

CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

SESSION DE 2010

CHIMIE DE LABORATOIRE ET DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS

RAPPORT DU JURY

Epreuve écrite

Le sujet se compose de trois parties déclinées en chimie inorganique, chimie organique et génie chimique sur le **thème général du traitement des eaux et du développement durable**.

Comme tous les ans, chaque partie est notée sur 20 points ; il convient donc que le candidat répartisse équitablement son temps entre ces trois parties.

Compte tenu de la longueur du sujet, les réponses doivent être rédigées de manière précise et synthétique, tout particulièrement pour les questions demandant des justifications ou faisant appel à la culture générale.

Il est impératif que les candidats reportent les numéros des questions pour rédiger leurs réponses et respectent les notations utilisées dans les énoncés. Il est également indispensable que les candidats composent sur les feuilles colorées prévues à cet effet : jaune pour la chimie inorganique, bleue pour la chimie organique, rose pour le génie chimique. En aucun cas, la feuille blanche qui contient les différentes feuilles colorées ne doit être utilisée par les candidats pour y noter leurs réponses.

Enfin, le jury attire l'attention des candidats sur la qualité orthographique et grammaticale de leurs réponses : si quelques fautes d'orthographe, peu nombreuses et isolées, peuvent être tolérées, il n'en est pas de même pour des phrases comportant de nombreuses incorrections, notamment pour du vocabulaire courant en chimie.

Partie A : Chimie inorganique.

Traitement des eaux usées. Contrôle qualité.

Le sujet de chimie inorganique est composé de deux parties indépendantes, abordées par l'ensemble des candidats. L'hétérogénéité des résultats s'explique avant tout par le manque de rigueur des candidats dans l'analyse des questions, la rédaction des réponses, la conduite des raisonnements et des calculs.

La première partie est consacrée à l'étude des transformations mises en jeu dans une station de traitement des eaux usées. Les questions relatives au traitement physico-chimique et à la décantation des eaux font apparaître de nombreuses lacunes sur des définitions de base en oxydoréduction, ainsi que des confusions entre la pile et l'électrolyseur. L'anode et la cathode sont souvent définies par rapport à une polarité et non par une réaction d'oxydation et de réduction. Peu de candidats connaissent la définition d'une dismutation et savent calculer une constante thermodynamique. Les doublets non liants sont souvent absents dans les représentations de Lewis.

Le formalisme permettant de décrire une réaction de précipitation n'est pas toujours respecté, tant au niveau de l'écriture de l'équation chimique que de la constante d'équilibre correspondante. Il en est de même pour l'écriture des échanges des cations présents dans la résine et en solution aqueuse, où l'indication des phases et des milieux est souvent absente, alors qu'elle est indispensable à une bonne interprétation du mode opératoire.

La deuxième partie est consacrée à l'analyse de la qualité de l'eau distribuée. Les principales fonctions d'une protéine sont citées, mais la réaction d'hydrolyse est rarement écrite correctement : des incohérences de charges entre les fonctions acide carboxylique et amine sont régulièrement relevées. A la question 1.4.1., demandant d'indiquer la grandeur mesurée sur l'axe des ordonnées du graphique fourni en annexe, les candidats répondent fréquemment en précisant l'unité et non la grandeur mesurée.

La partie sur la dureté de l'eau est fréquemment abordée mais les candidats ne tiennent pas compte des indications données sur les formes prédominantes de l'EDTA et celles des indicateurs colorés selon le pH de travail. Les complexes formés avec les ions magnésium et calcium sont souvent associés avec un proton, ne respectant pas la formule proposée pour le complexe. Les expressions littérales et numériques des concentrations molaires sont généralement correctes, mais bon nombre de candidats oublient de tenir compte de la masse molaire de l'ion carbonate pour le calcul de la dureté.

On rappelle également qu'une électrode au calomel ou au sulfate mercurieux doit être saturée en chlorure ou en sulfate pour constituer une électrode de référence.

Partie B : Chimie organique.

Etude d'une pollution de l'eau.

