

Rapport pédagogique de mai 2016

Chimie

Seuils d'attribution des notes finales pour la matière

Niveau supérieur

Note finale :	1	2	3	4	5	6	7
Gamme de notes :	0 – 17	18 – 32	33 – 44	45 – 55	56 – 66	67 – 77	78 – 100

Niveau moyen

Note finale :	1	2	3	4	5	6	7
Gamme de notes :	0 – 15	16 – 29	30 – 42	43 – 54	55 – 63	64 – 75	76 – 100

Évaluation interne

Seuils d'attribution des notes finales pour la composante

Note finale :	1	2	3	4	5	6	7
Gamme de notes :	0 – 3	4 – 6	7 – 10	11 – 13	14 – 16	17 – 19	20 – 24

Variété et pertinence du travail présenté

La gamme du travail soumis s'est révélée presque totalement pertinente pour l'évaluation selon les nouveaux critères d'évaluation interne. La majorité des établissements et leur personnel peuvent être fiers de leurs efforts. Ils ont donné l'opportunité à leurs élèves de devenir réellement indépendants dans leur apprentissage et de démontrer curiosité, investissement et

capacité à s'approprier leurs recherches individuelles. Des élèves du monde entier ont travaillé à rassembler des données sur l'oxydation du vin rouge, la fermentation des pommes, l'absorption de polymères superabsorbants, la décoloration par des agents blanchissants, les sucres orientant le plan de polarisation de la lumière, la catalyse par les éléments du bloc d, la modification des tensions de surface en fonction de la concentration en ions, entre autres sujets passionnants et créatifs.

Dans une proportion écrasante, le travail présenté implique un recueil de données primaires expérimental dans l'environnement du laboratoire. Cette approche n'est aucunement problématique, surtout dans la mesure où de très nombreux élèves sont allés bien au-delà des modes opératoires vus et revus. Il est d'autant plus surprenant de constater qu'un faible nombre d'élèves a eu recours aux données secondaires dans leurs rapports. Les modèles et simulations représentent un très faible nombre d'études, mais les résultats en sont plutôt satisfaisants. Il semble en effet que seuls les élèves de chimie les plus enthousiastes ont été attirés par cette approche. Les études s'appuyant sur des bases de données sont légèrement plus nombreuses, tout en étant malheureusement parfois utilisées à mauvais escient, en ne mentionnant que peu de données – ce qui va à l'encontre de l'utilité d'une base de données vis-à-vis de la génération de données primaires.

Un faible nombre d'établissements n'a pas donné à ses élèves des opportunités suffisantes d'apprentissage indépendant. Certains établissements se sont contentés de reproduire leur formule favorite, tous les élèves présentant des travaux similaires sur des thèmes trop familiers. Dans quelques cas, les établissements ont simplement demandé à leurs élèves une revue de presse descriptive via Internet, par exemple « Les médicaments dans le monde », sans recueil ni analyse de données de quelque nature que ce soit. Ceci est bien entendu parfaitement inadapté à une recherche individuelle, dont l'essence réside dans les données et leur recueil, leur analyse et leur évaluation.

Résultats des candidats par rapport à chaque critère

Investissement personnel

L'écrasante majorité des élèves est parvenue à obtenir au moins un point en *investissement personnel*, et un bon nombre d'entre eux a obtenu les deux points.

Dans de nombreux cas, les élèves insistaient trop lourdement sur la première partie du descripteur ; souvent, leurs efforts pour justifier leur choix de question et de sujet de recherche débordaient en discours trop longs et forcés sur les vacances d'enfance, les excursions scolaires, etc. Ces préambules non scientifiques devraient être limités à un niveau minimal. Le frein le plus courant à la réussite était l'absence de démonstration d'une réelle curiosité par la présentation d'une question de recherche sans aucune difficulté, dont le résultat était trop évident, comme l'effet de la masse d'alcool brûlé sur l'énergie calorifique dégagée, ou encore celui de la durée de passage d'un courant sur la variation de masse d'une électrode pendant l'électrolyse. Lorsque les élèves présentaient une question de recherche reflétant un problème qu'ils semblaient réellement intéressés à résoudre et dont ils n'auraient pas pu connaître la réponse antérieurement, une bonne note était attribuée sans difficulté.

La deuxième partie du descripteur, qui concernait l'apport et l'initiative personnels, se manifeste dans la totalité du rapport. Ici encore, les résultats étaient variables. Bon nombre d'élèves ont effectivement mis en œuvre beaucoup d'**apport et d'initiative personnels** dans la conception, la mise en œuvre ou la présentation de leurs travaux, mais il n'était pas rare qu'ils se contentent de répéter une expérience scolaire courante sans en adapter ou prolonger d'aucune façon le mode opératoire. Le manque d'investissement personnel des élèves se retrouvait également lorsqu'ils n'essayaient pas de dépasser des limites évidentes et aisées à corriger de la méthodologie initiale. Les élèves ayant obtenu de bonnes notes ont prouvé leur apport personnel en appliquant une technique connue à une situation réelle intéressante, puis en utilisant la totalité du temps imparti pour mettre en œuvre des essais sur une grande quantité de valeurs d'une variable indépendante, et en intégrant des duplications d'expérience à leur processus plutôt que de se confiner aux cinq essais simples, comme on le retrouve souvent dans le corpus ancien de l'évaluation interne.

Exploration

Les notes pour le critère *exploration* étaient souvent très bonnes. C'est dans cette phase de planification que les élèves démontrent l'investissement personnel et l'imagination les plus importants. Bien que certains établissements aient présenté des échantillons contenant des variations sur des thèmes banals, de nombreux élèves ont fait des efforts réels pour dépasser le cadre.

Dans la plupart des cas, un sujet adapté était identifié, puis une question de recherche pertinente était décrite. De nombreuses questions de recherche concernaient la détermination de l'effet d'une variable indépendante mesurable sur une variable dépendante identifiée. Les rapports obtenus s'avéraient simples à évaluer selon les critères de l'évaluation interne. Quelques-unes des questions de recherche concernaient des études comparatives, par exemple les vitesses d'oxydation relatives d'échantillons de vin rouge et de vin blanc provenant de la même région viticole. Même si la variable indépendante n'était pas quantitative, de telles recherches constituaient des études valables et intéressantes. Les tendances identifiées pouvaient être interprétées en termes chimiques. Les questions de recherche moins pertinentes incluaient les simples analyses de marques de denrées alimentaires, de produits de nettoyage ou de produits pharmaceutiques. Toutes les tendances identifiées pouvaient en effet s'expliquer en termes d'impératifs commerciaux : la composition relevait d'une décision des fabricants, plutôt que des seuls principes scientifiques. L'étude des produits commerciaux peut être enrichissante, mais uniquement si un élève peut lier un certain composant du produit (déterminé expérimentalement ou obtenu par lecture de l'emballage) à une propriété chimique ou physique de celui-ci. Certains élèves se sont lancés dans des travaux basés sur des synthèses ou des extractions. Cependant, les résultats en étaient contrastés. La clé de la réussite était d'obtenir des résultats pouvant être analysés ou interprétés de façon significative. Le seul constat de la réussite de la synthèse ou de l'extraction d'un composé n'était pas suffisant ; à l'inverse, l'étude d'un facteur mesurable influençant le rendement ou la pureté dans une synthèse ou une extraction se voyait plus sûrement récompensé.

Très souvent, le contexte donné était général, plutôt que spécifique à la question de recherche ou à la méthodologie choisie. Le descripteur de niveau maximal exige que les informations de contexte soient complètement adaptées et pertinentes. Les enseignants doivent donc passer cette consigne aux élèves.

En ce qui concerne la prise en compte des facteurs significatifs susceptibles d'influer sur la pertinence, la fiabilité et la suffisance des données collectées, les réponses des candidats étaient extrêmement variées. Il est clair que bon nombre d'élèves vérifiaient des variables pertinentes, et choisissaient un nombre adapté de valeurs de la variable indépendante et de duplications pour établir la fiabilité et la suffisance. Cependant, un nombre équivalent d'élèves n'a pas mis en œuvre de duplications, et la plupart ont significativement échoué dans l'identification ou la vérification de variables clés. Il en résulte que leurs résultats ne leur ont pas permis de répondre correctement à leur question de recherche. Les expériences d'électrolyse étaient particulièrement faibles dans cet aspect, les élèves ne parvenant pas à mesurer ou à suivre le courant, ou ne séchant pas les électrodes avant pesée. Le choix du pH en tant que variable dépendante dans une étude cinétique a en outre entraîné des incompréhensions dans l'interprétation, les élèves supposant de façon erronée une relation linéaire entre le pH et la concentration en ions hydrogène.

La plupart des élèves étaient au moins en partie conscients des questions de **sécurité**, d'éthique ou d'environnement liées à leur méthodologie, bien que dans de nombreux cas, ils se limitaient à des mesures relativement basiques comme le port de gants et de lunettes de sécurité, alors qu'ils auraient dû prendre en compte d'autres problèmes comme l'élimination en toute sécurité des produits chimiques. La réussite était donc limitée.

Pour certains établissements, l'absence d'exigences en matière de sécurité, d'environnement et d'éthique constituait un problème très significatif. Bien que le descripteur du critère indique « le cas échéant, [le critère *exploration*] sert également à évaluer la conscience des aspects liés à la sécurité, à l'environnement et à l'éthique », nous pensons qu'il est approprié de se poser ces questions dans la plupart des cas. Par exemple, même dans les recherches de données secondaires, l'élève peut mentionner le problème éthique de l'accès libre (ou non) aux données. Il était donc particulièrement inquiétant de constater que dans certains cas, les commentaires de l'enseignant sur la note attribuée indiquent qu'il n'existe aucun problème de sécurité, d'éthique ou d'environnement pertinent méritant d'être commenté par l'élève, alors que les travaux incluaient des dangers évidents comme l'utilisation de substances corrosives telles que l'eau de Javel et l'acide sulfurique 9M, l'utilisation de tétrachlorométhane, soupçonné d'être cancérigène et exigeant des conditions spécifiques de manipulation et d'élimination, ou des travaux biochimiques sur du sang ou des bactéries. Dans ces cas, le quatrième descripteur aurait dû être pris en compte ; ceci devrait normalement diminuer la note d'*exploration* résultante d'un point. Les élèves devraient à l'avenir prendre pour habitude de donner une évaluation de sécurité dans n'importe quel travail impliquant des expériences pratiques, ne serait-ce que pour montrer que la sécurité a été évaluée mais qu'aucune précaution spécifique n'est exigée.

Analyse

La réussite globale pour le critère *analyse* était contrastée. Les notes se répartissent de façon relativement homogène sur l'échelle de notation. Des notes de 1 ont été attribuées ; certains élèves se sont contentés de présenter des données brutes suivies d'un commentaire qualitatif. À l'autre extrémité de la gamme, un nombre satisfaisant d'élèves a présenté une analyse très significative des résultats, y compris une prise en compte complète des incertitudes. Des notes justifiables de 6 ont été constatées.

La plupart des élèves ont collecté suffisamment de données liées aux variables indépendantes comme dépendantes, de sorte à pouvoir mettre en œuvre par la suite un traitement et une interprétation suffisamment significatifs. Plus rares sont les élèves à avoir également inclus des données associées, comme des observations qualitatives ou les données relatives aux variables de contrôle telles que les températures de réaction ou les quantités de réactifs. Cet éventail plus large de données et de résultats permet de fournir un contexte précieux pour l'évaluation du mode opératoire.

La pertinence et l'exactitude du traitement des données étaient là encore contrastées. Nous avons vu certains élèves s'écarter des standards constatés dans l'ancien cadre, où les professeurs avaient établi des tâches extrêmement directives les entraînant vers des calculs relativement exigeants. Dans le nouveau cadre de travail, nous avons remarqué que l'une des approches courantes du traitement était simplement de calculer la moyenne des résultats des variables dépendantes, puis de tracer une courbe en fonction de la variable indépendante pour déterminer la nature de la relation. Très souvent, ceci a été fait de façon suffisamment correcte pour mériter une évaluation positive.

Les autres approches de traitement de données courantes incluent les déterminations quantitatives à partir de dosages (de nombreux dosages redox étaient impliqués, faisant peser une contrainte sur les élèves) ainsi que des calculs calorimétriques. Souvent, les calculs numériques se sont révélés exigeants. Il est important de rappeler ici que les enseignants **doivent vérifier les calculs** lors de l'évaluation selon le critère *analyse*. Dans un nombre significatif de cas, des calculs longs et apparemment sophistiqués se sont vus attribuer la note la plus élevée par l'enseignant, mais après vérification approfondie par les examinateurs, il s'est avéré qu'ils contenaient de graves erreurs affectant significativement les conclusions, par exemple le calcul de la chaleur générée en calorimétrie de combustion en utilisant la masse de l'alcool consommé plutôt que la masse d'eau chauffée. Ces erreurs d'inattention n'ont pas entraîné d'ajustement à la baisse de la note d'*analyse*.

Les autres points faibles courants incluent les études de vitesse de réaction, dans lesquelles certains élèves n'ont calculé aucune vitesse et se sont contentés de commentaires comparatifs sur la durée de réaction, ainsi que de nombreux cas de présentation d'histogrammes non pertinents plutôt que d'une courbe correctement tracée.

Divers signes de la prise en compte de l'effet de l'incertitude de la mesure sur l'analyse ont été repérés, notamment :

- des protocoles pertinents de propagation d'erreurs par des calculs numériques, comme décrit dans le sujet 11.1 du *Guide de chimie* ou des documents attenants, ou des écarts-types sur un jeu de données suffisamment important, ou encore la racine carrée de la somme des carrés, etc. ;
- des courbes de meilleur ajustement bien construites ;
- des barres d'erreur sur les graphiques (bien plus courantes cette année que par le passé) ;
- des pentes maximales ou minimales ;
- une prise en compte adéquate des données aberrantes ;
- la prise en compte de l'équation d'une courbe et de la valeur de R^2 ;
- des chiffres significatifs et un nombre de décimales cohérents ;

- une comparaison entre les données provenant de différentes sources (exemples de données secondaires) pour évaluer la reproductibilité ;
- des preuves d'examen des incertitudes associées aux données provenant des bases de données.

Il n'était exigé d'aucun travail d'inclure l'ensemble de ces caractéristiques pour obtenir la note maximale, et la plupart des élèves étaient capables d'atteindre au moins le descripteur médian de ce critère. Certaines des insuffisances observées incluaient le fait qu'un nombre significatif d'élèves n'essayait nullement de propager les incertitudes par le calcul, que d'autres présentaient des résultats sous forme de courbe en choisissant par erreur les courbes polynomiales d'Excel (tremplins de ski et toboggans de piscine ont été observés à de nombreuses reprises !), que d'autres encore ont mis en œuvre des traitements statistiques inadaptés sur des données minimales, et enfin qu'un nombre toujours important d'élèves présente des résultats numériques avec un nombre excessif de chiffres significatifs.

La plupart des élèves se sont avérés capables d'interpréter les données traitées de sorte à pouvoir apporter une conclusion à la question de recherche. Dans les analyses courantes tentant de déterminer une relation entre deux variables par une méthode graphique, un certain nombre d'élèves s'est avéré capable d'identifier correctement la nature de la tendance, par exemple une proportionnalité linéaire positive, etc. Cependant, certains élèves confondent les termes. Des pentes linéaires négatives se sont transformées en « inversement proportionnelles », et toute déviation d'avec la linéarité pour une pente positive est devenue « exponentielle ». En outre, de nombreux élèves se sont contentés de présenter une équation linéaire complexe sous Excel, sans essayer d'interpréter la tendance correspondante.

D'autres méconnaissances courantes ont été constatées pendant l'évaluation avec le critère *analyse*. L'une est la confusion entre la transmittance et l'absorbance, le pourcentage de transmittance étant à tort considéré comme en relation linéaire avec la concentration. De plus, les élèves identifiaient trop aisément une tendance de vitesse de réaction à atteindre un « optimum », alors qu'il s'agissait uniquement d'une relation positive qui se serait poursuivie si les essais avaient été mis en œuvre à des températures ou des concentrations en réactifs plus élevées. Il semble que les élèves s'inspirent à tort de la cinétique enzymatique.

