

Premières C, D

Eric Simo, Editeur

# CHIMIE

## Probatoire – Sujets Corrigés

Maurice Noubissi, Emmanuel Simo

Avec 19 schémas d'illustration  
et 18 exercices corrigés



Eric Simo, Msc.-Ing. TU-BS (Editeur)  
An den Äckern 2  
31224 Peine  
Allemagne  
kuateric@gmail.com

Chimie Premières C, D. Nouvelle Edition

Auteurs: Maurice Noubissi, Maître Es Sciences; Emmanuel Simo, Maître Es Sciences (Cameroun)

Contributions: E. S. (Allemagne); F. W., J. T. (Cameroun); E. A. F. (Italie, R-U); T. v. P. (Pays-Bas); A. Z., L. S., I. D. (Ukraine); D. R., P. B. (Italie); M. B. (Zimbabwe); F. K. (Pakistan); A. K. (Russie); R. K. (Maroc)

Conception graphique des couvertures: R. A. (Bangladesh)  
Thème artistique des couvertures 2017: Intelligence Artificielle

ISBN 978-3-947242-08-5 • Maison d'Edition SIMO • Bandjoun Brunswick Belfast Rotterdam • 2017

Sous réserve des exceptions légales, toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite, par quelque procédé que ce soit sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par le Code de la Propriété Intellectuelle. En cas d'utilisation aux fins de vente, de location, de publicité ou de promotion, l'accord de l'auteur ou des ayants droit est nécessaire.

Site Internet: [www.simo.education](http://www.simo.education)

## Avant-propos

---

Vous avez choisi ce livre parce que vous avez un objectif à atteindre. C'est un instrument réellement utile et efficace pour aider les apprenants des **classes de premières scientifiques et techniques**, quel que soit leur niveau, à améliorer leurs performances en **chimie**.

Inspirée de la pédagogie nouvelle, la conception de ce livre se fonde sur deux outils à savoir : le *cours* et les *exercices corrigés*.

Le cours a été conçu selon le projet pédagogique suivant :

- Une présentation claire parfaitement lisible qui permet de faciliter le travail de l'apprenant.
- Un enseignement expérimental : comme le programme le demande, l'exposé privilégie l'expérience. A chaque fois que cela est possible les notions sont présentées grâce à une expérience décomposée en un dispositif suivi d'observations. L'interprétation qui suit systématiquement ces expériences conduit aux définitions et aux grandes lois de la chimie.
- Un cours bien structuré allant à l'essentiel : conforme aux contenus du programme, ce cours prépare aux compétences exigibles, mais en se limitant strictement aux notions qui doivent être étudiées. Nous l'avons donc voulu bref.

Les exercices résolus et commentés, soutenus par des *méthodes de résolution* permettent à l'apprenant d'acquérir l'esprit scientifique et les principaux modes de raisonnement qu'il devra savoir développer. C'est une bonne façon d'aborder les nombreux exercices de chaque chapitre. Dans le souci d'efficacité qui a fait le succès de cette édition, nous attirons votre attention dans les solutions proposées, sur la schématisation, la représentation graphique, le choix des notations, la conduite littérale et enfin l'application numérique.

Notons cependant qu'il ne sert à rien de lire à priori la solution d'un exercice, mais qu'il faut chercher cette solution après avoir lu l'énoncé en entier et ne consulter la solution proposée dans le livre que pour contrôler son propre résultat ou en cas d'hésitation.

Nous formons le vœu que cet ouvrage constitue un outil efficace pour les apprenants des **classes de premières scientifiques et techniques** et qu'il apporte à nos collègues professeurs l'aide qu'ils sont en droit d'attendre. Nous attendons avec plaisir toutes les remarques et suggestions.





