

## CHIMIE (IBAP ET IBAEM)

### Seuils de classement des notes par matière

#### Niveau supérieur

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes :</b>	0 – 18	19 – 33	34 – 46	47 – 57	58 – 66	67 – 77	78 - 100

#### Niveau moyen

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes :</b>	0 – 17	18 – 32	33 – 45	46 – 57	58 – 67	68 – 78	79 - 100

### Épreuves d'examen différentes selon le fuseau horaire d'une région

Afin de protéger l'intégrité des examens, l'utilisation d'épreuves différentes pour les différentes régions selon leur fuseau horaire sera de plus en plus favorisée. Ainsi, en utilisant des épreuves différentes du même examen, les candidats dans une partie du monde ne passeront pas toujours la même épreuve d'examen que d'autres candidats se trouvant dans d'autres parties du monde. Un processus rigoureux est appliqué afin de s'assurer que les épreuves sont comparables en termes de difficulté et d'adéquation au programme, et des mesures sont prises pour garantir que les mêmes normes de notations sont appliquées aux copies des candidats pour les différentes versions des épreuves d'examen. Pour la session d'examen de mai 2008, l'IB a préparé des épreuves de chimie différentes pour les différentes régions selon leur fuseau horaire.

### Évaluation interne au niveau supérieur et au niveau moyen

#### Seuils de classement des notes par composante

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

### Remarques générales

La session d'examen de mai, a été la dernière qui a fonctionné selon l'ancien modèle d'évaluation interne et il était évident que la plupart des écoles et des enseignants ayant déjà une expérience du modèle actuel d'évaluation interne en chimie ont appliqué avec succès les critères dans une proportion supérieure à celle d'il y a quelques années. Toutefois, beaucoup de nouveaux enseignants et de nouvelles écoles se joignent chaque année à l'IB et il est clair

que les modalités d'évaluation interne présentent souvent un défi pour les nouveaux arrivants.

Comme au cours des sessions antérieures, l'équipe des réviseurs de notation a travaillé sur la base des instructions du réviseur de notation principal, lesquelles insistent sur le fait que les enseignants sont les premiers évaluateurs et que les réviseurs de notation doivent aider les enseignants, chaque fois que c'est possible. Les réviseurs de notation n'étant pas les évaluateurs principaux, si la note finale attribuée par les enseignants s'avère une interprétation pertinente des critères, elle est soutenue.

Des directives ont alors été données, à propos de l'opportunité et des modalités de modification éventuelle des notes, à savoir :

### Quand diminuer la note

#### Organisation (a)

- Le sujet de recherche, l'hypothèse et/ou les variables indépendantes et les variables contrôlées sont fournis par l'enseignant. L'aspect correspondant sera ramené à « a ». Un objectif général convient si les élèves l'ont modifié de manière significative (par ex. s'ils l'ont rendu plus précis).
- L'hypothèse n'a pas été expliquée ou l'explication est clairement contraire à la théorie dont on peut raisonnablement attendre la connaissance de la part d'un élève moyen en chimie de l'IB (par ex. « la vitesse de réaction diminue lorsque la température augmente parce que..... »). Attribuer la mention « p » pour le second aspect.

#### Organisation (b)

- Un mode opératoire est fourni et l'élève l'applique sans aucune modification ou **tous** les élèves utilisent le même mode opératoire. Le réviseur de notation attribue la mention « a », « a » = 0.
- L'enseignant a noté « c », « c », « c », mais il est évident que les élèves ont été informés des appareils et du matériel qu'ils devaient utiliser. Le maximum que le réviseur de notation puisse accorder est « a », « c », « c » = 2.

#### Recueil de données

- Les élèves reçoivent un tableau photocopié à compléter ; ce tableau mentionne les titres et les unités. Le maximum possible que peut attribuer le réviseur de notation est « p », « a » = 0.
- L'enseignant a attribué 3 (« c », « c »), mais l'élève n'a récolté que des données quantitatives par ex. au cours d'un titrage), les données qualitatives telles que les couleurs des solutions, l'indicateur, les changements de couleur, etc. font défaut. Le réviseur de notation donne « p », « c » = 2. Toutefois, il ne faut pas faire preuve d'excès de zèle et pénaliser systématiquement le RD quand un élève ne trouve pas de données qualitatives à rapporter.
- L'élève n'a mentionné aucune des incertitudes sur les données quantitatives. Le maximum accordé pour le premier aspect du critère est « p ».

- L'élève a fait preuve à plusieurs reprises d'une inconsistance dans l'utilisation des chiffres significatifs sur les données enregistrées. Attribuer « p » pour le second aspect du critère.
- Dans des tâches de recueil de données purement qualitatives, comme l'établissement d'une série portant sur la réactivité, les élèves formulent trop souvent une équation de réaction contraire à l'observation. Cela ne peut être admis et entraînera une réduction de la note de « p » à « a », selon la quantité d'autres données brutes présentes.

#### Traitement et présentation des données

- Les élèves ont reçu un graphique dont les axes sont déjà légendés (soit les variables à représenter leur ont été communiquées) ou les élèves disposent de questions structurées leur permettant de traiter les données. Le réviseur de notation attribue « c », « a » = 1
- En aucune manière, l'élève n'apporte la preuve de la propagation des erreurs (NS) ou n'estime l'erreur aléatoire totale (NM). Le maximum attribué est « c », « p » = 2. Il faut rappeler que le tracé de la courbe de meilleur ajustement est suffisant pour satisfaire aux exigences relatives à la propagation des erreurs et des incertitudes.

#### Conclusion et évaluation

- Les élèves reçoivent des questions structurées pour les guider dans la discussion, la conclusion et la critique. Selon le degré de précision de ces questions et selon la qualité des réponses des élèves, la note maximum attribuée sera « partiellement » pour chacun des aspects pour lesquels l'élève a bénéficié d'une assistance. Le réviseur de notation doit uniquement évaluer la production personnelle de l'élève.
- L'enseignant donne les notes « c », « c », « c » = 3, mais l'élève n'a mentionné comme critique que le fait qu'il ait manqué de temps. Le maximum que le réviseur de notation puisse donner est « c », « a », « p » = 1.

#### Quand ne pas diminuer la note

Dans les situations suivantes, il convient d'appuyer l'évaluation de l'enseignant, car il est conscient des capacités de ses élèves.

#### Organisation (a)

- L'enseignant a fourni la variable dépendante ou l'élève n'a pas fait mention de la variable dépendante (étonnamment, cela ne figure pas dans le descripteur de l'aspect 3 !).
- Vous n'êtes pas d'accord avec l'explication de l'hypothèse, mais vous pensez qu'elle correspond raisonnablement au niveau de connaissance de l'IB.
- L'explication de l'hypothèse est simpliste, mais c'est la seule qui est possible dans le cadre de la tâche réalisée (par ex., l'élève prédit la teneur en vitamine C de jus de fruits sur la base des indications figurant sur l'emballage.) Dans ce cas, confirmez

l'évaluation de l'enseignant, mais informez-le du caractère inapproprié de la tâche sur le plan de la formulation d'hypothèses pertinentes.

- La variable indépendante et les variables contrôlées ont été clairement identifiées dans la procédure, mais ne figurent pas sur des listes séparées (le rapport est noté globalement et il n'y a pas d'obligation de commenter en référence aux intitulés de l'aspect).
- L'élève a établi une liste des variables et la procédure permet d'identifier clairement la variable indépendante et les variables contrôlées.

#### Organisation (b)

- Des protocoles similaires (mais non identiques mot pour mot) sont donnés pour une tâche limitée. Toutefois, signalez l'inadéquation de la tâche dans les *Commentaires sur l'évaluation interne du groupe 4 (CEI/4)*.
- Ne notez pas uniquement la liste du matériel. Tenez compte de l'identification claire du matériel dans les différentes étapes de la procédure. Souvenez-vous que nous évaluons le rapport dans sa globalité.
- N'insistez pas sur la mention de la précision (+/-) des appareils dans la liste qui en est donnée. Ce point n'a jamais été spécifié aux enseignants et la notion d'incertitude sur les données recueillies est traitée dans la partie relative au recueil de données.
- Ne diminuez pas la note de l'enseignant si un élément courant, tel que des lunettes de sécurité ou une blouse de laboratoire, ne figure pas dans la liste. Certains enseignants considèrent cette mention comme essentielle, alors que d'autres estiment qu'il s'agit d'éléments inhérents à la pratique de laboratoire et qu'il n'y a donc pas lieu d'en faire état. Confirmez l'évaluation de l'enseignant.

#### Recueil de données

- Lorsque l'enseignant a fourni des consignes étape par étape y compris à propos de l'opportunité de recueillir des données. Ce critère est devenu une évaluation des données écrites seulement.
- Dans une activité étendue de recueil de données, comportant le cas échéant plusieurs tableaux de données, l'élève s'est montré inconsistant sur les chiffres significatifs à propos d'une seule donnée ou a omis d'indiquer les unités pour l'intitulé d'une colonne du tableau. Si vous estimez que l'élève a fait preuve, par ailleurs, d'attention à ces aspects et qu'il a commis une erreur d'inattention, alors, vous pouvez confirmer la note maximum, en vertu de la règle selon laquelle « complètement ne signifie pas parfaitement ». Ce principe est important, car il arrive que de **bons élèves, résolvant complètement une tâche complexe, soient plus souvent injustement pénalisés que ceux qui ont résolu un exercice élémentaire.**
- Les élèves n'ont pas inclus d'observations qualitatives et vous n'en voyez pas qui, de manière évidente, auraient été pertinentes.
- Le recueil de données purement qualitatives, comme l'établissement d'une série portant sur la réactivité, est une activité couramment pratiquée. Toutefois, elle n'est

pas recommandée parce qu'elle ne se prête pas à l'évaluation des incertitudes. Vous êtes incités à signaler cette particularité aux enseignants. Lors de l'évaluation, assurez-vous qu'il s'agit effectivement de données brutes (cf. la section « Quand diminuer la note » ci-dessus).

- L'intitulé du tableau fait défaut. J'ai constaté que des élèves qui avaient mené à bien le travail difficile de RD étaient pénalisés d'un point par le réviseur de notation pour avoir omis de préciser l'intitulé d'un tableau. Sauf dans le cas de recherches étendues, l'objet du tableau est normalement évident et l'intitulé « Données brutes » attribué à cette section suffit. Une fois encore, la mention « c » ne signifie pas que la perfection est atteinte.

#### Traitement et présentation des données

- **Les erreurs et les incertitudes**

Ce qui est attendu en chimie est décrit dans le document *Matériel de soutien pédagogique 1* (MSP 1), à savoir :

**Les candidats du niveau moyen (NM)** ne sont pas censés calculer les incertitudes.

Toutefois, ils peuvent faire des commentaires à propos de l'incertitude minimum, sur la base du dernier chiffre significatif de la mesure, et aussi à propos de la précision de l'instrument, telle qu'elle est annoncée par le fabricant. Ils peuvent estimer les incertitudes sur des mesures combinées et formuler des prévisions intelligentes concernant les incertitudes liées à la méthode de mesure utilisée. Si les incertitudes sont suffisamment petites pour être négligées, le candidat devrait le signaler.

**Les candidats du niveau supérieur (NS)** devraient être capables d'exprimer les incertitudes sous la forme de rapports,  $\Delta x/x$ , et de pourcentages,  $(\Delta x/x) \times 100$ . Ils devraient aussi être capables de propager les incertitudes au cours d'un calcul.

**Note :** Les candidats du niveau moyen et du niveau supérieur ne sont **pas** censés représenter les barres d'incertitudes sur leurs graphiques.

**On remarquera cependant que la représentation graphique de la courbe de meilleur ajustement est suffisante pour obtenir la mention « c » pour le second aspect du critère, tant au NM qu'au NS.**

Qu'il s'agisse du RD ou du TPD, si l'élève a clairement tenté d'identifier ou de propager les incertitudes (compte tenu du niveau concerné, NS ou NM), confirmez alors l'évaluation de l'enseignant, même si vous avez le sentiment que l'élève aurait pu faire un effort plus poussé. S'il vous plaît, ne sanctionnez pas un enseignant ou un élève si le protocole ne correspond pas à celui que vous enseignez, par ex., si l'incertitude de la pesée sur une balance à un seul plateau (balance électronique) a été fixée à  $\pm 0,001$  g, alors qu'il peut vous sembler que, compte tenu de la tare, cette valeur devrait être doublée. La révision de notation n'est pas le moment ou le lieu pour établir le protocole de l'IB à favoriser.

