

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	35-47	48-58	59-68	69-79	80-100

Niveau moyen

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes:	0-16	17-30	31-44	45-56	57-67	68-79	80-100

Épreuve 1 du Niveau Moyen (NM)

Seuils de classement des notes par composante

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes:	0-7	8-12	13-17	18-20	21-23	24-26	27-30

Remarques générales

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

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 151 formulaires G2 reçus. Pratiquement les trois-quarts des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier. Le reste des répondants se partageait de manière équilibrée entre l'opinion selon laquelle l'examen de cette année était un peu plus difficile que celui de l'an dernier et l'opinion selon laquelle il était un peu plus facile. Presque tous les répondants ont estimé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme et la clarté de la formulation ont été jugées bonnes par environ la moitié des répondants et satisfaisantes par l'autre moitié. La présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par environ les deux tiers des répondants et comme satisfaisante par le tiers restant.

Seuls deux répondants ont mentionné que les candidats n'avaient pas eu assez de temps pour répondre à toutes les questions.

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 34%. L'index de discrimination (qui indique dans quelle mesure les questions opèrent la discrimination entre les élèves qui obtiennent un score élevé et ceux qui

obtiennent un score faible; plus cet index est élevé, plus la discrimination est efficace) est compris entre 0,56 et 0,17.

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

Question 2

La réponse D a attiré plus de candidats que n'importe quelle autre réponse, ce qui révèle une confusion entre la formule empirique et la formule moléculaire.

Question 5

Deux répondants ont signalé que le terme *anion* ne figurait pas dans le programme. 77% des candidats ont répondu correctement à cette question.

Question 6

Il s'agissait de la question la plus difficile de l'examen. Presque la moitié des candidats a choisi la réponse C et une majorité des candidats restants a fourni la réponse correcte, B.

Question 7

Plusieurs répondants se sont inquiétés du fait que les candidats auraient pu être induit en erreur par le système utilisé pour numéroter les groupes du tableau périodique. En fait, 72% des candidats ont choisi la réponse correcte, A. On notera que le système de numérotation utilisé dans l'examen figure dans le *Recueil de Données de chimie* et dans le tableau périodique fourni avec l'épreuve 1.

Question 14

Il a été rapporté qu'en raison du fait que la question ne mentionnait pas le caractère *idéal* du gaz, la réponse D pouvait être considérée comme correcte. En fait, 69% des candidats ont choisi la bonne réponse, A. La majorité des autres candidats s'est partagée également entre les réponses B et C. Malgré ce constat, la critique a été admise.

Question 15

Un répondant a craint que les candidats n'aient pas su si la question se rapportait à l'énergie absorbée/dégagée par le système ou par le milieu extérieur. Cette confusion est peu probable. En effet, puisqu'un peu plus de candidats ont choisi la réponse C plutôt que la réponse D qui était correcte, cette question a bien opéré la discrimination (0,53).

Question 26

Plusieurs répondants se sont inquiétés du fait que cette question dépassait les exigences du *Tronc Commun des Matières* (TCM). On considère que cette question est couverte par le prescrit du point 10.2.3 du document relatif à l'évaluation. Presque la moitié des candidats a choisi la réponse correcte B, la majorité des autres candidats ayant opté pour la réponse A.

Question 27

Cinq répondants ont estimé que les réponses A et C étaient toutes deux correctes. 68% des candidats ont choisi la réponse attendue, soit A, tandis que 19% ont choisi la réponse C. Les deux réponses ont été acceptées comme correctes.

Épreuve 2 du Niveau Moyen (NM)

Seuils de classement des notes par composante

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes:	0-6	7-13	14-20	21-26	27-33	34-39	40-50

Remarques générales

Dans cette épreuve, d'une manière générale, les candidats se sont bien débrouillés. Il est clair qu'une majorité d'entre eux avait été bien préparée. Comme à l'accoutumée, les performances observées ont varié d'un centre à l'autre et ont couvert toute l'échelle de notation, de sorte que l'examen est apparu comme ayant pu opérer efficacement la discrimination entre les candidats. Une fois encore, il semble qu'il y ait eu une tendance chez les candidats à éviter la question de chimie organique de la Section B.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 129 formulaires G2 reçus. Pratiquement les trois-quarts des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier. Le reste des répondants se partageait de manière équilibrée entre l'opinion selon laquelle l'examen de cette année était plus facile que celui de l'an dernier et l'opinion selon laquelle il était plus difficile. Presque tous les répondants ont estimé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme a été jugée satisfaisante par plus de la moitié des répondants et bonne par la plupart des autres. La clarté de la formulation a été jugée bonne par plus de la moitié des répondants et satisfaisante par le reste. La présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par deux tiers des répondants et comme satisfaisante par le tiers restant.

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

Section A

Question 1

- Le point attribué à cette question a généralement été accordé, bien que quelques candidats aient écrit «pression élevée et basse température», ce qui ne se rapportait pas directement à la question posée, et bien que quelques-uns aient proposé 95,4 comme valeur de la température (alors que cette valeur correspondait au rendement de la réaction de synthèse de l'ammoniac à 200°C sous une pression de 600 atmosphères).
- Cette question a été bien résolue, la plupart des candidats montrant une compréhension raisonnable du principe de Le Chatelier, même si quelques-uns ont fourni une explication en termes de vitesse de réaction plutôt qu'en termes de rendement.
- Beaucoup de candidats n'ont obtenu qu'un point sur les deux points attribués à cette question. En l'occurrence, le point attribué à la réponse qui concernait le coût lié à l'obtention d'une pression élevée, mais pas celui qui portait sur la nécessité d'opérer à température élevée pour assurer une vitesse appréciable de production d'ammoniac.
- L'expression de la constante d'équilibre était presque toujours formulée correctement. Un petit nombre de candidats a introduit un signe + au dénominateur.

Question 2

- a) L'omission la plus courante concernait l'idée d'une énergie minimale.
- b) Beaucoup de courbes tracées étaient décevantes. Par exemple, des courbes présentant un pic situé juste au-dessus de celui de la courbe figurant déjà sur le graphique, coupant les axes, ne présentant pas d'élargissement du pic, avec une zone hachurée de surface réduite. Un certain nombre de candidats a représenté une nouvelle énergie d'activation à une température inférieure.
- c) Les réponses fournies se référaient rarement au graphique ; la plupart des candidats prévoient que la vitesse allait augmenter en raison d'une augmentation de la fréquence des collisions plutôt qu'à cause du fait qu'un plus grand nombre de molécules possédaient une énergie supérieure à l'énergie d'activation. Quelques candidats ont mentionné qu'une température plus élevée entraînait une énergie d'activation plus basse ou qu'une élévation de température avait pour conséquence que les molécules « atteignaient l'énergie d'activation » plus rapidement.

Question 3

- a) Les candidats les plus brillants ont effectué des calculs complets et corrects ; dans certains cas, les développements n'étaient pas fournis, de sorte qu'il n'était pas évident de voir la manière dont le candidat avait opéré pour passer de la formule empirique à la formule moléculaire ou réciproquement. Beaucoup ont essayé, souvent avec succès, de déterminer la formule moléculaire en utilisant d'abord la masse moléculaire relative et les pourcentages. Cette procédure a été créditée de la totalité des points attribués à cette question.
- b) La majorité des candidats a calculé correctement la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium ; les erreurs communes ont consisté à diviser par 250 ou à multiplier par 0,250 lors de l'étape finale du calcul. Quelques candidats ont une fois de plus perdu un point à cause des chiffres significatifs.

Question 4

- a) Beaucoup de candidats ont échoué à cette question parce qu'ils n'ont fourni aucune explication. Des tentatives ont été faites en termes de tendance au sein d'une période (parce que l'énergie de première ionisation augmente lorsqu'on progresse dans une période et diminue du haut vers le bas au sein d'un groupe). Un certain nombre de candidats a déclaré que le sodium perdait un électron, alors que le magnésium en perdait deux.
- b) Il y a eu beaucoup de confusion entre *électronégativité* et *énergie d'ionisation*. L'électronégativité était effectivement parfois décrite comme s'il s'agissait de l'affinité électronique. Beaucoup de candidats ont mentionné que « le chlore ayant plus d'électrons dans sa couche valentielle, il pouvait compléter celle-ci en y ajoutant un électron supplémentaire ».

Question 5

- a) La plupart des candidats connaissaient la distinction fondamentale mais se sont montrés très approximatifs dans leur définition (du terme *isotope*).
- b) Cette question a généralement été traitée correctement.
- c) L'isotope correct a souvent été identifié, mais sans aucune explication logique.
- d) Pour cette question, une grande variété d'espèces a été proposée, notamment H-1, d'autres

isotopes du carbone, les deux isotopes du vanadium et beaucoup d'autres. Les masses atomiques relatives, plutôt que les nombres de masse, ont parfois été proposées (par exemple, la valeur 12,01 fournie dans le *Recueil de Données de chimie*).

Section B

Question 6 Cette question a constitué le choix le plus fréquent dans cette section.

- a) (i) Une fois encore, cette question a donné lieu à beaucoup de déclarations relatives aux tendances plutôt qu'à des explications. Peu de candidats ont mentionné l'existence de forces de Van der Waals.
(ii) La liaison hydrogène a été citée, mais souvent il n'apparaissait pas clairement s'il s'agissait d'une force intermoléculaire ou intramoléculaire.
- b) Bien que la plupart des candidats sachent que la molécule d'eau est angulaire, peu d'entre eux ont été capables de décrire la distribution des électrons autour de l'atome d'oxygène comme obéissant à une géométrie tétraédrique. L'angle de liaison était généralement connu, mais beaucoup de candidats n'ont pas réalisé que la répulsion intervient entre des paires d'électrons plutôt qu'entre des paires d'atomes.
- c) Tous les candidats n'ont pas été capables d'expliquer la polarité d'une liaison sur base de l'électronégativité. L'effet d'annulation résultant de la symétrie a souvent été mentionné.
- d) La plupart des candidats ont identifié correctement les trois structures. L'erreur la plus commune a consisté à omettre les forces de van der Waals qui s'exercent entre les molécules d'iode.
- e) Beaucoup de candidats ont cru que la conductivité de l'iodure de sodium (à l'état fondu) est due aux électrons et que le caractère très volatil de l'iode résulte de la facilité avec laquelle les liaisons covalentes I—I peuvent être rompues.

