

CHIMIE

Seuils de classement des notes par matière

Niveau Supérieur

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes:	0-18	19-34	35-48	49-59	60-69	70-79	80-100

Niveau Moyen

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes :	0-17	18-33	34-46	47-57	58-68	69-79	80-100

Évaluation interne

Seuils de classement des notes par composante

Niveau Supérieur

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

Niveau Moyen

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

Remarques générales

Il a été agréable de constater que beaucoup de modérateurs ont signalé que l'échantillon des travaux soumis à la modération pour l'Évaluation Interne (ÉI) s'était amélioré par rapport aux sessions précédentes, une proportion croissante d'écoles se conformant avec succès aux prescriptions et aux critères d'évaluation. La nouvelle page de garde 4/ÉI y a probablement contribué, puisqu'elle constituait une liste de contrôle très utile aux professeurs avant qu'ils ne soumettent leurs échantillons à la modération. Même si une minorité appréciable d'écoles continue à interpréter de manière incorrecte le système d'évaluation, les problèmes se sont surtout posés dans les écoles où les professeurs étaient débutants dans le Programme du Diplôme du BI ou lorsqu'ils enseignaient la chimie du Programme du Diplôme du BI dans une classe soumise à d'autres systèmes d'évaluation, de sorte qu'ils n'adaptaient pas en priorité leurs méthodes de travail aux critères de l'ÉI du Groupe 4.

La diversité et la pertinence des travaux proposés

En général, les travaux proposés convenaient pour l'évaluation. Comme les années précédentes certaines écoles ont soumis des expériences simplistes qui n'étaient pas du niveau de candidats du Programme du Diplôme du BI ou qui généraient trop peu de données. Beaucoup d'étudiants entament le Programme du Diplôme du BI avec une expérience réduite en matière de recherches effectuées

dans le cadre de travaux pratiques ; pour ce motif, des activités simples peuvent être proposées au début du cours, afin de familiariser ces étudiants avec les compétences requises. Toutefois, ce type d'activités ne devrait pas être prédominant dans le cadre du *Programme de Travaux Pratiques du Projet du Groupe 4* ou PTP/4 (4/PSOW) ou constituer la base de l'évaluation.

De même, les consignes que donnent certains professeurs apportent une aide vraiment trop importante aux candidats pour satisfaire aux critères d'évaluation. À titre d'exemples, on peut citer :

- Org (a) : le fait que des objectifs trop spécifiques sont assignés et ne permettent pas aux candidats de faire preuve d'initiative.
- Org (b) : le fait qu'un excès d'informations est fourni aux candidats concernant le matériel, les appareils et même à propos des étapes de la procédure. Une recherche qui nécessite que le professeur spécifie l'équipement nécessaire ou la méthodologie à suivre ne convient pas pour l'évaluation du critère Org (b).
- RD : une indication explicite des données que les candidats doivent recueillir et la mise à disposition de tableaux de données (un fait heureusement plus rare cette session).
- TDP : la communication aux candidats d'instructions qui précisent les données à représenter graphiquement ou les étapes d'un calcul.
- CÉ : la remise aux candidats d'une série de questions auxquelles ils doivent répondre.

Les critères Org (a) et Org (b) devraient susciter des réponses différentes de la part de candidats différents d'une même classe. Une série de réponses identiques est un indice qu'une recherche n'était pas appropriée pour l'évaluation des critères Org (a) et Org (b). Il est préoccupant de constater que certaines classes ont proposé des procédures quasiment identiques qui provenaient manifestement de manuels commerciaux de travaux pratiques, de sources accessibles sur le Web ou même, qui avaient été directement fournies par le professeur.

Ce serait agréable de voir plus de recherches permettant aux étudiants plus aptes de se surpasser et de mettre leurs connaissances en pratique. Par exemple, pour beaucoup de candidats du Niveau Supérieur (NS), un exercice d'organisation qui consiste à voir quels facteurs influencent la vitesse d'une réaction est d'un niveau d'exigence tout à fait insuffisant, les hypothèses étant par trop évidentes en raison du fait que la théorie sous-jacente est parfaitement maîtrisée.

De nombreux exemples révèlent que les étudiants ont soumis des rapports extrêmement longs pour des recherches relativement simples, ces rapports ayant parfois la longueur d'un mémoire ! Ces étudiants sont certainement très motivés et il est regrettable que leur énergie soit gaspillée en pure perte ; cela témoigne aussi d'une appréhension induite du processus d'évaluation et d'une confusion entre les exigences de l'ÉI du Groupe 4 par rapport à celles d'autres matières ou du mémoire. Le professeur devrait préciser qu'en chimie, l'objectif est de rédiger un rapport clair et concis qui présente et interprète de manière logique les résultats de la recherche. Un long rapport ne se justifie que lorsqu'une recherche ouverte a produit suffisamment de données pour mériter un tel traitement.

Peu d'épreuves soumises à l'évaluation ont montré l'utilisation de techniques d'enregistrement ou de traitement informatisé des données. Le fait que peu d'étudiants y recourent dans l'organisation de leurs activités traduit leur manque de familiarisation avec cette technologie. Il n'y a pas de raison de s'abstenir d'introduire de manière adéquate ces techniques dans des tâches relevant des critères Organisation (Org) ou Conclusion & Évaluation (CÉ). Dans le contexte d'une recherche individuelle plus large, les techniques d'enregistrement ou de traitement informatisé des données peuvent même intervenir dans l'évaluation des critères RD et TDP, dans la mesure où l'étudiant peut démontrer sa propre contribution au recueil et au traitement des données.

Il est préoccupant de constater qu'un nombre réduit mais pourtant significatif d'écoles proposent chaque année des rapports collectifs pour l'évaluation des cinq critères portant sur l'écrit. Il est essentiel que les étudiants soient évalués individuellement pour leur contribution à toute activité destinée à l'évaluation de ces critères. Plus gravement, des rapports identiques ont été soumis par deux étudiants ou plus sans mention du caractère collectif du travail. D'un point de vue académique, il s'agit d'une faute professionnelle que le modérateur 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.

Résultats des candidats pour chaque critère d'évaluation

Organisation (a)

Dans les cas où les professeurs avaient proposé une activité ouverte, les candidats ont généralement été capables de formuler une question de recherche précise. De même, presque tous les candidats ont formulé une hypothèse pertinente, un nombre plus réduit d'étudiants indiquant seulement que « l'expérience allait fonctionner ». Toutefois, dans de nombreux cas, l'hypothèse était soit inexplicitée, soit l'était en termes superficiels, sans citer ou utiliser des concepts de chimie. Dans la plupart des écoles, les 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.

Organisation (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 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 suffisant de données. Très peu de candidats ont pris 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.

Recueil des données

Les performances de la majorité des candidats étaient généralement bonnes, ceux-ci se révélant capables de présenter individuellement des données dans des tableaux adéquats où figuraient les intitulés des colonnes et les unités correspondantes. Les lacunes les plus courantes concernent 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).

Moins de professeurs que les années précédentes ont eu tendance à surévaluer leurs étudiants dans des tâches de RD purement qualitatives en attribuant des notes maximales 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

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. Un nombre croissant, mais toujours faible, 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 et 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.

La qualité des graphiques s'est améliorée mais reste très inégale. On a relevé beaucoup d'exemples valables de traitement graphique des données, les lacunes les plus courantes étant l'incapacité de tracer une courbe de régression, des esquisses inappropriées de graphiques, alors qu'un tracé précis était requis, et une mauvaise utilisation du logiciel EXCEL. Les versions récentes d'EXCEL sont d'une grande utilité dans le cadre du critère TDP, cependant, les éléments graphiques classiques, à savoir l'identification des axes avec mention des unités, courbe de régression, etc., 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 de ce critère. Peu de candidats se sont vu assigner une activité qui permettait un traitement plus complet des données graphiques, comme la détermination d'un gradient ou de l'ordonnée à l'origine par extrapolation.

Conclusion et Évaluation (CE)

Il s'agit toujours d'un domaine dans lequel les candidats n'ont pas obtenu des résultats particulièrement bons. Même si davantage de candidats que par le passé comparent leurs résultats aux données de la littérature lorsque c'est pertinent, ce critère nécessite aussi une conclusion valide, assortie d'une explication basée sur une interprétation correcte des résultats, ce qui fait souvent défaut. D'autre part, les conclusions que tirent de nombreux candidats révèlent qu'ils n'ont pas compris l'objectif de la recherche et très peu d'indices indiquent que les candidats ont recouru à une lecture ou effectué une recherche sur le fond du problème pour interpréter leurs résultats.

La plupart des candidats ont essayé d'évaluer la procédure et ont énuméré les sources possibles d'erreurs, même si souvent cette évaluation a été superficielle, les commentaires se limitant fréquemment aux erreurs humaines et au manque de temps. 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 pour le traitement des données et la présentation (TDP), très peu ont fait usage de cette information pour vérifier si le résultat final était explicable par une erreur aléatoire ou s'il nécessitait la prise en compte d'erreurs systématiques. Quelques candidats ont fait des suggestions pertinentes d'amélioration de la recherche après avoir identifié les faiblesses de la méthode, toutefois, beaucoup d'entre eux n'ont pu suggérer que des améliorations triviales ou non spécifiques, du genre « utiliser un appareillage plus précis ».

Compétences de manipulation

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

Le projet du Groupe 4

Presque toutes les écoles ont apporté les preuves de la participation au projet du Groupe 4 de chacun des candidats de l'échantillon. La plupart des écoles ont utilisé 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 notes pour les critères liés à l'écrit. Il s'agit d'une approche judicieuse qui mérite d'être encouragée, eu égard aux problèmes évoqués plus haut à propos des travaux réalisés en commun.

Recommandations et conseils pour la préparation des futurs candidats

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

- S'assurer que les étudiants sont évalués exclusivement sur leur contribution individuelle à toute activité destinée à l'évaluation des critères relatifs à l'écrit.
- S'assurer que les candidats ont la possibilité de satisfaire aux critères. En conséquence, les professeurs 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*.
- Consulter le TSM 1 disponible en ligne au Centre des Programmes en Ligne (OCC) pour tout ce qui concerne les erreurs et les incertitudes.
- Encourager les candidats à formuler une hypothèse en rapport immédiat avec la question qui fait l'objet de la recherche.
- 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).
- 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 particulier.
- Lorsque des expériences simples sont nécessaires pour familiariser les étudiants avec les compétences requises pour réaliser des 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 à cette occasion 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*.

L'OBI a publié récemment le *Profil de l'Apprenant du BI* (accessible sur le site du Centre pédagogique en ligne ou CPEL), lequel représente la *Déclaration de la Mission de l'OBI* traduite en termes de résultats de l'apprentissage pour le 21^e siècle. Même si aucun composant spécifique du Diplôme du BI n'est censé représenter le profil entier, il est clair que le programme des travaux en chimie peut jouer un rôle déterminant dans l'intégration du *Profil de l'Apprenant* dans les programmes d'une école.

Ainsi, par exemple, le *Profil de l'apprenant du BI* décrit des *Investigateurs*, qui développent leur curiosité naturelle et acquièrent les compétences nécessaires à la conduite d'investigations et de recherches et font preuve d'autonomie dans leur apprentissage, de même qu'il décrit des *Penseurs*, qui s'exercent à appliquer leurs capacités de réflexion de façon critique et créative, afin d'identifier et d'aborder des problèmes complexes. Ce sont là des qualités qui ne s'acquièrent pas au cours d'activités de classe directives et routinières, mais qui peuvent être vraiment développées par des

travaux pratiques de recherches très larges où chaque étudiant doit mener ses investigations individuellement sur une question précise. Il est souhaitable que les professeurs consacrent une part importante de leur temps d'enseignement à mettre en œuvre de telles recherches.

Le *Profil de l'apprenant* stipule également que les apprenants doivent être *Informés et instruits*, dans le sens qu'ils explorent des concepts, des idées et des problèmes qui sont d'importance à l'échelle locale et mondiale, qu'ils doivent être des *Communicateurs* qui comprennent et expriment des idées et connaissances avec assurance et créativité en utilisant une variété de modes de communication, qui soient capables de collaborer efficacement et volontairement avec les autres. Le Projet du Groupe 4 est certainement, parmi d'autres, une activité importante pour développer ces qualités.