M. Youmbissi  
E. Simo

# Chimie

Premières C, D

Nouvelle Edition



Chimie

Chimie

Chimie

STIMMO

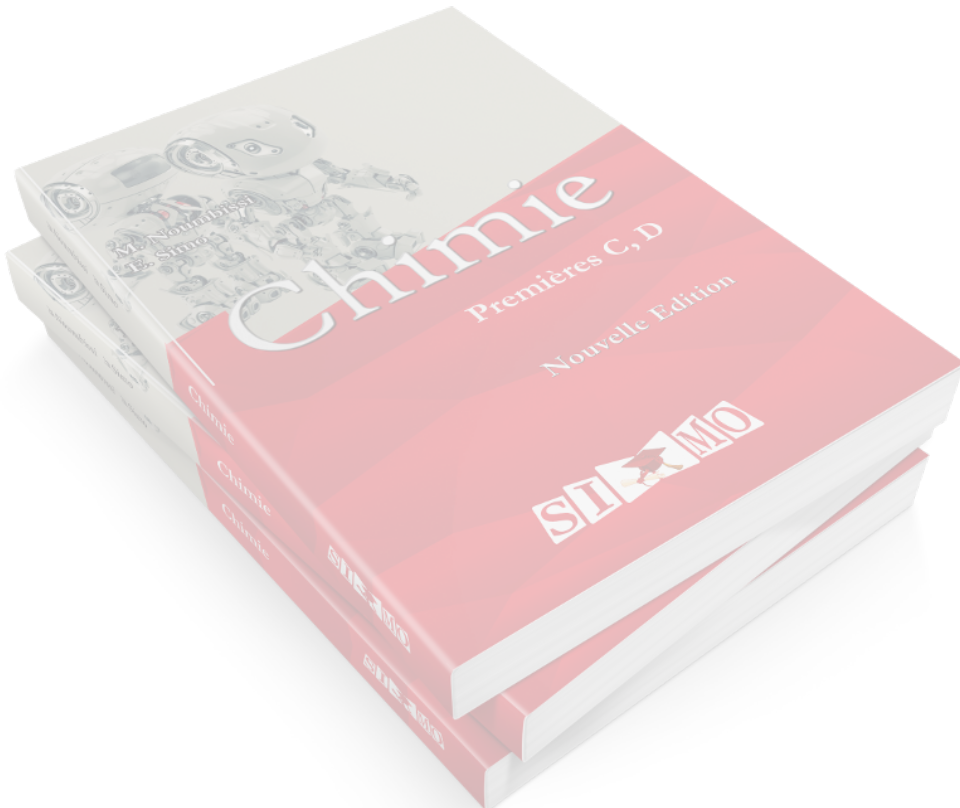
STIMMO

# Table des matières

---

1	<b>Sujets d'examen – Probatoire Chimie – Séries C, D</b> . . . . .	1
1.1	<b>Enoncé des sujets d'examen</b> . . . . .	2
1.1.1	Enoncé – Probatoire 2012 . . . . .	2
1.1.2	Enoncé – Probatoire 2013 . . . . .	3
1.1.3	Enoncé – Probatoire 2014 . . . . .	4
1.1.4	Enoncé – Probatoire 2015 . . . . .	5
1.1.5	Enoncé – Probatoire 2016 . . . . .	6
1.1.6	Enoncé – Probatoire 2017 . . . . .	7
1.2	<b>Solution des sujets d'examen</b> . . . . .	9
1.2.1	Solution – Probatoire 2012 . . . . .	9
1.2.2	Solution – Probatoire 2013 . . . . .	11
1.2.3	Solution – Probatoire 2014 . . . . .	13
1.2.4	Solution – Probatoire 2015 . . . . .	15
1.2.5	Solution – Probatoire 2016 . . . . .	17
1.2.6	Solution – Probatoire 2017 . . . . .	19
	 <b>La classification périodique des éléments chimiques</b> . . . . .	 22
	 <b>La verrerie de chimie</b> . . . . .	 23





## Sujets d'examen – Probatoire Chimie – Séries C, D

1.1	<b>Enoncé des sujets d'examen</b> . . . . .	2
1.1.1	Enoncé – Probatoire 2012 . . . . .	2
1.1.2	Enoncé – Probatoire 2013 . . . . .	3
1.1.3	Enoncé – Probatoire 2014 . . . . .	4
1.1.4	Enoncé – Probatoire 2015 . . . . .	5
1.1.5	Enoncé – Probatoire 2016 . . . . .	6
1.1.6	Enoncé – Probatoire 2017 . . . . .	7
1.2	<b>Solution des sujets d'examen</b> . . . . .	9
1.2.1	Solution – Probatoire 2012 . . . . .	9
1.2.2	Solution – Probatoire 2013 . . . . .	11
1.2.3	Solution – Probatoire 2014 . . . . .	13
1.2.4	Solution – Probatoire 2015 . . . . .	15
1.2.5	Solution – Probatoire 2016 . . . . .	17
1.2.6	Solution – Probatoire 2017 . . . . .	19