- **Un graphique seul est-il nécessairement un traitement de données ?**

Le guide pédagogique mentionne clairement à la page 26 dans le paragraphe « Traitement et présentation de données » que le traitement de données brutes inclut « la conversion de tableaux de données en graphiques » et ne nécessite pas de traitement plus poussé tel que déterminer une pente ou une interception avec les axes. La note maximale peut être créditée si le graphique est construit correctement et soigneusement, et avec une courbe de meilleur ajustement appropriée pourvu qu'elle ait servi comme support à l'interprétation des données. Au NS, on préfère très certainement que des résultats quantitatifs soient générés, mais je ne crois pas que l'on puisse rejeter les centaines de graphiques de vitesse de réaction qui présentent directement le volume de gaz produit en fonction du temps que nous sommes sur le point de noter! Si le graphique a servi à tirer des conclusions qualitatives à propos des vitesses relatives alors, permettez qu'il soit évalué selon ses mérites. Un commentaire diplomate sur l'évaluation interne du groupe 4 (CEI/4) recommandant à l'enseignant d'avoir de plus grandes exigences pour le TDP au cours des prochaines sessions serait approprié. Le nouveau programme d'études pour les premiers examens en 2009 renforcera les exigences dans ce domaine.

#### Conclusion et évaluation

- Appliquez simplement le principe du « complet ne signifie pas parfait ». Par exemple, si les élèves ont identifié la plupart des sources les plus évidentes d'erreur systématique, vous pouvez alors confirmer la note de l'enseignant, même si vous pensez que vous pouvez en identifier une de plus. Montrez-vous un peu plus critique dans le troisième aspect en vérifiant que les modifications se rapportent effectivement aux sources d'erreurs citées.

Enfin, les réviseurs de notation ont reçu les recommandations suivantes :

« Ainsi, le message essentiel est d'être positifs dans vos notations. Soyez attentifs à ce qui est présent dans un travail, pas aux omissions mineures. Essayez d'éviter de vous montrer pointilleux et souvenez-vous que vous pouvez parfois rehausser une note. »

### La diversité et la pertinence des travaux soumis à la révision de la notation

Un nombre appréciable d'établissements ont présenté des travaux de haut niveau qui ont amélioré la qualité de l'enseignement et qui ont permis d'opérer une évaluation appropriée. Un nombre plus réduit d'établissements continue à ne pas pratiquer un programme de travaux approprié. De ce fait, ces établissements n'ont pu satisfaire correctement aux critères d'évaluation. Dans une plus grande mesure que précédemment, les établissements ont semblé mettre en pratique les recommandations qui avaient été formulées dans les *Commentaires sur l'évaluation interne du groupe 4 (CEI/4)* de l'an dernier.

Encore une fois, le point qui suscite l'inquiétude la plus grande préoccupation est le fait que le travail de certains candidats a clairement bénéficié d'une assistance des enseignants, des compagnons ou de sources non mentionnées à un niveau bien au-delà des instructions soumises. Malheureusement, il n'était pas rare que tous les candidats aient choisi exactement les mêmes variables, effectué une procédure identique et poursuivi jusqu'au bout avec des méthodes identiques de calculs complexes, alors que les instructions fournies

indiquaient une recherche ouverte indépendante. Dans l'hypothèse la plus optimiste, cela pourrait être considéré comme une mauvaise pratique pour avoir omis de s'assurer que les candidats s'acquittent légitimement de leur tâche.

Les enseignants doivent s'assurer que l'évaluation est réalisée de bonne foi et que les compétences personnelles sont évaluées.

## Résultats des candidats pour chaque critère d'évaluation

### Organisation (a)

Quand la tâche assignée était appropriée, ce critère a généralement été bien satisfait, les élèves s'avérant capables de poser une question de recherche, de formuler une hypothèse sensée et partiellement expliquée et d'identifier la variable indépendante et les variables contrôlées. Les réviseurs de notation ont signalé qu'un nombre significatif de candidats ont été incapables de satisfaire au critère parce qu'on leur a assigné des recherches inappropriées comme celles qui sont basées sur la confirmation de lois ou de déterminations de valeurs spécifiques, par ex., la confirmation des lois des gaz.

### Organisation (b)

Ce critère a été satisfait dans la même proportion que les années précédentes. Les candidats ont généralement sélectionné le matériel adéquat et conçu des stratégies appropriées pour mener à bien les recherches. Certains établissements ont assigné des tâches très simplistes comme la détermination de la masse volumique d'une pièce de monnaie. Une lacune commune pour ce qui touche au critère Org (b) est l'absence de contrôle de variables, même si, dans la partie Org (a), les candidats ont identifié celles qu'il fallait manipuler et celles qu'il fallait contrôler, par ex., négliger de contrôler la température d'une réaction lorsqu'ils réalisent l'étude cinétique d'une réaction significativement exothermique. Des variables ont fréquemment été contrôlées de façon inappropriée dans les recherches en électrochimie, les laboratoires portant sur la calorimétrie et les analyses chromatographiques. Une autre lacune d'un grand nombre d'élèves a été l'absence d'informations quantitatives concernant les concentrations des réactifs, les masses, les volumes, etc. La mention des instruments de mesures volumétriques est souvent absente et leur choix inapproprié. Un motif courant qui justifie que les élèves n'aient pas satisfait au critère Org (b) tient au fait qu'ils n'ont pas prévu de recueillir un nombre suffisant de données. Ils devraient disposer d'au moins cinq points de données.

Une recherche qui requiert que l'enseignant spécifie l'équipement ou la méthodologie ne se prête pas à l'évaluation du critère Org (b). Parfois, les enseignants planifient et structurent à l'excès une recherche, de telle sorte qu'une seule procédure peut être utilisée, ce qui prive les candidats de la possibilité de satisfaire à ce critère. Les critères Org (a) et Org (b) devraient induire des réponses différentes de la part de candidats différents de la même classe.

### Recueil de données

La plupart des candidats ont réalisé des travaux de recueil de données appropriés et leur performance était généralement bonne, ceux-ci se révélant capables de présenter, de manière individuelle, les données sous la forme de tableaux bien construits, avec des intitulés corrects pour chaque colonne et la mention des unités. Les omissions les plus fréquentes ont

trait au premier aspect avec des données qualitatives associées qui ne sont pas notées bien qu'un plus grand nombre de candidats que dans les sessions précédentes ont relevé des incertitudes et ont été cohérents dans l'utilisation des chiffres significatifs.

### **Traitement et présentation des données**

La plupart des établissements ont évalué de manière appropriée le critère TPD dans des tâches quantitatives et le niveau général s'est avéré satisfaisant, quelques établissements pratiquant encore, de manière peu judicieuse, des recherches exclusivement qualitatives pour évaluer le critère TPD. La majorité des établissements encourage les candidats au niveau supérieur à effectuer un traitement raisonné des erreurs et des incertitudes dans le TPD.

Le nombre et la qualité des graphiques, y compris ceux qui sont générés à l'aide d'Excel, ont connu une amélioration par rapport à l'an passé. Prenez note qu'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. Seulement quelques établissements persistent à ne présenter que des histogrammes qui sont rarement appropriés pour la plupart des recherches dans notre domaine.

### **Conclusion et évaluation**

Les réviseurs de notation ont signalé que ce critère était souvent le plus difficile à satisfaire par les candidats. La plupart d'entre eux ont comparé leurs résultats aux valeurs de la littérature, lorsque c'était justifié et ont ajouté un certain niveau d'explication. La plupart des candidats ont essayé d'évaluer la procédure et ont énuméré les sources d'erreurs possibles, bien que très peu ont été capables de déterminer si le résultat final pouvait s'expliquer par l'erreur aléatoire ou s'il nécessitait la prise en considération des erreurs systématiques. Certains candidats ont pu faire des suggestions appropriées pour améliorer la recherche, après en avoir identifié les faiblesses. Cependant, beaucoup d'entre eux ont juste pu suggérer des améliorations simplistes, voire irréalistes. Une tendance persiste chez les enseignants à surestimer des évaluations ou des suggestions très simplistes qui ne sont pas liées aux erreurs citées.

### **Compétences de manipulation**

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

### **Projet du groupe 4**

Tous les établissements ont apporté la preuve de la participation au *Projet du groupe 4* pour chacun des candidats de l'échantillon. Beaucoup d'établissements semblent avoir entrepris des projets stimulants et imaginatifs.

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

À partir de la session de mai 2009, les particularités de l'évaluation révisées dans le nouveau *Guide pédagogique* s'appliqueront.

- Les nouveaux critères seront notés sur une échelle de 0 à 6 et non de 0 à 3 comme c'est le cas actuellement.
- Les candidats devraient être informés des différents aspects des critères sur la base desquels ils seront évalués. L'utilisation d'une grille des critères/aspects où les mentions « a », « p » et « c » sont clairement indiquées est fortement encouragée pour l'évaluation de recherches.
- Il est essentiel de s'assurer que les élèves sont uniquement évalués sur leur contribution personnelle dans une activité destinée à l'évaluation des critères établis.
- Les enseignants doivent s'assurer que les candidats ont la possibilité de satisfaire aux critères. En conséquence, ils ne devraient pas fournir trop d'informations/d'assistance pour les critères Conception (C), Recueil et traitement des données (RTD) et Conclusion et évaluation (CÉ).
- Tous les candidats, au niveau supérieur et au niveau moyen, doivent enregistrer, propager les erreurs et les incertitudes et évaluer leur signification.
- Il est recommandé de ne pas utiliser des livrets ou des feuilles à texte lacunaire que les candidats doivent compléter dans le cadre de l'évaluation interne, car ces documents fournissent généralement trop d'informations et ne permettent pas aux candidats de satisfaire aux critères.
- Les candidats n'ont plus besoin de formuler une hypothèse pour satisfaire complètement aux critères d'évaluation, bien que les enseignants sont toujours libres de promouvoir leur inclusion.
- Les candidats doivent identifier de façon explicite la variable dépendante ainsi que les variables indépendantes et contrôlées dans le critère Conception.
- En ce qui concerne la conception des procédures, relevant du critère Conception, les candidats doivent être encouragés à répéter les expériences, l'étalonnage ou à générer un nombre suffisant de données pour réaliser une analyse graphique.
- Toutes les recherches pour l'évaluation du critère RTD doivent inclure le recueil et le traitement de données quantitatives.
- Les enseignants sont encouragés à assigner des tâches de RTD qui génèrent un graphique nécessitant un traitement plus complet des données comme déterminer une pente ou l'intersection avec un axe par extrapolation.
- Les candidats doivent recueillir des données brutes qualitatives associées, autant que quantitatives, lorsque cela est pertinent.
- Lorsque cela se justifie, les candidats doivent comparer leurs résultats aux valeurs fournies par la littérature.
- L'évaluation du critère CÉ requiert que les candidats évaluent la procédure, qu'ils énumèrent les sources possibles d'erreurs aléatoires et d'erreurs systématiques et qu'ils suggèrent des améliorations de la recherche après en avoir identifié les faiblesses.

- Les enseignants ne devraient pas évaluer un critère déterminé s'il apparaît qu'une recherche ne satisfait pas à tous les aspects de ce critère spécifique.
- Si les candidats doivent bénéficier d'une initiation à propos des compétences requises pour réaliser un travail pratique de recherche, sous forme d'expériences introductives simples qui n'incluent pas complètement tous les aspects d'un critère donné, il convient alors que les notes obtenues ne soient pas incluses dans le document *Programme de travaux pratiques du groupe 4 (PTP/4)*.
- À partir de mai 2009, il n'y aura pas d'exigence formelle de soumettre une preuve de la participation au projet du groupe 4. Le projet du groupe 4 ne sera utilisé que pour évaluer le critère Compétences personnelles.
- Le critère Compétences de manipulation doit être évalué sommativement sur l'ensemble du programme de travaux pratiques. Il n'est pas nécessaire de soumettre au réviseur de notes une preuve de notation pour le critère CM.
- Avant de soumettre les travaux à la révision de notation, les enseignants doivent se référer au *Guide pédagogique de Chimie*, au document *Matériel de soutien pédagogique*, et appliquer les instructions qui y sont formulées ainsi que les instructions qui figurent dans le *Vade Mecum* actualisé.