Il convient de noter que certains élèves ont obtenu des mauvaises notes en *analyse* car la méthodologie qu'ils ont conçue était trop limitée, et que **seule une faible quantité de données était collectée. Le traitement et la prise en compte des incertitudes qui en découlaient se sont avérés trop faciles.** La nouvelle évaluation interne fait reposer la responsabilité sur l'élève. Une partie de l'apprentissage indépendant consiste pour les élèves à connaître les critères par avance, et pour nous à les questionner à un stade précoce du processus sur les chances qu'a le protocole proposé de satisfaire pleinement aux critères – et de les conseiller en conséquence.

Évaluation

L'*évaluation* s'est avérée être le critère le plus difficile, ce qui peut être dû à des raisons variées. Le descripteur le plus élevé implique des capacités de raisonnement plus importantes, comme la justification des conclusions et la démonstration d'une compréhension claire des problèmes méthodologiques. Il est également possible que les enseignants n'aient pas repéré les différences avec l'ancien critère *conclusion et évaluation*, en particulier en ce qui concerne

l'évaluation des forces et des faiblesses, et la suggestion de prolongements ainsi que d'améliorations. Dans de nombreux cas, il semble simplement que les élèves étaient à court d'énergie et d'espace après des introductions, des méthodologies et des analyses très longues, et qu'ils souhaitaient conclure rapidement un rapport fluide et détaillé jusqu'à ce point. Par conséquent, bien que certains élèves aient atteint l'échelon supérieur, la note maximale de 6 fut attribuée moins souvent que dans les critères *exploration* et *d'analyse*.

De nombreux élèves se sont révélés capables de réussir la première partie du descripteur en livrant une conclusion s'appuyant sur les données présentées et justifiées par l'analyse de ces dernières. Il y a d'ailleurs ici un doublon vis-à-vis de la dernière partie du descripteur *analyse*. Certains élèves semblaient cependant perdre leur concentration au fil de l'exercice : après avoir identifié une certaine forme de tendance dans les données, ils n'ont pas réussi à la relier à la question de recherche d'origine.

Nombreux sont les élèves qui ont échoué à décrire ou justifier correctement leur conclusion par une comparaison pertinente avec le contexte scientifique en vigueur. Dans cet aspect du descripteur, les élèves doivent comparer les quantités déterminées expérimentalement à des valeurs pouvant directement être obtenues dans la littérature, ou indiquer si les tendances et relations identifiées correspondaient à la théorie en vigueur, éventuellement en se référant aux informations de contexte d'origine. Il fut surprenant de constater que très peu d'élèves réussissaient cet exercice.

De nombreux élèves se sont concentrés sur les points faibles sans évaluer les points forts ; la discussion s'est alors avérée plus faible qu'attendu. En termes d'évaluation des points faibles, seule une minorité d'élèves s'est référée avec pertinence aux erreurs systématiques et aléatoires, et très peu appréhendaient l'amplitude ou la direction de l'erreur. Dans cet aspect, le nouveau style de l'exercice n'a pas la rigueur de l'ancien format. Sans compréhension de l'erreur systématique, rares sont les élèves à avoir pu évaluer l'importance des erreurs méthodologiques par rapport aux simples problèmes de procédure. Pour obtenir une bonne note dans ce critère, il convient de prendre en compte les facteurs sous-jacents qui affectent la validité de la méthode, comme l'intervalle, la taille de l'échantillon, l'utilisation d'un système de réaction alternatif pour étudier un phénomène identique, etc.

La plupart des élèves ont émis des propositions d'amélioration sensées, même si comme toujours, un certain nombre de suggestions s'est avéré relativement superficiel ou peu pratique. De nombreux élèves n'ont pas su suggérer des prolongements possibles et des recherches futures, et apparemment les enseignants n'avaient pas suffisamment insisté sur cet aspect du descripteur.

Communication

Le critère *communication* est relativement bien rempli, 3 étant la note la plus courante. Le recours à des citations et des références est beaucoup plus important que dans l'ancien cadre de travail, et s'est avéré généralement impressionnant.

La plupart des rapports étaient présentés clairement avec une structure adéquate, et nombreux sont les élèves à avoir été récompensés pour leur présentation cohérente des informations sur le sujet et les résultats. Les faiblesses couramment observées concernaient l'insuffisance des

détails inclus dans la description de la méthodologie et l'absence d'au moins un exemple de calcul mené à terme, pour que le lecteur comprenne la façon dont les résultats sont traités.

Les rapports sont la plupart du temps concis. La majorité n'atteint pas la limite recommandée de 12 pages, qui s'avère suffisante même pour les travaux les plus complexes. Il est vrai que certains élèves ont inclus des annexes volumineuses pour contourner la limite de pages ; cependant, cette stratégie est peu fructueuse car les examinateurs ne sont pas obligés de lire les annexes. Des points cruciaux ont pu être perdus à cette occasion. La plupart des rapports se sont avérés pertinents. La principale source de faiblesse était l'inclusion d'une quantité trop importante d'informations de contexte général ne concernant pas la question de recherche.

En ce qui concerne l'utilisation de la terminologie et les conventions, de nombreux élèves ont manqué de rigueur dans l'utilisation des unités, des décimales et des chiffres significatifs, même si dans la plupart des cas, la compréhension n'était pas affectée.

Recommandations pour la préparation des futurs candidats

- Il faut conseiller aux élèves de développer des travaux visant à répondre à des questions de recherche liées à des principes chimiques, et d'éviter les questions de recherche dont la réponse est connue.
- Encouragez les élèves à réfléchir aux données qu'ils collectent (des essais devraient être mis en œuvre) de sorte à pouvoir modifier leur méthodologie si ces dernières se révèlent insuffisantes ou erronées.
- Les élèves devraient à l'avenir prendre pour habitude de donner une évaluation de sécurité dans n'importe quel travail impliquant des expériences pratiques, ne serait-ce que pour montrer que la sécurité a été évaluée mais qu'aucune précaution spécifique n'est exigée.
- Assurez-vous que les élèves consignent toutes les données associées pertinentes, au lieu des seules données des variables indépendantes et dépendantes.
- Lors de l'évaluation de la méthodologie, encouragez la prise en compte des facteurs sous-jacents qui affectent la validité de la méthode, comme l'intervalle, la taille de l'échantillon, l'utilisation d'un système de réaction alternatif pour étudier un phénomène identique, etc.
- Les méthodologies doivent être suffisamment détaillées pour que le lecteur puisse en théorie reproduire l'expérience, et qu'il soit possible de se faire une idée des incertitudes associées.
- Lorsque cela est pertinent pour l'analyse, les élèves devraient présenter au moins un exemple de calcul mené à terme, pour que le lecteur comprenne la façon dont les données sont traités.
- Découragez l'ajout d'annexes.

Lors de l'évaluation du travail des élèves, les enseignants doivent :

- vérifier avec rigueur la méthodologie pour identifier les éventuelles variables clés manquantes invalidant les conclusions ;
- vérifier avec rigueur les calculs pour identifier les erreurs affectant les conclusions.

Autres commentaires

La majorité des établissements se conforme au processus correct de chargement du formulaire 4/ICCS requis et des rapports de recherche individuelle. Certaines omissions ou erreurs occasionnelles ont cependant été constatées. Le formulaire 4/ICCS doit contenir le titre de la recherche individuelle. L'espace correspondant se trouve juste en dessous du champ pour les réflexions du groupe 4. De nombreux élèves ont inscrit le nom de l'activité G4P, et non celui du titre de la recherche individuelle. Lors de la saisie des notes des critères d'évaluation interne, un espace est réservé aux commentaires de l'enseignant sur ses notes. Si le rapport lui-même n'inclut pas de retour sur la notation des enseignants, merci de profiter de cet espace, car ces informations sont particulièrement utiles pour les réviseurs de notation.

L'attention des enseignants est attirée sur le fait que dans le nouveau système de cours avec notation électronique, une fonction permet d'écrire un rapport de retour 4IAF pour les seuls établissements pour lesquels la notation du rapport d'un ou de plusieurs candidats a été estimée aberrante par rapport aux intervalles de tolérance admis. Si un établissement n'a pas reçu de rapport de retour cette année, cela signifie que les notes de l'enseignant et du réviseur de notation étaient suffisamment proches pour les échantillons notés, et que les notes de l'enseignant pouvaient être confirmées.

Épreuve 1 – Niveau supérieur

Seuils d'attribution des notes finales pour la composante

Note finale :	1	2	3	4	5	6	7
Gamme de notes :	0 – 10	11 – 15	16 – 21	22 – 25	26 – 29	30 – 33	34 – 40

Commentaires généraux

15 122 candidats ont passé l'épreuve. Cet examen comportait 40 questions à choix multiples portant sur le tronc commun des matières et sur le module complémentaire du niveau supérieur. Ces questions devaient être résolues sans l'aide d'une calculatrice ou du recueil de données. Une petite minorité de candidats n'a pas répondu à toutes les questions ; les réponses fausses n'entraînaient aucune pénalité.

327 enseignants ont fourni un retour, sur un total de 1 290 établissements. À l'exception des cas où la comparaison n'était pas applicable (11 %), le pourcentage de comparaison approximatif vis-à-vis de l'examen de l'année précédente était le suivant :

Bien plus facile	Un peu plus facile	De niveau comparable	Un peu plus difficile	Beaucoup plus difficile
------------------	--------------------	----------------------	-----------------------	-------------------------

0	10	54	24	2
---	----	----	----	---

En ce qui concerne le degré de difficulté, les réponses suivantes ont été recueillies :

	Trop facile	Niveau approprié	Trop difficile
Degré de difficulté / %	2	94	4

Adéquation des questions de l'épreuve en termes de clarté et de présentation (% approximatif) :

	Faible	Médiocre	Assez bonne	Bonne	Très bonne	Excellente
Clarté de la formulation	1	2	17	31	33	17
Présentation de l'épreuve	0	0	7	28	38	27

De façon générale, l'épreuve semble avoir été bien reçue, avec des commentaires tels que « bonne couverture du programme », « largement conforme aux attentes », « analyse complète des connaissances des élèves sur le cours ». L'une des personnes interrogées suggère que les « mots-consignes » pourraient être plus largement utilisés en lieu et place de « quel », « que », etc. Les mots-consignes sont uniquement utilisés dans les épreuves 2 et 3.

Certains commentaires concernaient la couverture du programme et l'absence de questions sur certains sujets. Les questions de l'épreuve 1 sont établies en fonction de proportions déterminées par la durée d'enseignement recommandée pour chaque sujet. Notre objectif est de balayer la totalité du cours sur les épreuves 1, 2 et 3 section A. Ainsi, si une partie du cours semble absente de l'épreuve 1, elle est probablement abordée ailleurs.

L'un des commentaires aborde la formulation des questions. Nous essayons autant que faire se peut d'écrire des questions concises pouvant être traduites en français et en espagnol sans introduire d'ambiguïtés.

L'ordre des questions dans l'épreuve 1 suit l'ordre des sujets. Ainsi, il doit être conseillé aux candidats perturbés par les questions plus mathématiques susceptibles d'apparaître au début de l'épreuve de les laisser pour plus tard.

Dans la mesure où il s'agissait du premier examen portant sur le nouveau cours, quelques questions concernaient des sujets peu familiers. Ceci était prévisible.

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

L'indice de difficulté (le pourcentage de candidats qui ont donné la bonne réponse) variait entre 19,64 % et 92,24 %. L'indice de discrimination, une mesure qui permet de déterminer si la question a permis de bien départager les candidats en fonction de leurs aptitudes, variait entre 0,11 et 0,55.

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

Question 1

Nous sommes satisfaits de l'utilisation du terme « sublimation » pour la transition de (s) à (g) ; la transformation inverse est généralement appelée « sublimation inverse » ou « déposition ».

Question 2

La plupart des chimistes utilisent le terme « réactif limitant » lorsque l'autre réactif est en excès. Environ 77 % des candidats ont trouvé la réponse B, le leurre le plus couramment choisi étant la réponse D.

Question 3

Peu de candidats ont répondu correctement à cette question (19,64 %), la majorité choisissant le leurre D qui, bien qu'exact, ne constitue pas une explication de l'écart par rapport à la situation idéale. Nous admettons que le leurre B aurait pu être mieux formulé ainsi : « Les forces d'attraction augmentent le volume par rapport au cas idéal » – encore une fois, il ne s'agit pas de la bonne réponse.

Question 6

Nous admettons que le point D n'aurait pas dû se trouver aussi bas sur le diagramme. Seuls environ 29 % des candidats ont donné la bonne réponse, les autres se répartissant de façon homogène entre les leurres.

Question 10

Il aurait peut-être été plus clair de réorganiser chaque affirmation, de sorte que par exemple, A devienne : « Une lumière d'une certaine couleur est émise lorsque les électrons reviennent à des niveaux d'énergie inférieurs et la couleur complémentaire est observée. »

Question 11

Nous aurions pu rendre la question plus claire en demandant « Dans quelle espèce l'atome central viole-t-il la règle de l'octet ? » La règle de l'octet se trouve en section 4.3 du guide pédagogique. En général, on ne considère pas que l'hydrogène viole la règle de l'octet.

Question 13

Cette question est basée sur le programme, qui explique la nature des forces de van der Waals dans les directives et informations supplémentaires.

Question 14

Nous admettons que l'utilisation du mot « groupe » puisse être sujette à confusion, et que « paire » aurait été un meilleur terme.

Question 17

Nous admettons que la question aurait pu être mieux présentée, par exemple « Quelle équation représente l'enthalpie moyenne de liaison de la liaison Si–H dans SiH_4 ? »

Question 19

Il n'y a pas besoin d'indiquer que la « réaction » en question est spontanée ; nous nous attendons à ce que les candidats s'en aperçoivent. L'inclusion de $\Delta S_{\text{milieu extérieur}}$ est admissible, ΔG ne pouvant être expliqué sans comprendre ce facteur.

Question 25

Il s'agissait de l'évaluation directe du thème 17.1 du programme.

Question 31

Quasiment 65% des candidats ont obtenu la bonne réponse, le leurre le plus couramment choisi étant B.

Question 32

Nous attendons une connaissance élémentaire de l'électrolyse aqueuse. L'électrolyse de l'eau n'est pas un phénomène significatif en l'absence d'un acide. Si les candidats hésitaient à choisir la réponse D, ils auraient pu vérifier leurs connaissances avec la question 33, où il est indiqué un dépôt d'argent plutôt qu'un dégagement d'hydrogène.

Question 33

La réponse la plus populaire (mais fautive) était C (environ 50 % des candidats) et seuls 23 % ont donné la bonne réponse, qui était D. Les questions permettant de différencier les candidats obtenant comme notes finales 5, 6 et 7 sont nécessaires dans l'épreuve 1.

Question 35

Il est généralement admis que « base » se réfère à une base de Brønsted-Lowry, à moins qu'il ne soit précisé qu'il s'agit d'une base de *Lewis*. A constitue donc la meilleure réponse.

Question 38

Quasiment 68 % des candidats ont donné la bonne réponse.

Question 39

Le degré d'insaturation est très clairement expliqué en section 11.3 du programme. Comme il s'agit de l'un des nouveaux éléments du programme, il était probable qu'il soit évalué. Il n'est pas nécessaire de se souvenir d'une formule ; il suffit de dessiner un diagramme représentant tous les atomes et les liaisons. Il faut trouver le nombre d'atomes H à ajouter pour obtenir une molécule saturée et diviser ce nombre par 2.

Recommandations et conseils pour la préparation des futurs candidats

- Il convient de rappeler aux candidats qu'ils doivent choisir la meilleure réponse pour chaque question.
- Il convient de conseiller les candidats quant à l'approche aux questions à choix multiples et, à la fin, de vérifier qu'ils n'ont laissé aucune question sans réponse.
- Les candidats ne doivent pas prendre plus d'une minute environ pour chaque question lors d'un premier passage et ceux qui trouvent les questions mathématiques difficiles doivent y revenir plus tard dans le temps alloué.

Épreuve 1 – Niveau moyen

Seuils d'attribution des notes finales pour la composante

Note finale :	1	2	3	4	5	6	7
Gamme de notes :	0 – 7	8 – 11	12 – 15	16 – 18	19 – 20	21 – 23	24 – 30

Commentaires généraux

14 603 candidats ont passé l'épreuve. Cet examen comportait 30 questions à choix multiples portant sur le tronc commun des matières. Ces questions devaient être résolues sans l'aide d'une calculatrice ou du recueil de données. Une petite minorité de candidats n'a pas répondu à toutes les questions ; les réponses fausses n'entraînaient aucune pénalité.