# 1.1 Enoncé des sujets d'examen

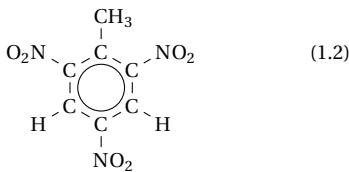
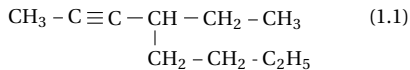
## 1.1.1 Enoncé – Probatoire 2012

Examen:	Probatoire	Séries:	C, D
Session:	2012	Durée:	2 heures
Épreuve:	Chimie	Coef.:	2

### Exercice 1.

#### Chimie organique

1.1. Nommer les hydrocarbures suivants :



1.2. Définir les termes : Composé aromatique; Réaction de Friedel et Crafts.

1.3. Le méthane est le plus simple des alcanes.

1.3.1. Écrire la formule développée de la molécule de méthane.

1.3.1.1. Représenter sa structure géométrique et donner la valeur de ses angles valenciels.

1.3.2. Un alcane A a une masse molaire de  $72 \text{ g mol}^{-1}$ .

1.3.2.1. Écrire la formule générale des alcanes.

1.3.2.1.1. En déduire la formule brute de l'alcane A.

1.3.2.2. Écrire les formules semi-développées des isomères de l'alcane A.

1.3.2.2.1. Nommer ces isomères. De quel type d'isomérisie s'agit-il?

1.3.2.2.2. Quel est, parmi ces isomères, celui qui aurait le plus grand indice d'octane. Justifier.

1.3.2.3. On traite le 1-chloropentane et le 2-chloro 2-méthylbutane par une solution d'hydroxyde de sodium. On suppose que le bilan de la réaction qui se produit correspond au remplacement de l'atome de chlore Cl par un groupe hydroxyle -OH.

1.3.2.3.1. Écrire les formules semi-développées des deux produits obtenus.

■ A quelle famille appartiennent ces produits?

1.3.2.3.2. La déshydratation, en milieu acide, du produit ramifié précédent conduit à deux alcènes.

■ Écrire les formules semi-développées de ces alcènes.

1.3.2.3.3. On fait réagir le chlorure d'hydrogène sur le 2-méthylbut-2-ène. Il se forme deux produits dont l'un est majoritaire. Lequel? Justifier.

■ Écrire l'équation-bilan de la réaction.

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : C : 12 ; H : 1.

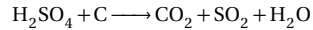
### Exercice 2.

#### Oxydoréduction et engrais

2.1. Oxydoréduction

2.1.1. Définir les termes suivants : Oxydoréduction; Couple oxydant - réducteur.

2.1.2. En utilisant les nombres d'oxydation, équilibrer l'équation-bilan suivante :



2.1.3. On réalise une pile  $P_1$  avec les couples  $\text{Au}^{3+}/\text{Au}$  et  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  dont les potentiels standards sont respectivement

$$E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = 1,50\text{V}$$

$$\text{et } E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34\text{V.}$$

2.1.3.1. Préciser les pôles de la pile  $P_1$ .

2.1.3.1.1. Faire la représentation conventionnelle de cette pile.

2.1.3.2. Écrire les équations des réactions aux électrodes lorsque la pile  $P_1$  débite.

2.1.3.2.1. En déduire l'équation-bilan de la réaction de fonctionnement de  $P_1$ .

2.1.3.3. Calculer la force électromotrice  $E_1$  de la pile  $P_1$ , les solutions étant à  $1 \text{ mol L}^{-1}$ .

2.1.4. On réalise une seconde pile  $P_2$  avec les couples  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  et  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ , le potentiel standard du couple du zinc étant

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76\text{V.}$$

2.1.4.1. Déterminer la force électromotrice  $E_2$  de la pile  $P_2$ .

2.1.4.2. Quelle est la polarité de la pile  $P$  qu'on peut former par l'association en série des piles  $P_1$  et  $P_2$ ?

2.1.4.3. Déterminer la force électromotrice  $E$  de la pile  $P$ .

2.1.4.4. Écrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu lorsque la pile  $P$  débite.