Question 7

- a) La plupart des candidats ont correctement défini un acide fort. Toutefois, peu d'entre eux ont été crédités des points attribués à la définition d'un acide faible. Le signe indiquant un état d'équilibre a généralement été omis dans l'équation (de dissociation ionique) de l'acide éthanoïque.
- b) Quelques candidats n'ont pas décrit les observations. Les différences de vitesse de réaction ont été à l'origine d'une certaine confusion. Les calculs de la question (iii) étaient généralement corrects ; dans quelques cas, le facteur 2 avait été omis. Dans la question (iv), des candidats ont utilisé la valeur 44 au lieu de 22,4. Certains ont fait état d'unités incorrectes.
- c) Les calculs de la question (i) étaient souvent corrects, mais le calcul de la variation de $[H^+]$ demandée dans la question (ii), en valeur absolue ou relative, s'est avéré beaucoup plus difficile. Dans la partie (iii), des calculs inutilement compliqués ont été observés.
- d) La définition [du terme *solution tampon*] n'était souvent qu'à moitié correcte, puisque manquait la précision «quand de petites quantités d'acide ou de base sont ajoutées».

Question 8 *Cette question est celle qui a été choisie le moins fréquemment par les candidats, si ce n'est, souvent, par les mieux préparés d'entre eux.*

- a) La majorité des candidats a pu identifier **A** et fournir l'équation de combustion correcte. Le produit de sa combustion incomplète n'a pas toujours été identifié, de même que les raisons pour lesquelles il est dangereux. Dans la plupart des cas, le test proposé mentionnait le brome ou l'eau de brome, très peu faisaient état de l'iode. Le brome a été parfois proposé au lieu du bromure d'hydrogène pour la conversion de **B** en **C**. Le composé **C** a souvent été représenté sous la forme du 1-bromobutane.
- b) Cette partie de la question a généralement été traitée correctement, l'eau comme produit de la réaction étant parfois omise.
- c) Seuls, les meilleurs candidats ont pu établir la structure du monomère. La majorité des candidats a décrit la réaction comme une condensation.

Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

Au regard des notes obtenues à l'examen, il paraît clair que cette année encore la majorité des candidats avait reçu un enseignement couvrant le programme complet de l'épreuve. Le nombre relativement réduit de réponses fournies à la question 8 suggère que certains centres mettent moins l'accent sur la chimie organique.

Dans la mesure du possible, en guise d'entraînement pour les futurs candidats, il serait bénéfique de consacrer plus de temps à la résolution des examens des années précédentes. Une amélioration des techniques à mettre en œuvre dans l'examen peut contribuer de manière significative à rehausser les scores. Les candidats doivent répondre aux questions qui leur sont posées. En particulier, les explications ne doivent pas consister en de simples énumérations de phénomènes ou de tendances ; les observations rapportées doivent être réellement des éléments observables.

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

- la pondération des équations chimiques ;
- la prise en considération des chiffres significatifs ;
- la présentation des calculs, lesquels doivent expliciter toutes les étapes ;
- l'importance de préciser les unités ;
- l'explication plus claire de l'importance et de la signification des diagrammes de distribution d'énergie ;
- la distribution des paires électroniques et la géométrie (forme) des molécules et des ions ;
- la conductivité électrique – lorsque la charge est portée par des électrons et lorsqu'elle l'est par des ions ;
- la distinction entre des forces/liaisons intermoléculaires et intramoléculaires.

Épreuve 3 du Niveau Moyen (NM)

Seuils de classement des notes par composante

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes:	0-5	6-11	12-16	17-21	22-25	26-30	31-40

Remarques générales

Il s'agit du premier examen au cours duquel les candidats étaient amenés à répondre aux questions relevant de deux options au lieu de trois. Presque tous les candidats se sont conformés correctement à cette nouvelle procédure et ont indiqué leurs choix d'options sur la page de couverture de l'examen. Après l'attribution des différentes notes, il s'est avéré que la moyenne était presque identique à celle de l'épreuve de mai 2002. Les candidats les plus brillants ont démontré une excellente maîtrise de la matière et un haut degré de préparation. Par contre, certains candidats paraissent cette fois encore peu familiarisés avec les options auxquelles ils ont répondu et ils ont obtenu des notes médiocres.

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 140 formulaires G2 reçus. Les deux tiers des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier. Le reste des répondants se partageait dans le rapport 3 :1 entre l'opinion selon laquelle l'examen de cette année était plus difficile que celui de l'an dernier et l'opinion selon laquelle il était plus facile. Presque tous les répondants ont estimé que le niveau de difficulté était approprié, bien que la proportion de ceux qui le considèrent comme trop difficile ait augmenté par rapport à l'an dernier. L'adéquation au programme a été jugée satisfaisante par une moitié des répondants et bonne par un tiers d'entre eux. La clarté de la formulation a été jugée bonne par plus de la moitié des répondants et satisfaisante par le reste. La présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par deux tiers des répondants et comme satisfaisante par le tiers restant.

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

Les informations statistiques concernant la popularité des options et les notes moyennes obtenues dans chacune d'elles ne sont pas disponibles. Les commentaires des différents examinateurs – commentaires qui ont alimenté le présent rapport - sont donc basés sur les notes qu'ils ont attribuées individuellement. Les commentaires généraux qu'ils ont formulés à propos des difficultés éprouvées par les candidats se réfèrent souvent au manque de précision dans la formulation des définitions et des explications, aux problèmes rencontrés dans les calculs (utilisation d'une calculatrice, chiffres significatifs et unités), aux descriptions approximatives de procédures expérimentales. On constate encore que de nombreux candidats paraissent choisir des options qu'ils n'ont manifestement pas étudiées. Les options D et E attirent souvent de tels candidats, parce qu'elles portent sur des contenus au caractère davantage descriptif ; toutefois, les observations suggèrent que ces candidats obtiennent des résultats très médiocres, à moins qu'ils ne se soient préparés sérieusement.

Les niveaux de connaissance, de compréhension et de compétence démontrés

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

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

Option A – Chimie organique physique approfondie

Question 1

Il est décevant de constater que beaucoup de candidats ont été incapables de définir de manière satisfaisante les trois termes notés en italique dans cette question. En ce qui concerne la *substitution nucléophile*, la réponse attendue consistait à reconnaître qu'un atome ou un groupe présent dans une molécule était remplacé par un autre atome ou un autre groupe et que l'espèce responsable de l'attaque présentait une paire d'électrons non liants ou s'attaquait à un site (légèrement) polarisé positivement dans la molécule. Par contre, les parties (b) à (e) ont été généralement bien résolues et il a été rarement nécessaire de recourir à l'attribution de points pour une erreur reportée. La partie (f) a rarement été bien traitée, très peu de candidats fournissant les équations proposées dans le corrigé. Les candidats qui ont proposé un mécanisme S_N2 pouvaient bénéficier des points de la question (d) par report d'erreur, mais ce fut rarement le cas.

Question 2

L'équation de la question (a) était généralement correcte, avec relativement peu de charges ioniques faisant défaut. La majorité des candidats a trouvé la valeur adéquate du pK_a dans le *Recueil de Données de chimie*, mais un nombre étonnant de candidats s'est avéré incapable d'utiliser la calculatrice pour déterminer la réponse correcte. Un nombre appréciable d'entre eux a fourni la réponse finale sous la forme $10^{-4,87}$. Les calculs de la partie (c) étaient pour la plupart corrects, mais ils étaient mal présentés.

Option B – Les médicaments et les drogues

Cette option figure pour la première fois cette année au programme de l'examen et ce fut un signe encourageant de constater qu'un nombre substantiel de candidats l'avait choisi. Apparemment, beaucoup de candidats ayant obtenu une note médiocre semblent avoir choisi cette option sans avoir suivi le cours correspondant. Néanmoins, un nombre supérieur de candidats a obtenu une note élevée dans cette option ; ces candidats ont manifestement été bien préparés pour cette option.

Question 1

Beaucoup de réponses complètes et presque correctes ont été enregistrées, l'erreur la plus commune étant sans doute l'incapacité à écrire l'équation de neutralisation demandée dans la question (c)(ii).

Question 2

Elle a été généralement bien résolue, les faiblesses se situant au niveau de la dénomination des groupes fonctionnels présents dans l'aspirine et dans la signification du terme *tolérance* (certains ont cru qu'il faisait référence au fait que la société *tolère* l'usage des drogues).

Question 3

Beaucoup de candidats n'ont obtenu aucun point pour cette question (plusieurs copies ne comportaient aucune tentative de réponse à la question), alors que le dichromate de potassium (VI) est mentionné dans la note B.4.3. destinée aux professeurs. Les couleurs correctes, mais mal attribuées, et la couleur pourpre ont été souvent citées comme réponses.