Le sujet de chimie organique aborde trois thèmes différents répartis en quatre parties :

- 1^{ère} partie : étude du principe de dosage des ions nitrite : ce dosage est effectué dans les stations d'épuration afin de déterminer la teneur en ions nitrite des eaux qui sont rejetées dans les cours d'eau.
- 2^{ème} et 3^{ème} partie : étude de la pollution chimique des eaux des rivières et des nappes phréatiques par les pesticides et les produits de rejets industriels. Cette pollution inquiète de plus en plus les scientifiques.
- 4^{ème} partie : étude d'un moyen de protection contre la pollution biologique des eaux de piscine : le sujet propose de comprendre comment fonctionnent les pastilles dites de « dichlore » que l'on achète dans le commerce pour assainir les eaux des piscines.

La première partie décrit le test permettant de connaître la concentration en ions nitrite dans une eau. Il se produit un couplage diazoïque entre une amine aromatique et un sel de diazonium formé en milieu acide entre l'acide sulfanilique et les ions nitrite. Les structures du sel de diazonium et du composé diazoïque sont déterminées par un grand nombre de candidats. En revanche, peu d'entre eux sont capables d'expliquer la couleur du composé diazoïque. La majorité des candidats sait qu'il faut utiliser la Loi de Beer-Lambert pour déterminer la concentration en composé coloré (B), mais très peu savent expliquer que la concentration en ions nitrite est égale à la concentration en composé coloré.

La deuxième partie traite de la pollution chimique par les pesticides, par l'intermédiaire d'une étude stéréochimique, d'une méthode de synthèse du métolachlore et de la simazine ainsi qu'une formulation d'un herbicide. Très peu de candidats savent reconnaître les composés aromatiques, qui sont des systèmes cycliques, entièrement conjugués et contenant $4n + 2$ électrons π (n étant un nombre entier). L'étude stéréochimique ne pose pas de problème à l'ensemble des candidats qui

maîtrisent la notion de carbone asymétrique R et S. Certains sont toutefois pénalisés par des explications trop succinctes quant à la détermination de la configuration R ou S du carbone asymétrique. La notion d'atome d'azote asymétrique est globalement bien maîtrisée, mais peu de candidats savent expliquer pourquoi les deux configurations ne peuvent pas être séparées à température ambiante.

La synthèse du métolachlore utilise des connaissances acquises en classe de première STL-CLPI (alkylation des amines, ouverture des époxydes, synthèse des alcoolates) mais également des connaissances acquises en terminale. Les réactions de SEAr (produits de réaction et orientation des substituants sur un benzène monosubstitué) sont très bien connues pour un tiers des candidats. En revanche, la synthèse des alcoolates est mal maîtrisée : beaucoup de candidats considèrent que la soude peut déprotoner de manière quantitative les alcools. Certaines structures de molécules intermédiaires peuvent être déterminées grâce à la formule semi-développée de la molécule finale indiquée dans le sujet. Il est donc important de s'appuyer sur l'ensemble des données fournies par l'énoncé pour répondre à certaines questions. La formulation de l'herbicide demande des connaissances sur les composés lipophiles et lipophobes. La majorité des candidats sait faire la différence entre une partie lipophile et une partie hydrophile au sein d'une même molécule.

La troisième partie traite de la pollution chimique de l'eau par les rejets d'origine industrielle. Les deux premières questions concernent la bromation d'un cycle aromatique. Il fallait dans un premier temps déterminer le nombre de molécules qui peuvent se former lors d'une polybromation. La question a été mal traitée dans l'ensemble car les candidats n'ont pas tenu compte de la symétrie de la molécule. Par contre, beaucoup d'entre eux savent que l'emploi d'un catalyseur lors de la bromation d'un phénol n'est pas nécessaire en raison de l'activation du cycle aromatique par le groupe -OH.

Les trois dernières questions de cette partie concernent deux réactions d'estérification qui conduisent à un phtalate utilisé en tant qu'additif dans les colles. Les structures des deux esters ont été déterminées par seulement un tiers des candidats environ, mais les conditions d'estérification entre un alcool et un acide carboxylique permettant d'avoir une réaction quantitative sont dans l'ensemble bien maîtrisées.