## Épreuve 1 du niveau supérieur

### Seuils de classement des notes par composante

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes :</b>	0 – 10	11 – 17	18 – 24	25 – 27	28 – 30	31 - 33	34 - 40

### Remarques générales

Cet examen comportait 40 questions portant sur le *Tronc Commun des Matières (TCM)* et sur la *Matière complémentaire spécifique du niveau supérieur (MC-NS)*. Ces questions devaient être résolues sans l'aide d'une calculatrice ou du *Recueil de données*. 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 enseignants concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 76 formulaires G2 reçus. 51 % des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier, 27 % ont estimé que l'examen de cette année était un petit peu plus facile, 5 % l'ont considéré beaucoup plus facile, 15 % l'ont jugé un petit peu plus difficile et 2 % l'ont considéré beaucoup plus difficile. 91 % des répondants ont jugé que le niveau de difficulté était approprié. 3 % ont estimé que l'épreuve était trop difficile et 6 % ont considéré que, dans son ensemble, l'épreuve était trop facile. L'adéquation au programme a été jugée satisfaisante par 9 % des répondants et bonne par 90 %. 1 % la jugeait mauvaise. En outre, 14 % des répondants ont jugé que la clarté de la formulation était satisfaisante et 81 % l'ont trouvée bonne tandis que 5 % l'ont jugée mauvaise. La présentation de l'épreuve a été considérée comme satisfaisante par 3 % des répondants et comme bonne par 97 % d'entre eux.

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

L'indice de difficulté des questions (le pourcentage des candidats répondant correctement à la question considérée) est compris entre 95,02 % et 26,92 %. L'indice 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 0,56 et 0,10 (plus cet indice est élevé, plus la discrimination est efficace).

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

### Question 1

Cette question s'est avérée la plus difficile de l'épreuve, avec un indice de difficulté de 26,92 %. Un des répondants a signalé que le mot atomes en caractères gras a induit en erreur de nombreux élèves, même s'il a été estimé que cela donnait aux candidats une indication marquée sur ce qui était en fait demandé. L'utilisation des termes « quantité » et « moles » aurait dû indiquer aux candidats qu'une réponse en moles, et non en molécules, était requise, et le terme « atomes » était placé en caractères gras pour mettre en évidence que les candidats devaient considérer les trois atomes dans la molécule de dioxyde de carbone.

### Question 4

Cette question a trait au spectre d'émission dans le visible de l'hydrogène. Un répondant a soulevé la question de l'utilisation du terme « convergence ». Toutefois, dans les notes pour les enseignants au thème 2.2.2 dans le guide, il est clairement indiqué qu'une « compréhension du phénomène de la convergence des raies spectrales est attendue ».

### Question 5

Dans cette question, les candidats devaient identifier la proposition correcte qui a trait à l'énergie d'ionisation. La réponse correcte était D ; elle stipule que l'énergie de quatrième ionisation d'un élément est toujours supérieure à l'énergie de troisième ionisation. Un répondant a déclaré, toutefois, que les réponses B (les énergies de deuxième ionisation correspondent à l'extraction de deux électrons d'un atome) et C (les énergies de troisième ionisation impliquent toujours l'extraction d'un électron d'une orbitale p) peuvent également être correctes. Toutefois, l'énergie de deuxième ionisation correspond à l'énergie nécessaire pour extraire un électron d'un ion 1+ isolé alors que l'énergie de troisième ionisation a trait à l'énergie nécessaire pour extraire un électron d'un ion 2+. En fait, 43,48 % des candidats ont choisi D comme réponse correcte. L'indice de discrimination de la question était de 0,43.

### Question 8

Un répondant a déclaré que la formulation de la question rendait difficile de déterminer si A ou D était la réponse correcte. L'É.É. 3.3.2 exige que les candidats connaissent le sens d'« amphotère », de sorte qu'ils sont capables de choisir I et II comme les propositions correctes. La proposition III doit être rejetée pour deux raisons – l'oxyde d'aluminium ne se dissout pas dans l'eau et parce que de nombreuses substances qui se dissolvent dans l'eau pour former des solutions neutres ne sont pas en fait amphotères (le chlorure de sodium, par exemple).

### Question 9

Certains répondants ont suggéré que l'utilisation du terme « habituels » était déroutante dans le cas des états d'oxydation des métaux de transition. Dans l'É.É. 13.2.3, il est explicitement précisé que l'existence d'états d'oxydation variables des éléments du groupe d doit être

connue. En outre, les états d'oxydation habituels +2, +4 et +7 de Mn figurent dans les notes pour les enseignants. En conséquence, dans  $\text{MnO}_4^{3-}$ , Mn est dans l'état d'oxydation +5, ce qui n'est pas un état d'oxydation habituel de Mn.

### Question 20

Certains répondants ont considéré cette question comme difficile avec un indice de difficulté de 35,77 %. L'É.É. 15.2.2 précise qu'il faut pouvoir comparer l'effet de la taille relative et de la charge des ions sur l'enthalpie de réseau de différents composés ioniques. Dans cette question, il fallait considérer quatre composés ioniques différents, CaO, CaS, LiF et LiI, ce qui est difficile étant donné que les élèves devaient à la fois considérer l'effet de la taille et l'effet de la charge.

Généralement, l'effet de la charge est plus important que celui de la taille ; en conséquence, selon le modèle électrostatique, avec  $E = kQ_1Q_2/d$ , CaO et CaS auraient des enthalpies de réseau plus élevées que celles de LiF et de LiI. Toutefois, en comparant la taille de  $\text{O}^{2-}$  et de  $\text{S}^{2-}$ , étant donné que  $\text{S}^{2-}$  est plus gros, l'enthalpie de réseau de CaO sera la plus élevée.

Deux répondants ont également estimé que l'utilisation dans la version anglaise du mot « magnitude » aurait été préférable à « highest » dans le libellé de cette question, ce qui constitue un commentaire pertinent.

### Question 23

Bien qu'il ait semblé n'y avoir aucune ambiguïté chez les élèves, un répondant a suggéré à juste titre que la question serait mieux formulée en faisant référence à l'ordre global de la réaction chimique.

### Question 24

Certains candidats ont considéré cette question sur la demi-vie difficile, avec un indice de difficulté de 45,13 %. La réponse correcte était B = 0,4, 0,4, 0,4, 0,4, bien qu'un certain nombre de candidats ont choisi comme réponse D = 0,8, 0,4, 0,2, 0,1. La question aurait pu être mieux présentée si le terme « intervalles » avait été en caractères gras pour bien mettre en évidence ce qui était exigé. Cependant, la question a bien opéré la discrimination avec un indice de discrimination de 0,52, le troisième plus élevé de l'épreuve.

### Question 37

Certains répondants ont estimé que la présentation de cette question était ambiguë, notamment en ce qui concerne le second signe + utilisé dans la réponse B, qu'il aurait mieux valu remplacer par le mot « et ». La question aurait pu également être mieux présentée si elle avait demandé les produits organiques formés par la réaction de l'acide 2-aminoéthanoïque avec l'acide 2-aminopropanoïque. Toutefois, les candidats n'ont pas semblé en général avoir de problème avec cette question dont l'indice de difficulté était de 69,99 %.

### Question 38

La plupart des candidats ont répondu de façon satisfaisante à cette question (indice de difficulté = 82,15 %). Un répondant a toutefois suggéré qu'un spectroscopiste de masse pourrait être également capable d'identifier la structure et, en conséquence, l'environnement chimique à partir de la fragmentation des molécules. Bien que l'on convienne que ce soit possible, la majorité des élèves ont clairement compris que la spectrométrie de masse peut fournir des informations sur la masse moléculaire relative d'un composé (réponse D) ce qui était clairement la meilleure réponse des quatre.

**Question 39**

La question portait sur le mécanisme réactionnel impliqué dans la conversion en une étape du chloroéthane en éthanol. Un commentaire déclarait que les réactions d'élimination ne sont pas couvertes dans le programme obligatoire. Toutefois, on a estimé qu'il n'y avait pas d'ambiguïté ici, car la réponse A faisait simplement référence à l'élimination de HCl. L'utilisation du terme enlèvement à la place d'élimination aurait pu être un meilleur choix pour cette proposition.

**Question 40**

Trois répondants ont signalé le fait que la réduction des acides carboxyliques, des aldéhydes ou des cétones ne figure pas au programme, ce qui est correct. Les candidats doivent connaître les produits formés par l'oxydation des alcools primaires et secondaires (É.É. 20.4.2), et à partir de la compréhension du processus redox qui figure clairement au programme, la plupart des candidats étaient alors capables d'identifier le fait que les alcools primaires peuvent être obtenus par la réduction des acides carboxyliques ou des aldéhydes en faisant appel à leur intuition chimique. Cette question a été entièrement discutée au cours de l'attribution des notes finales, et il a été jugé qu'elle tombait dans les attributions du programme du NS étant donné que les candidats doivent être capables de déterminer la réponse à ce type de question sur la base du principe ci-haut. Cependant, la question devient alors une question du type objectif spécifique 3 qui aurait mieux cadré dans l'épreuve 2 que dans l'épreuve 1. Les candidats ont toutefois obtenu une note raisonnablement bonne pour cette question, approximativement 63 % ayant choisi la réponse correcte.

## Épreuve 2 du niveau supérieur

### Seuils de classement des notes par composante

**Note finale :**            1            2            3            4            5            6            7

**Gamme des notes :** 0 – 13    14 – 26    27 – 37    38 – 47    48 – 57    58 – 67    68 - 90

### Remarques générales

L'éventail des notes a été très large ; les meilleurs candidats ont démontré une profonde maîtrise de la matière et un haut niveau de préparation. Le problème le plus fréquent dans cette épreuve concerne les candidats qui ont mal lu la question. C'était particulièrement évident à la question 6.

Les appréciations des enseignants concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 69 formulaires G2 reçus. Comparativement à l'épreuve de l'an dernier, 67 % des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau, 22 % ont estimé que l'examen de cette année était un peu plus facile, 7 % l'ont jugé un peu plus difficile et seulement 4 % l'ont considéré beaucoup plus difficile. 96 % des répondants ont estimé que le niveau de difficulté de l'épreuve était approprié, 1 % trop facile et 3 % trop difficile. L'adéquation au programme a été jugée bonne par 88 % des répondants et satisfaisante par 12 %. La clarté de la formulation a été considérée bonne par 81 % des répondants et satisfaisante par 19 %. La présentation de l'épreuve a été estimée bonne par 96 % des répondants et satisfaisante par 4 %.

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

L'examen a révélé les points faibles suivants dans la connaissance et la compréhension des candidats :

- la tentative de proposer un mécanisme d'une réaction conforme à l'expression de la vitesse ;
- la précision des définitions en général, telles que celles de l'énergie de première ionisation, de l'enthalpie standard de formation et de l'enthalpie moyenne de liaison ;
- les explications relatives aux tendances de l'énergie d'ionisation ;
- l'hydrolyse des sels et les explications qui lui sont rattachées ;
- la délocalisation ;
- l'explication des propriétés physiques des composés en termes de structure et de types de liaisons ;
- le mécanisme d'une réaction  $S_N2$  ;
- la structure des isomères optiques.

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

Les concepts qui ont généralement été bien traités sont les suivants :

- la détermination de l'ordre d'une réaction ;
- les diagrammes enthalpiques ;
- le calcul du pH d'un acide faible ;
- l'application du principe de Le Chatelier ;
- le calcul de la variation d'enthalpie ;
- la différence entre la liaison sigma et la liaison pi ;
- la spectroscopie infrarouge et la spectroscopie RMN.