Option C – Biochimie humaine**Question 1**

Beaucoup de candidats ont perdu le point alloué à la question (a), parce qu'ils ont fourni la formule d'un acide aminé spécifique (NB : la question demandait la formule de structure *générale* d'un acide aminé). La formation du dipeptide de la question (b) était bien connue, une minorité de candidats omettant l'eau comme second produit de la réaction, sans doute par inattention. Les fonctions des protéines, objet de la question (c), ont été citées correctement. La partie (d) est apparue difficile à beaucoup de candidats et le maximum des points a rarement été attribué pour cette question. À la question (d)(i), bien que la liaison rompue lors de l'hydrolyse d'une protéine ait souvent été identifiée correctement, les conditions adéquates de cette hydrolyse n'ont pas été précisées ; une grande variété de réponses incorrectes a été observée pour cette question. En ce qui concerne la question (d)(ii), certains candidats ont opté pour un schéma (identification des acides aminés séparés par électrophorèse) ; ils auraient pu être crédités des points si ce schéma avait été correctement légendé ; malheureusement, beaucoup de réponses dénotaient une confusion entre l'électrophorèse et la chromatographie.

Question 2

Dans la partie (a), la structure du glycérol était bien connue des meilleurs candidats, mais un nombre substantiel d'alcools avec un seul groupe –OH, ou avec plusieurs groupes –OH fixés sur le même carbone a été observé comme réponse. La question (a)(ii) a reçu une grande variété de réponses, parmi lesquelles figurait la valeur (incorrecte) 54 à laquelle on pouvait s'attendre. Dans la question (a)(iii), il est clair qu'une faible minorité de candidats seulement n'a pas été informée de l'erreur d'impression (dans la version anglaise) qui altérait la formule de l'acide stéarique ($C_{17}H_{33}COOH$ au lieu de $C_{17}H_{35}COOH$). En conséquence, pour les candidats qui pour cette raison n'ont pu résoudre la question (a)(iii), l'échelle des notes de cette option a été ramenée de 20 à 17 points. Néanmoins, pour les candidats qui ont eu la possibilité de répondre à cette question, un grand nombre d'erreurs a été constaté, l'erreur la plus grave consistant à suggérer que les liaisons C–C (ou C=C) se rompent plus facilement. Dans la partie (b), inévitablement, beaucoup de candidats ont utilisé dans leur calcul la masse atomique relative de l'iode, I, plutôt que la masse moléculaire relative de I_2 (le report d'erreur a été appliqué). Un nombre surprenant de candidats n'a pas été capable de mener le calcul jusqu'à la détermination du nombre de doubles liaisons C=C présent dans la molécule.

Option D – Chimie de l'environnement**Question 1**

Dans la partie (a)(i), une majorité de candidats a évoqué la migration d'une substance à travers une barrière mais souvent, la réponse manquait de précision ou s'identifiait à une description de la filtration, de sorte que des points ont été fréquemment perdus dans cette question. Par exemple, *l'osmose* pouvait être décrite comme un mouvement de l'eau (ou d'un solvant) d'une zone où règne une concentration faible en soluté vers une région où règne une concentration élevée (ou même d'une zone de haute concentration en solvant vers une zone de concentration plus basse). Ceux qui ont seulement indiqué que la migration de l'eau se faisait de la zone de concentration élevée vers la zone de concentration faible, sans préciser s'il s'agissait du soluté ou du solvant, n'ont pas été crédité. Dans la partie (b), bien que la diminution de la concentration en oxygène sous l'effet d'une augmentation de la température ait été correctement identifiée, l'eutrophisation ne paraissait pas familière à beaucoup de candidats. De nombreuses réactions entre les ions nitrates et l'oxygène ont été suggérées. Par contre, les avantages et les inconvénients du traitement des eaux par l'ozone étaient bien connus, beaucoup de candidats obtenant le maximum des points pour cette question.

Question 2

Dans la partie (a), le terme *Demande Biologique en Oxygène* n'était pas bien connu, un grand nombre de candidats décrivant l'utilisation de l'oxygène par les organismes vivants, plutôt que sa consommation par des organismes en voie de décomposition. Dans la partie (b), une faible minorité de candidats a obtenu le maximum des points pour le traitement secondaire des eaux, la majorité ayant obtenu une note médiocre, voire nulle. On a observé une confusion entre les traitements primaire et tertiaire des eaux usées et peu de candidats ont mis l'accent sur la décomposition de la matière organique : au lieu d'évoquer le recours aux bactéries pour la décomposer, beaucoup ont parlé de son élimination. Un nombre appréciable de candidats a eu recours à un schéma qui aurait pu rapporter le maximum des points s'il avait été correctement légendé.

Option E – Les industries chimiques

Il apparaît que la majorité des candidats (peu nombreux) qui ont choisi cette option l'ait fait en ayant des connaissances très réduites du sujet. Les notes élevées se sont avérées rares, au contraire des notes médiocres.

Question 1

Dans la partie (a), très peu de candidats ont obtenu le maximum des points pour la distillation fractionnée du pétrole brut et nombreux sont ceux qui ne paraissent avoir qu'une idée très limitée du procédé. Si le chauffage était mentionné, l'idée d'ébullition ou de vaporisation faisait souvent défaut. Un certain nombre de candidats a suggéré que les fractions se séparent en différentes couches, en fonction de leur densité. Les parties (b) et (c) étaient soit presque tout à fait correctes, soit elles ne proposaient rien de pertinent ; une majorité de candidats a tenté d'écrire une équation dans laquelle $2C_7H_{15}$ constituait le produit (incorrect) le plus commun.

Question 2

Dans la partie (a), presque tous les candidats ont représenté correctement la structure du propène, mais la structure du polymère était rarement correcte ; souvent, la structure proposée ne correspondait en rien à celle d'un type de polypropène. Une petite minorité de candidats connaissait la manière de produire du polystyrène expansé. Bien que quelques-unes de ses propriétés fussent connues, il est apparu clairement que la plupart des candidats ne sont pas familiarisés avec ce sujet.

Option F – Les combustibles et l'énergie**Question 1**

Dans la partie (a), bien que les candidats aient paru bien connaître la formation du charbon, peu d'entre eux ont mentionné les trois conditions requises, comme le laissait sous-entendre les trois points alloués à cette question. Les polluants demandés à la partie (b) ont été généralement bien identifiés. Les candidats n'ont pas bien répondu à la partie (c) – beaucoup de substances ont été énumérées au point (i), toutes n'étaient pas des combustibles, et les avantages proposés à la partie (ii) de la question étaient souvent vagues. Par exemple, « la réduction des émissions de dioxyde de soufre ou de particules » aurait été une bonne réponse, mais « une combustion plus propre » n'était pas une réponse acceptable, puisque la question stipulait que l'importance de la pollution était réduite.

Question 2

Dans la partie (a), en dépit du fait que le programme se réfère aux demi-équations qui interviennent dans la pile zinc-carbone, très peu de candidats semblent familiarisés avec ce sujet ; la fonction de l'oxyde de manganèse (IV) a été rarement identifiée correctement (« catalyseur » a été une réponse courante). Même la partie (c) a été traitée d'une manière non satisfaisante, beaucoup de candidats suggérant que des éléments plus réactifs étaient nécessaires.

Question 3

Très peu de candidats paraissent maîtriser le mode de fonctionnement d'une pile à combustible.

Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

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

- apprendre les définitions et les explications des termes courants importants, comme *substitution nucléophile* et *Demande Biologique en Oxygène* ;
- consacrer du temps pour se familiariser avec la manipulation de la calculatrice qui sera utilisée lors de l'examen, en particulier pour ce qui concerne les fonctions les moins fréquemment sollicitées, comme le log ou l'antilog, le carré et la racine carrée ;
- dans les calculs, en particulier lorsqu'il a fait plusieurs tentatives, le candidat devrait souligner la réponse définitive ;
- le candidat qui a suivi les cours dans d'autres options que les deux options requises pour l'examen devrait se consacrer en priorité à deux options seulement à l'approche de l'examen .

Épreuve 1 du Niveau Supérieur (NS)

Seuils de classement des notes par composante

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes:	0-9	10-15	16-22	23-25	26-28	29-31	32-38

Remarques générales

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

Les appréciations des professeurs concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 120 formulaires G2 reçus. Pratiquement les trois-quarts des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier. Le reste des répondants se partageait de manière équilibrée entre l'opinion selon laquelle l'examen de cette année était un petit peu plus difficile que celui de l'an dernier et l'opinion selon laquelle il était un petit peu plus facile. Presque tous les répondants ont estimé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme et la clarté de la

formulation ont été jugées bonnes par environ la moitié des répondants et satisfaisantes par l'autre moitié. La présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par environ les deux tiers des répondants et comme satisfaisante par le tiers restant.

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 97% et 24%. L'index de discrimination, qui indique dans quelle mesure les questions opèrent la discrimination entre les élèves qui obtiennent un score élevé et ceux qui obtiennent un score faible, est compris entre 0,51 et 0,06. (Plus cet index est élevé, plus la discrimination est efficace)

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

Question 6

Plusieurs répondants se sont inquiétés du fait que les candidats auraient pu être induit en erreur par le système utilisé pour numéroter les groupes du tableau périodique. En fait, 77% des candidats ont choisi la réponse correcte, A. On notera que le système de numérotation utilisé par le BI figure dans le *Recueil de Données de chimie* et dans le tableau périodique fourni avec l'épreuve 1.

Question 13

Cette question a été jugée inadéquate pour l'épreuve 1 et, de ce fait, elle a été supprimée.

Question 14

Il a été signalé qu'une certaine ambiguïté pouvait planer sur la signification à attribuer à l'expression *nombre de liaisons sigma* (s'agissait-il du nombre de liaisons sigma dans la molécule ou autour de l'atome de carbone?). La formulation utilisée aurait dû indiquer qu'il était fait référence à la molécule. Comme un nombre supérieur de candidats a choisi la réponse D plutôt que la réponse attendue A, on pourrait en déduire qu'ils ont été induits en erreur. Toutefois, cela pourrait aussi indiquer que ceux qui ont choisi la proposition D considéraient que la liaison C=O comprend une liaison pi et pas une liaison sigma.