2.2. Engrais

2.2.1. Qu'est-ce que le complexe argilo-humique?

2.2.2. L'étiquette d'un sac d'engrais porte l'inscription suivante : NPK : 15-11-20.

2.2.2.1. Que signifient ces trois nombres?

2.2.2.2. Quel rôle joue chacun des éléments fertilisants de cet engrais?

2.2.2.3. On considère un échantillon de 2,5 kg de cet engrais.

2.2.2.3.1. Déterminer les masses d'azote et de phosphore théoriquement contenues dans cet échantillon.

Données : Masses molaires (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : O : 16 ; N : 14 ; P : 31 ; K : 39,1

### Exercice 3.

#### Type expérimental

Dans un laboratoire de Lycée, on se propose de préparer 250 mL d'une solution de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$ , de concentration  $C_0 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ , à partir des cristaux de permanganate de potassium.

3.1. Quelle masse de cristaux faut-il peser?

3.2. Donner, en quelques lignes, le mode opératoire né-



## 1.1. Énoncé des sujets d'examen

cessaire à la préparation de cette solution, en précisant la verrerie utilisée.

**3.3.** On utilise la solution de permanganate précédente pour doser une solution de dioxyde de soufre en milieu acide.

**3.3.1.** A quoi sert le dosage ?

**3.3.2.** Comment reconnaît-on l'équivalence dans ce dosage ?

**3.3.3.** Faire un schéma annoté du dispositif expérimental du dosage.

**3.3.4.** Écrire l'équation-bilan de la réaction de dosage, sachant que les couples mis en jeu sont  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  et  $\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_2$  dont les potentiels standard d'oxydoréduction sont respectivement

$$E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ V}$$

$$\text{et } E^\circ(\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_2) = 0,17 \text{ V.}$$

**3.3.5.** Déterminer la concentration molaire de la solution de dioxyde de soufre dont on a utilisé 10 mL pour ce dosage, sachant que l'équivalence est atteinte lorsqu'on a versé 8,6 mL de permanganate de potassium.

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : K : 39,1 ; Mn : 54,9 ; O : 16.

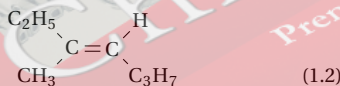
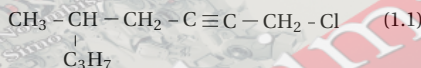
## 1.1.2 Énoncé – Probatoire 2013

Examen:	Probatoire	Séries:	C, D
Session:	2013	Durée:	2 heures
Épreuve:	Chimie	Coef.:	2

### Exercice 4.

#### Chimie organique

**4.1.** Donner, en nomenclature systématique, le nom de chacun des composés suivants :



**4.2.** A propos des pétroles et des gaz naturels :

**4.2.1.** Donner les deux étapes de la distillation fractionnée du pétrole.

■ Citer, dans chaque cas, deux exemples de coupes obtenues.

**4.2.2.** Citer deux exemples d'impuretés contenues dans le gaz naturel.

**4.3.** Le benzène est le plus simple des composés aromatiques.

**4.3.1.** Qu'est-ce qu'un composé aromatique ?

**4.3.2.** Donner la formule développée du benzène.

■ Préciser la longueur de la liaison carbone-carbone et la valeur des angles valenciel.

**4.3.3.** Sous une hotte aspirante, en absence de lumière et en présence de catalyseur tel que le diiode  $\text{I}_2$ , la réaction du dichlore sur le benzène est une substitution.

**4.3.3.1.** Qu'est-ce qu'une substitution ?

**4.3.3.2.** Écrire les équations-bilan des quatre premières substitutions.

■ Préciser les noms des produits organiques obtenus.  
■ Représenter et nommer tous les isomères du produit organique de la deuxième substitution.

**4.3.3.3.** Que se passerait-il si on fait réagir le benzène et le dichlore dans une salle de classe non aérée et en présence de la lumière solaire ?

**4.3.4.** En présence de catalyseur (peroxyde de benzoyle), le styrène de formule  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$ , subit une réaction de polymérisation.

**4.3.4.1.** Qu'est-ce qu'une réaction de polymérisation ?

**4.3.4.2.** Écrire l'équation-bilan de la réaction précédente.

■ Préciser le nom du produit formé.

