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 reste toujours une source de difficultés pour les candidats. Dans l'Option D, on a noté de nombreuses réponses rédigées dans un style journalistique, les réponses révélant 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, la question F3 (a) (i) étant sans doute celle pour laquelle les réponses ont été les moins bonnes.

Les niveaux de connaissance, de compréhension et de compétence démontrés

Cette année encore, quelques séries de copies émanant de certains centres se sont avérées excellentes. Il s'agit principalement 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 faiblesses des questions

Option A – Chimie organique physique approfondie

Question A1

- (a) La majorité des candidats a obtenu les deux points attribués aux formules de structure du réactif et du produit organiques, mais peu de candidats ont obtenu les deux autres points – les flèches étaient souvent mal placées et l'état de transition comportait souvent deux charges ou plus, au lieu de la charge négative unique attendue.
- (b) La majorité a reconnu que la vitesse de réaction allait augmenter, mais peu d'étudiants ont effectivement remarqué qu'elle serait doublée.

Question A2

Beaucoup de candidats ont obtenu les deux points attribués à cette question. Toutefois, certaines réponses ont fait référence à la différence de réactivité entre le chlore et le brome et ont conclu que la réaction du 1-chlorobutane était plus rapide parce que le chlore était plus réactif que le brome.

Question A3

- (a) Les réponses à cette question ont été souvent correctes, seules quelques-unes d'entre elles omettant de mentionner les liaisons responsables de l'absorption IR ou indiquant les nombres d'onde du domaine d'absorption des acides au lieu de ceux des alcools.
- (b) Cette question a été bien traitée, l'erreur la plus commune a été de considérer que les deux groupes CH_2 contiennent des protons situés dans le même environnement chimique.

- (c) Cette question a aussi été bien traitée, nonobstant le fait que certaines réponses manquaient de précision pour mériter la totalité des points. Par exemple, il n'est pas suffisant de dire que la spectroscopie infrarouge permet d'identifier le type de liaisons présent dans la molécule sans ajouter que les liaisons présentes dans le propan-1-ol et dans le propan-2-ol sont identiques.

Question A4

- (a) La majorité des candidats a correctement identifié les réactifs et les produits, mais un nombre surprenant d'entre eux n'ont pas pondéré l'équation.
- (b) Le terme *complexe activé* a été mal décrit ; plusieurs candidats ont fait référence à l'énergie d'activation.
- (c) Cette partie a généralement été bien traitée. Certaines réponses au point (c) (ii) ont expliqué la signification du terme *molécularité* sans préciser sa valeur dans l'exemple considéré.

Option B – Les médicaments et les drogues

Question B1

- (a) Bien que la plupart des candidats aient réalisé que la neutralisation d'un acide était en cause, beaucoup n'ont pas fait mention de l'acide présent dans l'estomac.
- (b) Les équations requises ont été correctement écrites, même si la réponse ne précisait pas toujours celui des deux hydroxydes qui serait le plus efficace. Quelques candidats ont écrit que l'hydroxyde de magnésium serait plus efficace parce qu'il s'agissait d'une base plus forte que l'hydroxyde d'aluminium.

Question B2

La plupart des candidats ont essayé de répondre à toutes les parties de la question, avec des succès divers. Le défaut majeur rencontré chez de nombreux candidats a été l'utilisation d'une formulation trop familière ou d'un style journalistique – des expressions telles que «supprime la douleur» ou «mauvais pour le foie» ne méritaient pas d'être créditées des points attribués à cette question.

Question B3

- (a) Une erreur commune a été de mentionner que les antibiotiques à large spectre sont efficaces contre un plus grand nombre de bactéries, au lieu de dire qu'ils étaient efficaces contre une plus grande variété de bactéries.
- (b) Beaucoup de bonnes réponses ont été enregistrées, la plupart mentionnant le blocage de la formation de la membrane cellulaire. Plusieurs candidats qui avaient évoqué l'apparition d'une résistance aux antibiotiques ont attribué cette propriété aux individus plutôt qu'aux bactéries.
- (c) Cette question n'a pas été bien traitée. La résistance croissante à l'enzyme pénicillinase a été relativement peu citée.
- (d) Les meilleurs candidats ont bien résolu cette question. Toutefois, la tendance a été de décrire les bactéries utiles dans un style journalistique, en les qualifiant de «bonnes» bactéries ou de bactéries «amicales».