291 enseignants ont fourni un retour, sur un total de 1 494 établissements. À l'exception des cas où la comparaison n'était pas applicable (11 %), le pourcentage de comparaison approximatif vis-à-vis de l'examen de l'année précédente était le suivant :

Bien plus facile	Un peu plus facile	De niveau comparable	Un peu plus difficile	Beaucoup plus difficile
1	11	53	21	3

En ce qui concerne le degré de difficulté, les réponses suivantes ont été recueillies :

	Trop facile	Niveau approprié	Trop difficile
Degré de difficulté / %	2	91	7

Adéquation des questions de l'épreuve en termes de clarté et de présentation (% approximatif) :

	Faible	Médiocre	Assez bonne	Bonne	Très bonne	Excellente
Clarté de la formulation	0	2	21	29	37	12
Présentation de l'épreuve	0	0	11	26	42	21

De façon générale, l'épreuve semble avoir été bien accueillie, bien que les commentaires ne soient pas unanimes. Par exemple, alors qu'un enseignant suggère qu'il y avait « trop de questions de maths », un autre se déclare « déçu par le manque de maths ».

Un certain nombre de commentaires concernaient la couverture du programme et l'absence de questions sur certains sujets. Les questions de l'épreuve 1 sont établies en fonction de proportions déterminées par la durée d'enseignement recommandée pour chaque sujet. Notre objectif est de balayer la totalité du cours sur les épreuves 1, 2 et 3 section A. Ainsi, si une partie du cours semble absente de l'épreuve 1, elle est probablement abordée ailleurs.

Bien qu'il ait été suggéré par certains enseignants que certaines questions abordaient des sujets hors du programme du niveau moyen, par exemple les sous-niveaux d'énergie, la résonance, les alcynes, ceci n'était pas le cas.

L'un des commentaires indiquait que certaines questions étaient difficiles pour les élèves de niveau moyen. Il convient de se rappeler que les élèves de niveau moyen et de niveau supérieur sont évalués sur le tronc commun selon les mêmes critères ; il est inévitable que de nombreuses questions soient communes aux deux épreuves. Le niveau supérieur présente un contenu plus volumineux, qui peut ou non être plus difficile. L'épreuve de niveau moyen doit contenir des questions qui distingueront les candidats obtenant la note finale 6 de ceux obtenant 7.

L'ordre des questions dans l'épreuve 1 suit l'ordre des sujets. Ainsi, il doit être conseillé aux candidats perturbés par les questions plus mathématiques susceptibles d'apparaître au début de l'épreuve de les laisser pour plus tard.

Dans la mesure où il s'agissait du premier examen portant sur le nouveau cours, quelques questions concernaient des sujets peu familiers. Ceci était prévisible.

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

L'indice de difficulté (le pourcentage de candidats qui ont donné la bonne réponse) variait entre 13,77 % et 90,56 %. L'indice de discrimination, une mesure qui permet de déterminer si la question a permis de bien départager les candidats en fonction de leurs aptitudes, variait entre 0,17 et 0,60.

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

Question 1

Nous sommes satisfaits de l'utilisation du terme « sublimation » pour la transition de (s) à (g) ; la transformation inverse est généralement appelée « sublimation inverse » ou « déposition ».

Question 3

La plupart des chimistes utilisent le terme « réactif limitant » lorsque l'autre réactif est en excès. Environ 63 % des candidats ont trouvé la réponse B, le reste étant équitablement réparti entre les trois leurres.

Question 4

Peu de candidats ont répondu correctement à cette question (13,77 %), la majorité choisissant le leurre D qui, bien qu'exact, ne constitue pas une explication de l'écart par rapport à la situation idéale. Nous admettons que le leurre B aurait pu être mieux formulé ainsi : « Les forces d'attraction augmentent le volume par rapport au cas idéal » – encore une fois, il ne s'agit pas de la bonne réponse.

Question 11

Bien qu'aucun des enseignants ne l'ait mentionné, nous avons décidé, lors des délibérations, d'accepter les réponses C et D, deux structures de Lewis pouvant être dessinées pour l'ion cyanure.

Question 12

Cette question est basée sur le programme, qui explique la nature des forces de van der Waals dans les directives et informations supplémentaires.

Question 13

Nous admettons qu'il aurait fallu donner les réponses avec un signe moins ou reformuler la question, « chaleur dégagée quand... ». Selon un commentaire, nous aurions dû inclure les unités avec chaque quantité. Nous essayons d'inclure les unités dans nos grilles de notation, mais leur inclusion dans une question est sujette à débat, dans la mesure où cela rendrait l'ensemble très maladroit. Les unités sont données dans le corps de la question. Les candidats auraient pu réécrire les réponses avec des unités si cela leur était plus aisé.

Question 14

Il s'agit d'un problème de loi de Hess, pas de cycle de Born-Haber. 60 % des candidats ont donné la bonne réponse.

Question 15

Nous admettons que la question aurait pu être mieux présentée, par exemple « Quelle équation représente l'enthalpie moyenne de liaison de la liaison Si-H dans SiH_4 ? »

Question 20

Nous attirons l'attention sur le programme, section 8.5, où il est indiqué que « La pluie est naturellement acide puisqu'elle contient du CO_2 dissous et parce que son pH est de 5,6. Le pH des dépôts acides est inférieur à 5,6. »

Question 22

Quasiment 53 % des candidats ont obtenu la bonne réponse, le leurre le plus couramment choisi étant B.

Question 23

Bien que le terme « formule générale » soit utilisé dans le guide, section 10.1, le mot « générale » aurait pu être omis sans perte de sens.

Question 24

Les alcynes sont décrits en section 10.1.

Question 25

Les candidats doivent s'attendre à ce que les acides, comme l'acide propanoïque, se présentent sous les formes $-\text{COOH}$ ou $-\text{CO}_2\text{H}$.

Question 27

Quasiment 64 % des candidats ont donné la bonne réponse.

Question 28

Cette question est conçue pour évaluer la section 11.2 –Les techniques graphiques. Nous aurions pu replacer le graphique dans un contexte chimique, mais cela l'aurait rendu plus complexe. La majorité a répondu B.

Question 30

Le degré d'insaturation est très clairement expliqué en section 11.3 du programme. Comme il s'agit de l'un des nouveaux éléments du programme, il était probable qu'il soit évalué. Il n'est pas nécessaire de se souvenir d'une formule ; il suffit de dessiner un diagramme représentant tous les atomes et les liaisons. Il faut trouver le nombre d'atomes H à ajouter pour obtenir une molécule saturée et diviser ce nombre par 2.

Recommandations et conseils pour la préparation des futurs candidats

- Il convient de rappeler aux candidats qu'ils doivent choisir la meilleure réponse pour chaque question.
- Il convient de conseiller les candidats quant à l'approche aux questions à choix multiples et, à la fin, de vérifier qu'ils n'ont laissé aucune question sans réponse.
- Les candidats ne doivent pas prendre plus d'une minute environ pour chaque question lors d'un premier passage et ceux qui trouvent les questions mathématiques difficiles doivent y revenir plus tard dans le temps alloué.

Épreuve 2 – Niveau supérieur

Seuils d'attribution des notes finales pour la composante

Note finale :	1	2	3	4	5	6	7
Gamme de notes :	0 – 15	16 – 31	32 – 40	41 – 50	51 – 61	62 – 71	72 – 95

Commentaires généraux

Cette épreuve était accessible et les notes s'étendent sur la totalité de la gamme. Les meilleurs candidats ont pu se démarquer et la note moyenne était dans les 46 sur 95. Il est inquiétant de constater que même après deux ans d'études, plus de 400 candidats ont obtenu moins de 10 points et plus de 150 ont obtenu moins de cinq points.

14 961 candidats ont passé l'épreuve. Pour la première fois, l'épreuve 2 ne contenait pas de choix permettant une approche « multi-sujet » des questions. L'absence de choix n'a semble-

t-il pas perturbé les candidats, la plupart ayant terminé l'épreuve, alors même qu'elle contenait cinq questions de plus que les années précédentes. Près de 93 % des candidats ont tenté de répondre à la question de la dernière partie, Q 5 (c).

327 enseignants ont fourni un retour, sur un total de 1 290 établissements. À l'exception des cas où la comparaison n'était pas applicable (11 %), le pourcentage de comparaison approximatif vis-à-vis de l'examen de l'année précédente était le suivant :

Bien plus facile	Un peu plus facile	De niveau comparable	Un peu plus difficile	Beaucoup plus difficile
1	9	48	27	5

En ce qui concerne le degré de difficulté, les réponses suivantes ont été recueillies :

	Trop facile	Niveau approprié	Trop difficile
Degré de difficulté / %	2	89	9

Adéquation des questions de l'épreuve en termes de clarté et de présentation (% approximatif) :

	Faible	Médiocre	Assez bonne	Bonne	Très bonne	Excellente
Clarté de la formulation	1	1	17	30	36	14
Présentation de l'épreuve	1	1	8	26	42	23

De façon générale, l'épreuve semble avoir été bien reçue, avec des commentaires tels que « bonne couverture du programme » et « bonne utilisation des mots-consignes ». Certaines personnes se sont inquiétées de la longueur de l'épreuve et de l'absence de choix. D'autres commentaires se plaignent de proportions trop importantes ou trop faibles d'un aspect spécifique du programme ou de questions correspondant aux objectifs d'évaluation 2 ou 3. Lors de la conception des épreuves, une grille de paramétrage complexe est utilisée pour garantir que la couverture du programme et les objectifs d'évaluation sont correctement traités. Notre objectif est de balayer la totalité du cours sur les épreuves numéro 1, 2 et 3 section A, et de faire correspondre le nombre de points alloués à chaque sujet au temps alloué recommandé dans le *Guide de chimie*.

Autres commentaires :

Nous ne demandons plus aux candidats d'écrire des définitions, mais nous attendons d'eux qu'ils soient capables de comprendre et de décrire certains termes, par exemple l'électronégativité.

Un enseignant s'est plaint d'une insistance trop prononcée sur le nouveau contenu du programme ; il ne nous semble pas que cela soit le cas, mais il était évident que les nouveaux aspects du cours seraient évalués.

Selon un autre, certaines parties auraient dû se voir attribuer plus de points. La question 3 (a) (iv), par exemple, ne donne qu'un seul point car nous avons considéré qu'il était inadéquat de donner un point pour « non », une réponse à une chance sur deux. Nous avons essayé d'éliminer des examens futurs les points pour des réponses à une chance sur deux .

Il faut avoir conscience que si une erreur est faite dans une partie précoce d'un calcul, l'erreur est reportée dans la suite. Il n'est donc pas justifié d'enlever des points dans les parties ultérieures de la question.

Nous avons fait référence dans de nombreuses questions au recueil de données, mais les candidats ne doivent pas présupposer que l'absence de référence rend le recueil de données inutile. Ils l'auraient par exemple trouvé utile dans la question 1 (a) (iv). Le recueil de données doit être le compagnon permanent du candidat pendant les deux années du cours.

Certaines questions sont communes avec l'épreuve du niveau moyen. Nous considérons en effet comme équivalents une note finale de 7 au niveau moyen et 7 au niveau supérieur. La différence réside uniquement dans le contenu du programme, qui peut présenter, en effet, des sujets difficiles.

Selon un commentaire, le « contexte gêne la compréhension de la chimie ». Idéalement, nous aurions tendance à donner *plus* de contexte pour les questions, mais nous souhaitons ménager ceux qui passent l'examen dans leur deuxième ou troisième langue. Nous avons donc réduit les questions à un volume minimal sans perte de clarté et sans risque d'introduire des ambiguïtés dans les traductions en français et/ou en espagnol.

Il n'existe aucune longueur déterminée pour les questions des nouvelles épreuves. Les questions sont rédigées de façon logique et les candidats doivent rythmer leur exercice en fonction du nombre de points (à peine plus d'une minute par point) plutôt qu'en fonction du nombre de questions.

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

- Réponse à des questions ouvertes sur la nature de la science
- Réaction de l'oxyde de phosphore (V) avec l'eau
- Méthodes pré-combustion et post-combustion de minimisation des niveaux de SO₂
- Réduction du nitrobenzène en phénylamine
- Nomenclature de l'éthane-1,2-diol

- Charge positive des fragments dans un spectromètre de masse
- Analyse des structures de résonance
- Variation de l'enthalpie molaire des solutions
- Signaux multiples dans les spectres de RMN ^1H
- Mécanisme de nitration du benzène, y compris tracé de flèches ondulées avec des points de départ et d'arrivée exacts
- Conversions d'unités (erreurs de puissance de 10)
- Principe de Le Chatelier (pour expliquer pourquoi le chlorure d'étain(II) se dissout dans l'acide chlorhydrique dilué)
- Classification des amines

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

- Structure de Lewis (électronique) de la phosphine
- Déduction de la constante d'équilibre
- Distinction entre alcanes et alcènes à l'aide d'eau de brome
- Identification d'une liaison produisant un pic spécifique dans un spectre IR
- Schéma d'un profil d'enthalpie pour une réaction avec et sans catalyseur
- Dessin d'une courbe de distribution énergétique de Maxwell-Boltzmann à une température plus élevée
- Description d'une liaison entre un ligand et un ion de métal de transition
- Calcul de routine de la quantité d'une substance à partir de sa masse et de sa formule
- Calcul de formules empiriques et moléculaires
- Utilisation de ΔG pour prédire la spontanéité

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

Question	Commentaire
1 a (i)	Généralement correcte, mais les candidats doivent tracer leurs diagrammes avec soin de sorte que les électrons ne puissent pas être confondus avec de simples marques sur le papier. L'appariement d'électrons s'est avéré insuffisant dans certains cas.
1 a (ii)	Un grand nombre de réponses correctes, mais sp^2 était une erreur courante.
1 a (iii)	De nombreux élèves ont répondu correctement à la question, mais certains ont parlé de donner <i>un</i> électron ou <i>des</i> électrons, réponse qui n'a pas reçu de points.
1 a (iv)	De nombreux élèves ont décrit la polarité de la molécule, et non de la liaison ; les candidats doivent lire la question avec attention.

1 a (v)	Les réponses prouvent que certains candidats considèrent que les liaisons covalentes pourraient se briser. De nombreux élèves ont oublié d'expliquer que la liaison hydrogène est plus forte que les forces de London.
1 a (vi)	Nombreuses réponses correctes.
1 b (i)	Nous nous attendions à ce que cette question soit simple, mais certains candidats ont lutté avec la nomenclature, confondant « molécule » et « atome ».
1 b (ii)	La notation de cette question était particulièrement généreuse, mais à l'avenir, les candidats doivent connaître la différence entre <i>amphiprotique</i> et <i>amphotère</i> . L'erreur la plus courante était de confondre le terme avec <i>diprotique</i> . Les formules semblent avoir posé des problèmes inattendus, même lorsque le premier point a été acquis.
1 b (iii)	Pour ceux qui ont compris le principe, « 0 » pour P ₄ ne posait peu de problèmes. Nous avons strictement exigé « +1 » pour H ₂ PO ₂ ⁻ plutôt que « 1 » ou « 1+ ».
1 b (iv)	Souvent, les candidats ne font pas le lien entre les définitions précédentes et le système considéré (certains ont été perturbés par le passage de P ₄ en PH ₃), et nombreux sont ceux à avoir perdu un point par inattention en n'indiquant pas que la définition actuelle constitue une <i>augmentation</i> du nombre d'oxydation.
1 c (i)	Nombreuses réponses correctes ; certains ont indiqué 0,08, en oubliant de prendre en compte P ₄ .
1 c (ii)	La plupart des élèves se sont révélés capables d'obtenir ce point.
1 c (iii)	Cette question a généralement été bien traitée, et certains ont obtenu des points suite à la propagation d'erreur depuis (ii), ce qui illustre l'importance de démontrer son raisonnement.
1 c (iv)	Les réponses étaient très variables ; si le calcul à partir de $pV = nRT$ était effectué, la température choisie était souvent de 298 K plutôt que de 273 K.
1 d (i)	Moins de la moitié des candidats ont obtenu ce point. La plupart n'ont pas regardé les unités et ont indiqué 3,75 K ; l'autre erreur courante était de donner -3750 K, ce qui démontre une incompréhension de l'échelle de Kelvin. Avec le recul, 3750 K était probablement un nombre inhabituellement grand pour cette réponse.