Question 15

Un répondant s'est demandé si le fait que l'énergie cinétique d'une particule dépende de sa masse figurait bien au programme. La question se référait au point 5.1.2. de l'évaluation qui mentionne que l'énergie (cinétique) moyenne est proportionnelle à la température absolue ; 67% des candidats ont choisi la réponse correcte, C.

Question 17

Un répondant a craint que les candidats n'aient pas su si la question se rapportait à l'énergie absorbée/dégagée par le système ou par le milieu extérieur. Cette confusion est peu probable. En effet, 69% des candidats ont choisi la réponse correcte D ; cette question a bien opéré la discrimination.

Question 26

Deux répondants ont signalé que la question n'indiquait pas clairement la solution concernée par la question. Comme 84% des candidats ont choisi la réponse correcte D et comme aucune réponse

enregistrée ne correspond au choix erroné de la solution, la difficulté soulevée ne semble pas confirmée. Néanmoins, la critique a été admise.

Question 28

Quatre répondants ont estimé que la réponse D pouvait aussi être correcte ; on ne peut admettre que OH^- fonctionne comme un acide de Brønsted-Lowry en solution aqueuse. 60% des candidats ont choisi la réponse correcte, C, et la question a bien opéré la discrimination.

Question 30

Quatre répondants ont fait remarquer que la question aurait dû décrire les deux acides comme monoprotiques. La critique a été acceptée. Néanmoins, 57% des candidats ont choisi la réponse correcte, B, et la question est celle qui possède l'index de discrimination le plus élevé de tous.

Question 34

Un répondant a suggéré que la question n'aurait pas dû figurer dans l'examen, parce que les lois de Faraday ne figurent plus au programme. Toutefois, il a été jugé que cette question constituait un test acceptable de la capacité à manipuler les quantités relatives de produits, comme le prescrit le point 19.3.3. de l'évaluation.

Question 35

Cette question est la plus difficile de l'examen. Près de la moitié des candidats a choisi la réponse B. Cette question possède un index de discrimination qui est le second index le plus faible et beaucoup de candidats doivent avoir utilisé une démarche élémentaire pour arriver à la réponse B. Pourtant, ceux qui étaient familiers avec le point 11.3.4. de l'évaluation auraient dû être capables de sélectionner la réponse D.

Question 38

Plusieurs répondants ont signalé que l'expression « transporteur d'halogène » ne figure pas spécifiquement dans le programme. Elle est mentionnée, mais dans l'option H-H.4.2, de sorte que cette question a été supprimée puisqu'elle évaluait des contenus relevant d'une option plutôt que de la *Matière Complémentaire spécifique du Niveau Supérieur* (MC-NS).

Question 39

Bien qu'aucun commentaire n'ait été reçu à propos de cette question, elle apparaît comme la seconde question la plus difficile de l'examen. Beaucoup plus de candidats ont choisi les réponses B et D que la réponse correcte A. Cette question était censée constituer un test d'une difficulté raisonnable du point 20.3.4 de l'évaluation.

Épreuve 2 du Niveau Supérieur (NS)

Seuils de classement des notes par composante

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes:	0-14	15-29	30-41	42-51	52-61	62-71	72-90

Remarques générales

Cet examen était relativement facile et les candidats l'ont abordé avec confiance.

La qualité des réponses varie selon les centres et aussi, manifestement, selon le niveau de compréhension dont fait preuve le candidat.

D'une manière générale, les candidats doivent porter une attention particulière au nombre de points attribué à chacune des parties de la question et adapter leurs réponses en conséquence. Les calculs doivent apparaître clairement et leur exactitude devrait être vérifiée, de même que le nombre de chiffres significatifs et, le cas échéant, l'adéquation des unités.

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

- certains candidats paraissent éprouver des difficultés à traduire une théorie qu'ils ont manifestement étudiée en explications pertinentes dans des situations nouvelles ;
- il faut que les candidats soient capables de manipuler les unités avec aisance ;
- la chimie acide/base ;
- les schémas de la cellule d'électrolyse ;
- les structures organiques ;
- la détermination (calcul) de formules empiriques.

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

- une bonne maîtrise de la cinétique chimique ;
- les calculs simples ; par exemple, le calcul des vitesses de réaction, mais *pas* les calculs relatifs au pH et aux solutions tampons ;
- la distribution des énergies moléculaires, mais *pas* la légende du graphique ;

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

Question 1

- (a) Lorsqu'ils sont confrontés à ce type de questions, les candidats doivent trouver le «nœud» de la question. Dans la partie (i), il s'agissait en l'occurrence de la perte de deux électrons et de la perte subséquente d'une couche. Dans la partie (ii), il s'agissait d'une différence de l'ordre d'une couche complète et de formuler quelques commentaires à propos du nombre de protons.

Dans la partie (iii), les candidats devaient insister sur le caractère isoélectronique des deux ions et sur la différence de charge nucléaire.

- (b) La réponse NaF a été souvent donnée et beaucoup de candidats se sont rendu compte que l'électronégativité devait jouer un rôle. Certains ont omis d'indiquer que c'est la différence la plus grande qui est importante. Une erreur commune a consisté à rechercher les ions porteurs de la charge la plus élevée.
- (c) La majorité des candidats a pu identifier l'oxyde d'aluminium comme étant le composé attendu, mais une grande variété de termes a été utilisée en lieu et place de l'appellation *amphotérique*, la plus commune étant *amphiprotique*.

Question 2

- (a) Les flèches qu'il fallait ajouter sur le schéma [pour indiquer les transitions électroniques] l'ont été sans aucun soin, l'origine et l'extrémité des flèches étant tout à fait imprécises, se situant parfois entre deux niveaux. Dans la partie (ii), seul le point attribué à l'indication d'une transition vers les niveaux d'énergie inférieurs a été obtenu, car beaucoup de candidats ignoraient le niveau d'origine du spectre d'émission dans le domaine visible.
- (b) La question relative aux particules subatomiques de l'atome de tritium a été bien traitée (même si une réponse incorrecte assez courante a été l'attribution de 3 neutrons), mais les équations se sont avérées bien plus difficiles. Ces équations étaient considérées comme relativement faciles, puisqu'elles étaient calquées sur celles de la synthèse de l'ammoniac et de la préparation de l'hydroxyde de sodium. Des erreurs courantes ont consisté à écrire l'azote sous la forme 2N et à écrire H au lieu de T.

Question 3

- (a) La plupart des candidats n'ont guère éprouvé de difficulté à choisir les réponses A et E.
- (b) Il y avait deux voies pour résoudre cette question – les deux conduisant au même résultat ! Les candidats n'ont pas lu le graphique soigneusement (il fallait lire une variation de concentration de $0,37 \text{ mol dm}^{-3}$ sur un intervalle de temps de 15 s) ; beaucoup d'entre eux, après avoir divisé par 15, n'ont pas exprimé la réponse avec deux chiffres significatifs. Les unités ont généralement été indiquées correctement.
- (c) La majorité des candidats a correctement conclu que l'équilibre avait été atteint.

Question 4

- (a) Globalement, cette partie a été mieux résolue que la partie (b). En général, les candidats ont constaté que la masse des molécules augmentait mais souvent ils n'ont pu nommer le type d'interaction.
- (b) La liaison hydrogène a été souvent proposée comme réponse, mais les examinateurs ont eu souvent l'impression que les candidats se référaient à la liaison hydroxyl O—H. Les candidats devaient savoir clairement que la liaison hydrogène est plus forte que la liaison évoquée dans la partie (a) et qu'il s'agit d'une liaison intermoléculaire.

Question 5

- (a) Les résultats obtenus à cette partie de la question sont plutôt faibles. L'idée du «remplacement» d'un atome ou d'un groupe faisait souvent défaut, alors que les termes

«élément» ou «molécule» étaient utilisés. Le comportement *nucléophile* a été souvent décrit en termes d'attraction entre ions porteurs de charges opposées ou entre noyaux et électrons.

- (b) Beaucoup de candidats ont pu écrire ces structures correctement ; l'erreur la plus commune a été d'écrire la structure primaire ramifiée (1-bromo-2-méthylpropane) dans la partie (iii).
- (c) Beaucoup de candidats ont correctement décrit le mécanisme S_N1 . Toutefois, certains ont invariablement décrit le mécanisme S_N2 , d'autres fournissant les deux mécanismes. Dans un certain nombre d'équations, les charges faisaient défaut ou étaient incorrectes. La signification de l'expression *Étape déterminante de la vitesse* était bien connue, mais la définition du terme *molécularité* a fréquemment été omise ou confondue avec celle de la molarité. Lorsque le mécanisme S_N1 avait été reconnu dans la partie (i), l'étape déterminante de la vitesse a été correctement identifiée.

Question 6 *Cette question a été très fréquemment choisie.*

- (a) Certains candidats ont été incapables d'identifier les axes du graphique par une légende correcte, mais l'explication demandée au point (ii) était généralement bonne. L'aire comprise sous la courbe devait être la même sur les deux graphiques.
- (b) L'effet d'un catalyseur a généralement été décrit comme dans les manuels ; la plupart des candidats ont pu opérer la distinction entre catalyse *homogène* et catalyse *hétérogène*. Par contre, les exemples ont été plus difficiles à trouver, en particulier dans le cas de la catalyse homogène.
- (c) *L'ordre de réaction* a été très mal défini, beaucoup de candidats ayant omis de tenir compte de l'exposant de la concentration. L'ordre de la réaction étudiée a été très bien déduit des données et les calculs étaient souvent corrects. Une majorité de candidats a pu opérer les calculs de la partie (iii), mais les unités ont posé problème. Un certain nombre de candidats n'a pas fourni la réponse de (iv) avec le nombre approprié de chiffres significatifs.