Option C – Biochimie humaine

Question C1

- (a) La majorité des candidats a fait référence à des doubles liaisons, mais souvent sans préciser qu'il s'agissait de liaisons entre atomes de carbone.
- (b) Cette question a mis en évidence plusieurs problèmes, notamment la mention de liaisons hydrogène et de la rupture de liaisons covalentes.
- (c) Certains candidats ont semblé bien familiarisés avec les calculs thermochimiques et ont obtenu le maximum des points, tandis que d'autres n'ont obtenu que peu de points, voire aucun. Parmi les erreurs communes relevées dans les copies, on citera l'addition de 273 à la variation de température, l'utilisation d'une masse d'eau de 5 g ou de 1005 g au lieu des 1000 g requis, la limitation du calcul à la variation de la quantité de chaleur mesurée expérimentalement au lieu de poursuivre jusqu'à la détermination de la variation d'enthalpie molaire.
- (d) Cette question a été bien résolue.

Question C2

- (a) Les réponses comportaient plusieurs erreurs, alors que la question était simple. Souvent les réponses mentionnaient que la vitamine C était soluble, contrairement à la vitamine D, que la vitamine C donnait lieu à la formation de liaisons hydrogène mais pas la vitamine D, sans signaler clairement que la vitamine D était liposoluble ou sans identifier les forces intermoléculaires dans le cas de la vitamine D. La vitamine C a été décrite comme possédant des liaisons/groupes OH, sans signaler qu'elle en possédait plus que la vitamine D.

Question C3

La majorité des candidats a obtenu 1 point au moins à cette question, mais l'utilisation d'une formulation approximative a coûté beaucoup de points. Par exemple, le fait que des substances anti-cancer peuvent être incorporées aux aliments issus d'organismes génétiquement modifiés était une réponse acceptable, mais écrire que ces aliments « guérissent le cancer » ne l'était pas. D'autres candidats n'ont pas opéré la distinction entre produits issus des cultures et aliments, ce qui a conduit à des confusions telles que « il peuvent être stockés plus longtemps, car ils ne sont pas attaqués par les insectes ».

Option D – Chimie de l'environnement

Question D1

- (a) La plupart des candidats ont correctement identifié deux gaz responsables de l'effet de serre.
- (b) Les explications fournies ont été décevantes, en raison de leur formulation en termes journalistiques inacceptables. La radiation n'est pas *réfléchie* ou *renvoyée*, elle est *absorbée* ou *réémise*. Les molécules de gaz, en particulier les liaisons qu'elles contiennent, ont rarement été citées.
- (c) Les réponses ont été très variées, mais plusieurs candidats ont déclaré que les particules absorbent l'énergie radiée par la surface de la terre et contribuent ainsi au réchauffement global.

Question D2

- (a) Beaucoup de candidats ont négligé le terme « naturel » figurant dans la question et ont proposé des équations impliquant divers polluants.
- (b) La majorité des candidats a identifié les CFC et indiqué une source correcte de ces polluants.

- (c) On a pu constater avec satisfaction que beaucoup de candidats sont informés du fait que les fluorocarbones ne produisent pas de radicaux. Cependant, à propos de l'inconvénient qu'ils présentent, l'erreur la plus courante a été de dire de manière générale qu'ils étaient inflammables, sans préciser que cette propriété ne concerne que les hydrofluorocarbones (les fluorocarbones ne sont pas inflammables).