1 d (ii)	Il s'agissait d'un calcul simple, et l'erreur probable était d'arrondir par excès pour obtenir PO ₃ . Les autres erreurs semblaient dues à de l'inattention.
1 d (iii)	Certaines des réponses acceptées présentaient le bon « processus » à partir d'une réponse incorrecte à (ii).
1 d (iv)	De nombreux candidats ont répondu de façon incorrecte, suggérant au titre de produits l'oxygène ou l'hydrogène.
1 d (v)	Les candidats ont trouvé cette question difficile, nombre d'entre eux suggérant que les acides sont faibles. Cette question fut la moins bien réussie de l'épreuve.
1 d (vi)	Nombreuses réponses incorrectes, de nombreux candidats ne comprenant pas l'importance d'empêcher la production de SO ₂ (pré-combustion) et l'élimination de SO ₂ (post-combustion).
2 a (i)	En général, les candidats ont bien répondu à cette question. L'une des erreurs d'inattention courante était de ne pas voir le « 2 » dans les formules.
2 a (ii)	L'équation $\Delta G^{\circ} = -RT \ln K$ indiquée dans le recueil de données est dérivée de $\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln Q$. À l'équilibre, $Q = K$ et $\Delta G = 0$, ainsi $\Delta G^{\circ} = -RT \ln K$. La constante d'équilibre K est donnée ici à 600 °C ($T = 273 + 600$ K), ainsi $\Delta G^{\circ} = -RT \ln K = +11,7$ kJ et cette valeur de ΔG° peut être utilisée dans la partie (iv) à 298 K (CNTP). De nombreux candidats ont réalisé les calculs correctement, mais ont perdu le dernier point en ne donnant pas la réponse à trois chiffres significatifs.
2 a (iii)	Réponses dans l'ensemble correctes, mais certains candidats perdent un point en transcrivant de façon inexplicite $-220,1$ kJ mol ⁻¹ en -220 kJ mol ⁻¹ .
2 a (iv)	Dans cette partie, la clé du succès était de faire particulièrement attention aux unités. La réponse était souvent laissée en kJ K ⁻¹ , alors que la question demandait des J K ⁻¹ .
2 b (i)	« Secondaire » était une mauvaise réponse courante.
2 b (ii)	Cette question s'est avérée difficile pour les candidats, et de nombreuses réponses incorrectes incluent l'acide sulfurique et/ou l'étain <i>en tant que catalyseur</i> .

2 b (iii)	Peu de bonnes réponses à cette question ; certains candidats ont proposé NO_3^- .
2 b (iv)	Les candidats ont répondu soit très bien, soit très mal à cette question. Il y a peu de mécanismes à apprendre dans ce cours.
2 c (i)	Le niveau de nomenclature était décevant, de nombreux candidats oubliant « di ». De façon générale, les candidats ont reconnu la classe comme étant celle des alcools.
2 c (ii)	La moitié des candidats environ se révélait capable de justifier leur réponse de façon satisfaisante.
2 c (iii)	Il fut décevant de voir autant de candidats (bien plus de la moitié) oublier la charge « + ». Il doit s'agir de l'une des erreurs les plus courantes signalées dans chaque rapport pédagogique.
2 c (iv)	À l'inverse, une large majorité de candidats a bien répondu à cette question. Il aurait été préférable que les candidats représentent la liaison sous forme de O–H (plutôt que de –OH), pour plus de clarté pour l'examineur.
2 d	Beaucoup de candidats étaient bien préparés à ce type de question, un certain nombre d'entre eux gagnant la totalité des points. D'autres ne savaient pas se sortir d'un calcul de type $\text{p}K_b$. Des points de propagation d'erreur ont pu être donnés si l'examineur était capable de suivre le raisonnement. De nombreux candidats n'ont gagné qu'un seul point du fait de la soustraction d'une valeur incorrecte de pOH à 14 pour obtenir la valeur de pH . D'autres ont pu gagner un point en convertissant le $\text{p}K_b$ en K_b .
3 a (i)	Ces réponses ont donné lieu à de nombreuses erreurs d'inattention.
3 a (ii)	De nombreux candidats ont inclus $[\text{N}_2\text{O}_2]$ dans l'expression, sans se rendre compte qu'en tant qu'intermédiaire, il doit être remplacé par $[\text{NO}]^2$. D'autres ont donné une expression de type K_c .
3 a (iii)	Il serait bon que les candidats indiquent clairement que les concentrations sont modifiées les unes après les autres. En dépit de cela, ils ont démontré une bonne compréhension générale de l'effet de la variation de concentration sur la vitesse.
3 a (iv)	Cette question était difficile pour les candidats les moins préparés ; la réponse « non » devait s'accompagner d'une justification. Aucun point n'était accordé pour la réponse « non » seule.

3 a (v)	Les réponses étaient en général très imprécises, certains suggérant de suivre la réaction en prenant des mesures à différents moments.
3 b (i)	De nombreux diagrammes étaient mal dessinés et beaucoup de candidats ont perdu des points à cause de leur imprécision. Bon nombre de candidats ont indiqué que ΔH incluait E_a . Les élèves doivent dessiner ces diagrammes avec soin.
3 b (ii)	Ce point fut généralement acquis, même avec un diagramme mal dessiné.
3 b (iii)	La grille de notation (pour un point) était relativement généreuse, mais les candidats gagneraient à s'entraîner à tracer des courbes donnant l'impression d'aires équivalentes sous la courbe.
3 b (iv)	Il s'agit d'une question très classique, il était donc décevant de voir aussi peu d'élèves obtenir la totalité des points. « Plus d'énergie cinétique » était souvent ce qui était proposé pour le premier point, et le point pour une « fréquence de collisions plus importante » était plus souvent obtenu que celui pour les réponses liées à l'énergie d'activation. Un nombre relativement important d'élèves étaient d'avis que la valeur de l'énergie d'activation est modifiée.
3 c (i)	Les candidats ont exprimé leur réponse de façons très diverses, peu comprenant la délocalisation des électrons des liaisons pi.
3 c (ii)	De nombreux candidats ont obtenu un point pour la <i>délocalisation</i> s'il n'avait pas été gagné en (i).
4 a (i)	Pour obtenir le point, les candidats devaient indiquer que les ions avaient à la fois la même charge (si l'élève indiquait explicitement Sn^{2+} et Sr^{2+} dans sa réponse, cette dernière était acceptée) et le même rayon.
4 a (ii)	La valeur -1587 était couramment utilisée (enthalpie d'hydratation de Sn^{2+}) et les candidats ont souvent oublié de multiplier l'enthalpie d'hydratation de Cl^- par 2.
4 a (iii)	Très peu de candidats semblent comprendre la variation de position de l'équilibre provoquée par une augmentation de la concentration en ions hydrogène. Nombreux sont ceux qui semblent penser que la question concernait l'acide chlorhydrique <i>dilué</i> plutôt que <i>concentré</i> .
4 b (i)	Toutes les erreurs possibles ont été commises lors du calcul de E^\ominus . Dans le calcul de ΔG , $n = 2$ et $n = 1$ ont toutes deux été acceptées, dans la mesure où aucune équation globale n'avait été donnée.

4 b (ii)	Globalement de bonnes réponses, même si de nombreux points ont été gagnés suite à propagation d'erreur depuis (i).
4 c	La configuration électronique avec $3d^5$ constituait une erreur courante. De vagues définitions du terme métal de transition ont été fournies, suggérant des états d'oxydation différents ou des composés colorés plutôt qu'une sous-couche d partiellement remplie. « Orbitales d incomplètes » n'est pas une définition suffisamment précise.
4 d (i)	Environ la moitié des candidats ont donné la bonne réponse. « Jouent le rôle de ligands » n'est pas accepté, dans la mesure où il ne s'agit pas de la description d'une liaison.
4 d (ii)	Les élèves n'ont pas écrit assez clairement que la modification de l'intervalle d'énergie se situait entre les orbitales d. De nombreux candidats ont bien répondu à cette question, malgré les inévitables confusions entre fréquence et longueur d'onde.
4 e (i)	Environ la moitié des candidats ont obtenu ce point. De nouveaux candidats ont oublié le principal nombre quantique.
4 e (ii)	De nombreuses questions étaient confuses, nombre de candidats suggérant une charge nucléaire plus importante.
4 e (iii)	Cette partie était mieux traitée, mais de nombreux candidats étaient incapables de pointer les deux sous-couches à partir desquels les électrons étaient pris. Nombreuses réponses correctes à propos du blindage.
4 e (iv)	La plupart des candidats ont donné la bonne réponse.
5 a (i)	La majorité des candidats a donné la réponse « isomères », mais « allotropes » était également une réponse populaire.
5 a (ii)	Des exemples de tests non chimiques ont été donnés, généralement un type de spectroscopie. Si le candidat répondait par eau de brome, le deuxième point n'était pas accordé s'il indiquait que la solution devenait transparente.
5 b	Globalement de bonnes réponses, mais certains candidats ont indiqué $1700 - 1750 \text{ cm}^{-1}$, peut-être suite à une mauvaise lecture de la section 26.
5 c	Environ un tiers des candidats a bien répondu à cette question, beaucoup donnant $1,3 - 1,4$ au lieu de $4,5 - 6,0$. De nombreux candidats se sont heurtés à la division du signal.

Recommandations et conseils pour la préparation des 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 mots-consignes, nous conseillons aux candidats de garder à l'esprit les points suivants.

- N'écrivez que dans la case. Les examinateurs ne peuvent pas voir la totalité de ce qui est écrit à l'extérieur de la case. Il existe donc un risque de perdre des points. Si vous avez besoin de plus d'espace, écrivez sur une feuille supplémentaire et indiquez « voir feuille supplémentaire » dans la case de réponse.
- Écrivez lisiblement. Si l'examineur ne peut pas lire votre réponse alors qu'elle est correcte, vous n'obtiendrez pas de point. Dessinez les diagrammes avec soin. Si votre premier diagramme est peu lisible, dessinez-en un nouveau sur une page jointe. Les diagrammes corrigés sont difficiles à scanner correctement.
- Ne recopiez pas la question. Cela gâche de l'espace dans la case de réponse, et vous fait perdre du temps.
- Veillez à vous ménager suffisamment de temps pour les points ultérieurs. Souvenez-vous que les questions (1, 2, 3 etc.) sont rarement de longueur identique.
- Lisez attentivement la question pour vous assurer que vous répondez bien à ce qui est demandé, et pas à ce que vous souhaiteriez vous voir demander.
- Familiarisez-vous avec le recueil de données bien en avance de l'examen. On vous demandera systématiquement de l'utiliser, et le temps que vous gagnez ici peut être utilisé pour répondre aux questions.
- Dessinez avec le plus grand soin les structures de Lewis. Ne laissez pas de points ou de marques ambigus pouvant être confondus avec des électrons. N'oubliez pas d'inclure toutes les paires non liantes.
- Vérifiez le nombre de points disponibles, et essayez de donner le même nombre de points dans votre réponse.
- Écrivez les calculs proprement et de façon logique. Si des points de raisonnement sont prévus, l'examineur doit être capable de lire et de comprendre ce que vous faites.
- Poursuivez vos calculs même si vous propagez une erreur, de sorte à obtenir des points de méthode lors d'une partie ultérieure de la question. Indiquez toutes les étapes du calcul.
- Faites attention aux unités et aux chiffres significatifs.
- Si vous devez faire une comparaison ou prédire une différence, vous devez mentionner les deux composés.
- Apprenez les formes des orbitales s et p.

Épreuve 2 – Niveau moyen

Seuils d'attribution des notes finales pour la composante

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

Gamme de notes :	0 – 7	8 – 14	15 – 21	22 – 27	28 – 32	33 – 38	39 – 50
-------------------------	-------	--------	---------	---------	---------	---------	---------

Commentaires généraux

L'épreuve semblait relativement accessible, dans la mesure où elle évaluait des concepts de base, parfois dans des situations inédites. La proportion de questions simples était cependant relativement élevée, ce qui permettait aux candidats même faibles d'accumuler des totaux respectables.

Un nombre significatif de copies était excellent, les candidats démontrant une connaissance approfondie du sujet. Cependant, un nombre encore très important de copies semble indiquer que les élèves concernés ne sont pas parvenus à maîtriser les concepts chimiques les plus élémentaires. Il semble incompréhensible qu'après un cours de 150 heures, des candidats puissent obtenir moins de 5 sur 50.

Les éléments introduits dans le nouveau programme, comme la « nature de la science », les sujets environnementaux et les méthodes physiques de détermination de structures organiques, sont ceux qui ont semblé les plus difficiles à appréhender. Les enseignants doivent comprendre que le contenu relatif à la nature de la science constitue à présent une partie obligatoire des épreuves d'examen, et que les questions de l'examen sont uniquement déterminées par rapport au guide pédagogique actuel, sans prendre en compte la façon dont le contenu est couvert dans les manuels de chimie.

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

- Conversion des unités (g en kg, J en kJ, m³ en cm³ etc.)
- Capacité à écrire des structures correctes pour les bases et les acides conjugués d'une espèce
- Calcul de l'état d'oxydation d'un élément dans un ion polyatomique
- Réponse à des questions ouvertes sur la « nature de la science »
- Calcul de la quantité de réactif en excès dans une réaction
- Calculs calorimétriques non standards
- Écriture d'équations pour la réaction d'oxydes acides avec l'eau et prédiction des propriétés de la solution
- Produits de réactions de polymérisation par addition
- Effets des isotopes sur les spectres de masse
- Diagrammes électroniques orbitales et formes des orbitales atomiques

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

- Tracés de structures de Lewis de base
- Formes de molécules simples
- Allotropes du carbone
- Calcul de la quantité d'une substance à partir de sa masse et de sa formule

- Déduction du réactif limitant
- Calcul de formules empiriques et moléculaires
- Expressions des constantes d'équilibre
- Diagrammes de niveau d'énergie
- Courbes de distribution de Maxwell-Boltzmann (bien qu'une précision plus importante soit souhaitable)
- Équations de combustion complète d'hydrocarbures
- Déduction de l'isomérisation des molécules
- Test de l'eau de brome pour les insaturations
- Composition des noyaux atomiques

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

Question 1

a (i) La plupart des candidats ont dessiné avec précision la structure de Lewis requise, bien que de façon prévisible, une poignée d'entre eux (< 20 % ?) ait oublié la paire non liante.

a (ii) De nombreux candidats ont pris en compte la polarité de la molécule de PH_3 , et non de la liaison P-H, tandis que d'autres ont supposé que le phosphore était plus électronégatif que l'hydrogène, au lieu de vérifier le recueil de données.

a (iii) La plupart des candidats ont su expliquer pourquoi la phosphine n'était pas plane, bien que la majorité ait acquis les points grâce aux réponses secondaires, relativement moins fondamentales, de la grille de notation.

a (iv) Les candidats ont souvent obtenu la totalité des points pour l'explication de la différence de points d'ébullition, dans la mesure où ceci pouvait être obtenu de diverses façons. Une inquiétante minorité de candidats semblait cependant affirmer ou sous-entendre que la liaison covalente N-H de l'ammoniac était la liaison hydrogène et/ou que l'ébullition implique de briser les liaisons covalentes au sein d'une molécule.

b (i) La plupart des candidats connaissaient deux des allotropes du carbone, bien que quelques-uns aient exploré d'autres éléments.

b (ii) La différence entre P_4 et 4 P semblait généralement comprise, bien que les candidats aient souvent rencontré des difficultés à formuler cette idée. Il est inquiétant de constater que certains candidats utilisent indifféremment les termes « élément », « atome », « composé » et « molécule » !

b (iii) La plupart des candidats connaissaient la définition d'*amphiprotique*, même si certaines définitions se référaient plutôt à *amphotère*, mais la majorité a rencontré des difficultés pour ce qui est de la déduction des formules des acides et bases conjugués.

b (iv) La plupart des élèves savaient que l'état d'oxydation d'un élément est toujours de zéro, mais le calcul de l'état d'oxydation de H_2PO_2^- s'est révélé beaucoup plus difficile.

b (v) Pour un nombre significatif de candidats, cette question semble être la première à intégrer un contexte de nature de la science, et de façon prévisible, la plupart n'ont pas su comment explorer le problème. Les questions de ce type seront dorénavant obligatoires. De nombreux élèves semblent être au courant des définitions antérieures, en particulier en ce qui concerne le gain ou la perte d'électrons, mais seule une poignée a été capable d'analyser correctement la transition en question en se référant à ces définitions.

c (i) La plupart des élèves ont correctement exécuté ce calcul simple de nombre de moles, bien qu'une poignée ait utilisé la masse atomique, et non moléculaire, et qu'un certain nombre d'erreurs de puissance de 10 ait été constaté.

c (ii) Il est encourageant de constater le nombre de candidats ayant correctement déduit le réactif limitant en le justifiant par le calcul adéquat.

c (iii) Le calcul de la quantité de réactif en excès s'est révélé plus difficile. Les erreurs courantes incluaient une sélection erronée de la quantité initiale de substance et l'incapacité à appliquer le rapport molaire issu de l'équation.

c (iv) Ce calcul de routine du volume de gaz produit s'est révélé beaucoup plus difficile que prévu. Les candidats ont souvent utilisé 298 K, soit la température thermochimique standard, plutôt que 273 K, qui est la température des CNTP. Même lorsque les candidats parviennent à calculer le bon volume, ils perdent le point en ne l'indiquant pas dans les unités demandées (cm^3).