Il faut espérer que les sessions futures montreront que les professeurs de chimie jouent leur rôle pour encourager l'acquisition de ces qualités, et des autres compétences définies dans le *Profil de l'apprenant du BI*, au travers de leurs programmes de travaux pratiques.

Épreuve 1 - Niveau Supérieur

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes :	0-9	10-16	17-23	24-26	27-29	30-32	33-36

Remarques générales

Cet examen comportait 40 questions portant sur le *Tronc Commun des Matières* (TCM) et sur la *Matière Complémentaire spécifique du Niveau Supérieur* (MC-NS). 15 questions étaient communes à l'épreuve 1 du NS et du NM. 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 169 formulaires G2 reçus. Indubitablement, beaucoup de réponses générales ont été influencées par le fait que le tableau périodique faisait défaut. Par rapport à l'examen de l'an dernier, les trois-quarts des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau. Parmi les autres répondants une majorité considérait que l'examen de cette année était un petit peu plus difficile que celui de l'an dernier. Presque tous les répondants ont jugé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme, la clarté de la formulation ont été jugées bonnes par environ la moitié des répondants et satisfaisantes par l'autre moitié. La présentation de l'examen a été considérée comme bonne par un peu plus du tiers des répondants, comme satisfaisante par un peu moins du tiers des répondants, presque un tiers la jugeant mauvaise.

Il s'indique de considérer ici l'impact qu'a eu sur les candidats l'absence du tableau périodique qui aurait normalement dû se trouver au dos de la page de couverture de l'examen. L'OBI regrette profondément que l'épreuve ait été soumise aux candidats avec cette grave omission. Les candidats et les professeurs sont en droit de se demander comment une telle erreur a pu se produire et de s'interroger sur le point de savoir si les procédures de contrôle mises en place sont suffisantes. Ils peuvent être rassurés sur ce point, ces procédures existent et seront encore renforcées suite à cet incident. Lors de la réunion d'attribution des notes, les participants ont examiné soigneusement les mesures à prendre pour minimiser les conséquences de cette omission pour les candidats. Ils ont proposés, sur les formulaires G2, les questions à annuler et se sont accordés sur la suppression de quatre questions (les questions 4, 6, 7 et 10) pour lesquelles le tableau périodique aurait représenté pour les candidats une aide significative ou un élément de mise en confiance; ces questions ont donc été éliminées. La performance globale des candidats à l'épreuve 2 a été soigneusement examinée et il est apparu que l'absence de tableau périodique n'avait pas eu un impact mesurable sur celle-ci. Après l'attribution des notes, les résultats des écoles et des élèves ont été examinés pour déceler une baisse

de performance dans les notes obtenues à l'épreuve 1, comparativement à leurs performances aux autres épreuves. Une procédure spéciale a été appliquée de telle manière que des élèves dont les notes se situaient à la limite ont été gratifiés de la note supérieure.

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

L'index de difficulté des questions (le pourcentage de candidats répondant correctement à la question considérée) est compris entre 94% 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 0,44 et 0,00 (plus cette valeur est élevée, meilleure est la discrimination).

Des commentaires ont été formulés à propos des questions suivantes.

- 1 Les unités de masse atomique et de masse moléculaire relatives.
Aucune grandeur n'a d'unité, comme précisé dans l'Énoncé d'Évaluation (ÉÉ) 1.2.3.
- 8 La connaissance des couleurs ne figure pas au programme/ Plus d'une réponse possible.
L'ÉÉ 3.3.1 stipule la connaissance des réactions des halogènes avec les ions halogénures. Ainsi, une réaction de déplacement au cours de laquelle se formerait de l'iode devrait être considérée comme une réaction faisant apparaître une substance colorée. Quelques répondants considèrent que le blanc est une couleur ; selon la conception de la chimie du BI, il est clair, au regard de l'ÉÉ 13.2.1, que l'existence de composés colorés (par contraste avec le blanc) est une caractéristique des éléments de transition.
- 11 Liaison ionique/covalente dans le sulfure d'aluminium.
Le fait de savoir si ce composé est purement ionique ou est doté d'un caractère covalent important n'est pas en rapport avec l'objet de la question. Les candidats ne sont pas supposés être familiarisés avec ce composé, mais doivent seulement considérer ses liaisons comme ioniques et faire un choix correct sur cette base.
- 12 Liaison hydrogène dans le méthanol.
Il a été suggéré que les liaisons hydrogène ne pouvant se former que dans le méthanol liquide, l'état physique aurait dû être précisé dans la question ou qu'il aurait fallu faire référence à la température ambiante. On ne considère pas que cette information complémentaire aurait aidé les candidats. On attend d'eux qu'ils fondent leur choix sur leur connaissance des structures, ce qui leur permet d'identifier la seule réponse correcte, à savoir le composé dans lequel l'hydrogène est lié à un élément très électronégatif.
- 13 L'expression « température d'ébullition » est plus précise que le terme « volatilité ».
Cela est vrai, mais cette question évaluait la compréhension de ce dernier terme, utilisé dans l'ÉÉ 4.5.2.
- 16 Comment peut-on doubler le volume d'un cylindre de gaz ?
En déplaçant le piston ! Ceci n'a certainement pas constitué un problème pour les candidats (89% des étudiants ont répondu correctement à cette question).
- 18 La distinction n'est pas faite entre l'entropie du système, celle du milieu et celle de l'univers.

On s'attend à ce que les candidats considèrent que c'est le système qui est concerné – c'est le terme utilisé dans l'ÉE 6.5.1.

- 19 Les enthalpies de liaisons fournies sont des valeurs précises, pas des moyennes.

S'il est vrai que les valeurs indiquées correspondent à des liaisons spécifiques, l'expression *enthalpie moyenne de liaison* figure dans le programme et est aussi utilisée comme titre de la Table 10 du *Recueil de Données de Chimie* d'où sont tirées les valeurs fournies dans la question. Cette formulation n'a pas constitué un obstacle pour les candidats.

- 20 Unités : kJ ou kJ mol⁻¹

Les usages varient dans ce cas et beaucoup de candidats sont familiarisés avec l'une ou l'autre formulation, même s'ils peuvent ne pas comprendre les raisons de cette double utilisation. D'après la chimie du BI, les deux unités peuvent être utilisées dans les questions, les candidats devant comprendre que les valeurs des variations d'enthalpie correspondent à des quantités molaires de réactifs et de produits (avec les coefficients appropriés, le cas échéant).

- 21 Question qui ne convient pas pour des candidats qui sont habitués au caractère exothermique de l'enthalpie réticulaire, conformément à sa définition.

Bien que le BI autorise l'usage par les candidats des définitions de l'exothermicité et de l'endothermicité, ils doivent être familiarisés avec la notion de caractère endothermique, laquelle est utilisée dans la Table 14 du *Recueil de Données de Chimie*. Les quatre réponses proposées correspondaient à des réactions endothermiques, de sorte que le choix devait se baser sur la correction des formules. L'idée selon laquelle certains candidats auraient été désavantagés n'est pas acceptée.

- 25 La signification de « quantité » n'est pas claire.

La proposition C comportait le terme « quantité » dont le sens est précis en chimie (quantité de substance en moles). Toutefois, comme cette réponse est incorrecte, ceux qui auraient interprété ce terme dans une autre acception - comme masse ou volume - n'auraient pas été désavantagés.

- 28 Les candidats pouvaient ne pas être familiarisés avec la distinction entre acide fort et acide faible sur base de la chaleur de neutralisation.

Le programme (ÉE 9.2.3) stipule que les candidats doivent décrire des expériences, mais ne précise pas lesquelles. La méthode de la neutralisation fonctionne certainement et certains candidats auront réalisé de telles expériences au cours des travaux pratiques. Cette question était la plus difficile de l'épreuve, car la réponse correcte était la réponse D. Les réponses D et B ont été choisies par un nombre sensiblement équivalent de candidats, la seule différence entre ces deux propositions était l'exclusion de la méthode de la neutralisation dans la réponse B. Il a été décidé de considérer les deux réponses comme correctes.

- 32 Il existe plus d'une demi-pile au fer.

Étant donné qu'il existe trois possibilités de constituer une demi-pile impliquant le fer, il a été suggéré que la proposition B pouvait aussi être une réponse correcte. On s'attendait à ce que les candidats supposent que la demi-pile en question impliquait Fe(s) et Fe²⁺(aq), la seule susceptible de fonctionner en présence du magnésium. Les candidats qui ont supposé que la pile comportait Fe²⁺ et Fe³⁺ ont pu considérer la proposition B comme correcte. Or, les candidats doivent choisir la meilleure réponse plutôt que la réponse correcte, de telle

sorte qu'ils devaient choisir la proposition D, laquelle est toujours vraie. Un peu moins de 5% des candidats ont choisi la réponse B.

- 33 Deux réponses correctes parce que l'anode n'est pas spécifiée.

Il a été suggéré que la réponse B aurait été correcte si l'anode était inerte. Selon les conceptions de la chimie du BI, lorsqu'on pratique une électrodéposition l'anode doit être constituée du métal à recouvrir (le cuivre) ; dans ce cas, la réponse B n'est pas correcte. Comme la proposition D est vraie, indépendamment de la nature de l'électrode, elle est considérée comme la meilleure réponse.

- 35 Nécessite la compréhension de concepts de physique.

l'ÉÉ concerné (19.3.3) peut aussi être familier aux élèves de physique, mais il fait clairement partie du programme de chimie.

- 38 La réponse dépend de la prise en compte ou non du TMS.

Les candidats sont censés supposer que dans le spectre RMN ^1H d'un composé, tout pic dû au TMS ne doit pas être pris en considération. Il a été suggéré que l'ajout d'une formule telle que « en excluant le pic du TMS » aurait évité toute équivoque; cette remarque n'est pas acceptée. Le TMS n'est pas cité dans le programme (seulement dans l'Option G), de sorte que sa mention dans la question aurait suscité d'autres critiques fondées.

- 39 Pas de réponse correcte/ la réponse dépend du sens donné à « typique ».

Toutes les caractéristiques qui sont énumérées se retrouvent dans une grande variété de radicaux libres. Cependant, l'ÉÉ 20.2.2 requiert des candidats qu'ils soient familiarisés avec des radicaux libres impliqués dans les réactions entre les alcanes et les halogènes. Tous ces radicaux se forment par rupture homolytique et sont neutres. En conséquence, les candidats devaient en déduire que les propositions II et III étaient correctes et choisir la proposition C. Ceux qui ont pris en considération la présence de doublets électroniques non liant auraient dû réaliser que si les radicaux halogénés possèdent bien cette caractéristique, ce n'est pas le cas des radicaux alkyles. En conséquence, ils devaient rejeter cette proposition qui ne constitue pas une caractéristique typique.

- 40 Faute d'impression probable dans la réponse D.

La proposition C est la réponse correcte (c'est le seul produit qui correspond à la perte d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène par le réactif de départ). Les autres propositions auraient dû être rejetées pour différentes raisons, la réponse D parce qu'il s'agit d'une formule impossible. Il est admis qu'il aurait été préférable de choisir un distracteur dont la formule eut été correcte.

Épreuve 2 - Niveau Supérieur

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes :	0-14	15-29	30-41	42-50	51-60	61-69	70-90

Remarques générales

Cette épreuve a révélé un large éventail d'aptitudes chez les 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 quasi 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 à 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, leur correction doit être vérifiée, ainsi que le nombre de chiffres significatifs et les unités si nécessaire.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 140 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 ; le reste des répondants se partage équitablement entre l'opinion selon laquelle l'examen était plus difficile et celle selon laquelle il était plus facile que l'an dernier. 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 les deux tiers des répondants et satisfaisante par le reste.

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

- 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 .
- Le calcul de la variation de l'énergie libre standard.
- L'écriture de demi-équations sous forme ionique.
- Le calcul de la valeur de K_c .
- La représentation graphique de la variation de la tension de vapeur en fonction de la température.
- La polymérisation par addition et condensation.
- Le fonctionnement d'un indicateur et d'une solution tampon.
- Le mécanisme d'une réaction de substitution nucléophile.
- L'explication des différences entre les énergies d'ionisation.

Parties du programme et de l'examen pour lesquelles les candidats semblaient 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_c^\ominus et de ΔS_c^\ominus .