Question 7 *Il s'agit de la troisième question dans l'ordre de la fréquence du choix.*

- (a) La fonction du pont salin (i) a généralement été bien comprise, même s'il apparaît qu'une minorité significative de candidats a considéré qu'il permettait aux électrons de se déplacer. Dans la partie (ii), la demi-équation a été bien écrite, seul un petit nombre de candidats a donné l'équation de l'oxydation du cuivre. Bien que la pression n'influence pas de manière sensible le potentiel d'électrode de la pile considérée, elle intervient dans la définition des conditions standard et devait donc être mentionnée dans la partie (iii). L'utilisation du *Recueil de Données de chimie* a représenté un problème, même pour de bons candidats ; dans la partie (iv) une valeur incorrecte du potentiel du cuivre a été utilisée par manque d'attention. De nombreuses réponses correctes ont été enregistrées pour la partie (v), mais les candidats ont fait preuve d'un optimisme excessif lorsqu'ils ont déclaré qu'ils observeraient une diminution de la taille de l'électrode en zinc. Il faudrait apprendre aux candidats l'importance d'une description complète de toute observation. Dans la partie (vi), ils ont souvent omis d'indiquer que l'intensité de la couleur bleue de la solution $[Cu^{2+}(aq)]$ allait s'atténuer.
- (b) Dans la partie (i), beaucoup de candidats ont donné Ti^{3+} comme réponse, manifestement sans réfléchir à la question posée. Justifier la réponse en termes de perte d'électrons était insuffisant sans une indication montrant que des trois systèmes proposés, celui qui avait été retenu montrait la tendance la plus marquée à perdre des électrons. Dans la partie (ii), l'équation était généralement correcte ; même lorsque l'équation proposée était incorrecte, presque tous les candidats ont pu bénéficier des points alloués à l'indication de l'état physique des substances impliquées dans la réaction. Les réponses fournies pour la partie (iii) étaient généralement correctes.

- (c) L'eau n'a pas été acceptée comme réponse en (i), car il ne s'agit pas d'une *solution* (terme utilisé dans la question). Les candidats devaient spécifier la solution dont il s'agissait, plutôt que de proposer l'eau «acidifiée» (HCl n'a pas été accepté comme réponse). Les schémas étaient généralement très mal présentés. Le «volume double» d'hydrogène était bien connu et les gaz étaient généralement localisés à l'électrode appropriée. Inévitablement, quelques candidats ont représenté une cellule d'électrolyse comportant un ampèremètre au lieu d'une source de courant.
- (d) Les réponses apportées au point (i) étaient pertinentes, mais, dans la partie (ii), l'idée d'augmenter la durée de l'électrolyse et la tension aux bornes a généralement échappé aux candidats.

Question 8 *Cette question est celle qui a été la plus délaissée.*

- (a) Les réponses enregistrées à cette partie de la question ont varié fortement en fonction du centre. En général, trop de tentatives ont été faites pour essayer de définir le pH par une expression ; la plupart des définitions formulées sous forme littérale étaient trop vagues pour être créditées de points.
- (b) Bien que beaucoup de candidats aient assigné correctement le caractère acide, basique ou neutre aux trois solutions proposées, la qualité des explications était très variable. Dans les parties (i) et (iii), les candidats devaient savoir quels étaient les équilibres impliqués.
- (c) Les candidats semblent ignorer la manière de déterminer le pH au point d'équivalence ; peu d'explications ont été fournies pour justifier la rapidité avec laquelle le pH varie dans cette zone. Une proposition simple, comme «NaOH est une base forte» eut constitué un bon point de départ. Peu de candidats ont réalisé que la partie (ii) impliquait un simple calcul de titrage. Seuls les meilleurs candidats ont été capables de répondre à la partie (iii).
- (d) La définition d'une solution tampon est bien connue, sauf que les candidats devraient veiller à préciser que la quantité d'acide ou de base ajoutée est faible. Le calcul de la partie (ii) était fréquemment incorrect, parce que les candidats n'ont pas pu déterminer la masse molaire de l'éthanoate de sodium. Les examinateurs ont souvent recouru au report d'erreur. Dans la partie (iii), beaucoup de candidats ont paru croire que la concentration en ions hydrogène était égale à celle des ions éthanoate.

Question 9 *Il s'agit de la deuxième question dans l'ordre de la fréquence du choix.*

- (a) Dans la partie (i), M_r a généralement été correctement identifiée, mais dans la partie (ii), la charge positive a fréquemment été omise, alors que les nombres de masse des fragments ionisés correspondants aux différentes valeurs du rapport m/z étaient donnés. Beaucoup de candidats ont pu établir la formule de structure correcte en (iii).
- (b) La formule empirique et la formule moléculaire étaient généralement correctes, mais peu de candidats ont montré la manière dont ils avaient déterminé la formule moléculaire. Bien que quelques candidats n'aient pas envisagé l'éventualité d'un étheroxyde, une majorité d'entre eux a obtenu le maximum des points pour la partie (ii). Dans la partie (iii), la présence d'une large bande d'absorption dans le spectre infrarouge était connue, mais, dans la partie (iv), beaucoup de candidats n'ont pas prévu l'existence d'un nombre différent de pics dans le spectre RMN ^1H des deux isomères concernés.
- (c) Les candidats auraient dû considérer l'expression «à reflux» comme un indice que l'oxydation avait été poussée à son maximum. En conséquence, **D** devait être une cétone. Pour les

candidats ayant identifié un aldéhyde, les examinateurs ont dû attribuer des points sur la base du report d'erreur.

- (d) Si quelques candidats ont déduit correctement la structure de C, ils n'ont pas réussi à transférer cette information à la formation de l'ester, beaucoup d'entre eux sont retournés à l'alcool primaire.
- (e) Beaucoup de candidats ont bien réussi cette question, laquelle permettait de gagner des points, même si l'alcool n'était pas correctement identifié. Dans la partie (ii), beaucoup de candidats ont omis de faire figurer l'eau dans le membre de droite de l'équation. Le terme «condensation» ne pouvait être accepté comme type de réaction.

Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

- lire les questions soigneusement et être attentif aux verbes d'action utilisés ;
- tenir compte de la répartition des points entre les différentes parties d'une question ;
- ne pas négliger la chimie organique ;
- s'entraîner à la technique d'examen en résolvant les questions des épreuves des années précédentes ;
- vérifier mentalement le résultat fourni par la calculatrice, afin de s'assurer qu'il a du sens ;
- effectuer les calculs jusqu'au bout, les erreurs étant reportées et la même erreur n'étant sanctionnée qu'une fois ;
- étudier les termes et les définitions ;
- comprendre pourquoi des solutions salines ne sont pas toujours neutres ;
- comprendre la distinction entre des cellules d'électrolyse et des piles électrochimiques.

Épreuve 3 du Niveau Supérieur (NS)

Seuils de classement des notes par composante

Note finale:	1	2	3	4	5	6	7
Gamme des notes:	0-8	9-17	18-21	22-27	28-33	34-39	40-50

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

Dans les réponses qu'ils ont renvoyées sur le formulaire G2, 81% des professeurs ont jugé que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier ; 11% des professeurs ont estimé qu'il était un peu plus difficile, tandis qu 5% pensent qu'il était un peu plus facile. Un pourcentage légèrement supérieur, soit 89%, a été d'avis que le niveau de difficulté était approprié. Parmi ces professeurs, 7% ont considéré que l'examen était trop difficile et 5% qu'il était trop facile. Comme d'habitude, le niveau de performance des candidats a été très inégal. Cette différence a été observée, non seulement entre les écoles, mais aussi au sein d'un même établissement. D'une manière générale, les candidats ont paru bien préparés, mais beaucoup d'entre eux ont éprouvé des difficultés particulières dans les domaines suivants :

- la définition précise et adéquate de termes spécifiques, comme *osmose*, *membrane semi-perméable*, *demande biologique en oxygène*, *phase stationnaire*, *phase mobile* et *partition* ;
- l'identification du centre chiral d'une molécule (la thalidomide), même lorsque la formule de structure complète est donnée ;

- la description de techniques expérimentales spécifiques, telles que, par exemple, l'hydrolyse d'une protéine, l'électrophorèse, la chromatographie sur papier et le fonctionnement d'un polarimètre ;
- la désintégration radioactive des éléments légers.

Les niveaux de connaissance, de compréhension et de compétence démontrés

Il est évident qu'une majorité d'étudiants maîtrise bien la matière. Pourtant, il semble qu'il y ait quelques centres où les étudiants ne paraissent pas familiarisés avec une partie importante de celle-ci. Souvent, il existe une corrélation de cette observation avec le choix des options. Comme dans le passé, les centres où tous les candidats répondent aux deux mêmes options ont tendance à obtenir de meilleurs résultats que ceux où les candidats choisissent un éventail d'options. Il existe aussi une forte corrélation entre l'aptitude des candidats à exprimer avec clarté et concision leurs idées et leurs scores globaux. D'une manière générale, la majorité des candidats a démontré une bonne connaissance du volet factuel de la matière des options choisies. Parmi les thèmes qui ont paru bien maîtrisés et bien compris, on notera ceux qui concernent les médicaments et les drogues, la fonction des protéines, les polluants produits par la combustion du charbon, les équations relatives à la déplétion de l'ozone par CCl_2F_2 et l'utilisation de la spectroscopie IR et RMN ^1H . Nonobstant certaines exceptions, beaucoup de candidats ont été capables de formuler des équations chimiques correctes et d'effectuer correctement les quelques calculs que comportait l'examen. D'excellentes réponses ont été relevées dans l'option de chimie organique approfondie, mais beaucoup de candidats se sont montrés incapables d'identifier et de décrire un mécanisme réactionnel tel que la substitution électrophile.