Question 2

a (i) Un nombre surprenant de candidats s'est heurté à ce calcul calorimétrique de routine. Les problèmes sont souvent dus à une confusion entre J et kJ, et alors que la question précise que l'air est chauffé, de nombreux candidats ont donné des valeurs négatives à ΔT !

a (ii) Un nombre encourageant de candidats a calculé correctement la formule empirique, bien que certains aient multiplié plutôt que divisé par la masse atomique. Une autre erreur courante était de trop arrondir les quantités et de déduire une formule empirique de PO_3 .

a (iii) La relation entre la formule empirique et la formule moléculaire semblait bien comprise, même par les candidats ayant fourni une mauvaise réponse à a (ii).

B (i) Très peu d'élèves semblent capables d'écrire une équation correcte pour la réaction de l'oxyde de phosphore(V) avec l'eau.

b (ii) Déduire l'effet de la dissolution de l'oxyde sur le pH et la conductivité de l'eau s'est avéré beaucoup plus difficile que prévu. Moins de la moitié des élèves ont donné la bonne réponse. Nous nous attendions à ce que certains fassent l'erreur de penser que les acides augmentent le pH, mais de nombreux candidats semblaient réellement convaincus que l'oxyde de phosphore(V) était basique.

b (iii) La raison pour laquelle les oxydes de phosphore n'entraînent pas de problème pour l'environnement, question écologique relativement ouverte dont l'objectif réel était de demander pourquoi ceux de soufre et d'azote posent problème, n'a pas été correctement donnée, bien

qu'un large éventail d'explications ait été accepté. De nombreux candidats pensaient à tort que l'acide phosphorique(V) est un acide faible.

b (iv) La faible réussite sur cette question semble indiquer que de nombreux élèves sont peu au courant des techniques spécifiques employées à l'heure actuelle pour réduire la quantité de dioxyde de soufre produit par la combustion des combustibles fossiles.

Question 3

a (i) La quasi-totalité des élèves était capable de formuler l'expression de la constante d'équilibre requise.

a (ii) Il était encourageant de constater que de nombreux élèves savaient que la valeur de K_c est indépendante de la pression, bien qu'une proportion significative de candidats ait interprété la question comme si elle concernait le déplacement de l'équilibre.

b (i) La plupart des élèves étaient capables de dessiner de façon exacte le diagramme de niveau d'énergie demandé.

b (ii) La quasi-totalité des candidats ayant fourni le bon diagramme dans la partie précédente a correctement ajouté le profil de la même réaction en présence d'un catalyseur.

b (iii) Réponses décevantes par rapport aux parties précédentes, mais là encore, la majorité des élèves s'est révélée capable d'ajouter la courbe de Maxwell-Boltzmann pour une température plus élevée. Cependant, nombre de ces courbes se sont révélées peu précises, et une grille de notation moins permissive aurait réduit significativement les points obtenus.

b (iv) Il semble que la plupart des candidats sont conscients des raisons pour lesquelles les réactions sont plus rapides à température plus élevée, mais de nombreux élèves ont échoué à identifier les deux facteurs requis, et un certain nombre a perdu des points par manque de précision dans l'expression.

Question 4

a (i) Très peu de candidats ont donné le nom correct du « méthylpropène », bien que la plupart aient obtenu le point grâce à des réponses acceptées même si elles contenaient des nombres redondants.

a (ii) Très peu de candidats se sont avérés capables de prédire correctement le produit de la polymérisation par addition.

a (iii) La plupart des candidats se sont révélés capables d'écrire la bonne équation pour la combustion du méthylpropène.

b (i) La majorité des candidats a correctement identifié les deux composés comme isomères.

b (ii) L'utilisation de brome, ou d'eau de brome, pour identifier les liaisons multiples carbone-carbone, et le changement de couleur résultant, était bien connue de façon générale. Une

poignée de candidats, bien que nettement moins que par le passé, a affirmé que le composé rendait le réactif « transparent », bien qu'il soit initialement « orange transparent ».

b (iii) De nombreux élèves ont prédit les bonnes différences entre les spectres IR et RMN des deux molécules, bien que certains aient perdu un point pour n'avoir pas mentionné les deux composés. Le spectre de RMN ^1H s'est avéré plus difficile que le spectre IR. Les candidats ont en effet eu du mal à corréliser les données du recueil de données aux trois environnements distincts pour l'hydrogène. La façon imprécise quoiqu'acceptée avec laquelle les candidats ont donné leurs réponses donnait l'impression que beaucoup n'avaient jamais vu de vrai spectre IR ou RMN.

c (i) Très peu de candidats ont réalisé que la substitution de l'isotope augmenterait la masse d'ions contenant l'atome ^{13}C , par exemple l'ion moléculaire, d'une unité.

c (ii) La plupart des candidats ont correctement identifié la structure du noyau de ^{13}C , mais le diagramme électronique s'est révélé plus exigeant, de nombreux candidats ayant représenté un état excité avec quatre électrons non appariés.

d Il est surprenant de constater le nombre de candidats incapables de représenter correctement la forme des orbitales atomiques de base.

Recommandations et conseils pour la préparation des futurs candidats

- Formez les candidats à la lecture attentive de la question, pour comprendre ce qui est exactement demandé, le mot-consigne utilisé et ses implications, en prenant en compte le nombre de points disponibles, ainsi que des indications sur les unités ou la précision de la réponse. Lors de toute comparaison, il convient de faire référence aux deux termes comparés. Si une question concerne une substance ou une réaction particulière, la réponse doit spécifiquement s'y référer.
- Entraînez les élèves à répondre aux questions fréquemment posées de sorte à éviter les erreurs, en particulier en ce qui concerne l'utilisation précise du langage scientifique, ce qui s'est précédemment révélé problématique.
- Vérifiez que les candidats connaissent la définition de termes tels que « élément », « atome », « composé » et « molécule » et utilisez-les de façon précise.
- Préparez les élèves aux questions plus ouvertes sur la nature de la science.
- Mettez en œuvre divers calculs stœchiométriques et thermochimiques plus exigeants et inhabituels.
- Entraînez les élèves à répondre à des questions concernant la nature des oxydes.
- Faites-leur appliquer leur connaissance du processus de polymérisation à de nouveaux exemples.

Épreuve 3 – Niveau supérieur

Seuils d'attribution des notes finales pour la composante

Note finale :	1	2	3	4	5	6	7
Gamme de notes :	0 – 7	8 – 14	15 – 19	20 – 24	25 – 28	29 – 33	34 – 45

Commentaires généraux

De manière globale, cette première épreuve d'examen du nouveau programme de chimie semble avoir été bien reçue. D'après les 558 formulaires G2 reçus, une proportion importante d'enseignants considère que l'épreuve est d'un niveau de difficulté adapté (79,5 %), et l'avis général est que l'épreuve est équitable, accessible et raisonnablement équilibrée. 19,96 % trouvent l'épreuve trop difficile. Par rapport aux épreuves de l'an dernier, 36,51 % ont estimé que l'épreuve était d'un niveau similaire, 30,4 % l'ont trouvée un peu plus difficile, et 14,39 % beaucoup plus difficile. La clarté de formulation de l'épreuve a été jugée correcte par 20,07 %, bonne par 34,54 %, très bonne par 27,67 % et excellente par 7,23 % des enseignants. La présentation de l'épreuve a été jugée correcte par 15,51 %, bonne par 33,39 %, très bonne par 25,7 % et excellente par 13,87% des enseignants.

Les candidats ont obtenu de bons résultats à la question 1 de la section A, mais ont éprouvé des difficultés avec la question 2 de la même section, située dans un contexte expérimental. Les questions des deux sections de l'épreuve contenaient de quoi intéresser tous les types de candidats, mais dans l'échelon supérieur, voire chez les tout meilleurs candidats, des points ont été perdus du fait des éléments supplémentaires intégrés au nouveau cours, par exemple les questions de type nature de la science, les nouveaux sous-sujets et la plus grande insistance sur les sujets du tronc commun dans l'épreuve 3. Les candidats semblent avoir obtenu de meilleurs résultats pour les options, principalement du fait qu'une seule option devait obligatoirement être étudiée. L'option A s'est révélée plus difficile, et l'option B peut-être plus simple que les options C et D au cours de cette session. Cette remarque s'est retrouvée dans les commentaires de certains enseignants.

D'après les commentaires G2 reçus, la réaction à l'épreuve était favorable, ce qui indique que candidats comme enseignants semblent raisonnablement satisfaits de cette épreuve. Cependant, certains points d'inquiétude largement exprimés demeurent. En particulier, les enseignants ont remis en cause l'inclusion d'une question expérimentale sur la préparation d'une solution, nombre d'entre eux ayant le sentiment qu'il ne s'agissait pas de l'une des expériences obligatoires. La question 2 (c) a également fait l'objet d'un débat vigoureux. Nombreux sont ceux qui ont affirmé ne pas connaître la réponse précise à la question. La question sur les avantages et inconvénients des plastiques biodégradables a été signalée comme se trouvant à la limite du programme. Beaucoup de ces points sont abordés dans le rapport ci-après sur les options. Les autres commentaires incluaient la précision des détails demandés pour l'option A, le sentiment étant que des sujets plus thématiques et transversaux

auraient pu être inclus dans cette option, et également que de nombreux candidats de biologie de niveau supérieur auraient été capables de répondre à une proportion importante de l'option B. Le nom des sections fut également fortement critiqué, par exemple pourquoi ne pas avoir appelé les sections 1 et 2 au lieu de section A et option A. Certains candidats (1 %) n'ont pas du tout abordé la section A.

Pour de nombreux candidats, la lecture erronée de certaines questions semble constituer un problème pour cette épreuve en particulier, et les enseignants doivent insister en classe sur une meilleure compréhension des mots-consignes. De plus, les candidats doivent être préparés à l'intégration des principes chimiques du tronc commun dans les sujets couverts par les options. Il s'agit d'un aspect fortement mis en avant dans le nouveau cours.

L'option la plus populaire était D, suivie de B et de C. L'option la moins populaire était l'option A. Les résultats obtenus pour chacune des options sont détaillés ci-après.

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

- De nombreux candidats ont éprouvé des difficultés importantes pour les questions basées sur un contexte expérimental, ce qui s'avère une réelle surprise pour le niveau supérieur et suggère fortement qu'une grande partie n'a pas été exposée à un programme exhaustif de travaux en laboratoire, ce qui constitue un aspect essentiel du nouveau cours. Ceci était particulièrement évident pour la question 2 de la section A. Même la description de la préparation d'une solution en 2 (a) s'est avérée au-delà des capacités d'un nombre significatif de candidats. De nombreux candidats n'ont pas réussi ne serait-ce qu'à comprendre la nature d'une part importante des questions basées sur des travaux de laboratoire dans la question 2, et il semble qu'une proportion importante de candidats n'ait pas été soumise au cours du programme à des questions de nature expérimentale typiques.
- Beaucoup des candidats les moins bons, voire certains des meilleurs candidats, ont également éprouvé des difficultés avec les questions de type nature de la science, qui est, faut-il le rappeler, une caractéristique essentielle du nouveau programme.
- L'un des aspects de la nouvelle épreuve 3 est l'intégration de concepts du tronc commun à un contexte d'application. De nombreux candidats se débattent encore avec des concepts fondamentaux issus du tronc commun lors de cette épreuve, en particulier la polarité moléculaire, l'isomérisation optique, l'intégration relative (dans un spectre de RMN 1H), etc.
- Les candidats éprouvent souvent des difficultés à comprendre les divers mots-consignes des questions. En particulier, les questions impliquant la comparaison et la mise en opposition, ou la description des avantages et des désavantages, se sont avérées particulièrement difficiles.
- Dans l'option A – Les matériaux, les sujets suivants ont fait l'objet d'une faible compréhension : origine de la résistance électrique dans les conducteurs métalliques, théorie de Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS), explication du rôle des zéolithes comme catalyseurs sélectifs et différences entre les structures des céramiques et des métaux.
- Dans l'option B – La biochimie, les élèves ont éprouvé des difficultés sur les questions relatives à la représentation des énantiomères de la sérine, aux plastiques

biodégradables et à la saturation en oxygène de l'hémoglobine et de l'hémoglobine fœtale.

- Dans l'option C – L'énergie, les sous-sujets suivants se sont révélés difficiles : la formation de méthane à partir de charbon et de vapeur, l'effet du dioxyde de carbone sur le pH de l'eau des océans, la pile à combustible à membrane d'échange de protons et les CSSC.
- Dans l'option D – La chimie médicinale, les déchets médicaux radioactifs (types et méthodes d'élimination) constituaient le sous-sujet le plus problématique.

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

- De nombreux candidats ont obtenu de bons résultats pour la question 1, basée sur les données de potentiel de réchauffement global en section A.
- Les candidats ont réussi à résoudre avec une grande facilité la majorité des questions simples à base numérique de l'épreuve.
- Dans l'option A, les propriétés magnétiques étaient bien comprises et les candidats ont souvent expliqué le paramagnétisme et le diamagnétisme à l'aide de diagrammes orbitaux, ce qui démontrait une solide compréhension des concepts du tronc commun. Le problème de l'électrolyse sur alumine fondue a donné lieu à de très bonnes réponses, de même que la question du produit de solubilité. Les candidats étaient très bien préparés aux problèmes numériques de l'option A.
- Dans l'option B, les candidats ont démontré de bonnes performances sur la globalité de l'épreuve, avec une bonne compréhension des acides aminés, de l'électrophorèse, des réactions enzymatiques, du graphique de Michaelis-Menten et des calculs liés aux tampons. La plupart des candidats ont également très bien répondu à la question sur R_f liée à la chromatographie.
- Dans l'option C, toute question impliquant un calcul simple a été très bien traitée. En particulier, les concepts liés à la fission et à la fusion ont fait l'objet de très bonnes réponses, et la plupart des candidats connaissaient la différence entre le dopage de type n et le dopage de type p du silicium dans les cellules photovoltaïques.
- Dans l'option D, les candidats semblaient bien préparés sur des sujets tels que l'activité antibiotique de la pénicilline, les opiacés et l'interprétation des spectres IR.
- Globalement, les candidats se sont révélés meilleurs sur des questions liées à des informations factuelles et à des calculs numériques simples, et ont été mis en difficulté par les questions impliquant une application ou un certain degré d'interprétation.

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

Section A

De façon générale, les candidats ont obtenu de bons résultats pour la question 1, mais ont éprouvé de grandes difficultés dans la question 2 basée sur un contexte expérimental.