- L'expression de K_c .
- La représentation des formules de structure d'isomères.
- Les calculs stœchiométriques impliquant un réactif limitant.
- La représentation de structures de Lewis.
- L'application du principe de Le Chatelier.
- L'oxydation des alcools.
- Les configurations électroniques.
- La loi de Hess.

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

Section A

Question 1

- (a) La plupart des candidats ont pu établir correctement l'équation.
- (b) La majorité des candidats a effectué correctement ce calcul, mais des erreurs courantes ont consisté à soustraire les valeurs associées aux produits des valeurs associées aux réactifs au lieu d'opérer le calcul inverse et à négliger les coefficients stœchiométriques figurant dans l'équation pondérée.
- (c) Un certain nombre de candidats a réussi à faire ce calcul, mais certains n'ont pas converti les J en kJ. Certains ont perdu des points pour ne pas avoir pris en considération la température standard (298K), ni les chiffres significatifs et les unités dans la réponse finale.
- (d) La majorité des candidats a pu utiliser correctement la réponse obtenue pour le calcul de l'énergie libre afin de déterminer la spontanéité de la réaction à 298K. Les candidats ont été crédités des points, même si la réponse (c) était incorrecte, en raison de l'application du report d'erreur.
- (e) La majorité des candidats a appliqué correctement la loi de Hess. Toutefois, un nombre réduit de candidats a obtenu un signe incorrect pour la valeur de la variation d'enthalpie ou a négligé le coefficient impliqué dans le calcul.

Question 2

- (a) La question demandait expressément d'exprimer la réponse avec deux chiffres décimaux. Certains candidats n'ont pas été attentifs à cette instruction et on perdu le troisième point attribué à cette question. Souvent, le calcul a été opéré pour TIBr au lieu de TIBr₃, comme demandé dans la question.
- (b) La majorité des candidats n'a pas réalisé que H et Br ont tous deux des isotopes et que le calcul de la masse moléculaire relative moyenne devait faire intervenir, non seulement les masses isotopiques, mais aussi l'abondance relative (%) de chaque isotope.

- (c) La majorité des candidats a bien donné la configuration électronique complète de l'ion bromure, mais un petit nombre d'entre eux s'est référé à l'atome de brome.
- (d) La plupart des candidats ont identifié le symbole de l'ion porteur d'une charge $2+$ et ayant la configuration $1s^2 2s^2 2p^6$ comme correspondant à Mg^{2+} . L'erreur commune a été l'omission de la charge.
- (e) La majorité des candidats a pu identifier correctement les espèces isoélectroniques de Mg^{2+} , nonobstant quelques réponses insolites.

Question 3

Beaucoup de candidats ont démontré une bonne connaissance des calculs stœchiométriques. Une erreur courante a été l'absence de conversion des kg en g lors de la détermination de la quantité de substance (en moles). Certains candidats n'ont pu identifier Fe_2O_3 comme étant le réactif limitant, d'autres n'ont pas prêté attention aux chiffres significatifs. Les calculs n'ont pas toujours été explicités, de sorte que certains candidats n'ont pu bénéficier des points sur base du report d'erreur. De manière surprenante, certains candidats ont converti 30 kg en 0,03 g et 5,0 kg en 0,005 g.

Question 4

- (a) La définition d'un agent oxydant en termes de transfert électronique était généralement bien connue. Un nombre significatif de candidats a donné une valeur incorrecte des nombres d'oxydation du chrome et peu d'entre eux ont indiqué que la *variation* du nombre d'oxydation valait 3.
- (b) La formulation des demi-équations et des équations-bilans est apparue comme une difficulté majeure pour la majorité des candidats. Les erreurs courantes ont été H_2 au lieu de $2H^+$ et un nombre incorrect d'électrons dans la demi-équation. Les candidats ont montré que leur compréhension de la formulation d'une équation-bilan redox était d'un niveau insuffisant.

Question 5

- (a) L'énoncé de deux caractéristiques d'une série homologue était généralement correct. Toutefois, les erreurs courantes ont consisté à mentionner que les séries homologues se distinguent par CH_2 , au lieu de dire que les termes successifs d'une série se distinguent par CH_2 , à mentionner la variation des températures d'ébullition ou la similitude de propriétés physiques, au lieu de signaler qu'il y avait une variation progressive des propriétés physiques, à mentionner qu'ils ont la même formule, plutôt que de dire qu'ils ont la même formule générale.
- (b) Certains candidats ont suggéré l'utilisation de HBr , H_2 ou Cl_2 comme test chimique pour opérer la distinction entre les alcènes et les alcanes ; cette proposition n'était pas acceptable. Souvent, des propriétés physiques telles que la température d'ébullition, la température de fusion ou les bandes d'absorption dans l'infrarouge ont été proposées. Il était nécessaire de préciser la couleur de l'eau de brome avant et après la réaction pour permettre de faire la distinction entre les alcanes et les alcènes. L'eau de brome est décolorée au cours de la réaction d'addition sur un alcène, mais une réponse fréquente a été de dire qu'elle « s'éclaircit » – il y aurait lieu d'insister sur la différence entre « se décolorer » et « s'éclaircir ».

- (c) Les produits d'oxydation des alcools étaient généralement bien connus. Plusieurs candidats ont généralisé en donnant simplement les groupements fonctionnels formés (aldéhydes, cétones et acides carboxyliques) au lieu de donner les formules complètes des produits formés dans chaque cas.

Section B

Question 6

- (a) La plupart des candidats ont exprimé correctement l'équilibre.
- (b) La nature du catalyseur utilisé dans le procédé de contact était généralement bien connue, bien que beaucoup de candidats aient cité Fe, Ni, H_2SO_4 et même $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. L'effet du catalyseur était correctement indiqué et expliqué par de nombreux candidats. Si l'effet du catalyseur sur la valeur de K_c était bien connu, il était plus rare que soit fournie une explication correcte de son effet identique sur la réaction directe et sur la réaction inverse.
- (c) L'effet d'une élévation de température sur l'énergie cinétique des particules était généralement bien connu, mais beaucoup de candidats n'ont pas fait référence à l'énergie d'activation ou à l'augmentation du nombre de collisions plus *énergétiques*. Beaucoup d'entre eux ont indiqué qu'il y aurait plus de collisions au lieu de dire que la *fréquence* des collisions serait plus élevée.
- (d) En général, les candidats ont montré une bonne compréhension du principe de Le Chatelier. L'erreur la plus courante a été l'omission du terme *gaz* lorsqu'il s'agissait d'expliquer l'effet d'une variation de la pression sur la position de l'équilibre.
- (e) La majorité des candidats a identifié correctement la réaction comme une réaction exothermique sur la base des données fournies.
- (f) Ce calcul s'est avéré difficile pour la majorité des candidats et a révélé une connaissance insuffisante des concepts de l'équilibre. Des erreurs courantes ont été l'absence de calcul du nombre de moles de SO_2 et de O_2 à l'équilibre, la conversion en termes de valeurs des concentrations et le caractère incomplet de la réponse relative à la valeur de K_c . Même lorsque la réponse était incorrecte, les candidats ont été crédités de quelques points, en vertu de l'application du report d'erreur.
- (g) Beaucoup de candidats ont pu correctement identifier les forces intermoléculaires spécifiques qui interviennent dans le cas de l'acide propanoïque et dans le cas du pentane. Une relation entre les forces intermoléculaires et l'enthalpie de vaporisation n'a pas toujours été mentionnée. Sur le graphique de la tension de vapeur en fonction de la température, une tendance à la croissance était souvent exprimée, mais une courbe était rarement tracée. Beaucoup de candidats ont dessiné des graphiques sans identifier les axes ou montrant une variation de température au cours du changement d'état. Rares sont les candidats qui ont été capables d'expliquer la tendance illustrée par le graphique en termes de dépassement des forces intermoléculaires.

Question 7

- (a) Beaucoup de candidats ont été capables d'écrire correctement les structures de Lewis, même si leur représentation était souvent de mauvaise qualité et si les paires d'électrons non liants étaient parfois omises. L'absence de crochets et de la charge négative dans l'ion BF_4^- a été souvent constatée.
- (b) Certains candidats qui avaient représenté correctement les structures de Lewis ont commis des erreurs à propos de la forme et des angles de liaisons : XeF_4 était parfois représenté comme tétraédrique, PF_5 avec des angles de 72° ou une structure pyramidale et BF_4^- comme une molécule plane, carrée. Certains candidats n'ont pas été crédités du maximum des points en raison de la dénomination incomplète de structures ou de l'omission de la valeur des angles.
- (c) Beaucoup de candidats ont défini de manière incorrecte l'hybridation comme la promotion d'électrons plutôt que comme une fusion/combinaison d'orbitales atomiques, mais le type d'hybridation présenté par l'azote dans les exemples proposés était bien identifié.
- (d) La description des liaisons sigma et pi était généralement bonne et certains candidats ont clairement représenté le recouvrement des orbitales, soit selon l'axe internucléaire pour une liaison sigma, soit latéralement pour les orbitales p parallèles formant une liaison pi. Beaucoup de candidats ont correctement indiqué la constitution d'une liaison simple et d'une liaison double en termes de liaisons sigma et pi, mais quelques-uns en ont donné une description détaillée, ce qui n'était pas requis.
- (e) Beaucoup de candidats ont pu préciser que l'électron de valence du magnésium se trouvait à un niveau d'énergie plus élevé/plus éloigné du noyau que celui du fluor. Toutefois, rares sont ceux qui ont fait état de l'effet d'écran plus important. L'équation de la troisième ionisation du magnésium était souvent indiquée sans mention du symbole de l'état physique. Peu de candidats ont remarqué qu'une charge nucléaire supérieure était responsable de la valeur plus élevée de l'énergie de troisième ionisation du magnésium comparé au fluor.
- (f) Les réponses médiocres étaient nombreuses pour cette partie de la question. Lorsqu'il s'est agi d'expliquer pourquoi la température de fusion du magnésium est supérieure à celle du sodium, la référence spécifique à la liaison métallique n'a pas été faite. Les rayons atomiques ont été comparés, plutôt que les rayons ioniques, et le nombre d'électrons a été comparé sans faire référence aux électrons délocalisés. L'oxyde de magnésium a souvent été classé comme un composé covalent lors de l'explication de sa température de fusion élevée. Parmi les candidats qui l'ont correctement classé comme un composé ionique, beaucoup ont contredit leurs réponses lorsqu'ils ont évoqué les forces intermoléculaires. En ce qui concerne le dioxyde de soufre, trop de candidats ont fait référence à la solidité des liaisons covalentes, plutôt qu'aux forces intermoléculaires.

Question 8

- (a) Un nombre surprenant de candidats n'a pu définir le pH.
- (b) Les courbes de titrage étaient raisonnablement bien tracées, bien que certains n'aient pas clairement indiqué la valeur initiale du pH, sa valeur au point d'équivalence et à la fin du titrage. Quelques étudiants n'ont pu représenter correctement l'allure de la courbe.

- (c) Beaucoup de candidats ont calculé correctement le pH en utilisant K_a , mais certains ont commis des fautes d'inattention. Toutefois, beaucoup n'ont pas donné une valeur approchée de la valeur du pH au point d'équivalence, leur réponse étant dès lors incomplète.
- (d) Bien que beaucoup de candidats aient fait preuve d'une certaine compréhension des indicateurs colorés, rares sont ceux qui ont pu donner des réponses claires et bien formulées en termes d'équilibre entre les formes HIn et $H^+ + In^-$, de l'existence de deux couleurs et du déplacement de l'équilibre en présence d'une acide ou d'une base. Le choix d'un indicateur approprié a été correct, mais sa justification en termes de changement de couleur au voisinage du point d'équivalence n'a pas toujours été clairement exprimée.
- (e) La majorité des candidats a proposé les réactifs permettant de préparer un tampon acide, plutôt qu'un tampon *basique*. Seuls les meilleurs candidats ont proposé NH_3 et NH_4Cl ou des quantités correctes de HCl et NH_3 . Beaucoup ont pu expliquer l'effet de l'addition d'une faible quantité d'acide, mais n'ont pas toujours illustré cette explication par une équation appropriée.
- (f) Les acides de Brønsted sont bien compris mais dans les définitions des acides de Lewis, le terme *paire* (d'électrons) fait souvent défaut. La théorie des acides de Lewis est mal comprise comme l'ont démontré les exemples et/ou les équations incorrects.
- (g) Si beaucoup de candidats ont correctement identifié la solution de chlorure d'aluminium comme une solution acide, peu d'entre eux ont été capables de l'expliquer en termes d'hydrolyse d'un cation fortement chargé ou par une équation.