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

Option B – Les médicaments et les drogues

La question B1 a généralement été bien résolue. La majorité des candidats a pu citer trois voies d'administration des médicaments, outre la voie orale. Quelques-uns ont mentionné les trois modes d'administration d'un médicament par piqûre (voie sous-cutanée, intraveineuse et intramusculaire) ; ils ont été crédités d'un des deux points attribués à cette question. L'équation de neutralisation de l'hydrogénécarbonate de sodium par l'acide chlorhydrique était bien connue ; la plupart des candidats ont compris la cause des brûlures d'estomac et la raison pour laquelle de la diméthicone est ajoutée à certains antiacides.

Dans la question B2, une majorité de candidat a pu expliquer la différence de mode d'action des analgésiques doux et des analgésiques puissants. L'identification du groupement fonctionnel fixé sur le cycle benzénique de l'aspirine et les effets secondaires de l'aspirine n'ont guère posé de problèmes. L'erreur la plus commune a été de citer la fonction cétone au lieu de la fonction ester. Quelques candidats ont calculé les masses molaires moléculaires de la morphine et de la codéine sur base de leurs formules de structure, afin de calculer la différence de masse moléculaire relative entre elles. Néanmoins, la plupart des candidats avaient remarqué que la seule différence tenait à la nature des groupements fonctionnels et sont arrivés directement à la réponse.

La question B3(a) relative à la thalidomide est celle qui a posé le plus de problèmes. Très peu de candidats ont pu identifier l'atome de carbone chiral dans la molécule de thalidomide et beaucoup n'ont pas discerné le type d'isomérisation que présentait cette molécule. Les arguments en faveur ou contre la légalisation du cannabis étaient bien exprimés, nonobstant le fait que certains candidats ont eu tendance à formuler leur réponse d'une manière trop générale. À ce niveau, il n'est pas suffisant de mentionner l'utilisation du cannabis dans le traitement de certaines affections ; en effet, les candidats auraient dû mentionner des circonstances particulières, comme le glaucome, la sclérose en plaques, la

chorée de Huntington, la maladie de Parkinson ou l'épilepsie, circonstances dans lesquelles il est scientifiquement établi que l'administration de cannabis peut être bénéfique.

Option C – Biochimie humaine

Cette option qui connaît un succès certain a permis d'enregistrer quelques bonnes réponses. La plupart des candidats ont éprouvé très peu de difficultés dans les parties C1 (a), (b) et (c) consacrées aux acides aminés et aux fonctions des protéines, mais ils ont paru moins à l'aise pour ce qui concernait l'hydrolyse des protéines. Seuls quelques candidats ont obtenu les trois points attribués à la question qui demandait de citer les réactifs et les conditions nécessaires à l'hydrolyse d'une protéine, en l'occurrence, un acide concentré et chaud. De même, beaucoup de candidats ont évoqué les points isoélectriques pour expliquer comment des acides aminés pouvaient être séparés par électrophorèse, mais ils ont omis de fournir des détails expérimentaux essentiels, tels que par exemple, la manière de localiser les acides aminés par complexation avec un réactif comme la ninhydrine.

La question C2 portait sur les huiles et les graisses. Certains candidats ont éprouvé des difficultés pour calculer le nombre d'atomes de carbone dans un triglycéride contenant trois molécules d'acide stéarique. À la partie (b) de la question, une majorité de candidats a pu déduire correctement le nombre de doubles liaisons dans une molécule d'huile, à condition d'avoir utilisé dans le calcul la masse molaire relative de la molécule *diatomique* d'iode. Quelques candidats n'ont pas pu répondre aux questions de la partie C3 relative à l'action des enzymes. Au lieu de fonder leurs réponses sur le graphique et sur le système décrit dans la question, ils ont eu tendance à simplement restituer ce qu'ils avaient appris sur l'action des enzymes, en dehors de tout contexte spécifique. Beaucoup ont omis les exposants de 10 appropriés et les unités, dans la partie (b)(ii) où il était demandé de déterminer la vitesse maximum et la constante de Michaelis.

Option D – Chimie de l'environnement

Cette option a également rencontré un vif succès, beaucoup de candidats ayant choisi de répondre à ces questions. Alors qu'elle pourrait être perçue comme l'une des options les plus faciles, il faut bien constater que les réponses enregistrées ne confirment pas toujours cette impression. Beaucoup de candidats ont donné des définitions incorrectes de *l'osmose* et de *la membrane semi-perméable*. Une membrane semi-perméable ne filtre pas les particules en fonction de leur taille. Les ions sodium et chlore sont plus petits que les molécules d'eau et cependant, la membrane autorise le passage des molécules d'eau (ou d'un autre solvant) et limite le déplacement du soluté. Beaucoup de candidats ont mentionné qu'il fallait une pression élevée pour permettre que se produise l'osmose inverse, mais ils n'ont pas signalé clairement que cette pression était nécessaire pour compenser la pression osmotique normale. Presque tous les candidats ont proposé une manière appropriée pour que l'occupant d'une habitation réduise sa consommation d'eau. Toutefois, cette question - tout comme les réponses fournies - suppose le style de vie d'un pays développé. L'effet de la température sur la solubilité de l'oxygène était bien connu, mais quelques candidats n'ont pu expliquer de quelle manière le rejet de nitrates dans une rivière pouvait conduire à une eutrophisation. Beaucoup de candidats ont omis de faire référence à une période de temps (habituellement cinq jours) pour définir le terme *Demande Biologique en Oxygène (DBO)* dans la partie D2(a).

La question D2(b), relative au procédé des boues activées, n'a guère posé de problèmes. La principale impureté éliminée est constituée par la matière organique, pas par les nitrates et les phosphates qui seront seulement éliminés lors du traitement tertiaire.

La question D3 impliquait que les étudiants opèrent la relation entre le type de liaisons entre les atomes d'oxygène dans O_2 et dans O_3 et l'énergie nécessaire pour rompre la liaison. La majorité des candidats a bien traité cet aspect, y incluant même l'existence d'un ordre de liaison de 1,5 dans la molécule d'ozone. De même, les équations qui rendent compte de la destruction de l'ozone par les CFC dans la haute atmosphère étaient généralement bien connues et ont été correctement reproduites dans la partie (b).

Option E – Les industries chimiques

Cette option est celle qui a rencontré le moins de succès en ce qui concerne le choix et les réponses enregistrées allaient du meilleur au pire.

À la question E1(a), plusieurs candidats n'ont même pas mentionné que le pétrole brut devait être chauffé et vaporisé pour expliquer de quelle manière le pétrole brut peut être séparé en plusieurs fractions dans une colonne de fractionnement. Certains ont proposé le radical C_7H_{15} comme le produit obtenu par craquage de $C_{14}H_{30}$, au lieu des deux produits attendus, C_7H_{14} et C_7H_{16} , à la partie E1(b). Beaucoup de candidats n'étaient pas très au fait des caractéristiques structurales des hydrocarbures obtenus par hydrocraquage. La majorité a pu écrire l'équation d'aromatization de l'hexane et identifier un usage de l'hydrogène produit au cours de cette réaction.

La question E2, relative aux polymères, a révélé l'existence d'un problème chez certains étudiants : s'ils avaient effectivement étudié les propriétés des formes atactiques et isotactiques du polypropène, ils ont été incapables de faire un schéma montrant la structure régulière d'un polymère isotactique. Les inconvénients liés à l'élimination par combustion du chlorure de polyvinyle, aussi appelé polychloroéthène, n'étaient pas bien connus. La plupart des candidats ont mentionné le réchauffement global dû au dioxyde de carbone produit par la combustion, mais très peu ont évoqué le caractère toxique des dérivés chlorés.

La description de la préparation du chlore par la cellule à diaphragme de la question E3 était généralement bien connue. La plupart des candidats étaient bien informés des problèmes liés à l'utilisation d'une cellule à cathode de mercure ; toutefois, un candidat a déclaré que la libération de mercure causait une intoxication au plomb.

Option F – Les combustibles et l'énergie

La question F1 sur le charbon était assez facile et les réponses étaient assez bonnes, bien que quelques candidats aient expliqué assez vaguement que sa formation « prenait longtemps », au lieu de parler en termes de millions d'années.

La question F2 sur les piles sèches a été plus sélective. Beaucoup d'étudiants n'ont pu identifier la seconde réaction importante intervenant dans la pile zinc-carbone et ont écrit une équation incorrecte pour traduire la réaction demandée à la partie (a)(i). Très peu ont été capables de préciser le rôle de l'oxyde de manganèse (IV) dans la partie (ii). Les avantages d'une pile alcaline n'étaient pas bien connus. Dans la partie (c), quelques candidats ont suggéré qu'augmenter la surface des électrodes augmenterait la puissance de la pile, alors que la bonne réponse était qu'il fallait augmenter la quantité de réactifs. Dans la partie (c)(ii), la majorité des candidats a remarqué qu'en associant quatre piles en série, on obtiendrait une batterie de piles dont la tension aux bornes serait d'environ 6 V.

À la question F3, beaucoup de candidats ont fourni des demi-équations incorrectes pour traduire les réactions qui actionnent une pile à combustible, mais la plupart ont pu fournir une explication valable pour justifier que les piles à combustible sont plus économiques que les moteurs à essence.

La question F4, relative à l'énergie nucléaire a également posé quelques problèmes. Dans la partie (a), bien que la majorité des candidats ait correctement calculé le rapport neutrons/protons, relativement peu de candidats ont pu prévoir et expliquer de manière satisfaisante le type de désintégration attendu pour l'isotope du magnésium. Les réponses apportées à la partie (b) concernant les déchets radioactifs ont été meilleures, même s'il y a encore des étudiants qui plaident pour que tous les déchets radioactifs soient envoyés dans l'espace.