La quatrième partie traite de la protection des eaux de piscine par les pastilles de dichlore. La quasi-totalité des candidats sait déterminer correctement les structures de Lewis de la molécule organique constituant le principe actif de ces pastilles et de l'acide hypochloreux. Un bon nombre d'entre eux sait également écrire l'équation d'une réaction inconnue, en s'appuyant sur les indications de l'énoncé. En revanche, seuls deux candidats savent faire la correspondance entre absorption du rayonnement U.V. et présence d'un cycle aromatique, permettant ainsi de proposer une formule semi-développée d'un composé aromatique contenant $4n + 2$ électrons π à partir de sa formule brute.

Partie C : Génie chimique.

Production d'eau destinée à la consommation humaine à partir d'une eau de rivière.

La première partie concerne l'étude des bioréacteurs de dénitrification. Les calculs de bilans de matière ne sont en général pas réalisés correctement, bien qu'il s'agisse d'une partie classique pour des élèves de STL-CLPI. Beaucoup de candidats commettent des erreurs dans l'utilisation des coefficients des équations des réactions indiquées.

La deuxième partie permet d'étudier le traitement à l'ozone, utilisé pour détruire certains composés indésirables et pour désinfecter l'eau. Quelques candidats savent répondre aux questions portant sur les bilans thermiques. Par contre, les questions concernant le bilan de matière sur la colonne d'ozonation ne sont pratiquement pas traitées.

La troisième partie concerne l'ultrafiltration, combinée à un traitement au charbon actif en poudre. Elle n'est abordée que par un faible nombre de candidats. De nombreux candidats sont sans doute déroutés par l'intitulé des questions et le vocabulaire nouveau, tel que l'ultrafiltration tangentielle.

La quatrième partie concerne le pompage de l'eau traitée. Elle est abordée de manière satisfaisante par un grand nombre de candidats, et certains mènent à leur terme les calculs de perte de charge et de puissance électrique.

Épreuve pratique

Le sujet de l'épreuve pratique se compose de deux parties déclinées en chimie inorganique et chimie organique, sur le **thème de l'utilisation et du dosage du nitrite de sodium**.

Partie A : chimie organique

Synthèse du 1-aminonapht-2-ol

Partie B : chimie inorganique

Dosage du nitrite de sodium

Dans leur grande majorité, les candidats ont fait preuve de bonnes qualités d'organisation : certains ont mené de front les deux études organique et inorganique, ce qui leur a permis de traiter la totalité du sujet.

En chimie organique, à l'exception d'un candidat qui n'a pas du tout abordé cette partie, les manipulations ont été réalisées avec soin jusqu'au contrôle de pureté final du 1-aminonapht-2-ol.

En chimie générale, la plupart des candidats ont réalisé la totalité des manipulations (Étalonnage de la solution de sulfate de cérium (IV) par spectrophotométrie, étalonnage de la solution de fer (II) par potentiométrie, dosage des ions nitrite par volumétrie), mais certains d'entre eux n'ont pas eu le temps d'exploiter leurs résultats et en particulier de tracer les graphes. Il serait souhaitable que les candidats possèdent une bonne maîtrise de l'outil informatique, ce qui leur permettrait après chaque manipulation de tracer rapidement les courbes demandées à l'aide du tableur-grapheur scientifique.

Les réponses aux questions ont été globalement satisfaisantes, aussi bien en chimie organique qu'en chimie générale. Le jury a apprécié la qualité de l'expression écrite des candidats dans la rédaction de leur compte rendu.

En conclusion :

Pour se préparer à l'épreuve écrite de 6 heures, peu habituelle pour des élèves de Terminale STL-CLPI, les candidats peuvent télécharger les sujets des années antérieures sur le site du réseau national chimie, à l'adresse :

http://www.educnet.education.fr/rnchimie/conc_gen/sommaire.htm

De même, ils peuvent consulter sur ce même site des sujets expérimentaux et ainsi s'entraîner à répondre aux questions qui peuvent être posées lors de l'épreuve expérimentale.