Question 1

Certains enseignants ont estimé que la question 1 était trop proche de la question correspondante du spécimen d'épreuve. Un autre commentaire G2 indique que le titre du graphique « graphique des absorbances IR pour les molécules d'oxygène et d'ozone » n'est pas entièrement juste, le graphique présentant également les absorbances en UV et en lumière visible. Il s'agit d'un commentaire recevable ; il aurait été préférable de ne pas indiquer IR dans le titre. Il a également été remarqué que le graphique est inhabituel, dans la mesure où il présente l'absorption et non la transmittance, mais qu'il est globalement simple à comprendre. Les meilleurs candidats n'ont éprouvé aucune difficulté à expliquer pourquoi l'ozone est un gaz à effet de serre, tandis que l'oxygène ne l'est pas. Certains des candidats les moins performants ont été perturbés par la question, indiquant qu'aucun n'était en réalité un gaz à effet de serre. Certains candidats se sont contentés d'indiquer que l'ozone apparaît dans la région IR et l'oxygène dans la région UV, et ont ensuite tenté de deviner lequel ou lesquels de ces composés étaient des gaz à effet de serre. Il était décevant de constater l'imprécision des formulations en réponse à cette question. Par exemple, de nombreux candidats n'ont même pas fait mention de l'absorption, ce qui démontre une mauvaise compréhension de ce qui fait qu'un composé est ou n'est pas un gaz à effet de serre. (b) (i) n'a pas présenté de difficultés, et la plupart des élèves ont donné une valeur unique dans la gamme 1300 – 1500 km mol⁻¹ pour CF₄. En (b) (ii), la majorité des candidats déclare que le fluor est plus électronégatif que le chlore, sans pouvoir expliquer ensuite le fait que dans CCl₃F, la somme vectorielle des moments dipolaires individuels donne un moment dipolaire net pour la molécule. Ceci était très décevant pour le niveau supérieur. La plupart des candidats comprenaient mal la différence intrinsèque entre la polarité des liaisons et la polarité moléculaire. Un ou deux des meilleurs candidats ont obtenu la totalité des points en justifiant leur réponse à l'aide de schémas pertinents des deux molécules, les moments dipolaires étant représentés par des vecteurs, et le vecteur résultant net de CCl₃F, pointant vers le fluor. Cette question se basait sur des concepts du tronc commun et démontre que les candidats étaient mal préparés en ce qui concerne la polarité moléculaire. Les candidats auraient pu justifier leur réponse en rédigeant une explication, ou par des schémas présentant la somme vectorielle des moments dipolaires des liaisons. Ces derniers constituaient une approche classique et élégante que les meilleurs candidats, qui ont obtenu la totalité des points, ont suivie. La prise en compte de la géométrie moléculaire est essentielle lorsque l'on parle de polarité moléculaire, et ce point a été largement ignoré par les candidats. Selon un commentaire reçu dans un formulaire G2, il serait préférable que le moment dipolaire et les debyes soient explicitement indiqués dans le programme. Cependant, les dipôles sont explicitement mentionnés en page 50 du guide dans les directives et informations supplémentaires, et les candidats doivent savoir, en se référant au tableau présenté en 1 (b), que le moment dipolaire se mesure en debyes. (b) (iv) était souvent bien exécuté, tout comme (b) (v), bien que certains candidats n'aient pas indiqué que l'effet est important dans le contexte du réchauffement climatique.

Question 2

Les candidats ont très mal répondu à cette question, en particulier pour la partie (a), où la grande majorité des candidats n'avait aucune idée de la façon de préparer une solution. Ceci est relativement inquiétant pour les candidats de niveau moyen comme supérieur suivant le nouveau programme de chimie, dans lequel une importance majeure est donnée à la partie

expérimentale. Les candidats ont souvent donné des descriptions imprécises, indiquant par exemple que de l'eau est utilisée, au lieu d'eau déionisée ou distillée. En (b) (i), la plupart des candidats ont trouvé le bon changement de couleur de bleu à jaune, bien que certains l'aient inversé. Quelques candidats ont également mal lu la question, qui concernait un changement de couleur, et n'ont indiqué qu'une seule couleur, par exemple bleu ou jaune. (b) (ii) a fait l'objet de bonnes réponses et la plupart ont obtenu les deux points. En (c), la plupart des réponses constatées se référaient à des erreurs aléatoires ou systématiques, ce qui suggère que de nombreux candidats n'avaient jamais réalisé de dosages de cette nature et n'ont pas lu la formulation de la question, qui indiquait que les dosages étaient effectués de façon très soignée. Globalement, de nombreux commentaires du formulaire G2 se rapportent à la question 2, en particulier à (a) et (c). Certains évoquent le fait que la préparation d'une solution n'est pas une expérience obligatoire et que la réponse précise à (c) n'est pas évidente. En ce qui concerne le premier de ces commentaires, il convient d'insister sur le fait qu'une question expérimentale de cette nature ne se limite pas à la liste d'expériences obligatoires prescrites par le guide, et que les compétences expérimentales clés sont susceptibles d'être évaluées dans le contexte général des sujets du programme. La préparation d'une solution constitue l'une de ces compétences clés. Pour ce qui est de 2 (c), la question se présente sous la forme d'une hypothèse d'après le mot-consigne « suggérer ». Pour cette raison, plusieurs réponses possibles ont été incluses dans la grille de notation (la plus évidente étant que la couleur est difficile à détecter), et plusieurs autres ont même été acceptées, bien qu'elles ne fussent parfois pas strictement correctes après examen attentif de plusieurs copies pendant le processus de normalisation. Un autre enseignant indique que « la question 2 semble être une évaluation satisfaisante et équitable des capacités de conception d'expérience et de réalisation pratique des élèves, et correspond largement à ce qui peut être attendu d'élèves ayant effectué ce type de travail au laboratoire ».

Section B

Option A – Les matériaux

Peu de candidats, environ 4 %, ont choisi cette option ; cependant, sur ce nombre, la plupart ont donné des réponses cohérentes à la plupart des questions. L'option semblait certainement plus exigeante que certaines autres, comme le reflétaient certains formulaires G2. L'un des enseignants indique par exemple que par rapport à l'option B, l'option A était beaucoup plus difficile, tout en insistant sur l'importance de l'inclusion des sciences des matériaux au titre d'option dans le programme d'études. Une couverture plus importante du programme est suggérée pour cette option.

Question 3

L'équation redox globale pour la réaction de l'oxyde de fer(III) avec le monoxyde de carbone est bien connue. En 3 (b), la plupart des candidats ont prédit que l'oxyde de fer(III) est paramagnétique du fait de la présence d'électrons non appariés, tandis que l'oxyde d'aluminium est diamagnétique, dans la mesure où tous ses électrons sont appariés. Certains candidats ont donné des réponses très élégantes, en les justifiant par des diagrammes orbitaux pour les ions correspondants. Certains se sont trompés en basant leurs réponses sur les diagrammes orbitaux des éléments plutôt que des ions correspondants. Le calcul d'électrolyse pour l'alumine fondue en (c) a été très bien mené et la plupart des candidats ont

obtenu la bonne réponse, à savoir 186 g. In (d) (i), peu de candidats ont donné la réponse précise, à savoir que les collisions entre les électrons et les ions positifs sont responsables de la résistance électrique dans les conducteurs métalliques. En (d) (ii), la supraconductivité et la théorie BCS n'ont été que partiellement comprises. En (e) (i), l'erreur la plus courante impliquait la représentation de multiples mailles unitaires dans un réseau, au lieu de ne présenter qu'une seule maille unitaire pour la structure cubique simple du polonium métallique exigée par la question. Cependant, la plupart des candidats ont donné le bon indice de coordination, qui était de six. Le calcul de l'équation de Bragg en (e) (ii) n'a posé aucun problème aux candidats, car cette dernière était présente dans le recueil de données.

Question 4

Cette question avait pour thème les nanocatalyseurs. En (a), la majorité des candidats s'est révélée capable de citer un problème de l'utilisation de catalyseurs à l'échelle nanométrique. En (b), de nombreux candidats ont eu du mal à obtenir les deux points attribués à l'explication du rôle des zéolithes en tant que catalyseurs sélectifs. La compréhension de la sélectivité était insatisfaisante. La méthode au HIPCO était bien maîtrisée pour ce qui est du catalyseur et des conditions utilisées.

Question 5

Les bonnes réponses étaient peu nombreuses et peu de candidats ont obtenu les deux points. Beaucoup ont décrit la structure des céramiques, sans réussir ensuite à dégager les différences vis-à-vis de la structure des métaux, qui contiennent un réseau d'ions positifs dans un ensemble d'électrons délocalisés. Encore une fois, la terminologie chimique, en particulier structure et liaison, doit être au cœur de l'enseignement de la chimie aux candidats.

Question 6

Les écrans à cristaux liquides ont fait leur apparition dans plusieurs épreuves récentes. Cette question n'aurait pas dû présenter de difficultés pour des candidats s'étant entraînés sur les questions des années précédentes. En pratique, en (a), le score le plus souvent obtenu était d'un point. En (b) (i) et (ii), les meilleurs candidats ont obtenu l'ensemble des points pour le Kevlar®, tandis que certains des candidats les plus faibles n'ont pas réussi à déduire la bonne formule du motif de répétition en (b) (i).

Question 7

Cette question avait pour thème le PVC. En (a), la plupart des candidats ont obtenu au moins un point, sans parvenir à marquer le deuxième car ils n'indiquaient pas que le PVC devient plus flexible et plus mou lorsqu'un plastifiant est ajouté, par affaiblissement des forces d'attraction intermoléculaires. En (b), la majorité des candidats a indiqué que l'acide chlorhydrique qui peut contribuer aux pluies acides est produit par incinération, ce qui constitue un problème écologique associé à l'utilisation du PVC.

Question 8

La partie (a) concernait la réaction de Haber-Weiss. Peu de candidats ont obtenu la totalité des points. L'utilisation du symbole de radical s'est souvent révélée incohérente. La question de solubilité dans la partie (b) a été bien mieux traitée lors de cette session que dans les dernières sessions, et il est encourageant de voir une proportion élevée de candidats obtenant la totalité des points. L'erreur la plus courante impliquait l'écriture incorrecte de l'expression de K_{sp} lors de la présentation de la solution au problème.

Option B – La biochimie

Cette option était la deuxième option la plus populaire (31 % des élèves), les candidats démontrant des connaissances solides et satisfaisantes en biochimie. Dans plusieurs des questions, les performances étaient excellentes, bien que dans le niveau supérieur, nous ayons été très surpris de voir une proportion élevée de candidats se tromper sur les connectivités entre liaisons et être incapables de dessiner des représentations correctes en trois dimensions des énantiomères, ou des projections de Fischer satisfaisantes. Cette constatation fut très décevante. Globalement, l'option apparaissait certainement plus simple que les trois autres, et les candidats disposant d'une solide expérience en biologie auraient certainement très bien réussi, en particulier sur certaines questions. Ceci a été mentionné dans l'un des formulaires G2. L'option a globalement été bien accueillie par les enseignants, même si certains ont été surpris de la question sur l'hémoglobine fœtale, qui fait partie du nouveau programme. D'autres formulaires G2 indiquent que les avantages et inconvénients des plastiques biodégradables ne sont pas explicites dans le programme et que cette question est presque hors sujet. Ce problème a été largement débattu pendant les délibérations. Bien qu'il ne soit fait aucune mention explicite de ce sous-sujet dans le guide, à l'inverse du programme précédent (qui contenait des énoncés d'évaluation numérotés), nous pensons que dans le nouveau programme, ce sous-sujet est toujours englobé dans les paramètres d'interprétation des sujets de l'option elle-même.

Question 9

En (a) (i), les candidats devaient indiquer le nom du groupement fonctionnel contenant la double liaison carbone-carbone dans la molécule de DHEA. Cette question était maladroite, le nom de ce groupement étant éthanylylidène et non alcényle. Alcényle se réfère en réalité à un substituant monovalent, comme $-\text{CH}=\text{CH}_2$, $-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$, etc., tandis que dans la DHEA, le fragment est trivalent et porte donc le nom IUPAC éthanylylidène. Les candidats ayant répondu alcényle, voire alcène (qui est stricto sensu faux, car il s'agit de la classe), ont obtenu le point. Il aurait été préférable de choisir un autre groupement fonctionnel non ambigu de la DHEA pour l'exercice de nomenclature, par exemple hydroxyle. Il est en effet important dans le nouveau programme que les candidats connaissent la différence intrinsèque entre groupement fonctionnel et nom de classe, et les groupements fonctionnels hydroxyle et carbonyle auraient tous deux aisément rempli ce rôle. Ceci a été mentionné dans l'un des formulaires G2 et est tout à fait recevable. En (ii), la plupart des candidats étaient capables d'identifier la structure cyclique fusionnée d'un stéroïde. Les candidats ont bien répondu à (b).

Question 10

En (a), les meilleurs candidats ont obtenu les trois points. La question demandait spécifiquement les structures, plutôt que les formules structurales. De nombreux candidats n'ont pas repéré cette subtilité. Les formules structurales condensées, incorrectes au sens strict, furent cependant acceptées. L'un des formulaires G2 indiquait que la question ne méritait pas trois points, ce qui, avec le recul, constitue une critique légitime. En (b) (i), une proportion importante de candidats a obtenu les deux points ; certains n'ont obtenu qu'un seul point pour avoir placé Leu au centre. En (ii), six tripeptides ont généralement été identifiés, bien que certains aient donné le nombre de vingt-sept, ce qui fut accepté. La réponse incorrecte la plus courante était neuf. Les candidats ont très mal répondu à (c) (i). Rares sont ceux à avoir donné la représentation tridimensionnelle des deux énantiomères, et parmi ceux-là, peu de schémas étaient corrects. Les erreurs de connectivité de liaisons étaient générales. Certains candidats ont tenté de dessiner des représentations de Fischer, sans pouvoir positionner correctement les substituants. La forme énantiomère L de la sérine a été correctement identifiée par la plupart des candidats en (c) (ii).

Question 11

L'équation de respiration cellulaire pour le glucose et le calcul de l'énergie en (b) ont tous deux donné lieu à de très bonnes réponses. En (c), bien que certains candidats aient obtenu un ou deux points sur les quatre possibles, peu ont obtenu les quatre points. Là encore, comme dans la question 10 (a), certains formulaires G2 estimaient qu'attribuer quatre points à un sous-sujet qui pouvait être considéré comme à la limite du programme était excessif. Ceci constitue une remarque recevable et deux ou trois points auraient été préférables. La plupart des candidats se sont révélés capables de dessiner le bon graphique représentant la variation de la vitesse en fonction du pH en (d).

Question 12

Les performances étaient excellentes dans les deux parties de cette question. L'erreur la plus courante en (a) était de faire croiser les courbes tracées, compétitive et non compétitive, avec la courbe donnée. Certains candidats ont également fait décroître à nouveau la courbe non compétitive à l'extrémité du graphique, ce qui est incorrect. En (b), la valeur du pH donnée était parfois de 4,6, ce qui constitue une erreur, du fait de la présence de $2,60 \times 10^{-3}$ au numérateur plutôt qu'au dénominateur dans l'équation.

Question 13

Les deux parties de cette question ont également bénéficié de bonnes réponses. En (a), certains candidats ont estimé à tort que A et D sont constitués de toutes les parties non polaires, en oubliant le groupement OH ; en d'autres termes, ils sont constitués de composants principalement non polaires. En (b), l'erreur la plus courante fut l'identification de Z comme chlorophylle a plutôt que comme chlorophylle b. L'un des enseignants s'est inquiété de savoir comment les candidats pouvaient répondre à une telle question sans règle. Candidats et enseignants devraient se familiariser avec la liste officielle du matériel autorisé dans les centres d'examen.

Question 14

Cette question s'est avérée être un bon facteur de différenciation pour les candidats susceptibles d'obtenir une note de 7. Les candidats les plus compétents ont obtenu les trois points de (a), tout en marquant péniblement ne serait-ce qu'un point en (b). Il fut rare de lire une explication adéquate de l'affinité supérieure de l'hémoglobine fœtale pour l'oxygène. L'un des enseignants estimait que le terme « plasma sanguin » n'était pas largement connu et que les élèves de biologie avaient donc un avantage. D'après l'analyse des performances des candidats, le principal problème de la question 14 s'est en réalité avéré être la non-familiarité vis-à-vis des nouveaux éléments du programme pour un large groupe de candidats, et non la formulation de la question (a) en elle-même.

Option C – L'énergie

Le nombre important de candidats ayant choisi cette nouvelle option (24 %) est encourageant. Les performances étaient très satisfaisantes sur certains sujets de cette option, en particulier l'énergie nucléaire. Cependant, les connaissances sur certains des sous-sujets les plus récents, comme les piles à combustible à membrane d'échange de protons ou les CSSC, étaient fragiles.