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

### Section A

#### Question 1

Les candidats étaient très familiarisés avec les exigences des parties (a) à (c) et la compréhension de l'ordre d'une réaction ainsi que des expressions de vitesse étaient en général bien maîtrisées. La partie (d) a causé de la confusion chez certains candidats, et dans la partie (e), beaucoup de candidats ont éprouvé de la difficulté à déterminer les unités de la constante de vitesse, qui étaient  $\text{mol}^{-2}\text{dm}^6\text{s}^{-1}$ . Dans la partie (f), proposer un mécanisme pour la réaction conforme à l'expression de vitesse s'est avéré une des questions les plus difficiles de toute l'épreuve. Des étapes non équilibrées étaient fréquentes et certains candidats ont cité incorrectement le nom d'un type de mécanisme. Certains candidats ont souvent écrit une étape qui mettait en jeu trois espèces réactionnelles, ce qui démontrait clairement une mauvaise compréhension de la chimie. Plusieurs commentaires sur les formulaires G2 ont en fait souligné le point selon lequel dans le programme, à l'É.É. 16.2.2, les notes pour les enseignants précisent de limiter les exemples traités à des réactions se produisant en une ou en deux étapes. Ce commentaire est pertinent et le mécanisme le plus vraisemblable proposé pour cette réaction implique en réalité trois étapes. Toutefois, la grande majorité des candidats ne savaient même pas comment s'attaquer à cette question, et dans très peu de copies, a-t-on vu des candidats simplement essayer de proposer un mécanisme en deux étapes. Dans la partie (g), la plupart des candidats ont compris le principe de la catalyse hétérogène, et, en général, le diagramme enthalpique était bien présenté. Toutefois, beaucoup de candidats ont omis de légender les axes individuels. Il faut insister sur l'importance de toujours légender les axes chaque fois qu'un graphique est requis. Certains candidats n'ont également pas reconnu que la réaction en question était exothermique.

#### Question 2

Cette question a en général été bien traitée. Dans la partie (a), la majorité des candidats a été capable de calculer la concentration de l'acide nitrique. L'erreur la plus fréquente avait trait aux candidats qui n'ont pas remarqué le rapport stoechiométrique 1:2 entre l'hydroxyde de baryum et l'acide nitrique. La partie (b) a également été bien traitée. Dans la partie (c), pour la quantité de gaz, un grand nombre de candidats ont utilisé incorrectement 0,01 ml plutôt que 0,025 mol.

Les unités de volume ont également causé des problèmes à de nombreux candidats, et certains ont mal lu la question qui demandait spécifiquement d'utiliser l'équation des gaz parfaits pour calculer le volume total en  $\text{cm}^3$ . La conversion de  $\text{m}^3$  à  $\text{cm}^3$  a également posé problème pour plusieurs candidats.

#### Question 3

Dans la définition de l'énergie de première ionisation, de nombreux candidats ont omis de mentionner que c'est l'état gazeux qui est en jeu. Certains ont écrit incorrectement  $\text{Mg}(\text{g}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{g}) + 2\text{e}$ . Beaucoup de candidats ont identifié correctement les bons sous-niveaux en comparant les énergies de première ionisation du magnésium et de l'aluminium dans la partie (b), mais ils n'ont pas fait référence à l'énergie la plus élevée ou à

la distance plus grande du noyau du sous-niveau 3p. Peu de candidats ont remarqué que l'extraction d'un électron d'un cation expliquerait l'énergie de troisième ionisation plus élevée du magnésium dans la partie (c), mais beaucoup ont correctement fait référence à l'énergie plus élevée requise pour enlever un électron du niveau d'énergie principal près du noyau ou d'un niveau d'énergie principal stable rempli. Dans la partie (d), la plupart des candidats ont été capables d'écrire la configuration électronique complète du cobalt, bien que peu de candidats ayant mal lu la question ont écrit incorrectement la forme condensée (abrégée) ! L'erreur la plus fréquente par rapport au sous-niveau à partir duquel l'électron est enlevé lorsque l'énergie de première ionisation du cobalt est mesurée impliquait que les candidats enlèvent un électron du niveau 3d au lieu du niveau 4s.

#### Question 4

La partie (a) a été très bien traitée, bien que certains candidats n'ont pas écrit de symboles d'équilibre. L'hydrolyse des sels a été très mal comprise par la plupart des candidats. Bien que les meilleurs candidats ont été capables d'identifier correctement les pH dans la partie (b), étonnamment, peu d'entre eux ont pu expliquer leurs choix par un raisonnement chimique valable. Notamment, l'effet dû à la densité de charges élevée des ions métalliques n'a été cité que par une faible minorité.

#### Section B

#### Question 5

Une définition précise de l'enthalpie standard de formation a rarement été formulée par les candidats. Le terme « variation » était souvent omis dans la définition. En outre, des définitions exactes de l'enthalpie moyenne de liaison ont rarement été formulées. Beaucoup de candidats n'ont pas mentionné l'état gazeux et seulement une faible minorité a précisé le fait qu'il s'agit d'une moyenne obtenue à partir de plusieurs composés analogues. Dans la partie (b), beaucoup de candidats ont été capables de déterminer la variation d'enthalpie de la réaction malgré des erreurs fréquentes de la part de candidats qui ont utilisé des enthalpies de liaison incorrectes et des conventions de signes incorrectes pour la formation des liaisons et la rupture des liaisons. Dans la partie (c), l'erreur la plus fréquente impliquait des candidats qui utilisaient l'enthalpie de formation du méthanol gazeux plutôt que liquide. Le principe de Le Chatelier a été bien compris dans la partie (d), mais quelques candidats n'ont pas fourni d'explications claires pour les déplacements d'équilibre. Dans la partie (e), des mots tels « standard » et « variation » ont souvent été omis. Le calcul et l'interprétation de l'énergie libre de Gibbs étaient habituellement bien traités par les candidats, bien que certains d'entre eux ont oublié de convertir les J en kJ. Étonnamment, le mécanisme de la réaction  $S_N2$  dans la partie (g) a été mal traité par plusieurs candidats. Beaucoup de candidats n'ont pas utilisé de flèches courbes pour représenter le mouvement d'une paire d'électrons et l'état de transition avec des liaisons partielles a été rarement représenté. La charge négative sur l'état de transition était souvent omise.

#### Question 6

Dans la partie (a), les réponses correspondant rarement à la question posée constituaient l'erreur la plus fréquente. Dans le cas de l'ammoniac, la géométrie du domaine électronique est tétraédrique, étant donné que l'atome central d'azote porte quatre centres de charges (domaines électroniques), tandis que la géométrie moléculaire est pyramidale trigonale, puisqu'il y a trois paires liantes et une paire non liante. Beaucoup de candidats n'ont

également pas été capables d'expliquer pourquoi l'angle de liaison dans l'ammoniac diminue de 109,5 à 107 degrés, en raison du fait que les répulsions entre la paire électronique non liante et les paires électroniques liantes sont plus grandes que celles qui existent entre les paires électroniques liantes elles-mêmes. Dans la partie (b), encore une fois, beaucoup d'élèves n'ont pas lu la question et, en conséquence, ils ont omis de mentionner la géométrie du domaine électronique tétraédrique de  $F_2O$  ou la géométrie du domaine électronique octaédrique de  $ICl_4^-$ , sur la base des distributions des paires électroniques, bien qu'un grand nombre d'entre eux ont été capables de prédire les géométries courbée et plane de forme carrée des deux espèces. Dans la partie (c), la majorité des candidats a mal compris la question et a donné une description de la structure de Lewis au lieu de donner la structure de Lewis du chloroéthène elle-même. Les trois paires électroniques non liantes autour du chlore ont souvent été omises. La différence entre la liaison sigma et la liaison pi a été généralement bien comprise, mais beaucoup de candidats n'ont pas établi le rapport avec le chloroéthène. Dans la partie (c)(iii), la plupart des candidats n'ont pas remarqué le fait que les deux carbones dans le chloroéthène impliquent une hybridation  $sp^2$ . L'application des principes de la délocalisation s'est avérée difficile dans la partie (d), comme l'ont indiqué de nombreux enseignants sur les formulaires G2, étant donné qu'il s'agissait d'un exemple inhabituel. Les candidats n'ont pas souvent identifié les atomes/liaisons impliqués dans la délocalisation et beaucoup d'entre eux n'ont pas pu donner l'effet de ce phénomène en termes de forces ou de longueurs de liaison modifiées. C'était évident quand de nombreux candidats ont donné comme longueur de la liaison carbone-carbone celle de la liaison C=C normale. La partie (e) s'est également avérée très difficile. La grande majorité des candidats a proposé l'ordre incorrect éthène > bromoéthène > chloroéthène, invoquant comme raison que l'électronégativité du chlore étant plus élevée que celle du brome, les forces d'attraction intermoléculaires dipôle-dipôle entre les molécules seront donc plus grandes. Toutefois, le bromoéthène possède des forces de dispersion de London plus importantes et, en conséquence, le bromoéthène aura la valeur la plus élevée.

### Question 7

Cette question a été celle qui a eu le moins de succès de la section B et en général elle a été très mal traitée. Dans les parties (a) et (b), les candidats ont éprouvé des difficultés à expliquer les propriétés physiques en termes de structure et de liaisons, employant fréquemment une terminologie incorrecte, et les réponses manquaient de détails. La demi-équation de l'oxydation des ions oxyde a été difficile pour beaucoup dans la partie (c) et les candidats n'ont pas toujours donné des informations suffisantes sur la circulation du courant ; les électrons et les ions ont été identifiés, mais souvent les réponses n'indiquaient pas de façon explicite où se déplaçaient ces espèces. Dans la partie (d), beaucoup de candidats ont été capables de citer le bon pH de  $Al_2O_3 = 7$  et dans l'intervalle de 1 à 5 pour  $AlCl_3$ , mais très peu d'entre eux ont pu justifier leur réponse. Par exemple, beaucoup ont expliqué un pH neutre pour  $Al_2O_3$  en raison de son caractère amphotère, plutôt que de son insolubilité dans l'eau. L'ion aluminium hydraté a été rarement évoqué. Dans la partie (e), 298 K était généralement bien connu, mais une solution de sulfate d'aluminium  $1 \text{ mol dm}^{-3}$ , au lieu d'une solution d'ions aluminium  $3+$  à  $1 \text{ mol dm}^{-3}$  a souvent été incorrectement citée. Dans la partie (f), les erreurs les plus fréquentes impliquaient des candidats qui écrivaient des équations inversées ou deux demi-réactions de réduction. La partie (g) dans l'ensemble a été très mal traitée. Bien que certains candidats savaient qu'un ligand implique des paires électroniques non liantes, très peu ont mentionné les liaisons de coordination ou covalentes datives. De plus, malgré le fait que beaucoup de candidats ont essayé d'expliquer que des solutions contenant l'ion complexe  $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$  sont incolores, sur la base du sous-niveau 3d

complètement rempli, alors que celles contenant  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  sont colorées à cause d'un sous-niveau d incomplet, très peu ont été capables de mettre ce dernier fait en rapport avec un sous-niveau d scindé en deux niveaux d'énergies différentes et le fait que les transitions entre les orbitales d sont responsables de l'absorption de la lumière.