Question 9

- (a) Cette partie de la question a donné lieu à quelques réponses médiocres. En particulier, les structures des monomères des polymères de condensation comportaient souvent des groupements fonctionnels incorrects, alors que l'unité répétitive figurait dans la question.
- (b) Beaucoup de candidats ont réalisé qu'une double liaison devait être présente dans le monomère pour produire un polymère d'addition, mais ils n'ont pas spécifié que c'était entre des atomes de carbone. La nécessité de la présence de deux groupements fonctionnels sur le monomère pour permettre la formation d'un polymère de condensation n'était pas bien comprise.
- (c) Beaucoup de candidats ont choisi un isomère plus compliqué (plutôt que l'ester méthanoate de méthyle) dans lequel figurait plus d'un type de groupement fonctionnel, de sorte qu'il était difficile de lui attribuer un nom systématique.
- (d) Alors que beaucoup de candidats ont correctement identifié le méthanol comme le réactif nécessaire pour effectuer l'estérification au cours de laquelle l'acide éthanoïque est converti en éthanoate de méthyle, nombreux sont ceux qui n'ont pu donner les conditions expérimentales, à savoir à chaud et en présence d'un catalyseur acide. La discussion relative aux deux propriétés physiques qui diffèrent entre l'acide faible et l'ester a été bien traitée. Beaucoup de candidats ont été capables de déduire les aires sous les pics dans le spectre 1H RMN de l'acide éthanoïque et de l'éthanoate de méthyle.

- (e) La majorité des candidats a correctement nommé et défini un isomère optique, mais le test pour distinguer entre deux isomères optiques manquait de détails spécifiques, comme l'utilisation de lumière *polarisée* dans un plan, la rotation (pas la déviation) du plan de polarisation de la lumière dans des sens *opposés*. De même, beaucoup de candidats ont donné les structures correctes des isomères de C_4H_9Cl , mais c'est l'isomère tertiaire plutôt que l'isomère primaire qui a été couramment choisi pour subir une substitution nucléophile selon un mécanisme S_N2 . Parmi ceux qui ont correctement choisi l'isomère primaire, seuls les meilleurs candidats ont pu proposer un mécanisme correct. Les flèches avaient pour origine ou pour extrémité des positions incorrectes et les états de transition ne comportaient pas toujours deux liaisons partielles, ni de charge négative.

Recommandations et conseils pour la préparation 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 chaque question.

Épreuve 3 - Niveau Supérieur

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes :	0-8	9-16	17-22	23-27	28-33	34-38	39-50

Remarques générales

La qualité des réponses fournies couvre un large éventail. L'épreuve a opéré une bonne discrimination entre les candidats. Les candidats les meilleurs ont pu obtenir des notes élevées, tandis que certains candidats très faibles ont fourni des réponses très insuffisantes, voire aucune réponse. Il n'y a pas d'indices qui montrent qu'il était plus facile de gagner des points dans une option particulière et, à quelques exceptions près, il est apparu que la plupart des candidats avaient obtenu des notes comparables dans les deux options choisies, indépendamment de leur nature.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 136 formulaires G2 reçus. Par rapport à l'examen de l'an dernier, 68% des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau, un peu plus de 20% ont estimé qu'il était plus difficile et 10% l'ont trouvé plus facile. Plus de 90% des répondants ont jugé que le niveau de difficulté était approprié, le reste jugeant l'examen trop difficile. Plus de 90% des répondants considèrent comme satisfaisantes, voire meilleures que l'an dernier, l'adéquation au programme, la clarté de la formulation et la présentation de l'examen. Au moins 50% d'entre eux les considèrent comme bonnes.

La parité entre les options

L'un des thèmes récurrents des commentaires G2 et des discussions entre les professeurs à propos de l'épreuve 3 est la parité ou l'impression d'un manque de parité entre les options. Actuellement, la parité entre les options est assurée lors de la mise au point des épreuves, puisqu'il faut que toutes les options comportent une distribution relativement équilibrée entre les questions qui évaluent les objectifs 1 et 2 et celles qui concernent l'objectif 3. Cet aspect est aussi soigneusement examiné lors des réunions d'édition des épreuves. Toutefois, si des preuves suffisantes devaient étayer l'opinion selon laquelle des candidats seraient défavorisés, il est possible d'appliquer un facteur de modération pour compenser le préjudice subi par certains candidats. Pour évaluer les performances des étudiants de différentes options, un échantillon aléatoire d'un peu moins de 15% du nombre total de candidats a été prélevé et comparé. La note moyenne de chaque option est comparée à la performance de l'étudiant à l'épreuve 2.

La note moyenne obtenue à l'épreuve 3 pour l'ensemble des options était de 12,98. Pour chaque option prise individuellement, le score moyen le plus élevé était de 15,64, toutes les autres moyennes étant plus proches de la moyenne générale, leur étendue se situant entre 11,5 et 14,43. Pour tenir compte des aptitudes de l'étudiant, nous avons comparé chaque moyenne d'option à la moyenne de l'étudiant à l'épreuve 2 en prenant leur rapport. Pour l'ensemble, le rapport moyenne d'option/moyenne à l'épreuve 2 valait 0,27. Les valeurs de ce rapport sont comprises entre 0,30 et 0,24. L'option pour laquelle le score moyen avait atteint 15,64 se situait dans l'intervalle des autres options en ce qui concerne ce rapport.

Toutes ces données présentent un écart-type élevé (légèrement inférieur à la moitié de la valeur) ; il convient donc de faire preuve de circonspection lorsqu'on les utilise pour prédire dans quelle mesure les élèves trouvent les options difficiles, que ce soit à l'échelle individuelle ou à l'échelle d'une école. L'épreuve 3 évalue également d'autres connaissances disciplinaires et d'autres compétences que l'épreuve 2, de sorte qu'on ne doit pas s'attendre à ce que les notes obtenues à l'épreuve 2 soient un prédicteur fort de la performance à l'épreuve 3. En définitive, il s'avère que les différences observées dans les valeurs décrites ci-dessus se situent bien dans un intervalle acceptable et qu'en conséquence aucune intervention ne se justifiait.

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

Cet examen a mis en évidence certaines faiblesses des candidats sur le plan des connaissances et de la compréhension à travers toutes les options. Parmi ces lacunes, on citera :

- Option B – l'action des médicaments antiviraux et les calculs impliquant la pression partielle.
- Option C – les détails pratiques à propos de l'électrophorèse, de la structure des protéines et des triglycérides.
- Option D – la purification de l'eau par la méthode de l'échange d'ions et le mode d'action des écrans solaires.
- Option E – l'utilisation correcte des diagrammes d'Ellingham.
- Option F – la batterie d'accumulateurs au plomb et les calculs impliquant la demi-vie.
- Option G – le fonctionnement d'un spectromètre à double faisceau et le choix correct d'une technique chromatographique.
- Option H – la nécessité d'utiliser un acide concentré pour effectuer la nitration du benzène et l'élimination d'eau à partir d'un alcool.

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

Certains candidats ont montré une excellente connaissance et une compréhension de la matière de l'épreuve. Comme c'est devenu la norme, les candidats provenant d'écoles où tous les étudiants ont répondu aux deux mêmes options ont tendance à obtenir de meilleurs résultats que ceux qui ont choisi une variété d'options. Ceci suggère que les écoles qui enseignent deux options de manière approfondie préparent beaucoup mieux leurs étudiants que celles qui y consacrent un temps réduit ou qui permettent à leurs élèves d'étudier par eux-mêmes un éventail d'options. Cet état de choses se traduit notamment par le fait que certains candidats fournissent des réponses triviales ou « journalistiques » plutôt que de répondre aux questions en termes de chimie, ce qui les empêche d'obtenir le maximum ou une partie des points.

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

Option B – Les médicaments et les drogues

Question B1

Dans la partie (a) la plupart des candidats ont été capables d'identifier correctement deux effets. Un petit nombre de candidats a perdu des points pour avoir mentionné trop d'effets, certains de ces effets figurant dans les deux parties de la réponse. Dans la partie (b), la chimie impliquée dans l'alcootest n'était pas bien connue. Un point sur lequel il conviendrait d'insister auprès des candidats est que lorsqu'un **changement** de couleur doit être précisé, il faut clairement indiquer la couleur initiale et la couleur finale.

Question B2

Cette question a donné lieu à quelques scores élevés, rarement au maximum des points cependant. La plupart des candidats ont correctement identifié la nicotine, mais les effets à court terme et à long terme se chevauchaient parfois. Un élément d'ordre général est à relever : dans les questions qui requièrent un nombre déterminé de réponses (ici, « deux » était indiqué en caractères gras), les candidats ne devraient pas fournir plus de réponses qu'il n'est demandé ou dresser une liste à puces comportant plusieurs réponses.

Question B3

Les candidats ont éprouvé des difficultés à obtenir des notes élevées à cette question, même si tous les candidats, hormis les plus faibles, ont pu différencier les virus des bactéries. En général, les réponses n'étaient pas assez spécifiques. Par exemple, certains ont écrit que les bactéries étaient « vivantes », mais n'ont pas expliqué ce qu'ils entendaient par « vivantes ». De même, dans les parties (b) et (c), les réponses fournies étaient souvent assez vagues, bien que les meilleurs candidats aient fait preuve d'une bonne compréhension des modes d'action de l'Acyclovir. Le nom Acyclovir n'est pas cité dans le programme, mais les candidats sont censés l'avoir rencontré avant (sa structure figure dans le *Recueil de Données de Chimie*). On reconnaît toutefois que la formulation suivante eut été meilleure : « Suggérer de quelle manière une drogue comme l'Acyclovir peut agir comme antiviral ».

Question B4

Beaucoup de candidats ont donné de bonnes réponses à propos des inconvénients des trois anesthésiques cités, mais ils étaient moins assurés dans l'application de la Loi de Dalton des pressions partielles dans la partie (b) de la question. Certains ont essayé de résoudre le problème à l'aide de l'équation d'état du gaz parfait, trouvant la valeur de R dans le *Recueil de Données de Chimie*. D'autres ont rencontré des problèmes avec les unités – omettant l'unité atmosphère dans la partie (i) ou introduisant une unité dans la partie (ii).

Question B5

Chez certains candidats, il existe une confusion importante à propos des différents types d'isomérisation de certaines drogues. Beaucoup confondent le mélange racémique avec l'isomérisation cis/trans et la réponse Cisplatine a souvent été donnée à tort comme exemple d'une drogue dont le mélange racémique pouvait causer des effets secondaires indésirables ou dangereux.

Option C – Biochimie humaine**Question C1**

Dans la partie (a) la plupart des candidats ont essayé de représenter le dipeptide, mais les erreurs ont été fréquentes, comme l'inclusion d'un O supplémentaire entre CO et NH. Les candidats devraient être encouragés à représenter de telles structures de manière complète, sur le modèle utilisé dans la question et à toujours vérifier que chaque atome possède bien le nombre correct de liaisons. Une telle vérification aurait évité des erreurs comme $-N-H-$. La réaction de condensation était bien connue, mais l'autre produit était souvent une molécule organique complexe au lieu d'eau. Dans la partie (b) peu d'étudiants se sont montrés suffisamment familiarisés avec l'électrophorèse pour obtenir le maximum des points, tandis que d'autres candidats ont décrit inutilement l'hydrolyse d'une protéine. Malheureusement, certaines réponses évoquaient plutôt l'électrolyse (« on fait passer un courant à travers la solution et les ions se déplacent vers l'une et l'autre électrodes »). Dans la partie (c) la structure primaire et les types d'interaction dans les protéines étaient bien connus, mais ce n'était pas le cas en ce qui concerne le rôle des liaisons hydrogène dans le maintien de la structure secondaire.