■ Déterminer le degré de polymérisation sachant que le polymère obtenu a une masse de 3,12 kg.

■ Citer deux exemples d'application usuelle de ce produit.

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : C : 12 ; H : 1.

### Exercice 5.

#### Oxydoréduction et engrais

**5.1.** Oxydoréduction

**5.1.1.** Qu'est-ce qu'un réducteur ? Une réaction d'oxydoréduction ?

**5.1.2.** On veut déterminer les potentiels standards des couples  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  et  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$ .

Pour cela, on réalise deux piles :

**Pile 1 :** constituée d'une lame de cuivre plongeant dans une solution de sulfate de cuivre et d'une lame d'argent plongeant dans une solution de sulfate d'argent. La f.é.m. de cette pile est  $E_1 = 0,46 \text{ V}$ , et son pôle positif est la lame d'argent.

**Pile 2 :** constituée d'une lame de cuivre plongeant dans une solution de sulfate de cuivre et d'une lame de magnésium plongeant dans une solution de sulfate de magnésium. La f.é.m. de cette pile est  $E_2 = 2,71 \text{ V}$  et son pôle positif est la lame de cuivre.

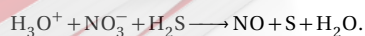
**5.1.2.1.** Indiquer, pour chaque pile, l'oxydant le plus fort et le réducteur le plus fort.

**5.1.2.2.** Écrire, pour chaque pile, l'équation-bilan des réactions d'oxydoréduction.

**5.1.2.3.** Déterminer les potentiels standards des couples  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  et  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$ , sachant que celui du couple  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  est de 0,34 V.

**5.1.2.4.** Classer les trois couples mis en jeu par ordre de pouvoir oxydant croissant.

**5.1.3.** Utiliser les nombres d'oxydation pour équilibrer l'équation-bilan suivante :



**5.2.** Engrais

Pour accroître sa production en maïs de 83 %, un cultivateur a recours à un engrais ternaire de formule 50-25-25.

**5.2.1.** Qu'est-ce qu'un engrais ternaire ?

**5.2.2.** Que signifient les nombres de cette formule ?

**5.2.3.** Quel rôle joue chacun des éléments N, P, K dans la plante ?

5.2.4. L'année suivante, faute de moyen, le cultivateur qui en plus élève du bétail, décide d'utiliser l'humus qui est à portée de main.

5.2.4.1. Qu'est-ce que l'humus?

5.2.4.2. L'humus enrichit-il la plante des mêmes éléments fertilisants? Justifier en une ligne.

5.2.4.3. Quel est le plus grand avantage qu'offre l'utilisation de l'humus?

### Exercice 6.

#### Type expérimental

Pour éviter l'oxydation du vin, les viticulteurs y ajoutent souvent du dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$ . Ce dernier est alors dosé par une solution de diiode à  $\frac{1}{125} \text{ molL}^{-1}$ . On introduit dans un erlenmeyer 20 mL de vin à doser, un peu d'acide sulfurique pour acidifier le milieu et quelques gouttes d'empois d'amidon qui se colore en bleu en présence de diiode. L'équivalence est obtenue pour un volume  $V = 7,5 \text{ mL}$  de diiode versé.

6.1. Faire le schéma du dispositif expérimental de dosage.

6.2. Quelle verrerie utilise-t-on pour prélever l'acide?

6.2.1. Donner un exemple de précaution à prendre pour utiliser l'acide.

6.3. Comment repère-t-on l'équivalence au cours de ce dosage?

6.4. Écrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.

6.5. Déterminer la concentration molaire en  $\text{SO}_2$  dans ce vin.

6.6. Dire, en justifiant, si le résultat précédent est conforme à la législation qui prévoit que la teneur en  $\text{SO}_2$  d'un vin blanc est limitée à  $210 \text{ mgL}^{-1}$ .

Données : Masses molaires (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : S :32 ; O :16.