### Question 8

La plupart des candidats ont été capables d'expliquer le fait que le butane contient deux groupements méthyle identiques dans le même environnement chimique et deux groupements méthylène dans un environnement chimique différent à partir de son spectre RMN  $\text{H}^1$ . Dans la partie (b), la vaste majorité des candidats a réussi à expliquer le fait qu'un centre chiral est la caractéristique structurale responsable de l'isomérisation optique. Toutefois, certains candidats ont discuté incorrectement l'isomérisation optique en termes de réflexion du plan de polarisation de la lumière au lieu de la rotation du plan de polarisation de la lumière. Le changement de couleur de l'orangé au vert a été généralement facilement identifié dans la partie (c), de même que l'état d'oxydation +3 du chrome. Dans la partie (d), les quatre isomères ont été correctement identifiés par la plupart des candidats. Certains candidats ont cependant confondu A et C, les deux alcools primaires. Selon un commentaire sur un formulaire G2, la question aurait été mieux formulée de la façon suivante : « Il y a quatre isomères, qui sont également des alcools, de formule  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ , » ce qui constitue un commentaire pertinent. Dans la partie (e), l'erreur la plus fréquente a consisté à omettre les diagrammes tridimensionnels pour les isomères optiques. Les candidats, quand c'est possible, doivent utiliser des liaisons de forme fuselée pour répondre à ce type de question. La plupart des candidats ont représenté correctement la structure de la butanone, mais l'eau était souvent omise. Dans la partie (f), le reflux a souvent été mentionné incorrectement au lieu de la distillation. La partie (g) a généralement été bien traitée et la plupart des candidats ont été capables de représenter les structures des alcènes. De nombreux candidats ont été capables, dans la partie (h), d'identifier correctement E et F, et ont pu habituellement décrire leurs différences en termes de spectroscopie IR. Certains candidats ont mentionné la spectroscopie RMN, mais une référence à la spectrométrie de masse a rarement été signalée. Seuls les meilleurs candidats ont obtenu le maximum des points, car il fallait mentionner plus d'une technique pour répondre à la question, étant donné qu'elle valait six points.

## Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

En plus des recommandations habituelles concernant la lecture attentive des questions et l'attention à accorder à la répartition des points, ainsi qu'aux verbes d'action, les candidats sont invités à tenir compte des remarques suivantes, formulées sur la base du présent examen :

- prendre en compte les diverses étapes des mécanismes des réactions organiques courantes ;
- prendre en compte les unités et le nombre approprié de chiffres significatifs pour la réponse finale dans les calculs ;
- toujours légender les axes d'un graphique ;
- apprendre les définitions courantes figurant au programme.

## Épreuve 3 du niveau supérieur

### Seuils de classement des notes par composante

<b>Note finale :</b>	1	2	3	4	5	6	7
<b>Gamme des notes :</b>	0 – 8	9 – 16	17 – 21	22 – 27	28 – 33	34 – 39	40 - 40

### Remarques générales

L'éventail de notes a été très large ; la plupart des candidats ont essayé de répondre à toutes les parties des options qu'ils ont choisies et les meilleurs candidats ont démontré une profonde maîtrise de la matière et un haut niveau de préparation. À cette session, c'est une satisfaction de voir que les candidats qui semblaient très familiarisés avec la matière des options étaient plus nombreux que ceux qui ont obtenu de piètres résultats. Il était évident que dans plusieurs cas, les candidats n'ont pas étudié autant qu'ils auraient dû, ou ont étudié les options individuellement. Les options qui ont rencontré le plus de succès sont B, C et D, suivies de G et H alors que très peu de candidats ont choisi les options E et F. À peine quelques candidats se sont essayés dans plus de deux options.

Les appréciations des enseignants concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 50 formulaires G2 reçus. Comparativement à l'épreuve de l'an dernier, une majorité massive (81 %) de répondants ont considéré que l'examen était du même niveau, le reste le jugeant plus difficile que celui de l'an dernier. La plupart des répondants ont jugé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme a été considérée comme satisfaisante par 22 % des répondants, comme mauvaise par 2 % et comme bonne par 76 %. La clarté de la formulation et la présentation de l'épreuve ont été considérées comme bonnes par plus de 80 % des répondants.

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

L'examen a révélé des faiblesses des candidats sur le plan des connaissances et de la compréhension dans toutes les options. Parmi ces faiblesses, on citera :

- une explication de la *chimie combinatoire* ;
- l'influence de la présence de liaisons doubles sur le point de fusion des acides gras ; une explication de la fonction de la *rhodopsine* ; une explication de la façon dont la présence de composés du mercure influe sur l'activité enzymatique ;
- les principales sources tant naturelles que d'origine humaine de  $N_2O$  ; les principaux types de polluants chimiques toxiques dans l'eau ; les pluies acides comme source de pollution de l'eau par les nitrates ;
- l'extraction du silicium de la silice et sa purification ; le mécanisme radicalaire impliqué dans le craquage thermique et le mécanisme ionique dans le craquage catalytique ;

e) le fonctionnement d'une pile à combustible alcaline hydrogène-oxygène ; le fonctionnement de la batterie d'accumulateurs au plomb ; l'utilisation de miroirs paraboliques pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique ; le mode de désintégration des isotopes radioactifs ;

f) l'identification des techniques analytiques qui conviennent à des détections et à des mesures diverses ;

g) la réaction de la 2,4-dinitrophénylhydrazine avec les composés carbonyles ; la déshydratation des alcools ; le mécanisme radicalaire de la diminution de la couche d'ozone due à la présence de chloroalcanes.

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

À cette session, beaucoup de candidats ont remis d'excellentes copies. Il s'agissait invariablement de ceux qui avaient suivi deux options, plutôt que d'élèves qui n'avaient pas bénéficié d'un temps d'enseignement suffisant ou qui avaient opéré leur choix d'options le jour de l'examen. Les élèves ont fait preuve de bons niveaux de connaissance, de compréhension et d'habileté dans les domaines suivants :

- les problèmes sociaux associés à l'abus d'héroïne ;
- l'utilisation du cisplatine pour le traitement du cancer ;
- l'action des inhibiteurs compétitifs sur les réactions catalysées par des enzymes ;
- la spectroscopie RMN  $^1\text{H}$  ;
- les acidités relatives des acides carboxyliques substitués.

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

### Option B – Les médicaments et les drogues

#### Question 1

Dans la partie (a), la réaction redox a étonnamment été une réponse fréquente au lieu de la réaction d'estérification ou de condensation. Dans la partie (b), même si les informations nécessaires figurent dans le *Recueil de données*, certains candidats n'ont pas réussi à exprimer la différence structurale entre les molécules de morphine et de codéine. Dans la partie (c), beaucoup de candidats ont exprimé que l'avantage majeur lié à l'utilisation de la morphine comme analgésique est qu'elle est efficace. La référence à sa **puissance** était, cependant, nécessaire pour obtenir les points. La plupart des candidats connaissaient les inconvénients de son usage. Dans la partie (d), la plupart des candidats connaissaient les problèmes sociaux associés à l'abus d'héroïne.

**Question 2**

La partie (a) demande le type de drogues, et plusieurs candidats ont donné comme réponse le nom d'une drogue, et il semble que la question n'a pas été lue avec attention. La partie (b) demande les effets de la nicotine et pourtant, beaucoup d'élèves ont répondu par ceux du tabagisme. Dans la partie (c), une erreur fréquente a été de mentionner un groupement fonctionnel dans l'une des deux molécules, mais beaucoup de candidats n'ont pas considéré les caractéristiques de l'autre composé. De plus, certains élèves ont éprouvé de la difficulté à reconnaître une amine primaire et une amine secondaire.

**Question 3**

La partie (a) qui portait sur le cisplatine a été traitée correctement par la plupart des candidats. La partie (b) a été traitée en partie correctement, certains candidats éprouvant de la difficulté à s'exprimer correctement. Certains candidats ont trouvé la nature chirale de la thalidomide difficile et la préparation du médicament comme mélange *racémique* n'a généralement pas été abordée. Dans la partie (c), les candidats ont été peu nombreux à avoir une idée claire de ce que l'on entend par chimie combinatoire.

**Option C – Biochimie humaine****Question 1**

La partie (a) a été bien traitée. Les notes plus faibles obtenues dans la partie (b) sont dues au fait que les candidats ont eu de la difficulté à expliquer la raison pour laquelle la température de fusion est inférieure. Certains candidats ont suggéré incorrectement que la différence dépend de la quantité d'énergie nécessaire pour briser une liaison simple C-C et une liaison double C=C, comme si lors de sa fusion, la molécule se décomposait. Il n'était pas suffisant de faire mention de la « liaison double » dans la différence de structures des molécules pour obtenir la note ; les candidats doivent faire référence à la liaison double entre deux atomes de carbone. Les résultats moins bons dans la partie (c) provenaient soit de l'incapacité à déterminer le nombre de liaisons doubles, soit de la supposition qu'une mole de graisse réagit avec une mole d'iode ou de l'utilisation de  $A_r$  de I plutôt que  $M_r$  de  $I_2$ .

**Question 2**

Dans la partie (a), un nombre significatif de candidats ont identifié une chaîne latérale méthyle comme un groupement fonctionnel. La partie (b) a généralement été seulement à moitié traitée – la présence et l'effet d'une longue chaîne de carbone ont été correctement identifiés, mais la présence/influence de  $-OH$  a été largement ignorée. La partie (c) était généralement bien, mais avec quelques omissions (conversion de la lumière en impulsions électriques) ; la principale difficulté a été d'expliquer la fonction de la rhodopsine. La plupart des candidats connaissaient l'héméralopie, une maladie causée par une carence en vitamine A, mais la xérophtalmie était moins connue.

**Question 3**

C3 : Une fois encore, les questions qui exigent une explication ont présenté plus de difficultés. Dans certains cas, les explications étaient plutôt difficiles à suivre. Dans la partie (a), la plupart des candidats ont été capables de décrire l'action des inhibiteurs compétitifs sur les réactions enzymatiques. Dans la partie (b), seule une petite minorité de

candidats a pu expliquer comment la présence des composés du mercure affecte spécifiquement l'activité enzymatique et dans la partie (c) il y avait une certaine confusion à propos du mode d'action des détergents.

### Option D – Chimie de l'environnement

#### Question 1

Dans la partie (a), plusieurs candidats ont répondu sans spécifier si la source était naturelle ou liée aux activités humaines. Peu de candidats ont été capables de donner une source naturelle majeure et une source majeure liée aux activités humaines pour  $N_2O$ , et une erreur fréquente a été d'évoquer la production du dioxyde d'azote au lieu du monoxyde. Dans la partie (b), beaucoup de candidats n'ont pas tout à fait compris ce que demandait la question et ils ont fait des commentaires à propos de la contribution de chaque gaz à l'effet de serre au lieu de faire référence à leur abondance et à leur capacité comme gaz à effet de serre. Dans la partie (c), les effets probables du réchauffement climatique sur le niveau des océans étaient bien connus, mais peu de candidats ont mentionné les effets spécifiques sur l'agriculture et la biodiversité.

#### Question 2

Les parties (a) et (b) ont été généralement bien traitées même si une erreur, qui consistait à considérer l'acide carbonique comme l'acide formé lors de la combustion du charbon, a été constatée à quelques reprises. Dans la partie (c), beaucoup de candidats ont été capables de mentionner deux méthodes permettant de réduire les pluies acides qui trouvent leur origine dans la combustion du charbon.

#### Question 3

La partie (a) semble une question facile, pourtant ils ont été peu nombreux ceux qui ont obtenu les deux points. Peu de candidats ont été capables d'énumérer les trois principaux *types* de polluants chimiques toxiques dans l'eau, par exemple, certains candidats en mentionné des polluants spécifiques et beaucoup d'élèves ont identifié trois métaux lourds polluants, et non des *types* de polluants.

#### Question 4

Il s'agissait d'une question assez facile et certains candidats ont donné de bonnes réponses, mais quelques autres étaient confus par rapport à l'ordre des couches atmosphériques de différentes températures. De plus, peu de candidats ont identifié les *collines environnantes* et l'*absence de vent* comme facteurs dans la formation des inversions thermiques.

### Option E – Les industries chimiques

#### Question 1

Dans la partie (a), la fonction de l'ajout de chaux dans le haut fourneau ne consiste pas seulement à enlever des impuretés quelconques, mais plutôt à éliminer des impuretés (silice / acides), ce qui n'était pas souvent identifié. Certaines faiblesses dans l'écriture correcte des équations des procédés étaient également évidentes. Dans la partie (b), il manquait souvent de détails, notamment deux étapes étaient oubliées, à savoir l'addition

d'oxyde de calcium ou de carbonate de calcium, et la réaction de formation de scories. Il semble que ce thème avait été étudié, mais pas complètement compris.

### Question 2

Cette question a été généralement bien traitée et elle n'offrait pas beaucoup de difficulté, malgré l'absence de détails dans certaines questions à propos de la discussion des deux inconvénients liés à l'utilisation du polyuréthane.