Question 15

En 15 (a), les erreurs de nomenclature IUPAC et de structures étaient monnaie courante. (a) (ii) a bénéficié d'un nombre raisonnable de bonnes réponses quand un hydrocarbure acyclique était choisi en (a) (i), mais moins dans le cas du benzène. Le calcul de l'énergie spécifique de l'octane, permettant d'obtenir $47,9 \text{ kJ g}^{-1}$, a rapporté des points à la quasi-totalité des candidats. En (b) (ii), peu d'élèves ont obtenu les deux points. En (c), la plupart des candidats ont indiqué de façon erronée $\text{C(s)} + 2\text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{CH}_4\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$ pour l'équation expliquant la formation de méthane à partir de charbon et de vapeur, ce qui démontre une compréhension très insuffisante des principes chimiques pour le niveau supérieur. Une fois encore, à ce niveau, ces erreurs sont surprenantes.

Question 16

En (a), l'erreur la plus courante était d'indiquer simplement « alcool » au lieu d'un réactif spécifique comme le méthanol etc. (b) était une question de type nature de la science et peu ont essayé d'y répondre. Il est clair que de nombreux candidats n'étaient pas prêts à ce type de question.

Question 17

Les parties (a), (b) (i) et (b) (ii) n'ont posé aucun problème aux candidats. En (b) (iii), bien que beaucoup aient indiqué que les cellules peuvent être endommagées, peu ont mentionné la formation de radicaux. En (c) (i), l'erreur la plus courante se trouvait dans le calcul de la masse de nucléons. Certains enseignants ont le sentiment que la masse du noyau d'hélium 4 aurait dû être donnée dans la question. Cependant, la conversion des uma en kg est indiquée en section 2 du recueil de données, et il pouvait donc être déduit que $4 \times 1,66 \times 10^{-27} = 6,64 \times 10^{-27} \text{ kg}$. En (c) (ii), il était nécessaire de diviser par quatre et de convertir les J nucléon^{-1} en kJ

nucléon⁻¹. La quasi-totalité des candidats est passée à côté de la conversion des unités. Nous avons décidé de ne pas pénaliser cette erreur, la question ne valant qu'un seul point.

Question 18

Dans cette question sur l'effet de l'augmentation du dioxyde de carbone atmosphérique sur le pH des océans, peu de candidats ont fourni la bonne équation. Cependant, la plupart ont correctement indiqué que le pH diminue.

Question 19

Dans cette question, de nombreux candidats n'ont pas indiqué que les liaisons CO s'étirent de façon antisymétrique, ce qui fait varier le moment dipolaire.

Question 20

Peu de candidats ont obtenu les deux points pour les demi-équations à l'anode et à la cathode de la pile à combustible à membrane d'échange de protons. La plupart se sont contentés d'écrire les demi-équations correspondantes pour la pile à combustible hydrogène-oxygène. En (b), les candidats les mieux préparés ont su donner un avantage et un inconvénient de la pile à combustible par rapport à une batterie plomb-acide en tant que source d'énergie d'une automobile. Nombreux sont ceux qui n'ont pas réalisé que la batterie plomb-acide génère également de l'eau. Déclarer que l'eau n'est pas polluante ne saurait donc constituer un avantage de la pile à combustible par rapport à la batterie plomb-acide.

Question 21

La partie (a), qui s'intéressait au dopage n et p du silicium, a donné lieu à beaucoup de bonnes réponses. (b) avait pour contexte les CSSC. La plupart des candidats ont mentionné des surfaces importantes, mais peu ont indiqué quoi que ce soit d'autre, en particulier le fait que le colorant permet d'absorber un large intervalle de longueurs d'onde.

Option D – La chimie médicinale

Cette option était la plus populaire, réunissant plus de 40 % des candidats. Les performances globales sont très satisfaisantes.

Question 22

La partie (a) s'est révélée légèrement problématique et nombreux sont ceux qui n'ont pas compris la question et ont donné des réponses toutes faites issues d'examens précédents. En (b), la principale difficulté pour les candidats était qu'il fallait donner deux dangers de la surutilisation d'antibiotiques pour obtenir un point. Ceci a été relevé par plusieurs enseignants et constitue une critique valable.

Question 23

L'un des formulaires G2 indiquait que cette réaction d'estérification n'est pas dans le cours. Ceci est faux, et la réaction de synthèse permettant la conversion de la morphine en

diamorphine est explicitement mentionnée en page 186 du guide. Dans la partie (a), les candidats ont fréquemment indiqué des sous-produits incorrects pour un réactif donné. Les candidats ont très bien répondu à (b) et (c). En (c), certains ont donné la gamme pour le groupement hydroxyle d'un acide carboxylique au lieu de la gamme $3200 - 3600 \text{ cm}^{-1}$.

Question 24

L'équation de neutralisation de l'acide de l'estomac par de l'hydroxyde de magnésium a généralement été correctement formulée, bien que certains candidats aient incorrectement cité MgCl à la place de MgCl_2 et MgOH à la place de Mg(OH)_2 . Ceci est particulièrement décevant au niveau supérieur. Nous insistons à nouveau sur l'importance d'intégrer les éléments du tronc commun dans l'enseignement des matières appliquées pour les quatre options. En (b), on a demandé aux candidats de comparer et opposer l'utilisation de l'oméprazole et de l'hydroxyde de magnésium. Peu de candidats ont marqué la totalité des points. La plupart savaient que l'oméprazole est un inhibiteur de la pompe à protons et que l'hydroxyde de magnésium neutralise l'acide en excès présent, mais peu ont obtenu le point attribué à la similitude, c'est-à-dire le fait que les deux composés soulagent les symptômes du reflux gastrique.

Question 25

La question sur les déchets radioactifs médicaux et la façon dont chacun doit être traité pour être éliminé correctement s'est révélée très problématique pour les candidats. Nombreux sont ceux qui ont donné les déchets de bas niveau en exemple, mais ils ont souvent échoué à décrire le traitement adéquat, c'est-à-dire le stockage dans un récipient blindé, par exemple jusqu'à ce que l'isotope se soit dégradé et puisse être éliminé en tant que déchet non radioactif. De nombreux candidats citaient les déchets de haut niveau, ce qui est incorrect car cela concerne les réactions nucléaires. Nommer un isotope ou citer des sources radioactives aurait permis d'obtenir le point. En (b), des espèces incorrectes, comme le mercure, étaient souvent indiquées, et fréquemment, la particule alpha était placée à gauche de l'équation (et non à droite), alors même que la question indiquait clairement qu'une désintégration alpha était impliquée. En (c), de nombreux candidats n'ont pas donné de réponse spécifique, comme le fait qu'il existe un ciblage sélectif des cellules cancéreuses. De nombreux candidats ont indiqué au hasard le type de cancer, en ne comprenant pas qu'il s'agissait de métastases cancéreuses. (d) a donné lieu à de bonnes réponses. En (e), peu de candidats ont compris la question, et ont indiqué les risques au lieu des implications éthiques de l'utilisation de traitement nucléaire en médecine. Par exemple, le risque de cancer pour le patient ne constitue pas un problème éthique, tandis que le risque de cancer pour les personnels de santé en est un.

Question 26

En (a), bien qu'un pourcentage significatif de candidats ait correctement identifié le groupement fonctionnel éther du Tamiflu, certains ont répondu de façon incorrecte ester ou carbonyle. En (b), le nombre de signes typiquement indiqué était de trois, mais peu ont donné la bonne intégration relative. En (c) (i), de nombreux candidats ont mal lu la question, qui concernait un appareil et non une technique. En (c) (ii), les meilleurs candidats ont obtenu les deux points. L'erreur la plus courante était d'écrire que les énantiomères orientent le plan de polarisation de la lumière à différents angles au lieu d'indiquer des directions opposées mais avec le même angle.

Recommandations et conseils pour la préparation des futurs candidats

- La nature de la science est au cœur du nouveau programme. Les candidats doivent être exposés à des contextes de nature de la science de façon constante tout au long du déroulement du programme. Il s'agit d'une partie intégrante de l'enseignement du nouveau programme de chimie du Baccalauréat International. Dans le cas contraire, les candidats pourraient rencontrer d'importantes difficultés avec certaines des questions des épreuves d'examen qui se concentrent sur la nature de la science.
- Il est impératif que le travail de laboratoire se trouve au centre du programme de chimie du Baccalauréat International. Dans le cas idéal, les candidats devraient être exposés à un large éventail d'expériences de laboratoire lorsque des installations adéquates sont disponibles. Lorsque ce n'est pas le cas, d'autres ressources, tels que les simulations d'expérience, doivent être invoquées.
- Il est indispensable que les principes chimiques du tronc commun soient mis en avant dans les quatre options. La chimie du tronc commun doit toujours sous-tendre les sujets appliqués. Il s'agit d'un des aspects les plus importants du nouveau programme.
- Les candidats doivent être conscients de la méthode scientifique et doivent se confronter aux questions de type hypothèse.
- Les candidats éprouvent encore des difficultés à répondre aux questions nécessitant des explications, des interprétations ou des étapes multiples. Les candidats doivent comprendre parfaitement les divers mots-consignes du guide (en particulier les nouveaux) et les enseignants doivent prendre le temps de les passer en revue tout au long de l'année avec les élèves pour vérifier qu'ils savent comment répondre aux questions. Le manque de compréhension de nombreux mots-consignes par les candidats constituait immanquablement l'une des caractéristiques de cette session.
- Les candidats doivent toujours repérer la répartition des points entre les questions. Ils n'ont pas à utiliser de feuilles supplémentaires s'ils adaptent leurs réponses à l'espace fourni. Dans cette session, beaucoup trop de candidats ont rédigé des réponses longues et eu recours à des feuilles supplémentaires qui n'étaient pas nécessaires.
- Une écriture lisible doit être encouragée. Un nombre significatif de copies au cours de cette session a entraîné des difficultés importantes de déchiffrement des réponses.
- Les élèves doivent s'entraîner à écrire des équations équilibrées pour la conversion de réactifs en produits. L'utilisation de symboles d'état est une bonne pratique qui doit être encouragée.
- La bonne utilisation des chiffres significatifs doit également être encouragée, y compris la façon dont les chiffres significatifs sont traités en cas d'entités logarithmiques nécessitant de prendre en compte la mantisse.
- De nombreux candidats persistent à utiliser les noms de classe au lieu des noms de groupements fonctionnels. La distinction entre les deux constitue un trait caractéristique du nouveau programme. Les enseignants doivent donc insister sur ce point.
- Les connectivités des liaisons doivent être soulignées, car les erreurs étaient largement répandues au cours de cette session.

Épreuve 3 – Niveau moyen

Seuils d'attribution des notes finales pour la composante

Note finale :	1	2	3	4	5	6	7
Gamme de notes :	0 – 4	5 – 9	10 – 12	13 – 16	17 – 19	20 – 23	24 – 35

Commentaires généraux

De nombreux candidats étaient bien préparés à l'épreuve, et il semble qu'ils avaient exhaustivement étudié les options. L'option D était la plus populaire lors de cette session, tandis que l'option A a réuni le nombre le moins important de candidats. Les calculs ont généralement été bien traités dans les options, ce qui reflète une amélioration de cette compétence par rapport aux sessions précédentes. Le domaine le plus déficient était pour de nombreux candidats l'explication des faits à l'aide de concepts chimiques.

Dans la nouvelle section A de l'épreuve 3, nombre de candidats ont fait montre de bonnes capacités d'analyse des données et de communication lors de la réponse à la question 1. Souvent, ils s'avéraient capables d'analyser et de déduire les relations à partir des données. Cependant, de nombreux candidats n'ont démontré aucune familiarité avec les détails des techniques expérimentales de base, comme la préparation d'une solution et le dosage. Les performances sur la question 2 de la section A étaient plus décevantes.

Nous avons reçu des retours détaillés d'un nombre important d'enseignants lors de cette session, ce qui est agréable. 85 % des enseignants ont estimé que l'épreuve présentait une difficulté adéquate. Par rapport à l'année dernière, 42 % des enseignants ont estimé que l'épreuve était de niveau similaire, tandis que 25 % l'ont trouvée légèrement plus difficile, et que 18 % considéraient que la comparaison n'était pas pertinente du fait des modifications de structure de l'épreuve.

88 % des enseignants ont estimé la présentation de l'épreuve bonne à excellente, et 77 % trouvaient que la clarté des formulations était bonne à excellente. L'une des inquiétudes les plus fréquemment exprimées est que les intitulés des sections A et B peuvent être confondus par certains candidats avec ceux des options A et B. Cependant, un très faible nombre de candidats n'a pas traité la section A, et la plupart de ces mêmes candidats n'ont pas obtenu de points en section B.

Les enseignants ont fait de nombreux commentaires positifs sur le caractère équilibré de l'épreuve et le fait qu'il s'agisse d'un bon départ pour le nouveau programme. Selon certains enseignants, la section A aurait uniquement dû inclure les travaux pratiques prescrits. La section a pour but d'évaluer les capacités de mise en œuvre d'expériences et d'analyse des données dans un éventail de contextes, sans se limiter aux travaux pratiques prescrits. Elle inclut des capacités indiquées dans le sujet 11.

Certains enseignants s'inquiètent de la place trop importante accordée aux questions écologiques dans l'épreuve. Il convient de noter que le thème de l'environnement continuera à constituer une part non négligeable du fait de son importance (objectif global 8). Le *Guide de chimie* fournit de nombreux liens vers des questions écologiques liées aux concepts du tronc commun et des options.

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

- Interprétation des tendances générales incluant des discontinuités
- Interprétation des dipôles moléculaires
- Faiblesse générale dans les travaux pratiques, en particulier pour ce qui est de la préparation d'une solution et des erreurs pouvant survenir pendant un dosage ainsi que leur impact sur le résultat
- Explication des propriétés magnétiques des ions
- Explication du rôle des zéolithes comme catalyseurs sélectifs
- Structure d'un polymère atactique
- Équation d'une réaction de transestérification
- Équations nucléaires
- Équation de la réaction entre le dioxyde de carbone et l'eau
- Importance de la structure du cycle bêta-lactame
- Réactif nécessaire à la synthèse de la diamorphine à partir de la morphine
- Comparaison et mise en opposition de l'utilisation de l'oméprazole et de l'hydroxyde de magnésium

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

- Dans les options, les candidats ont obtenu de meilleurs résultats lorsque les questions concernaient des informations factuelles que lorsqu'une interprétation était nécessaire.
- De nombreux candidats ont démontré des capacités satisfaisantes d'analyse des données dans la question 1, ainsi que de concision dans les réponses.
- Les calculs dans les sous-questions 10(b), 11(b)(i), 13(b)(i) et 18(b) ont été correctement effectués par la majorité des candidats.
- Prédiction du résultat d'une électrophorèse
- Équation de la respiration cellulaire pour le glucose
- Relation entre la vitesse des réactions enzymatiques et le pH
- Identification des gammes d'absorbance IR permettant de distinguer des composés

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

Section A

Question 1

(a) Réponse correcte pour la majorité des candidats. Certains candidats n'ont pas utilisé les informations données dans le corps de la question, qui indiquaient qu'un gaz à effet de serre absorbe les rayonnements IR. Dans certains cas, les candidats avaient des idées fausses à corriger impérativement sur l'absorption des rayonnements.

(b)(i) La plupart des candidats se sont révélés capables de prédire une valeur raisonnable pour l'intensité IR intégrée de CF_4 .

(b)(ii) Les performances des candidats autour de cette question sont décevantes. La plupart des candidats se sont contentés d'indiquer que F était plus électronégatif que Cl. Très peu ont abordé le fait que les moments dipolaires individuels s'ajoutent pour donner la polarité globale de la molécule, ou dessiné les diagrammes correspondants. De plus, de nombreux candidats ont échoué à obtenir la note maximale du fait d'une mauvaise utilisation de la terminologie spécifique au sujet.

(b)(iii) La plupart des candidats ont identifié la corrélation positive entre l'intensité IR intégrée et le potentiel de réchauffement global sur 100 ans. Certains ont essayé d'établir une relation quantitative, et la grille de notation a permis d'accepter généreusement une relation proportionnelle (bien qu'incorrecte). Certains candidats n'ont pas répondu à la question et ont donné une relation entre d'autres quantités.