Option G – Chimie analytique moderne

Cette option gagne en popularité et beaucoup de candidats ont fourni de bonnes réponses. Dans la partie G1(a), ce fut un plaisir de constater que beaucoup de candidats avaient mentionné qu'une modification du dipôle intervient lors des vibrations actives dans l'infrarouge et que ces vibrations se décomposent en élongation et en déformation angulaire. Dans la partie (b), presque tous les candidats ont correctement déduit les groupes fonctionnels présents dans la molécule à partir des données du spectre infrarouge. Le spectre de masse du composé présenté dans la partie (c) a posé plus de problèmes. Certains candidats n'ont pas été attentifs à l'information qui précisait que les deux pics avaient la même hauteur et ont supposé que les isotopes ^{13}C du carbone étaient en cause, plutôt que d'attribuer les pics à deux isotopes du brome. Le reste de la question G1 a posé peu de problèmes et beaucoup de candidats ont obtenu le maximum des points pour les parties (d), (e) et (f).

Les réponses fournies à la question G2, relative à la chromatographie sur papier, étaient soit complète et bien expliquées, soit vagues et imprécises. Presque tous les candidats ont pu indiquer et expliquer que P4 était un mélange ; néanmoins, certains n'ont pas été capables de calculer correctement la valeur du R_f de P1. L'erreur la plus courante a consisté à mesurer les distances à partir du bord inférieur du papier au lieu de les mesurer à partir de l'endroit où les échantillons avaient été déposés initialement.

Option H – Chimie organique approfondie

Beaucoup de candidats ont choisi cette option. Malgré le fait que la question H1 faisait référence à une réaction typique et assez simple de substitution électrophile en présence d'un transporteur d'halogène comme catalyseur, certains candidats ont encore éprouvé des difficultés à écrire un mécanisme correct. D'autres, par contre, ont fourni de très bonnes réponses et ont fait un usage correct des flèches incurvées [indiquant les déplacements électroniques] ; ils ont décrit correctement les intermédiaires réactionnels. Dans la partie (b), une majorité de candidats a pu représenter les deux isomères optiques en recourant à une méthode appropriée pour montrer qu'ils étaient l'image l'un de l'autre dans un miroir. Ce fut un plaisir de constater que beaucoup de candidats avaient compris le concept de lumière polarisée dans un plan et qu'ils pouvaient préciser que des isomères optiques déterminent une rotation du plan de la lumière polarisée dans un plan, plutôt que de parler d'une manière vague des isomères optiques qui «courbent» ou «dévient» la lumière polarisée, comme ce fut le cas les années précédentes. La partie qui a causé le plus de problèmes est la partie (c), dans laquelle il était demandé de déterminer et d'expliquer quel composé, du chlorobenzène ou du composé **Y**, réagirait le plus lentement avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. Deux explications pouvaient être avancées pour justifier le fait que le chlorobenzène réagit plus lentement ; toutefois, il semble que beaucoup d'étudiants ignoraient que ce qui leur était effectivement demandé était d'expliquer pourquoi le chlorobenzène ne donne pas facilement lieu à une substitution nucléophile.

La question H2 portait sur la force des acides et des bases organiques. La partie (a), relative aux valeurs de K_a et de $\text{p}K_a$, concernait une matière relevant du *Tronc Commun des Matières* (TCM) et a été traitée correctement par presque tous les candidats. La raison pour laquelle le phénol est plus acide que l'éthanol a été moins bien expliquée dans la partie (b), mais une majorité de candidats a donné une réponse satisfaisante dans la partie (c) où il fallait comparer la force de paires d'acides.

Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

- Les options constituent une partie importante de l'ensemble du programme. Beaucoup de professeurs reportent l'enseignement des options à la fin du programme. Dans la mesure du possible, il faudrait se référer aux options au moment où la matière du Tronc Commun est envisagée et s'assurer que le temps prescrit permettra de couvrir deux options de manière approfondie. Les étudiants qui doivent étudier par eux-mêmes la matière des options n'obtiennent généralement pas de bons résultats à l'examen.

- Il faut assurer auprès des étudiants une guidance sur le degré d'approfondissement des réponses attendues : une réponse de style journalistique ne peut suffire à ce niveau. Les équations chimiques devraient être écrites chaque fois que c'est possible. Les mécanismes des réactions organiques devraient être décrits clairement et les définitions devraient être précises et appropriées.
- Il faut fournir aux étudiants des ressources adéquates en complément de la matière enseignée dans les options. Les étudiants paraissent peu familiarisés avec certaines informations essentielles.
- Il faut s'assurer que chacune des parties du programme ait été couverte et fournir aux étudiants une copie du programme, pour qu'ils puissent eux-mêmes établir une liste de contrôle.
- Il faut encourager fortement les étudiants à répondre aux questions **des seules options qu'ils ont étudiées**. Il convient de s'assurer que les étudiants sont conscients de l'importance des «verbes d'action» et du fait que leur réponse est en adéquation avec la question qui a été effectivement posée.
- Il faut exercer les étudiants en leur proposant de résoudre des examens des années précédentes, les entraîner à être attentifs au nombre de points attribué à chacune des sous questions ; ils pourront ainsi s'assurer d'avoir traité un nombre suffisant d'aspects pour être crédités des points alloués à la question.

Évaluation interne (EI)

Niveaux Moyen (NM) et Supérieur (NS)

Seuils de classement des notes par composante

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

Remarques générales

Le niveau général de l'évaluation interne (EI) est comparable à celui de l'an dernier. Les modérateurs expriment leurs doléances à propos du non respect des consignes relatives à la soumission des épreuves pratiques. Les écoles continuent à soumettre des échantillons incomplets, incorrects ou annotés de manière inadéquate. Des portfolios complets sont encore transmis par certaines écoles, alors qu'il ne s'agit plus d'une obligation. Des formulaires *Plan de Travail Pratique du Projet du Groupe 4 (4/PTP)* mal remplis, l'absence d'instructions, un nombre incorrect de notes soumises à la modération, toutes ces erreurs indiquent que les instructions fournies dans la dernière édition du *Vade Mecum* n'ont pas été lues ou respectées.

Le travail de modération est facilité lorsque sont connus les détails relatifs aux consignes et à l'aide apportée aux candidats. Certaines écoles ont omis de fournir ces données, en particulier lorsque ces écoles ont transmis des résumés des informations communiquées oralement aux candidats. Beaucoup d'échantillons montrent que les professeurs ont encadré soigneusement le travail des candidats et qu'ils leur ont fourni une information en retour (feed-back) profitable. Toutefois, dans un certain nombre de cas, aucune indication d'une telle information en retour n'est apparue. Souvent, les professeurs ont utilisé une grille de correction où le niveau atteint pour les différents aspects de chaque critère était indiqué par la notation «c, p, a». Une information en retour régulière fournie sous la forme c, p, a constitue une aide pour les étudiants et aussi pour le modérateur. Certaines écoles ont été attentives aux consignes de sécurité et au respect de l'environnement, mais un tel souci devrait être général. Les modérateurs ont reçu des copies des formulaires d'information en retour adressés aux professeurs en mai 2002. Malheureusement, dans quelques cas, peu d'amélioration a été constatée.

La diversité et la pertinence des travaux proposés

Un large éventail d'activités pratiques a été soumis à modération et beaucoup d'écoles ont montré qu'elles avaient mis au point des plans de travail intéressants. La majorité des écoles a couvert tous les domaines du programme par des expériences adéquates. La plupart des travaux pratiques réalisés étaient d'un niveau approprié. D'une manière générale, les options du niveau moyen et du niveau supérieur ont été assez bien réussies, avec quelques très bonnes expériences proposées à la modération. Toutefois, il est préoccupant de constater que certains professeurs ne semblent pas familiarisés avec les critères de l'EI. L'attention des professeurs est attirée sur l'existence du document *Matériel de Soutien Pédagogique pour l'Évaluation Interne en Sciences Expérimentales*, accessible en ligne sur le site du Centre des Programmes (OCC) de l'OBI, dans lequel sont fournis des exemples détaillés en rapport avec les divers aspects des critères de l'EI.

Certaines écoles ne semblent pas proposer un programme de travaux de laboratoire conforme à l'esprit attendu. Plusieurs établissements paraissent se référer à des "recettes" extraites d'un manuel, dans lesquelles toutes les procédures sont décrites dans le détail. Dans de telles circonstances, il est très difficile d'évaluer le travail du candidat par rapport à certains critères. Dans certaines écoles, soit le temps consacré aux travaux pratiques était nettement en dessous du nombre d'heures recommandé (40 h. au NM et 60 h. au NS), soit la nature des activités proposées relevait d'un niveau trop élémentaire. Bien que les modérateurs s'efforcent de créditer les efforts des candidats, il est inévitable que les candidats qui n'ont pas eu l'occasion de réaliser des investigations ouvrant des perspectives aient moins de chances d'obtenir un bon résultat.

Une autre faiblesse constatée dans certains programmes de laboratoire est la proportion élevée de "recherches" qui ne sont en réalité que des démonstrations ou de simples descriptions - comme, par exemple, les observations de propriétés physiques ou l'élaboration d'une conclusion sur la base d'un tableau de données. Il convient, à l'occasion du travail de laboratoire, de mettre l'accent sur les manipulations et sur le développement de compétences opérationnelles.

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

Organisation (a)

Certains professeurs, tout comme certains candidats, continuent à éprouver des difficultés avec l'Organisation (a). Ce critère requiert que les professeurs assignent un problème de recherche ouvert ou général, permettant aux candidats de suggérer, de manière précise, leur propre formulation du problème. La question qui constitue l'objet de la recherche est encore fournie à certains candidats sous une forme précise et détaillée. Certains ont émis une hypothèse, mais sans expliquer les raisons pour lesquelles ils la formulaient. Des hypothèses mal formulées ont été une source de difficulté. Des propositions telles que "*Je ne crois pas pouvoir déterminer une valeur ...*" ou un choix opéré au hasard n'ont aucun sens. D'autres candidats ont avancé une hypothèse mais l'ont justifiée de manière superficielle. Il conviendrait d'intégrer plus étroitement cet aspect dans la structure même des recherches réalisées. Dans de nombreux cas, les variables n'ont pas été mentionnées ou évoquées dans l'Organisation (b), alors qu'elles auraient dû être identifiées de manière spécifique. On remarquera que toutes les expériences ne se prêtent pas à la formulation d'une hypothèse; de tels travaux pratiques ne sont pas appropriés à l'évaluation du critère Organisation (a). Les professeurs sont invités à consulter le document *Matériel de Soutien Pédagogique pour l'Évaluation Interne en Sciences Expérimentales*, accessible en ligne sur le site du Centre des Programmes (OCC) de l'OBI; ils y trouveront des exemples détaillés en rapport avec les divers aspects du critère Organisation (a).