Question C2

Dans la partie (a), les réponses étaient mauvaises, beaucoup de candidats n'ayant apparemment qu'une faible idée de la structure d'un triglycéride. La raison pour laquelle l'hydrogénation produit le passage de l'état liquide à l'état solide était beaucoup mieux connue, même si certains candidats ont omis de mentionner que comme les molécules peuvent se rapprocher davantage, les forces d'attraction de van der Waals seront plus importantes.

Question C3

La plupart des candidats ont bien traité les effets d'un inhibiteur compétitif sur une réaction catalysée par une enzyme. Certains n'ont pas obtenu le maximum des points dans la partie (b), soit parce qu'ils n'avaient pas montré comment ils déterminaient la position de K_m , soit parce qu'ils n'avaient pas montré qu'une courbe d'inhibition compétitive ne peut pas dépasser V_{max} .

Question C4

Pour autant que le candidat ait lu la question attentivement et légendé un nucléotide, puis identifié les différentes parties d'un nucléotide différent, cette question posait peu de problèmes. Les réponses qui énuméraient les différentes parties sous la forme « sucre » ou « base » ont été acceptées au même titre que les réponses plus précises désignant le sucre par pentose ou ribose et la base par guanine ou adénine.

Option D – Chimie de l'environnement**Question D1**

Les effets probables du réchauffement global étaient bien connus, même si certains candidats devraient faire preuve de connaissances plus étendues, ne limitant pas leur réponse à la hausse du niveau des mers et à ses causes. Les effets sur le climat, l'agriculture et la biodiversité, etc. devraient aussi être inclus dans la réponse.

Question D2

Un nombre surprenant de candidats ignoraient que les deux usages principaux de l'eau douce sont l'industrie et l'agriculture. Certains ont cité l'Océan Atlantique et l'Océan Pacifique comme les deux localisations principales de l'eau terrestre, au lieu de citer les océans et les glaciers. Cette question demandait de citer **deux** localisations ; beaucoup de candidats en ont cité plus de deux, ce qui leur a valu d'être pénalisés si l'une des localisations mentionnées n'était pas correcte. Dans la partie (b) très peu de candidats paraissaient vraiment familiarisés avec l'échange d'ions et certains de ceux qui connaissaient cette technique ont parlé de l'adoucissement des eaux plutôt que de désionisation. Le concept de *Demande Biologique en Oxygène* (DBO), qui faisait l'objet de la question (c), était familier à la plupart des candidats, bien que quelques-uns aient considéré qu'elle se référait aux besoins en oxygène des organismes marins. Certains ont omis de mentionner que la DBO s'évalue sur une période de temps déterminée (en général cinq jours) et à une température donnée. D'autres ont signalé que des valeurs élevées de la DBO étaient une caractéristique de l'eau pure.

Question D3

La source principale du brouillard photochimique (smog) n'est pas « les gaz d'échappement des véhicules automobiles », mais le moteur à combustion interne. Cette réponse est un bon exemple de réponse « journalistique » inacceptable. La plupart des candidats connaissaient les différences de composition des deux types de brouillard photochimique et, dans la partie (b), ils ont énuméré correctement quelques-uns des principaux polluants primaires présents dans ces deux types de brouillard. De même, dans la partie (c), la majorité des candidats connaissait le phénomène de l'inversion thermique, mais bien que beaucoup d'entre eux aient parlé des polluants « piégés », ils n'ont pas poursuivi cette idée pour faire remarquer que cela augmentait leur concentration ou leur persistance.

Question D4

La nécessité que les écrans solaires contiennent des doubles liaisons conjuguées ou présentent une délocalisation électronique importante n'était pas bien connue, de sorte que beaucoup de candidats n'ont pas bien répondu à la partie (a) de la question. Dans la partie (b), les candidats devaient seulement citer deux des quatre substances ; l'impression ressentie est que beaucoup d'entre eux ont opéré un choix au hasard plutôt qu'un choix basé sur une déduction.

Option E – Les industries chimiques

Question E1

La majorité des candidats a pu citer correctement trois facteurs à prendre en considération pour choisir l'implantation d'une industrie chimique.

Question E2

Dans la partie (a), la plupart des candidats connaissaient les matières premières nécessaires pour fabriquer le fer à partir de son minerai dans un haut-fourneau. Leurs connaissances étaient plus réduites en ce qui concerne la conversion du fer en acier, qui faisait l'objet de la partie (b) de la question. Dans la partie (c), l'impact environnemental de la production d'aluminium a donné lieu à quelques réponses assez vagues et très peu de candidats ont mentionné que la production d'aluminium avait un effet significatif sur le réchauffement global, en raison de la production de dioxyde de carbone consécutive à l'oxydation des électrodes en carbone et également lors de la production de la grande quantité de chaleur et d'énergie électrique que nécessite le procédé.

Question E3

La plupart des candidats savaient, qu'outre la production de carburants, l'usage le plus important du pétrole est de servir de source de matières premières chimiques pour la synthèse d'autres composés, en particulier les matières plastiques. Dans la partie (b), un nombre surprenant de candidats ignorait

pourquoi le pétrole brut contient du soufre. Dans la partie (c), ont été considérées comme des réponses acceptables le fait que le soufre empoisonne le catalyseur dans les processus de raffinage ou que la combustion du soufre produit du dioxyde de soufre, responsable des pluies acides.

Question E4

Cette question consistait simplement à décrire le fonctionnement d'une cellule à diaphragme. Comme la plupart des candidats le connaissaient bien, les résultats obtenus se sont avérés bons.

Question E5

Beaucoup de candidats n'ont pas été capables d'utiliser correctement les diagrammes d'Ellingham ; ils ont relié la spontanéité des réactions aux valeurs de ΔG , de sorte que relativement peu de candidats ont bien répondu à cette question.

Option F – Les combustibles et l'énergie

Question F1

Un nombre étonnant de candidats n'a pas mentionné qu'une caractéristique attendue d'une source d'énergie est la nécessité que cette énergie soit libérée à un rythme contrôlable et raisonnable, même si d'autres caractéristiques étaient aussi admises pour obtenir les points attribués à la partie (a). Dans la partie (b) de nombreuses réponses révélaient une confusion entre fission et fusion, évoquant les risques d'explosion. Les réponses concernant l'énergie des marées ont montré que la plupart des candidats étaient peu familiarisés avec ce sujet (« les marées ne se produisent que deux fois par jour »).

Question F2

Des réponses telles que « il faut que le soleil brille » indiquent que les étudiants ne sont pas familiarisés avec l'utilisation des cellules photovoltaïques. Seuls un nombre réduit de candidats a signalé qu'une batterie ou un système de stockage serait nécessaire en cas d'absence de lumière. Le « coût » a souvent été mentionné, mais sans préciser s'il s'agissait du coût de production ou du coût de fonctionnement. Néanmoins, d'une façon générale, cette question a été bien traitée.

Question F3

Les candidats savaient ou ignoraient comment fonctionne une batterie d'accumulateurs au plomb. Les notes obtenues reflètent cet état de fait.

Question F4

Alors que la question faisait expressément mention du stockage par « pompage », certains candidats ont évoqué l'électrolyse de l'eau pour produire de l'hydrogène, dont la combustion libère de l'énergie. Beaucoup de candidats avaient une bonne compréhension des avantages et des inconvénients du stockage d'énergie par pompage.

Question F5

La plupart des candidats ont obtenu quelques points pour cette question mais en ont perdu pour avoir répondu des généralités plutôt que de fournir des réponses précises. Par exemple, le fait que les déchets radioactifs ne sont pas seulement hautement radioactifs, mais aussi qu'ils le restent très longtemps. De même, les déchets radioactifs ne sont pas seulement enterrés, mais ils sont d'abord vitrifiés ou inclus dans du béton, etc. Le calcul de la partie (c) était immédiat, l'équation à utiliser figurant dans le *Recueil de Données de Chimie*, mais il s'est pourtant avéré trop difficile pour certains étudiants. D'autres ont obtenu la bonne réponse, omettant toutefois de préciser que cette valeur s'exprimait en années.

Option G – Chimie analytique moderne**Question G1**

La majorité des candidats n'a éprouvé que peu de difficulté à résoudre cette question.

Question G2

Si la majorité des candidats a été capable de légèrer les différentes parties du spectromètre infrarouge à double faisceau, un nombre relativement réduit d'étudiants a pu décrire correctement le rôle du monochromateur, M. De même, dans la partie (iii) relativement peu de candidats savaient que le détecteur fonctionne en convertissant la radiation en un signal électronique et compare les intensités de la radiation provenant de l'échantillon à celle de la radiation de contrôle servant de référence, afin de déterminer l'absorption à différentes fréquences. Dans la partie (b), la plupart des candidats savaient que les vibrations de la molécule sont excitées à un niveau supérieur lorsqu'elle absorbe une radiation infrarouge, mais certains ont omis de signaler que le moment dipolaire de la molécule variait aussi. La partie (c) a généralement été bien traitée.

Question G3

Certains candidats semblent ignorer les raisons qui déterminent le choix entre l'une ou l'autre technique chromatographique ; rares sont ceux qui réalisent que la chromatographie sur colonne est le type de chromatographie qui s'indique lorsqu'il faut fractionner de grands échantillons. La chromatographie liquide à haute performance (CLHP) est plus utile que la chromatographie gaz-liquide (CGL) pour séparer des sucres, étant donné que la température élevée à laquelle s'opère la CGL entraînerait la décomposition des sucres. La majorité des candidats a bien répondu à la partie (c) relative à la chromatographie sur papier.

Option H – Chimie organique approfondie**Question H1**

La réaction de substitution radicalaire entre le chlore et l'éthane pour former du chloroéthane était généralement bien connue. Toutefois, certains candidats ont mal lu la question et ont utilisé le méthane au lieu de l'éthane. La partie (c) a posé plus de problèmes. Certains candidats n'ont pas mentionné le fait capital qu'au niveau de la couche d'ozone, la lumière UV provoque la rupture de la liaison C – Cl, ce qui entraîne la formation de radicaux. Un préalable eut été d'expliquer que les composés chlorés des alcanes sont normalement peu réactifs, de sorte qu'ils atteignent intacts la couche d'ozone.

Question H2

Alors que la majorité des candidats savait que la nitration du benzène nécessite l'utilisation d'un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique, certains ont été pénalisés d'un point pour avoir omis de préciser que ces acides doivent être concentrés. L'équation de la réaction conduisant à la formation de l'agent électrophile NO_2^+ était connue de beaucoup de candidats et c'est avec satisfaction que l'on a constaté qu'ils faisaient usage correctement des flèches pour décrire le mécanisme dans la partie (c). Dans la partie (d), une erreur d'impression a eu pour conséquence qu'une partie du texte manquait sur la copie d'examen. Malgré tout, beaucoup de candidats ont pu donner la structure correcte du produit de la nitration du benzène, soit le 1,3-dinitrobenzène. La partie (e) est apparue comme opérant bien la discrimination, les bons candidats donnant des réponses correctes. La partie (f) était facile pour ceux qui connaissaient la réaction d'alkylation du benzène en présence d'un transporteur d'halogène.

Question H3

Dans la partie (a), la réponse attendue était l'utilisation d'acide sulfurique ou d'acide phosphorique concentré. Certains candidats ont omis de préciser « concentré ». Les bons candidats ont été capables de décrire correctement le mécanisme demandé dans la partie (b). L'erreur la plus courante observée

chez les candidats qui ont essayé de répondre valablement à cette question a été d'omettre la charge sur les intermédiaires, ce qui a entraîné une perte de points.

Recommandations et conseils pour la préparation des futurs candidats

Il s'avère nécessaire de rappeler quelques-uns des conseils qui figuraient dans les rapports précédents de l'examineur principal, à savoir :

- Lire attentivement la question et répondre à ce qui est demandé en prêtant une attention particulière au(x) verbe(s) d'action utilisé(s) dans la question.
- Fournir des réponses en termes de chimie et non des réponses superficielles ou formulées dans un style « journalistique ».
- Ne pas fournir une longue liste d'exemples lorsque qu'un nombre spécifique est demandé.
- Préparer de manière approfondie deux options. Les candidats devraient connaître et comprendre **tous** les sujets de deux options.
- Les candidats devraient rédiger leurs réponses de manière concise et limiter leurs réponses aux espaces prévus sur la copie d'examen. S'ils ont besoin de davantage de place, il est préférable qu'ils utilisent l'espace situé sous la question plutôt que de rédiger sur une feuille volante. Si une feuille de réponse supplémentaire devait s'avérer nécessaire, le candidat devrait indiquer dans le livret que la suite de sa réponse se trouve sur une feuille séparée.
- Ne pas reproduire la question ou ajouter des informations non pertinentes.
- Écrire lisiblement et représenter les schémas et les mécanismes le plus clairement et le plus soigneusement possible en indiquant une légende correcte.
- S'entraîner en résolvant les questions des sessions précédentes. Un soin particulier devrait être accordé au perfectionnement des compétences suivantes : l'écriture correcte d'équations pondérées, la mise en page logique et détaillée des calculs, l'utilisation correcte des flèches dans les mécanismes des réactions organiques en incluant la charge correcte des ions et des intermédiaires réactionnels/états de transition.