### Question 3

Cette question ne présentait aucune difficulté réelle ; néanmoins, certains candidats ont été incapables d'y répondre complètement. Certains élèves n'étaient familiarisés qu'avec une partie des étapes de l'extraction et de la purification du silicium ; par exemple, les étapes intermédiaires du procédé de purification (conversion en  $\text{SiCl}_4$  et réduction subséquente avec  $\text{H}_2$ ) ont souvent été omises par les candidats. D'autres ont seulement donné une explication détaillée du raffinage par zone.

### Question 4

Cette question a semblé plus difficile, notamment en essayant de montrer les étapes des deux mécanismes. Les candidats se seraient rendu meilleur service s'ils avaient écrit plus clairement – ils auraient dû séparer la question et (peut-être) donner leur réponse sous la forme d'un tableau.

## Option F – Les combustibles et l'énergie

### Question 1

La plupart des réponses mentionnaient clairement les caractéristiques souhaitables d'une source d'énergie.

### Question 2.

Cette question a reçu de piètres réponses et a présenté les plus grandes difficultés ; l'écriture correcte des demi-équations, tant pour la pile à combustible alcaline que pour la batterie d'accumulateurs au plomb, a été mal traitée.

### Question 3

Il manquait des détails nécessaires dans la plupart des descriptions de l'utilisation des miroirs paraboliques pour convertir l'énergie solaire en énergie électrique – beaucoup de candidats n'ont pas été capables de décrire comment l'utilisation de miroirs paraboliques peut produire de l'énergie électrique. Encore une fois, dans ce cas, ils ne semblaient pas vraiment comprendre le procédé.

### Question 4

Dans la partie (a), peu de candidats ont été capables d'identifier le mode de désintégration des isotopes  $^{67}\text{Cu}$  et  $^{147}\text{Sm}$  et encore moins d'élèves ont pu écrire les équations nucléaires. La partie (b) qui consistait à calculer le temps requis pour une certaine désintégration a été traitée correctement par un pourcentage élevé de candidats.

**Question 5**

La plupart des candidats étaient familiarisés avec les caractéristiques et les sources des déchets radioactifs de haute activité et de faible activité.

**Option G – Chimie analytique moderne****Question 1**

Dans la partie (a), la plupart des candidats n'ont pas pu identifier correctement les trois techniques d'analyse demandées dans cette question. Dans la partie (b), les principes à la base des scanners d'IRM ont été bien compris par de nombreux candidats. La partie (c) a été bien traitée, bien que pour la description des spectres d'émission, l'absorption a été mentionnée en premier par certains candidats (et ils ont continué à expliquer l'absorption séparément).

**Question 7**

La question a été généralement bien traitée, mais beaucoup de candidats ont été incapables d'attribuer la valeur de 3,8 ppm au déplacement chimique dans l'éthoxyéthane – la valeur de 1,3 était généralement mentionnée ce qui donnait à penser qu'ils ne voyaient pas la présence de l'atome O.

**Question 3**

La question a été bien traitée dans l'ensemble, mais quand il y avait une omission c'était habituellement que le changement dans le moment dipolaire n'était pas mentionné. Les légendes de certains diagrammes auraient pu être plus claires.

**Option H – Chimie organique approfondie****Question 1**

Dans la partie (a), la réaction de la 2,4-dinitrophénylhydrazine avec les composés carbonylés n'a généralement pas été comprise. Dans la partie (b), certains candidats ont cité une réaction de substitution nucléophile au lieu d'une réaction d'addition-élimination ou de condensation. Dans la partie (c), seul un petit nombre de candidats ont été capables d'expliquer l'utilisation de la réaction pour distinguer la propanone du propanal (souvent, quand les questions ont trait aux travaux pratiques, les candidats répondent mal).

**Question 2**

Dans la partie (a), peu de candidats ont été capables d'exprimer les deux conditions, soit en présence d'un acide concentré et de chaleur ou d'une température élevée, pour obtenir le point. Dans la partie (b), peu de candidats ont obtenu la note maximale. Beaucoup de candidats ont éprouvé de la difficulté à donner une description du mécanisme de la déshydratation du butan-1-ol. Peu d'élèves ont indiqué la paire électronique liante sur l'atome d'oxygène dans la première partie du mécanisme. En outre, les flèches courbes étaient tracées à partir des mauvaises liaisons, ou pire encore, partaient des atomes, le carbocation était omis et la perte de  $H^+/H_2O$  était indiquée comme un processus concerté. Dans la partie (c), peu d'élèves ont été capables d'expliquer pourquoi un alcool tertiaire subit la

déshydratation plus facilement qu'un alcool primaire en termes de stabilité du carbocation intermédiaire.

### Question 3

Dans l'ensemble, cette question n'a pas été correctement traitée. Très souvent, les explications étaient très confuses. Seulement quelques candidats ont répondu correctement à la partie (b) (en présence d'une solution aqueuse d'ammoniac au lieu d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium).

### Question 4

Les réponses varient énormément. Peu de candidats ont été capables de donner le mécanisme radicalaire complet de la destruction de l'ozone initiée par les chloroalcanes. Habituellement, ceux qui ont essayé de répondre à cette question ont été capables d'écrire correctement quelques-unes des équations des différentes étapes de la réaction.

### Question 5

L'acidité relative des acides carboxyliques substitués a été généralement bien comprise. Certains candidats ont seulement mentionné comment varient les valeurs de  $pK_a$ , mais beaucoup ont donné des explications raisonnables

## Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

En plus des recommandations habituelles concernant la lecture attentive des questions et l'attention à accorder à la répartition des points, ainsi qu'aux verbes d'action, les candidats sont invités à tenir compte des remarques suivantes, formulées sur la base du présent examen :

- Rédiger des réponses qui font intervenir de la chimie et non des réponses superficielles ou de style « journalistique ». Éviter de recourir au langage de tous les jours ou à un langage journalistique, utiliser les termes scientifiques corrects, comme « de faible densité » plutôt que « plus léger », et rayonnement « absorbé » plutôt que rayonnement « bloqué ».
- S'entraîner à structurer les calculs de manière logique, en explicitant chaque étape, et en mettant en évidence la réponse finale en la soulignant, tout en portant attention aux unités et aux chiffres significatifs.
- En écrivant les structures des composés du carbone, vérifier que le nombre total de chaque atome est correct, et que chaque atome de carbone porte quatre liaisons.
- S'entraîner à formuler divers types d'équation (notamment, les demi-équations comportant des ions et des électrons et les équations nucléaires), en étant particulièrement attentif à la pondération et à l'inclusion des charges et des électrons, le cas échéant, et suivre la convention d'écriture des nombres de masse au-dessus des numéros atomiques à gauche du symbole de l'élément.

- Ne pas présenter une longue énumération lorsque deux réponses (ou un autre nombre spécifié) sont demandées.

### Enfin, voici encore quelques conseils qui ne sont pas spécifiques à la chimie

Le nombre de lignes que comporte une partie de question est une indication de l'espace à consacrer à la réponse. Pourtant, certains candidats rédigent des réponses qui dépassent les espaces réservés sur la copie d'examen. Dans la mesure du possible, ces candidats devraient compléter leurs réponses en utilisant les espaces libres sous les lignes pointillées, plutôt que d'écrire quelques mots sur une feuille supplémentaire. À défaut, ils devraient signaler sur la feuille d'examen qu'une réponse déterminée est complétée sur une feuille annexe.

## Épreuve 1 du niveau moyen

### Seuils de classement des notes par matière

**Note finale :**            1            2            3            4            5            6            7

**Gamme des notes :** 0 – 7    8 – 12    13 – 17    18 – 20    21 – 23    24 – 25    26 - 29

### Remarques générales

Cet examen comportait 30 questions portant sur le *Tronc Commun des Matières* (TCM) et devait être résolu sans l'aide d'une calculatrice ou du *Recueil de données*. 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 enseignants concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 68 formulaires G2 reçus. Environ les deux tiers des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier; du reste, beaucoup plus ont estimé que l'examen de cette année était un petit peu plus facile. Presque tous ont considéré que le niveau de difficulté était approprié.

L'adéquation au programme, la clarté de la formulation et la présentation de l'épreuve ont été jugées bonnes par presque tous les répondants et satisfaisantes par le reste.

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

L'indice de difficulté des questions (le pourcentage de candidats répondant correctement à la question considérée) est compris entre 89 % et 19 %. L'indice 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 0,62 et 0,07 (plus cet indice est élevé, plus la discrimination est efficace).

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

**Question 2**

Voir la question 1 à la section NSTZ2.

**Question 8**

Voir la question 8 à la section NSTZ2.

**Question 11**

Dans cette question, les candidats doivent être capables de rejeter A et B à cause de leurs formes symétriques. Les molécules C et D comportent toutes les deux des liaisons polaires et sont asymétriques, par conséquent les deux choix pourraient être corrects. Un répondant a fait remarquer avec raison dans un commentaire sur un formulaire G2 que le moment dipolaire de C est en réalité plus grand que celui de D, bien qu'aucun candidat n'est susceptible de le savoir. Il a alors été décidé que les deux réponses C et D sont acceptables.

**Question 13.**

Il a été suggéré que les deux propositions II et III étaient ambiguës ou pouvaient induire en erreur, parce qu'il n'était pas clair à quoi se rapportent les expressions « énergie moyenne » et « particules ». Bien que plus de la moitié des candidats ont choisi la réponse D du barème de correction, cette question a été la moins discriminante de l'épreuve. Dans ces circonstances, il a été décidé de supprimer la question. La question a été remplacée pour la version publiée de l'épreuve.

**Question 23**

Pour répondre à la question, il a été suggéré qu'il était nécessaire de connaître le pH de l'hydrogénéocarbonate de sodium, ou bien les constantes de dissociation acide et basique de l'ion hydrogénéocarbonate. Cependant, le but visé par la question était que les candidats qui ne savaient pas que ce composé forme une solution alcaline soient capables d'éliminer B avec assurance en raison de son insolubilité ou parce que c'est un oxyde acide, et d'éliminer avec certitude C et D à cause de leur nature acide familière. Bien au-delà de la moitié des candidats ont répondu correctement à la question qui a suffisamment bien discriminé, et aucun des distracteurs n'est ressorti comme étant beaucoup plus populaire que les autres.

## Épreuve 2 du 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 – 20    21 – 26    27 – 32    33 – 38    39 - 50

### Remarques générales

L'éventail des notes a été très large ; les meilleurs candidats ont démontré une profonde maîtrise de la matière et un haut niveau de préparation, mais il y avait aussi à cette session

beaucoup de candidats qui ont obtenu de piètres résultats, soit dans la section A, soit dans la question qu'ils ont choisie à la section B.

Les appréciations des enseignants concernant cette épreuve ont été recueillies sur la base de 59 formulaires G2 reçus. Par rapport à l'examen de l'an dernier, les deux tiers des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau, le reste étant divisé également entre un peu plus difficile et un peu plus facile. Presque tous les répondants ont jugé que le niveau de difficulté était approprié. L'adéquation au programme, la clarté de la formulation et la présentation de l'examen ont été considérées comme bonnes par au moins les quatre cinquièmes des répondants et comme satisfaisantes par le reste.

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

L'examen a révélé des faiblesses suivantes des candidats sur le plan des connaissances et de la compréhension :

- la représentation et l'interprétation des courbes de Maxwell-Boltzmann ;
- l'application du principe de Le Chatelier ;
- le lien entre la conductivité électrique et la concentration ionique ;
- la représentation des structures de polyesters ;
- la confusion entre la liaison covalente et la liaison ionique, et entre les termes « intramoléculaire » et « intermoléculaire » ;
- la représentation claire des structures de Lewis ;
- l'incapacité à réaliser que l'application de la théorie RPEV exige d'envisager le nombre de paires électroniques liantes et non liantes (ou centres de charge) ;
- l'incapacité à distinguer entre les cellules d'électrolyse et les piles voltaïques.

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

Une fois encore, certains candidats ont remis d'excellentes copies, dont les réponses indiquaient une connaissance et une compréhension de l'ensemble du programme, notamment quand les réponses de la question de leur choix à la section B allaient de pair avec la qualité de leurs réponses à la section A.