Organisation (b)

En général, les candidats ont sélectionné le matériel adéquat et mis au point des stratégies appropriées pour mener à bien leurs recherches. Des professeurs fournissent encore une liste des appareils ou du matériel ; en conséquence, la modération des échantillons correspondants a été plus basse. Il est important de comprendre que l'Organisation (b) **ne peut** être évaluée si la procédure a été fournie aux candidats. Les professeurs ne doivent pas donner aux candidats une liste de l'équipement ou du matériel à utiliser, ni la procédure à suivre, puisqu'il s'agit justement d'un aspect du critère qui doit être rencontré par les candidats eux-mêmes. Parfois, le contrôle des variables n'était pas identifié explicitement. Des candidats ont parfois choisi une grande quantité de matériel, alors que l'expérience aurait pu être réalisée à l'échelle micro – dans la mise au point d'une expérience, les candidats doivent être attentifs à son impact sur l'environnement. L'introduction de procédures de contrôle (des variables) est souvent envisagée de manière inadéquate. Ceci résulte de l'incapacité des candidats à déceler la nécessité d'opérer un contrôle sur certaines variables lorsqu'ils traitent de celles-ci. Peu de candidats semblent conscient de l'importance d'un test fiable ou considèrent cela comme allant de soi. Les professeurs doivent insister sur la nécessité de s'assurer de la fiabilité d'un test. La collecte d'un nombre suffisant de données est aussi un aspect négligé. Souvent, la répétition des mesures n'apparaît pas. Parfois, c'est le professeur qui met au point la recherche, de telle sorte qu'il n'existe alors qu'une seule procédure applicable. Les critères Organisation (a) et Organisation (b) devraient faire apparaître des réponses variées de la part des différents étudiants d'une même classe.

Recueil des données

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

Toutefois, des candidats omettent encore de noter des données qualitatives lorsqu'elles sont clairement présentes dans l'expérience (par exemple, la couleur des solutions et de l'indicateur, le changement de couleur au terme d'un titrage). De la même manière, les incertitudes ont été souvent ignorées et de fréquentes incohérences ont été observées dans l'utilisation des chiffres significatifs ; ainsi, par exemple, lors de la lecture de l'indication d'une burette, un même tableau contenait des valeurs telles que 5, 19,5 et 20,37 cm³. On remarquera que le second aspect du critère, à savoir l'organisation et la présentation des données brutes, ne peut être évalué si le professeur a fourni aux candidats des tableaux de données. Quelques candidats ne semblent pas présenter des données brutes. En effet, les données présentées ont été recopiées après la réalisation de l'expérience. Pour l'évaluation du critère *Recueil des données*, les professeurs doivent éviter de proposer des expériences dans lesquelles il n'y a que quelques valeurs d'une seule variable à relever ou dans lesquelles il n'y a qu'un nombre réduit d'observations qualitatives à effectuer.

Traitement des données et Présentation

Les candidats ont généralement satisfait à ce critère, les performances élevées étant cependant rares. Dans quelques cas, le traitement des données était élémentaire, voire absent. Beaucoup de candidats n'ont pas profité de l'occasion qui leur était donnée de prendre en considération les incertitudes de mesures et d'effectuer une analyse d'erreur, même lorsqu'il apparaissait clairement que cela était possible. La prise en compte du nombre de chiffres significatifs manquait souvent – les professeurs sont invités à se référer aux exemples fournis dans le document *Matériel de Soutien Pédagogique pour l'Évaluation Interne en Sciences Expérimentales*.

Dans les représentations graphiques, certains candidats n'ont pu déterminer s'il convenait de dessiner une droite ou une courbe et s'il fallait relier ou non les points expérimentaux par une ligne. Dans certains cas, l'absence d'information en retour (feed-back) signifiait que les mêmes erreurs ont été reproduites dans d'autres recherches. Les professeurs ne devraient pas fournir trop d'indications sur la manière dont les données doivent être analysées – la démonstration par le candidat de sa compétence

à traiter lui-même les données étant plus importante que celle de sa capacité à effectuer une série de calculs prédéfinis. Parfois, tout semble indiquer que le professeur a expliqué à ses élèves la manière de traiter les données et il est dès lors important que ces instructions soient connues au moment de la modération des travaux. La représentation de graphiques par ordinateur est acceptée. Si l'ordinateur peut tracer la courbe pour l'étudiant, il appartient à ce dernier de préparer le graphique à partir des données brutes ou des données traitées et d'opérer les choix du format de graphique à représenter. Si le graphique est dessiné par un programme sur lequel l'étudiant n'a pas (ou a peu) de contrôle en ce qui concerne l'analyse des données ou la production du résultat, alors, ce type de graphique ne peut convenir pour évaluer le critère *Traitement des données et présentation*.

Conclusion et Évaluation

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

Ainsi, est-il toujours aussi peu courant que les candidats comparent leurs résultats aux données de la littérature, lorsque cela est pertinent. Ce critère implique aussi que la conclusion soit valide, assortie d'une explication basée sur une interprétation correcte des résultats – cette qualité fait souvent défaut. Souvent, les candidats omettent d'évaluer la procédure en effectuant un relevé des sources possibles d'erreurs et en suggérant des améliorations de la procédure après en avoir identifié les faiblesses. Des commentaires du genre "*les lectures doivent avoir été trop basses ou trop élevées*" ou "*le lot fourni par le fabricant devait être impur*" ne constituent pas des évaluations pertinentes de la procédure. Les suggestions d'amélioration formulées par les candidats sont fréquemment triviales. On notera que toutes les recherches ne se prêtent pas à l'évaluation de ce critère.

Compétences de manipulation

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

Le projet du Groupe 4

La plupart des écoles ont apporté les preuves de la participation au projet du Groupe 4 de chacun de leurs candidats représentés dans l'échantillon. Toutefois, certaines écoles n'ont pas fourni ces garanties et une demande spéciale a dû leur être adressée pour obtenir ces informations. Il s'agit d'une prescription essentielle du programme du BI.

Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

Il ne fait aucun doute qu'un certain nombre de travaux d'une très haute qualité a été produit. D'une manière générale, beaucoup de professeurs ont fourni à leurs élèves des informations en retour (feedback) pertinentes à propos de leurs travaux de recherche, ce qui a contribué à améliorer considérablement le niveau des candidats. Cependant, ce ne fut pas toujours le cas et il semble que les critères ne soient pas toujours clairs pour les candidats. Un petit nombre de candidats a fait référence à l'éthique, à la sécurité et à l'impact sur l'environnement. Les travaux pratiques constituent un aspect positif du cours de chimie du BI ; cette composante du cours doit faire l'objet d'une attention et d'un approfondissement constants.

Les recommandations suivantes sont adressées aux professeurs :

- Faire prendre conscience aux candidats des différents aspects des critères sur lesquels ils seront évalués. À cet égard, décomposer chaque critère en sous catégories peut s'avérer utile pour les candidats.

- Beaucoup d'écoles évaluent les travaux de recherche en utilisant une grille des critères/aspects ou les mentions c, p et a sont consignées clairement – le recours à une telle grille est fortement encouragé.
- Des portfolios complets ne sont plus requis et ne doivent donc plus être fournis, sauf demande expresse de l'IBCA.
- La participation de chaque candidat de l'échantillon au *Projet du Groupe 4* doit être prouvée et cette preuve doit être communiquée en même temps que les travaux soumis à la modération.
- Les professeurs ne doivent pas fournir trop d'information/d'aide pour les critères *Organisation (a)*, *Organisation (b)*, *Recueil des Données*, *Traitement des Données & Présentation* et *Conclusion & Évaluation*.
- Éviter d'utiliser des documents (cahiers ou feuilles) à texte lacunaire que les candidats doivent compléter en guise d'examen pour l'évaluation interne.
- Les candidats doivent être entraînés à formuler une hypothèse en rapport direct avec la question à traiter et à fournir des explications à l'appui de l'hypothèse avancée.
- Les candidats doivent enregistrer des données brutes qualitatives et, le cas échéant, quantitatives en incluant, si elles se justifient, les unités et les incertitudes.
- Dans l'exemplaire soumis à la modération, les professeurs doivent consigner toutes les instructions qu'ils ont fournies aux candidats lors de l'épreuve.
- Lorsque c'est pertinent, les candidats doivent comparer leurs résultats aux données de la littérature.
- Lorsqu'il s'agit de juger le critère *Conclusion & Évaluation*, il faut exiger des candidats qu'ils évaluent la procédure, qu'ils énumèrent les sources possibles d'erreurs aléatoires et d'erreurs systématiques et qu'ils suggèrent des améliorations de la procédure après en avoir identifié les faiblesses.
- Les professeurs ne devraient pas procéder à l'évaluation d'un critère déterminé s'il s'avère évident que le travail proposé ne permet pas d'envisager tous les aspects de ce critère.
- Avant de soumettre des travaux à la modération, les professeurs devraient se référer au guide des sujets de chimie, au document *Matériel de Soutien Pédagogique pour l'Évaluation Interne en Sciences Expérimentales* (ce document est accessible en ligne sur le site du centre des programmes), ainsi qu'aux instructions fournies dans le *Vade Mecum*.