Épreuve 1 - Niveau Moyen

Seuils de classement des notes par matière

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes :	0-6	7-10	11-14	15-17	18-20	21-23	24-26

Remarques générales

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

Les commentaires des professeurs ont été recueillis sur la base de 187 formulaires G2 reçus. Il ne fait aucun doute que nombre de commentaires ont été influencés par le fait que le tableau périodique ne figurait pas sur l'épreuve d'examen. Par rapport à l'examen de l'an dernier, les deux-tiers des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau. Parmi les autres répondants une majorité considérait que l'examen de cette année était un petit peu plus difficile que celui de l'an dernier. Presque tous les répondants ont jugé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme, la clarté de la formulation ont été jugées bonnes par environ la moitié des répondants.

et satisfaisantes par l'autre moitié. La présentation de l'examen a été considérée comme bonne par un peu plus du tiers des répondants, comme satisfaisante par presque un tiers des répondants, presque un tiers la jugeant mauvaise.

Il s'indique de considérer ici l'impact qu'a eu sur les candidats l'absence du tableau périodique qui aurait normalement dû se trouver au dos de la page de couverture de l'examen. L'OBI regrette profondément que l'épreuve ait été soumise aux candidats avec cette grave omission. Les candidats et les professeurs sont en droit de se demander comment une telle erreur a pu se produire et de s'interroger sur le point de savoir si les procédures de contrôle mises en place sont suffisantes. Ils peuvent être rassurés sur ce point, ces procédures existent et seront encore renforcées suite à cet incident. Lors de la réunion d'attribution des notes, les participants ont examiné soigneusement les mesures à prendre pour minimiser les conséquences de cette omission pour les candidats. Ils ont proposés sur les formulaires G2 les questions à annuler et se sont accordés sur la suppression de quatre questions (les questions 5, 6, 7 et 10) pour lesquelles le tableau périodique aurait représenté pour les candidats une aide significative ou un élément de mise en confiance ; ces questions ont donc été éliminées. La performance globale des candidats à l'épreuve 2 a été soigneusement examinée et il est apparu que l'absence de tableau périodique n'avait pas eu un impact mesurable sur celle-ci. Après l'attribution des notes, les résultats des écoles et des candidats ont été examinés pour déceler une baisse de performance dans les notes obtenues à l'épreuve 1 ; une procédure spéciale a été appliquée à ces candidats, de telle manière que ceux dont la performance était à la limite ont été gratifiés de la note supérieure.

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

L'index de difficulté des questions (le pourcentage de candidats répondant correctement à la question considérée) est compris entre 91% et 42%. 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 0,41 et 0,00 (plus cette valeur est élevée, meilleure est la discrimination).

Des commentaires ont été formulés à propos des questions suivantes.

- 2 Les symboles de l'état physique faisaient défaut.

L'usage est de ne pas inclure des données supplémentaires qui n'aident pas les candidats à faire leur choix.

- 8 La connaissance des couleurs ne figure pas au programme/ Plus d'une réponse possible.

L'ÉE 3.3.1 stipule la connaissance des réactions des halogènes avec les ions halogénures. Ainsi, une réaction de déplacement au cours de laquelle se forme de l'iode devrait être considérée comme une réaction faisant apparaître une substance colorée. Quelques répondants considèrent que le blanc est une couleur ; selon la conception de la chimie du BI, il est clair, au regard de l'ÉE 13.2.1, que l'existence de composés colorés (par contraste avec le blanc) est une caractéristique des éléments de transition.

- 9 Liaison ionique/covalente dans le sulfure d'aluminium.

Le fait de savoir si ce composé est purement ionique ou est doté d'un caractère covalent important n'est pas en rapport avec l'objet de la question. Les candidats ne sont pas supposés être familiarisés avec ce composé, mais doivent seulement considérer ses liaisons comme ioniques et faire un choix correct sur cette base.

- 11 Liaison hydrogène dans le méthanol.

Il a été suggéré que les liaisons hydrogène ne pouvant se former que dans le méthanol liquide, l'état physique aurait dû être précisé dans la question ou qu'il aurait fallu faire référence à la température ambiante. On ne considère pas que cette information complémentaire aurait aidé les candidats. On attend d'eux qu'ils fondent leur choix sur leur connaissance des structures, ce qui leur permet d'identifier la seule réponse correcte, à savoir le composé dans lequel l'hydrogène est lié à un élément très électro-négatif.

- 15 L'enthalpie de liaison n'a pas de sens pour des composés ioniques.

Cela est vrai, mais pour les candidats qui n'étaient pas sûrs d'identifier la réponse correcte, cette donnée permettait d'éliminer B comme réponse correcte possible.

- 16 Unités : kJ ou kJ mol⁻¹

Les usages varient dans ce cas et beaucoup de candidats sont familiarisés avec l'une ou l'autre formulation, même s'ils peuvent ne pas comprendre les raisons de cette double utilisation. D'après la chimie du BI, les deux unités peuvent être utilisées dans les questions, les candidats devant comprendre que les valeurs des variations d'enthalpie correspondent à des quantités molaires de réactifs et de produits (avec les coefficients appropriés, le cas échéant).

- 19 Question compliquée/hors programme.

Il est vrai que les candidats devaient lire et synthétiser beaucoup d'informations avec lesquelles ils sont peu familiarisés. Cependant, cette question évaluait l'ÉE 7.1.1 et a été correctement résolue par 78% des candidats, avec un index de discrimination de 0,31, ce qui indique qu'elle a été bien traitée.

- 21 La signification de « quantité » n'est pas claire.

La proposition C comportait le terme « quantité » dont le sens est précis en chimie (quantité de substance en moles). Toutefois, comme cette réponse est incorrecte, ceux qui auraient interprété ce terme dans une autre acception - comme masse ou volume - n'auraient pas été désavantagés.

- 24 Signification de « augmentation du pH ».

On a suggéré que cette expression était ambiguë. La signification est tout à fait claire – une augmentation de pH signifie que le pH passe d'une valeur inférieure à une valeur supérieure (par exemple, de 4 à 6), ce qui correspond à une diminution de [H⁺].

- 26 Il existe plus d'une demi-pile au fer.

Étant donné qu'il existe trois possibilités de constituer une demi-pile impliquant le fer, il a été suggéré que la proposition B pouvait aussi être une réponse correcte. On s'attendait à ce que les candidats supposent que la demi-pile en question impliquait Fe(s) et Fe²⁺(aq), la seule susceptible de fonctionner en présence du magnésium. Les candidats qui ont supposé que la pile comportait Fe²⁺ et Fe³⁺ ont pu considérer la proposition B comme correcte. Or, les candidats doivent choisir la meilleure réponse plutôt que la réponse correcte, de telle sorte qu'ils devaient choisir la proposition D, laquelle est toujours vraie. Un peu moins de 5% des candidats ont choisi la réponse B.

- 27 Deux réponses correctes parce que l'anode n'est pas spécifiée.

Il a été suggéré que la réponse B aurait été correcte si l'anode était inerte. Selon les conceptions de la chimie du BI, lorsqu'on pratique une électro-déposition l'anode doit être constituée du métal à recouvrir (le cuivre) ; dans ce cas, la réponse B n'est pas correcte.

Comme la proposition D est vraie, indépendamment de la nature de l'électrode, elle est considérée comme la meilleure réponse.

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	8-15	16-22	23-28	29-34	35-40	41-50

Remarques générales

Dans leur ensemble, les candidats ont trouvé l'épreuve d'un niveau de difficulté abordable. L'épreuve a révélé un bon éventail de notes, ce qui indique qu'elle était d'un niveau approprié. Le nombre de candidats n'ayant répondu à aucune question a été réduit, bien que, comme d'habitude, certaines réponses ne méritaient pas ou peu de points. Les explications de phénomènes chimiques restent toujours une source de difficultés et les candidats ne jettent pas toujours un regard critique sur les résultats qu'ils ont obtenus par calculs.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve, telles qu'enregistrées sur la base de 166 formulaires G2 reçus, indiquent que 70% des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier, qu'un peu moins de 20% estiment qu'il était un peu plus facile, le reste des répondants le considérant comme un peu plus difficile. En ce qui concerne le niveau de difficulté de l'épreuve, 94% des répondants l'ont jugé approprié, 4% ont estimé que l'épreuve était trop difficile et le reste l'a trouvée trop facile. L'adéquation au programme a été considérée comme bonne par la moitié des répondants, 45% l'ont estimée satisfaisante et seulement 5% l'ont jugée mauvaise. La clarté de la formulation a été jugée bonne par 56% des répondants, satisfaisante par 42% et insuffisante par 2%. La présentation de l'épreuve a été jugée bonne par 60% des répondants, satisfaisante par 39% et mauvaise par 1% seulement.

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

La qualité des réponses a été très variable d'une école à l'autre. Il est possible que certaines parties du programme n'aient pas été couvertes ou que les candidats aient dû les étudier par eux-mêmes. Les parties du programme concernées sont :

Chimie organique – la question 8 n'a été traitée que par une minorité de candidats. La question 5 a donné lieu à des résultats très faibles, en particulier pour ce qui concerne la description d'un test chimique simple que les candidats sont censés avoir étudié ou réalisé aux travaux pratiques.

Définitions – nombre atomique et masse atomique ont souvent été définis en relation avec le nombre de particules dans un élément chimique plutôt que dans un atome. Le symbole ΔG^\ominus comporte trois éléments qui doivent tous être pris en considération dans une définition.

Tendances périodiques – les explications sont souvent très vagues.

Catalyse – le nom du catalyseur utilisé dans le procédé de contact était rarement connu. Les explications à propos de la manière dont agit un catalyseur manquaient souvent de clarté, en particulier lorsqu'il s'agissait d'exprimer que les vitesses des deux réactions inverses sont augmentées dans la même proportion.

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

Les questions relevant des domaines suivants ont généralement été bien résolues :

- Les calculs, en général (Q1(a) & (b), Q2(b), Q3(a) & (b)).
- Le principe de Le Chatelier (Q6(d)).
- Les forces intermoléculaires (Q7(c)(ii), Q7(d)).
- Les structures de Lewis (Q7(c)(i)).

Toutefois, il faut remarquer que si beaucoup de réponses ont permis aux candidats d'engranger quelques points, elles auraient été plus nombreuses s'ils avaient développé plus complètement leurs arguments. Dans les calculs, aucun point ne pouvait être attribué pour le développement lorsque seule une réponse finale incorrecte figurait sur la copie. Les explications relatives à l'application du principe de Le Chatelier n'étaient pas suffisantes pour justifier les effets de modifications des conditions expérimentales sur la position de l'équilibre. Les relations entre les forces intermoléculaires et les propriétés physiques n'ont pas été expliquées de manière complète.

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

Section A

Question 1

- (a) Très peu de candidats ont représenté la structure de l'alcène pour vérifier le nombre de liaisons de chaque type présent dans la molécule. En conséquence, le nombre de liaisons C–C et C=C était parfois mal choisi. De même, le nombre de liaisons O–H et C=O était souvent fixé à 4 et 3, au lieu de 8 et 6, à cause de l'omission des deux liaisons O–H présentes dans chaque molécule d'eau et des deux liaisons C=O présentes dans chaque molécule de dioxyde de carbone. Un certain nombre de candidats a donné une réponse finale résultant d'une soustraction incorrecte, à savoir, l'enthalpie des liaisons « formées » – l'enthalpie des liaisons « rompues ».
- (b) Cette question a en général été traitée correctement. La réponse « endothermique » était attendue, compte tenu de la valeur positive obtenue en (a), mais les candidats devraient savoir qu'une combustion est invariablement exothermique. Il en a rarement été fait mention.
- (c) Cette question a en général été traitée correctement. Les candidats ont été bien entraînés aux calculs relatifs à l'application de la loi de Hess. L'erreur la plus courante a été de n'utiliser qu'une fois la valeur -242 kJ mol^{-1} pour la contribution de l'hydrogène.