(b)(iv) Environ un tiers des candidats s'est révélé capable de fournir des réponses suffisamment exhaustives. Les erreurs incluaient la simple indication de l'absence de corrélation sans fournir de preuve, ou l'incapacité à expliquer correctement les incohérences en se basant sur les valeurs. Certains élèves n'ont pas étudié les données de façon suffisamment précise et se sont contentés d'indiquer la corrélation positive que présentent certains des composés. Une analyse statistique aurait permis d'indiquer une corrélation positive faible, mais cette approche a rarement été suivie.

(b)(v) Plus de la moitié des candidats a obtenu un point pour avoir indiqué que les composés contribuaient significativement au réchauffement climatique. Certains se sont contentés d'indiquer que les composés contribuaient au réchauffement climatique sans prendre en compte l'amplitude importante de l'intensité IR intégrée et du potentiel de réchauffement global sur 100 ans, et n'ont donc pas obtenu le point. Seuls certains des candidats ont su remarquer les propriétés d'appauvrissement de la couche d'ozone des CFC, bien que ceci fasse partie du tronc commun du cours.

Question 2

(a) Nombreuses réponses décevantes, indiquant que de nombreux élèves n'ont pas eu l'opportunité de préparer une solution dans une fiole jugée, ou qu'ils ont oublié cette procédure

présentée trop tôt dans l'année. Néanmoins, la grille de notation incluait plusieurs stades et prenait en compte plusieurs situations, comme le mélangeage de la solution pour la rendre homogène et la pesée du NaOH sur une balance analytique, pour donner aux candidats l'opportunité de gagner des points. Certains enseignants s'inquiètent du fait qu'il ne s'agisse pas de travaux pratiques prescrits et qu'ils n'auraient pas dû être inclus. Il convient cependant d'insister sur le fait qu'une question expérimentale de cette nature ne se limite pas à la liste d'expériences obligatoires prescrites par le cours, et que les compétences expérimentales clés sont susceptibles d'être évaluées dans le contexte général des sujets du programme. La préparation d'une solution constitue l'une de ces compétences clés.

(b)(i) Plus de la moitié des candidats a obtenu le point. Certains candidats n'ont pas réussi à obtenir le point en indiquant seulement que l'indicateur devient jaune, sans décrire la totalité du changement de couleur. Certains ont inversé les couleurs, tandis que d'autres n'ont pas vérifié la section 22 du recueil de données, alors que la question les y incitait explicitement.

(b)(ii) Environ un tiers des candidats a répondu correctement à la question. Beaucoup ont indiqué que de l'acide en excès aurait pu être utilisé, mais seuls quelques-uns ont décrit le bon effet sur la concentration calculée de la solution de NaOH.

(c) Cette question permettait de départager les candidats, et seul un cinquième d'entre eux a obtenu le point. La meilleure réponse est que la couleur de l'indicateur passe par une série de nuances de vert et de jaune, et qu'il peut être difficile de savoir à quel moment la couleur requise est atteinte pour arrêter d'ajouter de l'acide. Les enseignants ont émis certains commentaires selon lesquels la formulation de cette partie de la question n'était pas claire, et les élèves ne savaient pas déterminer la cause des larges variations des valeurs obtenues. Il était satisfaisant de constater que certains ont donné des suggestions spécifiques ne contredisant pas les informations données dans la question, selon lesquelles l'élève a préparé la solution et mis en œuvre le dosage avec soin.

Section B

Option A – Les matériaux

Question 3

(a) Réponse correcte pour de nombreux candidats.

(b) Certains candidats ont bien répondu à cette question. Certains ont utilisé la configuration électronique des atomes plutôt que celle des ions. De nombreux candidats ne savaient pas expliquer les propriétés magnétiques.

(c) Certains candidats se sont révélés capables de terminer correctement le calcul, tandis que d'autre n'ont obtenu qu'un seul point, généralement grâce à la relation entre la charge et la constante de Faraday.

Question 4

(a) De bonnes réponses.

(b) Seule une poignée de candidats a répondu à la question de la façon attendue. Beaucoup se sont contentés de décrire la structure des zéolithes, sans expliquer leur rôle de catalyseurs sélectifs.

(c) Un petit nombre de candidats a nommé correctement un catalyseur. Les conditions de la méthode au HIPCO étaient connues d'environ un tiers des candidats.

Question 5

On demandait une description de structure, mais seuls quelques candidats ont décrit la structure métallique. Moins de la moitié a obtenu le point pour la structure des céramiques. De nombreux candidats ont proposé à la place les propriétés des céramiques, n'obtenant ainsi pas le point.

Question 6

(a) De bonnes réponses dans l'ensemble.

(b) Bonnes réponses de la part d'environ la moitié des candidats. Certains candidats ont mentionné le champ magnétique ou un flux de courant au lieu d'un champ électrique, ce qui est faux.

Question 7

(a) Il était décevant d'observer autant de structures incorrectes du PVC contenant le mauvais nombre d'atomes. En général, les candidats savaient que l'arrangement est aléatoire dans le polymère atactique.

(b)(i) Environ la moitié des candidats s'est révélée capable d'expliquer les effets de l'ajout de plastifiants.

(b)(ii) Seule une poignée de candidats ont suggéré les bonnes substances utilisées comme plastifiants.

(c) De façon générale, les candidats se sont révélés capables d'établir que le PVC ne se dégrade pas facilement ou qu'il occupe de l'espace en décharge, les candidats les mieux préparés décrivant de plus correctement les dangers résultant de l'incinération. L'une des erreurs courantes était de déclarer que le PVC dégage du Cl_2 au lieu de HCl .

Option B – La biochimie

Question 8

(a) De bonnes réponses dans l'ensemble, mais certains candidats ont répondu de façon vague et insuffisamment spécifique. Certains enseignants nous ont fait part de leur inquiétude quant au fait que 3 points constituaient un nombre excessif pour les dangers sanitaires de l'utilisation abusive de stéroïdes.

(b)(i) Le nom correct de la liaison C=C trivalente spécifiquement représentée était en réalité éthanylylidène – un nom que les élèves n'étaient pas censés connaître. La réponse attendue était alcényle, mais de nombreux candidats utilisent encore le nom de classe au lieu de celui du groupement fonctionnel spécifié dans le nouveau programme. L'utilisation de « alcène » n'a pas été pénalisée lors de cette session.

(b)(ii) De très bonnes réponses pour la plupart des candidats.

(c) Également de bonnes réponses pour la plupart des candidats, évoquant les utilisations médicales des stéroïdes, certains citant même la détection et les effets des stéroïdes anabolisants sur les athlètes.

Question 9

(a) Bien que la question porte sur la structure, la majorité des candidats a plutôt donné des formules structurales condensées. Il est surprenant de constater que plus de la moitié des candidats n'a pas indiqué le zwitterion, tandis que beaucoup n'ont pas reporté les bonnes charges, voire dans certains cas, la structure générale. Il faut encourager les candidats à placer la charge sur le bon atome de la structure.

(b)(i) Bonnes réponses de la part de nombreux candidats, même ceux qui n'ont pas donné les bonnes structures dans la partie (a) de la question. La plupart des candidats ont au moins placé Leu au centre, gagnant ainsi un point.

(b)(ii) De très bonnes réponses pour la plupart des candidats.

Question 10

(a) Environ deux tiers des candidats ont donné la bonne équation de respiration cellulaire pour le glucose.

(b) La majorité des candidats s'est révélée capable de calculer l'énergie correctement. Les candidats doivent utiliser les masses moléculaires indiquées en section 6 du recueil des données.

(c) De nombreux candidats se sont révélés capables de déduire des avantages et des inconvénients raisonnables à l'utilisation de bioplastiques, en fonction de leurs connaissances en chimie. Certains enseignants se sont inquiétés de l'attribution de 4 points à cette question, alors que le programme aurait pu être plus clair sur le sujet.

(d) Réponse correcte pour la majorité des candidats.

Option C – L'énergie

Question 11

(a) Moins de la moitié des candidats était familiarisée avec le procédé de reformage et a su proposer un produit correct. Certains candidats savaient qu'ils devaient ramifier la molécule, mais ont nommé incorrectement le composé ramifié.

(b)(i) Réponse correcte pour la majorité des candidats. Certains candidats ont reporté l'énergie spécifique sous forme d'une valeur négative, ce qui n'a pas été pénalisé lors de cette session.

(b)(ii) De nombreux candidats se sont révélés capables d'obtenir au moins un point. Les réponses les plus populaires pour l'avantage étaient que l'éthanol est moins polluant ou présente un indice d'octane plus élevé. Les réponses les plus populaires pour les inconvénients étaient que son énergie spécifique est plus faible et qu'il mobilise des terres qui pourraient être utilisées pour la production alimentaire.

(c) Cette question permettait de départager les candidats, et seul un cinquième d'entre eux a donné la bonne réponse. La réponse fautive la plus courante était d'identifier l'oxygène comme un produit (ce qui est peu probable en présence de charbon chauffé).

Question 12

(a) De nombreux candidats ont cité le bon réactif et le bon catalyseur. Certains candidats ne sont pas parvenus à donner le nom d'un alcool pertinent, et n'ont répondu que par la classe.

(b) Cette partie de la question était l'une des plus discriminantes de l'épreuve. Les candidats ont éprouvé des difficultés à dessiner la structure de l'ester et du glycérol. Une proportion significative de candidats n'a même pas essayé d'écrire l'équation.

(c) Il s'agissait d'une question de type nature de la science à laquelle n'ont répondu correctement qu'environ une moitié des candidats. De nombreuses réponses étaient trop vagues.

Question 13

(a) Seul un tiers des candidats s'est révélé capable de donner la bonne équation nucléaire. L'une des erreurs courantes était de placer une particule alpha dans les produits au lieu des quatre neutrons.

(b) De très bonnes réponses – la plupart des candidats ont calculé correctement la durée et identifié les produits de fission comme radioactifs.

(c) Il s'agissait d'un domaine dans lequel de nombreux élèves n'étaient pas à l'aise. Certains ont évoqué l'augmentation de l'énergie de liaison au lieu de l'énergie de liaison par nucléon.

Question 14

La majorité des candidats a donné une mauvaise réponse. Seule environ la moitié des candidats a su dire que le pH des océans diminue. Certains candidats ont déclaré que le pH augmente, tandis que d'autres n'ont pas répondu à cette partie de la question. Quelques candidats ont discuté du déplacement de l'équilibre, et une poignée a fourni une équation de formation de l'acide carbonique, mais l'ionisation en H^+ et HCO_3^- nécessaire à l'obtention du point fut rarement évoquée.

Question 15

Une performance plutôt décevante de la part de certains candidats. Une faible proportion de candidats a mentionné la variation du moment dipolaire qui se produit lorsque les rayonnements IR sont absorbés, ce qui était nécessaire à l'obtention du deuxième point. Environ la moitié des candidats a obtenu le premier point, mais de nombreuses réponses étaient de nature relativement générale, alors qu'il convenait de préciser « étirement antisymétrique » et de clarifier ce que l'on entendait par « pliure ».

Option D – La chimie médicinale

Question 16

(a) Peu de candidats ont donné des réponses complètes à cette question. Certains candidats ont traité la liaison du cycle bêta-lactame à l'enzyme bactérienne responsable de la formation des parois cellulaires et ont obtenu le troisième point, mais seule une faible proportion a évoqué les contraintes angulaires et l'ouverture de cycle.

(b) La plupart des élèves ont cité la résistance bactérienne comme un danger issu d'une surutilisation des antibiotiques, mais la question demandait un deuxième danger que de rares candidats ont été capables de citer. Les dégâts sur les bactéries bénéfiques constituaient le deuxième danger le plus couramment mis en avant par les candidats. La plupart des candidats se sont concentrés sur les résultats de la résistance bactérienne, ce qui ne leur a pas permis d'obtenir le point.

Question 17

(a) Environ un quart des élèves a correctement répondu à cette question. Le point pour le sous-produit était uniquement attribué s'il correspondait au réactif choisi. Le nom de l'anhydride s'est révélé être bloquant pour certains candidats. Ils auraient obtenu le point en donnant plutôt la formule structurale.

(b) De très bonnes réponses pour la majorité des candidats. L'une des erreurs courantes était de choisir la gamme d'absorbance de O—H dans les acides carboxyliques plutôt que les alcools et les phénols. Certains candidats n'ont pas lu la question avec suffisamment d'attention et n'ont pas donné de gamme d'absorbance.

(c) Bonnes réponses de la part d'environ la moitié des candidats. La plupart des candidats ont indiqué que la diamorphine traverse plus facilement la barrière sang-cerveau que la morphine, et beaucoup ont précisé que la diamorphine était moins polaire que la morphine. Très peu se sont révélés capables de lier polarité et structure, et d'expliquer que la morphine était plus soluble dans le sang, tandis que la diamorphine était plus soluble dans les lipides.

Question 18

(a) Réponse correcte pour de nombreux candidats.

(b) De très bonnes réponses pour la plupart des candidats. Certains candidats ont arrondi les valeurs à un nombre inadéquat de chiffres significatifs, ce qui entraînait une inexactitude des réponses.

(c) Cette question était difficile. Environ la moitié des candidats a compris que l'hydroxyde de magnésium neutralise l'acide en excès, tandis que l'oméprazole arrête la production d'acide, ce qui était satisfaisant. Cependant, seuls quelques candidats ont su dire que les deux traitent les brûlures gastriques ou l'indigestion, ou qu'ils augmentent le pH de l'estomac. Le troisième point était le plus difficile à obtenir, mais certains candidats ont indiqué que l'oméprazole avait un effet à long terme, tandis que l'hydroxyde de magnésium avait uniquement un effet à court terme. Certains candidats semblaient ignorer que le mot-consigne « comparer et opposer » exige d'identifier des similitudes et des différences.

Question 19

(a) La majorité des candidats a donné une mauvaise réponse. On attendait des candidats qu'ils différencient les radio-isotopes utilisés en thérapie des matériels et instruments utilisés en radiothérapie, comme les gants et les seringues. Le traitement décrit par de nombreux candidats était plus adapté aux déchets de haut niveau issus des réacteurs nucléaires plutôt que des déchets radioactifs médicaux. Certains candidats ont mal compris la question, qui demandait des « exemples », et ont à la place évoqué des « types » de déchets. La grille de notation était généreuse et acceptait les réponses « déchets de bas niveau » et « déchets de niveau moyen » pour récupérer ces candidats.

(a) Réponse correcte pour certains candidats. Nombre d'entre eux n'ont pas saisi la référence aux problèmes « éthiques » et se sont contentés de discuter du risque de cancer pour le patient, ce qui ne leur a pas permis d'obtenir de point.

Recommandations et conseils pour la préparation des futurs candidats

- Il est important d'insister sur la compréhension et les retours aux concepts du tronc commun lors de l'étude des options.
- Veillez à fournir suffisamment d'opportunités de travaux pratiques pendant le cours.
- Encouragez les élèves à donner des exemples et à rédiger avec précision leur analyse de données.
- Créez des opportunités d'exploration de la nature de la science. De nombreuses suggestions sont réunies dans le guide pédagogique.
- Tout au long du cours, attirez l'attention de vos élèves sur les implications des concepts enseignés pour l'environnement. Des suggestions se trouvent dans la colonne de droite du guide du programme.
- Insistez sur les mots-consignes pendant le cours. Par exemple, « comparer et opposer » exige l'identification de similitudes et de différences.
- Insistez pour que vos élèves précisent l'état initial et l'état final lorsqu'un « changement » intervient.
- Lier l'acidité aux variations de pH constituait un point bloquant pour un certain nombre de candidats, ce qui était surprenant pour un concept du tronc commun. Créez des opportunités d'utilisation de valeur de pH et de mesure de pH au laboratoire.

- Encouragez vos élèves à utiliser les noms des groupements fonctionnels plutôt que les noms des classes lorsque cela leur est demandé (par exemple alcényle plutôt qu'alcène).
- Encouragez les candidats à utiliser les valeurs de A_r en section 6 du recueil des données, arrondir correctement les nombres et indiquer les réponses issues de calculs avec le bon nombre de chiffres significatifs.
- Entraînez les élèves à donner des réponses précises et à lire les questions avec attention pour vérifier qu'ils répondent à la totalité de la question.