Question D3

- (a) La majorité des candidats paraît familiarisée avec le traitement des eaux usées, même si quelques erreurs ont été relevées. Les plus courantes ont consisté à ignorer l'utilisation simultanée d'oxygène et de bactéries dans le traitement secondaire ou à ne pas mentionner que les bactéries étaient éliminées.
- (b) Les erreurs ont été plus nombreuses dans cette partie de la question. Par exemple, citer l'élimination des métaux, sans préciser qu'il s'agit des métaux « lourds », citer l'élimination de l'aluminium. Il y a eu certaines confusions à propos de ce qui était ajouté comme substance et ce qui était éliminé comme polluant (par exemple, l'addition d'ions phosphate pour éliminer les ions aluminium). Les termes « azote » et « oxydes d'azote » ont souvent été utilisés à la place de « nitrates ».

Option E – Les industries chimiques

Question E1

Cette question a généralement été mal résolue, la plupart des candidats ne montrant pas clairement qu'ils connaissaient la structure du polypropène. Certains, qui avaient choisi de représenter ce polymère, ont formulé l'unité répétitive sous la forme suivante : $-(\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2)\text{-}$.

Les propriétés citées étaient parfois contradictoires (par exemple, dur et flexible) et l'arrangement moléculaire a parfois été ignoré.

Question E2

- (a) L'utilisation des agents de plasticité n'était pas bien connue.
- (b) La majorité des candidats a pu citer un inconvénient des polymères, mais pas un seul qui soit spécifique au PVC.

Question E3

Quelques candidats ne se sont pas référés aux métaux proposés dans la question. D'autres ont basé leur réponse sur la présence d'impuretés, plutôt que sur les différences de réactivité.

Question E4

Les bonnes réponses à cette question ont été rares.

- (a) Beaucoup de candidats ont déclaré que l'impureté majeure présente dans le minerai de fer était le carbone.
- (b) Les équations Rédox ioniques de l'électrolyse de l'aluminium étaient souvent erronées (équations écrites dans le sens inverse, électrons figurant dans le mauvais membre de l'équation, équations non pondérées, Al^{2+} au lieu de Al^{3+}).
- (c) Une erreur fréquente a été de mentionner que la cryolithe abaisse la température de fusion de l'aluminium.

Option F – Les combustibles et l'énergie

Question F1

Cette question a été bien résolue par la majorité des candidats.

Question F2

- (a) Cette partie de la question a été mal résolue, peu de références étant faites aux carburants.
- (b) L'erreur la plus commune a été de traiter deux fois le même aspect de la question (par exemple, *la combustion directe augmente la pollution*, suivie de *la combustion de l'éthanol n'est pas très polluante*). Faire intervenir le coût dans la réponse est acceptable, mais seulement si sa nature est précisée (par exemple, les cellules photoélectriques ne coûtent pas cher durant leur fonctionnement, mais elles sont chères à fabriquer, comparativement à l'énergie qu'elles produisent). Il est aussi incorrect de dire qu'elles ne fonctionnent pas lorsque le ciel est couvert.

Question F3

- (a) Cette question a été mal résolue par une majorité des candidats. Très peu d'entre eux ont identifié les deux électrodes, pas même le plomb, et la plupart des équations n'étaient pas appropriées. La réduction à l'électrode négative a été souvent citée.
- (b) Les réponses à cette partie de la question étaient meilleures.

Assistance et guidance des 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 :

- être conscient que pour la plupart des substances comportant des liaisons covalentes, la fusion et l'ébullition impliquent la rupture de forces intermoléculaires, pas celle de liaisons covalentes;
- s'exercer à présenter les calculs de manière logique, en précisant en quelques mots la démarche suivie ;
- éviter de recourir à un langage journalistique (spécialement dans l'Option D) et faire usage des termes scientifiques corrects (par exemple, dire que les radiations sont *absorbées* et *réémises*, plutôt que *réfléchies* et *renvoyées*);
- s'exercer à représenter les structures des polymères qui possèdent des chaînes latérales (polymères obtenus à partir du propène et du chloroéthène, par exemple).

Les candidats qui auraient suivi plus que les deux options requises pour l'examen devraient se concentrer sur ces deux options à l'approche de l'examen.