Question 2

- (a) Beaucoup de candidats ont perdu des points pour avoir proposé des définitions imprécises, en particulier en parlant « d'élément » plutôt que « d'atome » ou de « noyau ». Dans la partie (ii), on a parfois observé une confusion entre « nombre de masse » et simplement « masse ».
- (b) Dans cette partie, l'erreur la plus courante a été de trouver la masse moléculaire relative de TlBr. Un certain nombre de candidats n'a pas exprimé la réponse finale avec deux chiffres décimaux, comme demandé dans la question. Quelques-uns ont pris comme valeurs les masses atomiques relatives fournies dans le *Recueil de Données de Chimie*, plutôt que les

valeurs qu'ils avaient calculées.

- (c) Certains candidats ont écrit « Mg », en omettant la charge.
- (d) Les candidats qui avaient répondu correctement à la partie (c) ont en général donné de bonnes réponses. Quelques-uns ont cité d'autres ions $2+$ du groupe II.

Question 3

- (a) On a observé différentes approches de cette question, certaines très compliquées, et le succès a été très variable. Le recours aux unités a souvent permis de clarifier la méthode. L'erreur la plus commune a été l'incapacité à convertir les kilogrammes en grammes avant de calculer le nombre de moles de chaque réactif. Néanmoins, le concept de réactif limitant semblait bien compris.
- (b) La plupart des candidats qui avaient essayé de répondre à la question (a) ont été capables d'obtenir des points ici, en dépit parfois d'un calcul incorrect en (a).

Question 4

- (a) Cette partie de la matière était bien connue, en particulier le point (i), mais quelques candidats n'ont pu conclure et indiquer ce qu'était un agent oxydant en termes de transfert d'électrons.
- (b) La variation du nombre d'oxydation était généralement connue, mais n'était pas exprimée dans des termes qui répondaient à la question. La variation du nombre d'oxydation (diminution) valait 3. L'explication qui justifiait l'appellation de « réduction » consistait à mentionner que le nombre d'oxydation avait diminué ou que le chrome avait gagné des électrons.

Question 5

Il est apparu clairement que beaucoup d'écoles consacrent un temps réduit à la chimie organique, car cette question a été mal résolue.

- (a) Les caractéristiques d'une série homologue ont été souvent décrites en termes très nébuleux, comme par exemple « ils diffèrent par un atome de carbone », « ils ont des températures d'ébullition similaires ». Un certain nombre de candidats a suggéré que les membres d'une série homologue ont la même formule empirique ou la même formule moléculaire, plutôt que de dire qu'ils ont la même formule générale.
- (b) Une large proportion des candidats n'a pas réalisé que la question demandait de décrire un test chimique visuel simple. Certains ont proposé de mesurer une propriété physique, en particulier la température d'ébullition ou la température de fusion. Beaucoup de candidats ont écrit des réactions, en particulier, pour ce qui concerne les alcènes, les réactions d'addition d'hydrogène ou d'un halogénure d'hydrogène. Lorsque le brome ou l'eau de brome ont été suggérés, l'observation faite dans chaque cas n'était pas toujours précisée. L'utilisation d'une solution acidifiée de KMnO_4 a été rarement proposée.

Section B**Question 6**

Cette question a largement représenté le choix préféré parmi les questions de la Section B.

- (a) La majorité des candidats a obtenu le point attribué à l'expression de K_c . Quelques-uns ont indiqué un signe d'addition au dénominateur.
- (b) La majorité des candidats n'a pu identifier correctement le catalyseur utilisé dans le procédé de contact. Le fer, l'hydrogène, l'oxygène, et même « la chaleur » ont figuré parmi les propositions qui ont été faites. Les candidats savaient qu'un catalyseur ne modifie pas la position de l'équilibre ni, par conséquent, la valeur de K_c , qu'il fait emprunter à la réaction un chemin réactionnel alternatif d'énergie d'activation inférieure, ce qui a pour effet d'accélérer la réaction. Les candidats ont souvent omis de préciser que la réaction directe et la réaction inverse sont toutes deux accélérées de la même manière.
- (c) Les principes de base de la théorie des collisions étaient bien connus, mais les candidats ont souvent omis de faire une référence quelconque au temps ; les termes « collisions plus fréquentes » ou « plus de collisions par unité de temps » devaient être mentionnés, plutôt que simplement « plus de collisions ».
- (d) Le principe de Le Chatelier était aussi bien connu. Dans la partie (i) le sens de la variation était généralement correct, mais beaucoup de réponses n'ont pas fait référence au fait que la réaction évolue vers le membre où figurent le moins de molécules de gaz. Dans la partie (ii), le sens d'évolution était généralement correctement identifié, mais les explications étaient souvent peu claires. Dans la partie (iii) l'effet d'un catalyseur était connu, mais son effet identique sur la vitesse de la réaction directe et sur la vitesse de la réaction inverse était souvent omis.
- (e) La plupart des candidats ont reconnu que la réaction était exothermique. La relation entre la modification de la constante d'équilibre et la température était souvent exprimée de manière peu claire.
- (f) Très peu de candidats ont fourni une réponse qui citait tous les éléments contenus dans le symbole ΔG^\ominus , à savoir, « variation », « énergie libre » et « standard ». La partie (ii) a souvent été bien traitée. Dans la partie (iii), la modification de la spontanéité de la réaction avec la température a été mentionnée, mais les explications fondées sur l'utilisation des valeurs positives et négatives des grandeurs ont rarement été argumentées clairement. Certains candidats ont effectué des calculs, mais ne se sont pas assurés que les deux grandeurs à combiner étaient exprimées dans les mêmes unités.

Question 7

Cette question a été traitée par un tiers environ des candidats, mais généralement sans grand succès.

- (a) Cette partie de la question a donné lieu à des résultats particulièrement faibles. Les effets invoqués ont souvent revêtu la forme de descriptions détaillées de tendances plutôt que d'explications. Dans la partie (i) peu de candidats ont fait état d'une augmentation de l'effet d'écran des électrons dans le cas du magnésium. Dans la partie (ii) les candidats ont éprouvé beaucoup de difficultés à utiliser et à expliquer le modèle de la liaison métallique.

- (b) La classification des oxydes n'a pas été très clairement établie mais simplement exposée comme une tendance générale. Le terme « amphotère » n'a pas été largement utilisé. Les réactions choisies impliquaient souvent les éléments plutôt que leurs oxydes. Dans beaucoup de cas, les équations n'étaient pas pondérées.
- (c) La structure de Lewis de l'eau était en général correcte et la géométrie de la molécule d'eau était bien connue. Les explications relatives à la valeur de l'angle de liaison manquaient souvent de clarté. Il convient d'insister sur le fait que la théorie RPECV (VESPR) se réfère à la répulsion exercée par des paires électroniques, pas par des atomes. Un nombre étonnamment élevé de candidats a représenté l'eau sous la forme O–H–O. Si l'expression « les semblables dissolvent les semblables » est une bonne formule aide-mémoire, elle ne constitue pas une réponse adéquate à une question d'examen, à moins d'être explicitée de manière appropriée.
- (d) Cette partie de la question était généralement bien connue. Toutefois, certaines réponses ont révélé un manque de compréhension des forces relatives des différents types de force intermoléculaire. Certains candidats persistent à mettre en relation les changements de phase avec la rupture de liaisons.

Question 8

Cette question a été traitée par un très faible pourcentage des candidats, sans doute parce qu'une partie de la question portait sur la chimie organique.

- (a) La plupart des candidats ont pu identifier un acide fort et un acide faible. Un certain nombre a estimé que ces acides pouvaient être distingués par un simple titrage en présence d'un indicateur et que la neutralisation de l'acide faible nécessitait une quantité plus faible de base.
- (b) Le terme « amphotère » était généralement connu, mais les équations proposées étaient rarement correctes.
- (c) La plupart des candidats ont identifié la solution la plus acide, mais ont été incapables d'opérer le calcul correctement.
- (d) Peu de candidats avaient une connaissance suffisante de la composition et du comportement d'une solution tampon. Néanmoins, la plupart ont pu bénéficier d'un point sur les trois attribués à cette partie de la question.
- (e) En général, l'éthène a été le seul monomère correctement identifié.
- (f) Le point attribué à la polymérisation par addition a parfois été obtenu, mais rarement celui qui était attribué à la polymérisation par condensation, en particulier pour ce qui concernait la nécessité de la présence de deux groupements fonctionnels sur le monomère.
- (g) Seuls quelques candidats ont bien nommé et représenté la structure correcte du méthanoate de méthyle. D'autres isomères plausibles ont parfois été observés, mais ils ont rarement été nommés correctement. Dans beaucoup de réponses un ou plusieurs atomes faisaient défaut.

Recommandations et conseils pour la préparation des futurs candidats

La recommandation la plus importante adressée aux professeurs est que le programme du *Tronc Commun des Matières* soit couvert entièrement. Les lacunes qui ont été constatées chez les candidats de cette session concernent les aspects suivants :

- les définitions de base ;
- la périodicité et les tendances dans l'évolution des propriétés physiques ;
- les calculs ;
- la chimie organique ;
- l'observation expérimentale en rapport avec les travaux pratiques et/ou les démonstrations ;
- les techniques d'examen peu efficaces.

Le recours aux épreuves des sessions précédentes comme support de cours aiderait les candidats à obtenir le maximum des points qu'ils méritent. Beaucoup de candidats ont perdu des points dans des domaines où ils ont montré certaines connaissances, mais à propos desquels les réponses qu'ils ont fournies manquaient de détails et de précision. Les candidats doivent apprendre à répondre à la question qui est posée.

La distribution des points dans une question ou une partie de question devrait servir de guide pour identifier le degré d'approfondissement de la réponse attendue. Ainsi, 2 points ne seront pas attribués si la réponse a été formulée sous la forme d'un seul mot.

Les candidats devraient s'assurer que leurs réponses sont plausibles. Ainsi, dans la question relative à la production de cuivre, on ne doit pas s'attendre à ce que des kilogrammes de réactifs ne produisent que quelques milligrammes de cuivre.

En ce qui concerne les calculs, le développement doit toujours figurer dans la réponse. Une réponse correcte sera créditée du maximum des points, mais si elle est incorrecte, aucun point ne pourra être attribué si aucune des étapes du calcul n'est explicitée. Les unités devraient toujours être spécifiées et une attention particulière devrait être accordée au nombre de chiffres significatifs.

Il conviendrait de conseiller aux candidats d'apprendre soigneusement les définitions et de s'assurer que les équations sont correctement pondérées.

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	7-13	14-17	18-21	22-25	26-29	30-40

Remarques générales

L'éventail des notes attribuées a été très large. Les candidats les plus brillants ont démontré une excellente maîtrise de la matière et un haut degré de préparation, mais cette session a révélé que beaucoup de candidats paraissent peu familiarisés avec la matière des options 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 156 formulaires G2 reçus. En comparaison avec l'épreuve de l'an dernier, les deux-tiers des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau, une faible majorité du reste des répondants considérant que l'examen de cette année était plus difficile. Presque tous les répondants ont estimé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme et la clarté de la formulation

ont été jugées satisfaisantes par presque la moitié des répondants et bonnes par la majorité des autres. La présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par plus de la moitié des répondants et comme satisfaisante par le reste.

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

Cet examen a mis en évidence certaines faiblesses des candidats sur le plan des connaissances et de la compréhension à travers toutes les options. Parmi ces lacunes, on citera :

- Option A – les mécanismes des réactions organiques.
- Option B – le mode d'action des drogues antivirales.
- Option C – les détails pratiques concernant l'électrophorèse, la structure des triglycérides.
- Option D – la purification de l'eau par la méthode de l'échange d'ions.
- Option E – la comparaison des procédés de craquage.
- Option F – l'électrochimie.