Parmi les thèmes qui ont en général été bien traités, on citera :

- les calculs de formules empiriques et de  $A_r$  ;
- l'isomérisation optique ;
- le calcul des variations d'enthalpie à partir des valeurs d'enthalpies moyennes de liaison ;

- les réactions d'estérification.

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

### Section A

#### Question 1

Les seuls commentaires reçus sur les formulaires G2 à propos de la section A portaient sur cette question. Il a été signalé que les courbes sur le graphique devraient atteindre un palier à la même concentration finale étant donné que les concentrations des réactifs n'ont pas changé au cours des trois expériences. En réponse à ce commentaire, il était voulu qu'aucune de ces courbes ne se termine exactement à l'horizontale, bien qu'il semble que ce soit le cas pour l'expérience 3. Cependant, étant donné que les candidats ne devaient s'intéresser qu'aux vitesses initiales au temps  $t = 0$ , il n'était pas nécessaire de prendre en considération les formes des courbes à des temps plus longs. Il a également été signalé que les courbes pour les expériences 1 et 2 semblaient laisser croire que leurs vitesses initiales étaient les mêmes. Si on en juge d'après les réponses qui apparaissent à la partie (c)(ii), qui étaient invariablement correctes, il n'y avait pas d'indications selon lesquelles les candidats ont été induits en erreur par l'un ou l'autre de ces problèmes mineurs. Les parties (a) et (b) ont été généralement bien traitées, tout comme l'ont été les parties (c)(i) et (ii), mais dans la partie (c)(iii), peu de candidats ont représenté le pic plus haut et à la gauche du pic de départ. Dans la partie (c)(iv), la majorité des candidats ont représenté une deuxième courbe, bien que les deux expériences se déroulaient à la même température. L'effet du catalyseur sur l'énergie d'activation dans la partie (c)(v) était bien connu.

#### Question 2

La plupart des candidats qui ont tenté de répondre à la partie (a) ont obtenu la note maximale, bien que plusieurs erreurs ont été constatées – omettre de tenir compte de l'oxygène, diviser par le numéro atomique au lieu de la masse atomique et diviser par 32 au lieu de 16 dans le cas de l'oxygène. Peu d'erreurs ont été commises dans la partie (b), sauf le fait d'exprimer la réponse finale avec trois chiffres décimaux alors que deux étaient requis.

#### Question 3

La plupart des tentatives de réponse de la partie (a) ont été réussies, une petite minorité ayant inversé l'expression de la constante ou inséré un signe plus entre les deux termes du dénominateur. Il était inquiétant d'apercevoir quelques expressions dans lesquelles chaque élément était représenté séparément, par ex., dans le numérateur  $[C]^2[H]^5[O][H]$ . De nombreux candidats ont perdu des points dans la partie (b) en raison d'une interprétation incorrecte de la signification des deux valeurs de  $K_c$ . Dans la partie (c), des points ont été perdus en raison d'omission plus qu'à cause d'erreurs ; « Exprimer et expliquer deux avantages... » exige clairement à présenter quatre points, et un nombre surprenant d'élèves ont fait allusion à l'effet soit sur la vitesse ou la position d'équilibre, mais pas sur les deux, ou ils ont exprimé correctement les deux effets, mais ne les ont pas expliqués. Il vaut la peine de souligner que lorsqu'on utilise la théorie des collisions pour expliquer les augmentations de vitesse, l'expression « plus de collisions », sans aucune référence au temps ou à la fréquence, n'est pas suffisante.

**Question 4**

Il a été agréable de constater beaucoup de réponses entièrement correctes pour la partie (a), mais la partie (b) a été beaucoup moins bien traitée. Bien que la plupart des candidats ont compris le lien entre la conductivité et la concentration des ions, beaucoup ont estimé que l'acide chlorhydrique est plus fort que l'acide sulfurique, et tous les candidats n'ont pas reconnu que l'acide éthanóique est un acide faible. Un nombre surprenant de candidats a décrit l'acide sulfurique comme une base.

**Section B****Question 5**

Cette question a été la moins populaire dans la section B, mais elle a été bien traitée par les meilleurs candidats ; la partie (d) a causé le plus de problèmes, de nombreux candidats étant incapables de représenter le groupement  $C_6H_4$  dans la structure du polyester ( $C_6H_5$  et un hexagone sans cercle étaient souvent représentés). Le seul commentaire sur les formulaires G2 concernait la partie (b), où il était suggéré que la dernière phrase n'indiquait pas assez clairement ce qui était requis. En fait, la plupart des candidats ont réalisé que la question n'était qu'un exemple différent de la conversion familière de l'éthanol en éthanal ou en acide éthanóique et ont répondu en conséquence, obtenant de nombreuses notes élevées.

**Question 6**

La partie (a) a souvent été bien traitée, bien que tous les candidats n'ont pas fait allusion aux arrangements électroniques des espèces impliquées, notamment ceux des ions formés. Dans la partie (b), il a été décevant de voir représentées des structures de Lewis pour Br au lieu de  $Br_2$ , et quelques structures de Lewis étaient mal représentées et montraient des électrons comme des points tracés trop faiblement pour être visibles. Les candidats plus faibles ont eu tendance à identifier les liaisons sur ou entre les molécules d'hydrogène et de brome au lieu des forces d'attraction entre les molécules de bromure d'hydrogène. Certaines réponses d'autre part correctes comportaient le terme « intramoléculaire » au lieu d'« intermoléculaire ». La partie (c) est apparue sans problème pour les meilleurs candidats, bien que  $Na_3N$  et  $ClO_2$  étaient occasionnellement représentés. Les réponses de la partie (d) ont été décevantes ; outre les erreurs remarquées, notamment dans la forme de l'ion nitrite, beaucoup de réponses ne font pas allusion aux nombres de paires électroniques liantes et non liantes, même si la question demandait aux candidats de démontrer comment la théorie RPEV pouvait être utilisée. Bien que la question ne demandait pas de diagrammes, ceux qui ont été représentés étaient souvent très petits et mal dessinés, la forme tridimensionnelle de l'ion ammonium n'étant pas clairement représentée.

**Question 7**

Encore une fois, en dépit d'instructions précisant de faire référence aux arrangements électroniques, beaucoup de candidats ont omis de le faire. Dans la partie (a), bien que beaucoup de candidats ont écrit que Na perd un électron, il n'y avait pas de comparaison des nombres de niveaux d'énergie occupés dans les deux espèces. Dans la partie (b), la comparaison de Na et de Mg faisait souvent référence à la différence dans le nombre d'électrons perdus lors de la formation d'un ion au lieu des nombres différents d'électrons

délocalisés. Les meilleurs candidats ont bien réussi la partie (c), bien qu'un nombre surprenant a inversé leur compréhension de l'oxydation et de la réduction.

Il était décevant de constater que plusieurs réponses mentionnaient que le nombre d'oxydation du chlore passait de -2 à -3. La partie (d) a été souvent mal résolue, avec de nombreuses erreurs et omissions. Parmi celles-ci, il y avait la représentation de deux demi-piles reliées par un pont salin, l'identification de l'électrolyte comme étant du bromure de plomb, l'utilisation de  $Pb^+$  au lieu de  $Pb^{2+}$  dans l'équation, l'omission de la source de courant électrique, la représentation d'équations montrant  $Pb$  qui perd des électrons et  $Br$  qui en gagne ; très peu de candidats ont distingué clairement entre la circulation du courant dans les fils conducteurs et le mouvement des ions dans l'électrolyte. Cinq des sept points attribués à la partie (d) auraient pu être obtenus avec un schéma représenté et légendé avec soin, mais trop souvent les diagrammes étaient représentés et légendés négligemment.

## Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

En plus des recommandations habituelles concernant la lecture attentive des questions et l'attention à accorder à la répartition des points, ainsi qu'aux verbes d'action, les candidats sont invités à tenir compte des remarques suivantes, formulées sur la base du présent examen :

- s'entraîner à formuler divers types d'équation (notamment, les demi-équations comportant des ions et des électrons et les équations nucléaires), en étant particulièrement attentif à la pondération et à l'inclusion des charges et des électrons, le cas échéant ;
- s'entraîner à structurer les calculs de manière logique, en explicitant la procédure suivie, en faisant apparaître chaque étape du calcul, en mettant en évidence la réponse finale en la soulignant ;
- dans les calculs, prendre en compte les unités et le nombre approprié de chiffres significatifs pour la réponse finale ;
- examiner soigneusement comment les courbes de Maxwell-Boltzmann changent avec la température et un catalyseur ;
- s'entraîner à appliquer le principe de Le Chatelier dans divers types de réactions ;
- s'entraîner à représenter des structures de tous les types de polymères repris dans le programme ;
- distinguer soigneusement entre les différents types de liaison et l'utilisation des termes atome, molécule et ion dans des situations appropriées ;
- s'entraîner à représenter des structures de Lewis et des schémas tridimensionnels d'une grandeur appropriée et qui laissent voir clairement les paires d'électrons ;
- s'entraîner à représenter un schéma soigné et correctement légendé pour l'électrolyse d'un sel fondu.

**Enfin, voici encore quelques conseils qui ne sont pas spécifiques à la chimie**

Le nombre de lignes que comporte une partie de question est une indication de l'espace à consacrer à la réponse. Pourtant, certains candidats rédigent des réponses qui dépassent les espaces réservés sur la copie d'examen. Dans la mesure du possible, ces candidats devraient compléter leurs réponses en utilisant les espaces libres sous les lignes pointillées, plutôt que d'écrire quelques mots sur une feuille supplémentaire. À défaut, ils devraient signaler sur la feuille d'examen qu'une réponse déterminée est complétée sur une feuille annexe.

## Épreuve 3 du niveau moyen

**Seuils de classement des notes par composante**

**Note finale :**            1            2            3            4            5            6            7

**Gamme des notes :** 0 – 5    6 – 11    12 – 17    18 – 21    22 – 26    27 – 30    31 - 40

### Remarques générales

Un très large éventail de résultats a été constaté – quelques excellentes réponses ont été observées et il y avait également un certain nombre d'élèves qui n'étaient pas suffisamment préparés pour l'épreuve. Le principal problème reste que les candidats ne répondent pas aux questions avec suffisamment de détails et leurs réponses ont tendance à être de style journalistique au lieu de s'appuyer sur des principes chimiques. Tous les élèves ont toutefois suivi les instructions et ont répondu aux questions de deux options.

Sur la base de 68 formulaires G2 reçus, 70 % des répondants ont considéré que l'examen était du même niveau que celui de l'an dernier alors que le reste était divisé également entre plus facile et plus difficile. La grande majorité (96 %) des enseignants qui ont répondu ont jugé que le niveau de difficulté était approprié, 3 % ont estimé que l'épreuve était trop difficile et 1 % ont considéré que l'épreuve était trop facile. L'adéquation au programme a été jugée bonne par 72 % des répondants, satisfaisante par 22 % et 6 % la jugeaient mauvaise. Pour la clarté de la formulation, 81 % des répondants ont jugé qu'elle était bonne, 16 % l'ont trouvée satisfaisante tandis que 3 % l'ont jugée mauvaise. Enfin, la présentation de l'épreuve a été considérée comme bonne par 89 % des répondants, comme satisfaisante par 10 % et comme mauvaise par 1 % d'entre eux.

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

Les résultats des candidats ont varié considérablement, mais parmi certaines faiblesses qui se sont manifestées, on citera :

- l'utilisation de l'infrarouge pour identifier les groupements fonctionnels ;
- les liaisons dans le benzène ;
- une vue d'ensemble des effets de la nicotine ;

- l'identification des groupements fonctionnels et la comparaison des structures de molécules ;
- le calcul de la chaleur libérée par les aliments ;
- les calculs utilisant le nombre d'iode ;
- la rhodopsine ;
- les sources de  $N_2O$  et son action comme gaz à effet de serre ;
- les équations équilibrées ;
- l'explication de l'eutrophisation ;
- les équations d'électrolyse ;
- les équations des processus qui se produisent dans une cellule à combustible et une batterie d'accumulateurs au plomb.