Potentiels standards d'oxydoréduction :

$$E^\circ(\text{I}_2/\text{I}) = 0,62 \text{ V};$$

$$E^\circ(\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_2) = 0,17 \text{ V}.$$

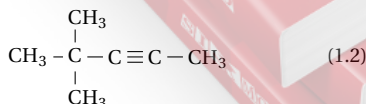
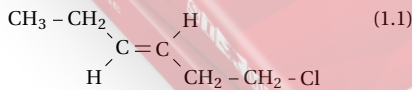
## 1.1.3 Enoncé – Probatoire 2014

Examen:	Probatoire	Séries:	C, D
Session:	2014	Durée:	2 heures
Épreuve:	Chimie	Coef.:	2

### Exercice 7.

#### Chimie organique

7.1. Nommer les composés de formule :



7.2. Définir les termes suivants :

7.2.1. Craquage catalytique;

7.2.2. Indice d'octane.

7.3. Le méthane est le plus simple des alcanes.

7.3.1. Écrire la formule générale des alcanes.

7.3.2. Écrire la formule développée du méthane.

7.3.2.1. Donner la représentation géométrique de cette molécule et préciser sa structure géométrique.

7.3.2.2. Donner la longueur de la liaison (C–H), ainsi que la valeur des angles valencielles.

7.3.3. Les réactions de substitution du dichlore sur le méthane ont lieu à la lumière diffuse.

7.3.3.1. Qu'est-ce qu'une réaction de substitution?

7.3.3.2. Écrire les équations-bilan de la substitution du dichlore sur le méthane.

■ Les produits organiques ainsi formés ont tous un usage courant : lequel?

7.3.3.3. L'un des produits de cette réaction, le monochlorométhane, peut réagir sur le benzène ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), en présence d'un catalyseur tel que  $\text{AlCl}_3$ , pour donner un composé organique A.

7.3.3.3.1. Écrire l'équation-bilan de cette réaction.

■ Nommer le produit organique A obtenu.

■ Comment appelle-t-on ce type de réaction?

7.3.3.3.2. La nitration du composé A précédent donne un produit organique B qui est un puissant explosif connu sous le nom de TNT.

■ Écrire l'équation-bilan de cette réaction.

■ Donner la formule semi-développée et le nom systématique du composé B.

7.3.3.3.3. Quelle masse de TNT peut-on obtenir à partir 250 g de produit A, si le rendement de la réaction est de 75%?

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : C :12 ; N :14 ; O :16 ; H :1.

### Exercice 8.

#### Oxydoréduction et engrais

8.1. Oxydoréduction

8.1.1. Définir, du point de vue électronique, les termes suivants : oxydant ; réaction d'oxydoréduction.

8.1.2. Un échantillon de zinc de masse  $m = 50,3 \text{ g}$  est traité par 200 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $C = 3,5 \text{ molL}^{-1}$ .

8.1.2.1. Écrire les deux couples oxydant / réducteur mis en jeu au cours de cette réaction.

8.1.2.2. Écrire les demi-équations électroniques des réactions chimiques correspondantes, puis en déduire l'équation-bilan de la réaction.

8.1.2.2.1. Quel est l'oxydant le plus fort? Le réducteur le plus fort?

8.1.2.3. Déterminer la masse de chlorure de zinc ( $\text{ZnCl}_2$ ) obtenue après évaporation de la solution finale, sachant que le zinc est en large excès.

8.1.3. On réalise une pile or-fer, en associant une lame de fer plongeant dans une solution de sulfate de fer II ( $\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ ) et une lame d'or plongeant dans une solution de sulfate d'or ( $2\text{Au}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$ ). On donne les potentiels standards des couples suivants :

$$E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = 1,5 \text{ V};$$

## 1.1. Enoncé des sujets d'examen

$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44\text{V.}$$

**8.1.3.1.** Donner une représentation conventionnelle de cette pile.

**8.1.3.2.** Calculer la force électromotrice de cette pile.

**8.1.3.3.** Écrire les équations des réactions aux électrodes, lorsque la pile fonctionne, et en déduire l'équation-bilan correspondante.

**8.2.** Engrais

**8.2.1.** Qu'est-ce que le complexe argilo-humique (CAH)? Préciser son rôle.

**8.2.2.** Dans un sac d'engrais, on a mélangé 50 kg de nitrate d'ammonium  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 25 kg de sulfate d'ammonium  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  et 25 kg de sulfate de potassium  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

**8.2.2.1.** Quels sont les éléments fertilisants contenus dans ce sac d'engrais?

**8.2.2.2.** Choisir, dans la liste ci-dessous, la formule qui convient pour cet engrais :

NPK : 23-11-00;

NPK : 23-11-11;

NPK : 23-00-11;

NPK : 00-11-23.