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

Une fois encore, d'excellentes copies ont été composées par certains candidats. Il s'agit plus probablement de candidats qui ont suivi un enseignement dans des options spécifiques, plutôt que de candidats ayant reçu une formation réduite ou qui ont opéré leur choix d'options le jour de l'examen. Il est évident qu'il y a 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 points faibles des candidats dans le traitement des questions individuelles

Option A – Chimie organique physique approfondie

Question A1

Cette question a été bien résolue par la plupart des candidats, bien qu'une minorité ait énuméré les techniques correctes, mais dans un mauvais ordre. Certains des candidats les plus faibles ont proposé la pesée et le titrage comme méthodes de détermination de la masse moléculaire.

Question A2

La plupart des candidats ont bien choisi la gamme de nombres d'onde. L'erreur la plus courante a été un choix incorrect pour la liaison O–H.

Question A3

En général, cette question a été mal résolue et les notes élevées se sont avérées rares. Dans la partie (a), les mécanismes étaient généralement décrits de façon brouillonne. Il y avait beaucoup d'erreurs grossières, les plus significatives étant l'omission ou la représentation peu soignée des flèches, l'omission des charges ou leur indication à de mauvais endroits, l'attaque par KOH au lieu de OH⁻. La prédiction des expressions de la loi de la vitesse de réaction a été mieux réussie dans la partie (b), même si certains candidats ont obtenu une note influencée par leur inversion des mécanismes dans la partie (a). La partie (c) a été la partie la mieux traitée, la plupart des candidats ayant choisi correctement les liaisons dans la Table 10 pour justifier leur choix.

Question A4

La plupart des candidats ont obtenu une bonne note pour cette question. Toutefois, certains ont confondu « concentration » et « vitesse ». Très peu de candidats ont omis de répondre à cette question ou ont tracé des graphiques au hasard.

Question A5

Dans la partie (a), on a relevé beaucoup de bonnes réponses, en dépit de plusieurs erreurs : charges absentes ou incorrectes sur les ions formés et inclusion de H₂O dans l'expression de K_b . Dans la partie (b), les réponses finales étaient souvent correctes mais une minorité de candidats semble n'avoir qu'une vague idée de la manière de procéder ; les calculs ont généralement été mal présentés.

Option B – Les médicaments et les drogues**Question B1**

Dans la partie (a) la plupart des candidats ont été capables d'identifier correctement deux effets. Un petit nombre de candidats a perdu des points pour avoir mentionné trop d'effets, certains de ces effets figurant dans les deux parties de la réponse. Dans la partie (b), la chimie impliquée dans l'alco-test n'était pas bien connue. Un point sur lequel il conviendrait d'insister auprès des candidats est que lorsqu'un changement de couleur doit être précisé, il faut clairement indiquer la couleur initiale et la couleur finale.

Question B2

Cette question a donné lieu à quelques scores élevés, rarement au maximum des points cependant. La plupart des candidats ont correctement identifié la nicotine, mais les effets à court terme et à long terme se chevauchaient parfois. Un élément d'ordre général est à relever : dans les questions qui requièrent un nombre déterminé de réponses (ici, « deux » était indiqué en caractères gras), les candidats ne devraient pas fournir plus de réponses qu'il n'est demandé ou dresser une liste à puces comportant plusieurs réponses.

Question B3

Dans la partie (a), la plupart des candidats savaient que les pénicillines agissent sur les parois cellulaires des bactéries. Dans la partie (b) beaucoup de candidats ont fait référence aux effets des antibiotiques sur les maladies ou sur l'être humain, plutôt qu'à leurs effets sur les bactéries. Une erreur moins courante a été de mentionner que les antibiotiques à large spectre étaient efficaces contre un plus grand nombre de bactéries, au lieu de dire qu'ils étaient efficaces contre une plus grande variété de bactéries. Dans la partie (c), la plupart des candidats ont signalé le développement d'une résistance, mais plusieurs ont suggéré que c'était l'homme qui développait une résistance au lieu des bactéries. Les candidats devraient éviter le recours à des termes journalistiques, comme « super-microbes » ou « bonnes » bactéries ou encore bactéries « amicales », car ces termes ne rapportent pas de points.

Question B4

Les candidats n'ont pas obtenu des notes élevées pour cette question, alors qu'à l'exception des plus faibles, ils ont pu différencier les virus des bactéries. Les réponses n'étaient en général pas suffisamment spécifiques. Néanmoins, les meilleurs candidats ont montré qu'ils comprenaient les modes d'action des médicaments antiviraux qui faisaient l'objet des parties (b) et (c). Le nom Acyclovir n'est pas cité dans le programme, mais les candidats sont censés l'avoir rencontré avant (sa structure figure dans le *Recueil de Données de Chimie*). On reconnaît toutefois que la formulation suivante eut été meilleure : « Suggérer de quelle manière une drogue comme l'Acyclovir peut agir comme antiviral », puisque le programme ne spécifie pas exactement la manière dont agit ce médicament précis.

Option C – Biochimie humaine**Question C1**

Dans la partie (a) la plupart des candidats ont essayé de représenter le dipeptide, mais les erreurs ont été fréquentes, comme l'inclusion d'un O supplémentaire entre CO et NH. Les candidats devraient être encouragés à représenter de telles structures de manière complète, sur le modèle utilisé dans la question et à toujours vérifier que chaque atome possède bien le nombre correct de liaisons. Une telle vérification aurait évité des erreurs comme $-N-H-$. La réaction de condensation était bien connue, mais l'autre produit était souvent une molécule organique complexe au lieu d'eau. Dans la partie (b) peu d'étudiants se sont montrés suffisamment familiarisés avec l'électrophorèse pour obtenir le maximum des points, tandis que d'autres candidats ont décrit inutilement l'hydrolyse d'une protéine. Malheureusement, certaines réponses évoquaient plutôt l'électrolyse (« on fait passer un courant à travers la solution et les ions se déplacent vers l'une et l'autre électrodes »). Dans la partie (c) la structure primaire et les types d'interaction présents dans les protéines étaient bien connus, mais ce n'était pas le cas en ce qui concerne le rôle des liaisons hydrogène dans le maintien de la structure secondaire.

Question C2

Dans la partie (a), les réponses étaient mauvaises, beaucoup de candidats n'ayant apparemment qu'une faible idée de la structure d'un triglycéride. La raison pour laquelle l'hydrogénation produit le passage de l'état liquide à l'état solide a donné lieu à des réponses nettement meilleures.

Question C3

L'influence de la structure moléculaire sur la solubilité des vitamines était bien connue, mais peu de réponses ont fait référence à la formation de ponts d'hydrogène avec les molécules d'eau.

Option D – Chimie de l'environnement**Question D1**

La plupart des candidats ont obtenu des points pour cette question, mais le maximum a rarement été atteint. Beaucoup d'équations incorrectes ont été observées, telles que des équations faisant intervenir SO ou encore l'équation $C + O \rightarrow CO$. Certaines réponses manquaient de détails spécifiques, comme par exemple « épuration » mais sans mention de « alcaline » ; l'utilisation du convertisseur catalytique pour éliminer les oxydes de soufre n'a pas été acceptée comme réponse correcte.

Question D2

Dans la partie (a), beaucoup de candidats ont considéré que la consommation d'eau potable comme boisson et son utilisation pour le lavage étaient les usages principaux de l'eau douce. Toutefois, les candidats étaient plus nombreux à connaître les localisations de la plus grande partie de l'eau sur la Terre. Quelques-uns ont mentionné les eaux souterraines et la vapeur d'eau atmosphérique. Dans la partie (b) très peu de candidats paraissaient vraiment familiarisés avec l'échange d'ions et certains de ceux qui connaissaient cette technique ont parlé de l'adoucissement des eaux. Le concept de *Demande Biologique en Oxygène* (DBO) était familier à la plupart des candidats, bien que quelques-uns aient considéré qu'elle se référait aux besoins en oxygène des organismes marins. D'autres ont mentionné que des valeurs élevées de la DBO étaient une caractéristique de l'eau pure.

Option E – Les industries chimiques**Question E1**

La majorité des candidats a pu citer correctement trois facteurs à prendre en considération pour choisir l'implantation d'une industrie chimique.

Question E2

Les parties (a) et (b), relatives au haut-fourneau, ont généralement été bien traitées, mais, dans la partie (c), la conversion en acier ne l'a pas été.

Question E3

La comparaison entre l'aluminium et le fer n'a pas été bien traitée. Certains candidats ont considéré que le fer était plus réactif que l'aluminium. Le terme « plus léger » n'a pas été accepté comme équivalent à « de densité inférieure ».

Question E4

Les bonnes réponses à cette question ont été rares. D'une manière caractéristique, la plupart des candidats ont bénéficié de 1 ou 2 points dans les parties (a) et (b), mais peu de candidats ont obtenu des points dans la partie (c), car les détails relatifs aux deux méthodes de craquage n'étaient pas connus.

Option F – Les combustibles et l'énergie

Question F1

Une majorité de candidats a bien répondu à la partie (a). Dans la partie (b) beaucoup de réponses ont révélé une confusion entre fission et fusion, évoquant les risques d'explosion. Les réponses concernant l'énergie des marées ont montré que la plupart des candidats étaient peu familiarisés avec ce sujet (« les marées ne se produisent que deux fois par jour »).

Question F2

La photosynthèse était bien connue, bien que la nécessité de la présence de chlorophylle ait été omise par un nombre inattendu de candidats (la lumière était mentionnée comme catalyseur). Les candidats ont éprouvé des difficultés à obtenir des notes élevées dans la partie (c), alors que la plupart savaient ce qu'est la biomasse. Un nombre significatif de candidats a discuté de l'éthanol, au lieu de traiter de sa production à partir de la biomasse. La partie (a) a fait l'objet d'un nombre surprenant de mauvaises réponses, avec des équations non pondérées et l'oxygène utilisé comme réactif.

Question F3

La plupart des candidats ont obtenu quelques points pour cette question, bien que certaines réponses aient été pénalisées en raison de leur manque de précision. Par exemple, le « coût » n'a pas été accepté comme un inconvénient des cellules photovoltaïques s'il n'était pas fait référence au coût de production en regard du coût de fonctionnement. Beaucoup de candidats croient que de telles cellules ne produisent pas d'électricité en l'absence de lumière solaire directe.

Question F4

Très peu de candidats ont été capables d'écrire une équation correcte, alors que le réactif et le produit renfermant le plomb étaient tous deux spécifiés dans la question. Beaucoup de candidats n'ont pas inclus les électrons, alors que la question demandait de formuler une demi-équation.

Recommandations et conseils pour la préparation des futurs candidats

Outre les recommandations habituelles concernant la lecture attentive des questions et l'attention particulière à accorder à la distribution des points et aux verbes d'action, les candidats sont invités à garder à l'esprit les conseils suivants :

- soigner la représentation des flèches dans les mécanismes réactionnels des réactions organiques ;

- réaliser que pour une majorité de substances contenant des liaisons covalentes, la fusion et l'ébullition impliquent la rupture de forces intermoléculaires, pas de liaisons covalentes ;
- s'entraîner à écrire une diversité d'équations, en étant particulièrement attentif à leur pondération, à l'indication des charges et des électrons si cela s'indique ;
- s'entraîner à présenter les calculs dans un ordre logique, en précisant en quelques mots la procédure suivie ;
- ne pas donner une longue énumération lorsque la question requiert un nombre déterminé de réponses ;
- éviter de recourir à un langage journalistique, comme « super-microbes » au lieu de « bactéries résistantes à la pénicilline », « bactéries amicales » au lieu de « bactéries bénéfiques », utiliser les termes scientifiques corrects, comme « de densité inférieure » au lieu de « plus léger ».

Enfin, le conseil suivant, non spécifique à la chimie, sera encore adressé aux candidats :

- Le nombre de lignes prévu pour la réponse à une partie de question est une indication de l'espace nécessaire pour une réponse type, nonobstant le fait que certains candidats puissent avoir besoin de davantage d'espace que celui qui est assigné. Dans ce cas, et si cela s'avère possible, les candidats utiliseront l'espace situé sous la question plutôt que de rédiger sur une feuille volante. Si une feuille de réponse supplémentaire devait se révéler nécessaire, les candidats devraient indiquer dans le livret que la suite de la réponse concernée se trouve à un autre endroit.