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

Cette épreuve était abordable et les candidats étaient familiarisés avec la matière. Certains candidats ont donné de très bonnes réponses et étaient manifestement bien préparés. La plupart des élèves ont semblé capables de compléter l'épreuve dans l'espace consacré aux réponses.

Les domaines suivants ont semblé bien compris :

- la spectrométrie de masse et la RMN ;
- les analgésiques ;
- les problèmes sociaux causés par l'héroïne ;
- la structure des graisses et le lien entre le degré d'insaturation et le point de fusion ;
- le réchauffement de la planète ;
- la réduction du fer ;
- l'extraction de l'aluminium ;
- les propriétés des combustibles ;
- la distillation fractionnée ;
- les centrales électriques.

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

### Option A – Chimie organique physique approfondie

#### Question 1

Dans la partie (a), la plupart des candidats ont déclaré que la valeur de la masse moléculaire relative était 88 et ils ont été capables de suggérer des fragments appropriés pour les masses. Toutefois, beaucoup de candidats ont oublié la charge + et ont ainsi perdu des points. Dans la partie (b), beaucoup de candidats ont identifié correctement l'acide butanoïque et ont fourni une explication satisfaisante et beaucoup ont également identifié le butanal et la plupart d'entre eux ont correctement mentionné 4 pics dont les aires sont dans le rapport 3:2:2:1 dans la partie (c). Dans la partie (d), de nombreux élèves ont mentionné que l'IR a été utilisé pour trouver « les liaisons » ce qui n'était pas assez spécifique – la réponse correcte consistait à trouver le groupement fonctionnel. Les candidats ont été généralement bons à relier les valeurs du spectre IR avec les bonnes liaisons, cependant, ils n'ont pas toujours donné des explications adéquates.

#### Question 2

La plupart des candidats ont correctement représenté au moins un schéma, mais n'ont pas toujours expliqué ce schéma dans la partie (a). Dans la partie (b), la plupart des élèves ont pu exprimer un élément de preuve, mais il était rare qu'ils fournissent deux éléments de preuve corrects.

#### Question 3

La plupart des élèves ont été capables de représenter correctement l'isomère primaire, cependant beaucoup de candidats ont éprouvé des problèmes à représenter l'isomère tertiaire. Dans la partie (b), la plupart des candidats ont identifié l'étape la plus lente, mais tous n'ont pas été capables de la relier à la première étape.

### Option B – Les médicaments et les drogues

#### Question 1

La plupart des élèves ont identifié correctement l'acide chlorhydrique, bien que quelques-uns ont perdu des points parce qu'ils ont donné la formule plutôt que le nom, et dans la partie (b), l'équation équilibrée a été écrite correctement par environ la moitié de ceux qui ont tenté de répondre à la question.

#### Question 2

Dans la partie (a), les élèves ont été incapables d'identifier l'estérification comme réaction type. Beaucoup d'entre eux ont pu constater que  $\text{CH}_3$  a été remplacé par  $\text{OCH}_3$  dans la partie (b) et dans la partie (c), la plupart des candidats savaient que la morphine est un analgésique plus fort, mais certains candidats n'ont pas réussi à l'expliquer correctement ; en outre, la plupart des candidats ont pu suggérer un désavantage tel que l'accoutumance ou la constipation. Dans la partie (d), la plupart des candidats ont pu suggérer deux types de problèmes sociaux associés à l'abus de l'héroïne. Parfois, cependant, des candidats parlaient

plutôt de problèmes individuels, pour lesquels ils ne pouvaient pas gagner des points, tels que la perte de libido.

### Question 3

Dans la partie (a), la plupart des candidats savaient qu'il s'agit d'un stimulant, mais ils ont trouvé plus difficile de communiquer pourquoi c'est une drogue sympathomimétique. Dans la partie (b), la nicotine a été correctement identifiée par la majorité comme un stimulant présent dans la fumée du tabac. Toutefois, ils devaient alors résumer les effets à court et à long termes, ce qui signifiait que plus d'un effet était exigé pour chacun des cas. En outre, les effets cités étaient souvent sans importance et non acceptables comme réponse. Dans la partie (c), identifier les différences structurales s'est avéré délicat et bien que beaucoup de candidats ont été capables d'observer le groupement OH dans l'amphétamine, peu d'entre eux ont pu constater les différences dans les amines. Dans la partie (d), le fait que la caféine soit un diurétique était bien connu, mais seulement quelques candidats ont pu nommer correctement le groupement amine.

### Option C – Biochimie humaine

#### Question 1

Dans la partie (a), la plupart des candidats ont pu identifier correctement les autres groupes de nutriments, soit les graisses, les minéraux et les vitamines bien que quelques-uns ont suggéré incorrectement les fibres ou ont donné des exemples de vitamines ou de minéraux particuliers. La plupart des candidats ont pu calculer l'énergie par gramme dans la partie (b) ; cependant, peu d'entre eux ont calculé correctement l'augmentation de température. En outre, une mauvaise utilisation des unités a entraîné une perte de points par les élèves qui ont par ailleurs effectué correctement les calculs.

#### Question 2

La majorité des élèves ont correctement identifié un ester ou un triglycéride dans la partie (a) bien que les acides gras et les savons étaient des réponses fausses fréquentes. Dans la partie (b), la majorité des élèves ont mentionné correctement que l'acide linoléique est insaturé, et que les liaisons doubles du carbone empêchaient les molécules de s'empiler, ce qui réduisait les forces de Van der Waal. Peu de candidats ont été capables d'effectuer les calculs dans la partie (c) et la plupart n'ont pas pu observer à partir des formules que l'acide linoléique a 4 atomes d'hydrogène de moins que l'acide stéarique, et qu'il a par conséquent 2 liaisons doubles. Le fait que l'iode est diatomique a aussi été fréquemment négligé.

#### Question 3

En général, les candidats ont pu identifier les groupements fonctionnels d'un alcool et d'un alcène dans la partie (a) bien qu'un grand nombre ont également suggéré un groupement méthyle. Beaucoup de candidats ont suggéré que la vitamine A est liposoluble dans la partie (b), mais n'ont pas expliqué pourquoi ou qu'elle ne pouvait pas former de liaisons hydrogène avec l'eau. Dans la partie (c), très peu de candidats ont identifié correctement la rhodopsine comme substance nécessaire à la vision. Peu de candidats ont pu également expliquer qu'elle convertit la lumière en signaux électriques et ensuite envoie ce message au cerveau. Toutefois, la plupart des candidats ont pu identifier au moins une maladie associée à une carence en vitamine A.

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

Les candidats ont pu suggérer correctement des sources de dioxyde de carbone dans la partie (a) bien qu'à l'occasion leurs réponses étaient trop vagues, toutefois, très peu d'entre eux ont pu suggérer des sources de  $N_2O$ . Dans la partie (b), seulement quelques candidats ont pu expliquer correctement l'action de  $N_2O$  comme gaz à effet de serre ; beaucoup de candidats ont expliqué incorrectement qu'il interagissait avec la couche d'ozone. En outre, très peu de candidats ont compris qu'il était plus efficace alors que  $CO_2$  est plus abondant. Les candidats ont généralement bien réussi à la partie (c) et ont pu mentionner de nombreux effets du réchauffement de la planète, cependant, quelques réponses étaient beaucoup trop vagues.

**Question 2**

Les candidats ont pu en général nommer l'acide sulfurique comme cause de la pluie acide dans la partie (a) bien qu'un certain nombre ont suggéré l'acide carbonique ce qui signifie que les réponses subséquentes étaient également fausses. La partie (b) a été traitée assez bien même si un certain nombre de candidats n'ont pas équilibré leurs équations et ont ainsi perdu des points. La partie (c) n'a pas été bien traitée et des candidats n'ont pas mentionné que le soufre doit être éliminé ou n'ont pas suggéré l'épuration alcaline ou l'utilisation de lits fluidisés ; les réponses étaient généralement très vagues.

**Question 3**

L'eutrophisation n'a pas semblé comprise en profondeur par la majorité et il était très rare qu'un candidat obtienne le maximum des points dans la partie (a). Comme beaucoup de questions dans cette option, les réponses étaient beaucoup trop vagues et dépourvues de détails suffisants. Dans la partie (b), la relation entre la température et la concentration de l'oxygène dans l'eau a semblé très bien comprise, mais peu d'élèves ont réalisé que le métabolisme augmente.

**Option E – Les industries chimiques****Question 1**

Dans la partie (a), de nombreux candidats ont suggéré que la chaux élimine les impuretés, mais comme la réponse requise était plus précisément des impuretés acides ou de silice, ils ne pouvaient pas obtenir les points ; aussi, la formulation des équations n'était pas soignée. La plupart des candidats ont mentionné correctement que le coke est un agent réducteur et ils ont été capables d'écrire une équation convenable. Bien que beaucoup de candidats savaient que l'oxygène est ajouté pour oxyder les impuretés de carbone dans la partie (b), très peu d'indices indiquaient que les candidats savent que la chaux est ajoutée pour enlever d'autres impuretés.

**Question 2**

Souvent, des candidats ont mentionné que l'aluminium est plus réactif que le fer dans la partie (a), mais n'ont pas réellement répondu à la question à savoir pourquoi le carbone peut réduire le fer, mais pas l'aluminium. Dans la partie (b), il était bien connu que la cryolithe est

utilisée pour réduire le point de fusion de l'oxyde d'aluminium et qu'elle peut réduire la quantité d'énergie nécessaire.

La plupart des candidats savaient que les électrodes sont faites de carbone dans la partie (c) mais ils ont éprouvé plus de difficulté à écrire les équations correctes aux électrodes. Certains d'entre eux ont été incapables d'expliquer que les électrodes au carbone sont remplacées à mesure qu'elles se consomment.

### Question 3

La plupart des candidats ont déterminé que l'air est injecté dans le polymère dans la partie (a), mais beaucoup n'ont pas pu donner deux propriétés du polymère. Dans la partie (b), peu de candidats ont pu donner deux problèmes associés à l'élimination du polymère.

## Option F – Les combustibles et l'énergie

### Question 1

La majorité des candidats ont pu énumérer facilement trois propriétés souhaitables des combustibles.

### Question 2

Peu de candidats ont pu écrire correctement les équations des réactions qui se produisent dans une pile à combustible dans la partie (a) et dans la partie (b), très peu de candidats ont écrit correctement les équations dans la batterie d'accumulateurs au plomb. En outre, très peu ont pu suggérer qu'un appoint d'eau est nécessaire parce qu'elle est électrolysée au cours de la charge.

### Question 3

Dans la partie (a), les candidats savaient que la chaleur est focalisée au moyen de miroirs paraboliques, mais peu d'entre eux ont alors mentionné que cela servait à chauffer de l'eau pour créer de la vapeur qui fait tourner des turbines et génère de l'électricité. Peu de candidats ont répondu à la question posée à la partie (b) et ainsi, beaucoup n'ont pas mentionné les inconvénients liés à l'utilisation des miroirs tels que le besoin de grands espaces. Beaucoup de candidats ont mentionné que les miroirs ne fonctionnent pas quand le soleil est caché ce qui affecterait également les piles voltaïques. Dans la partie (c), l'équation du processus de la photosynthèse était bien connue de même que son utilisation comme source de nutriment. Certains candidats ont omis de suggérer les deux comme l'exigeait la question.

### Question 4

Beaucoup de candidats ont pu expliquer que la fermentation convertit les hydrates de carbone en éthanol qui est alors brûlé. Cependant, la décomposition de la matière organique par les bactéries pour produire du méthane n'était pas bien connue.

## Recommandations et conseils pour la préparation de futurs candidats

- Les candidats doivent étudier chaque option en profondeur et s'assurer qu'ils connaissent les équations associées aux processus qu'ils étudient.
- Les candidats devraient s'entraîner à écrire des équations équilibrées.
- Les candidats devraient lire attentivement les questions afin de s'assurer qu'ils répondent de façon appropriée et avec précision.
- Les candidats devraient accorder de l'attention aux verbes d'action et à la répartition des points pour la question.
- Les candidats devraient se préparer pour l'examen en s'entraînant à répondre aux questions en utilisant les épreuves des sessions précédentes et en se référant aux solutions types correspondantes.