**8.2.2.3.** Un cultivateur possède un champ de 2,5 hectares qui nécessite 200 kg d'élément azote par hectare. Il dispose d'un engrais de formule 20-10-10.

Quelle masse de cet engrais faut-il utiliser?

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : Cl : 35,5; N : 14; O : 16; K : 39,1; S : 32; H : 1; Zn : 65,4.

## Exercice 9.

## Type expérimental

Un élève de la classe de 1<sup>ère</sup> C du Lycée de KOUKOURA désire préparer une solution contenant des ions fer II. Pour cela, il dispose des réactifs suivants :

- Une poudre de permanganate de potassium ( $\text{KMnO}_4$ );
- Une poudre de fer.
- Une solution d'hydroxyde de sodium;
- Une solution d'acide sulfurique.

**9.1.** Indiquer, en quelques lignes, comment cet élève doit procéder pour cette préparation, en précisant la verrerie utilisée.

**9.2.** Écrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit dans cette préparation.

**9.3.** Pour doser la solution d'ions fer II précédente, l'élève dissout 4,66 g de permanganate de potassium dans 200 mL d'eau pure.

**9.3.1.** Calculer la concentration molaire de cette solution de permanganate de potassium.

**9.3.2.** Faire un schéma annoté du dispositif expérimental de dosage.

**9.3.3.** Comment doit-on repérer l'équivalence au cours du dosage?

**9.3.4.** A l'équivalence, on a versé 12 mL de solution de permanganate de potassium pour 21 mL de solution d'ions fer II.

**9.3.4.1.** Écrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.

**9.3.4.2.** Déterminer la concentration molaire de la solution d'ions fer II utilisée.

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) :

Fe : 55,8; Mn : 54,9; O : 16; K : 39,1.

## 1.1.4 Enoncé – Probatoire 2015

Examen:	Probatoire	Séries:	C, D
Session:	2015	Durée:	2 heures
Épreuve:	Chimie	Coef.:	2

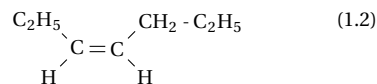
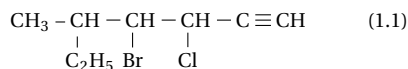
## Exercice 10.

## Chimie organique

**10.1.** Écrire les formules semi-développées des molécules suivantes :

- 6-éthyl-3-méthyl-5-propyloct-2-ène;
- 2,4,6-trinitrotoluène.

**10.2.** Nommer les composés de formules semi-développées suivantes :



**10.3.** L'acétylène est le plus simple des alcynes.

**10.3.1.** Donner la formule développée de l'acétylène.

**10.3.1.1.** Quelle est sa structure géométrique?

**10.3.1.2.** En déduire la valeur de ses angles valenciel et la longueur de la liaison (carbone-carbone).

**10.3.2.** L'addition du dichlore sur un alcyne A donne un composé B de masse molaire  $M = 125 \text{ g mol}^{-1}$ .

**10.3.2.1.** Écrire l'équation-bilan générale de la réaction.

**10.3.2.2.** Déterminer la formule brute du composé B. ■ En déduire celle du composé A.

**10.3.2.3.** Donner les formules semi-développées de tous les isomères du composé A.

**10.3.2.4.** L'hydratation à chaud du composé A, en présence de catalyseur, donne un composé C qui rosit le réactif de Schiff et donne un précipité jaune avec la 2,4-DNPH.

**10.3.2.4.1.** Quelle est la nature du composé C?

**10.3.2.4.2.** En déduire les formules semi-développées des composés A et C.

**10.3.2.5.** On réalise à chaud et en présence de catalyseur, l'addition du chlorure d'hydrogène sur le but-1-yne pour former un produit D.

**10.3.2.5.1.** Écrire l'équation-bilan de la réaction.

■ Nommer le produit D

**10.3.2.5.2.** Sous pression et en présence de catalyseur, on réalise la polymérisation du composé D.

■ Qu'est-ce qu'une réaction de polymérisation?

■ Écrire l'équation-bilan de la réaction.

■ Quelle est la masse molaire du polymère obtenu, si le degré de polymérisation est  $n = 100$ ?

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : C : 12; H : 1; Cl : 35,5.

**Exercice 11.****Oxydoréduction et engrais**

Oxydoréduction

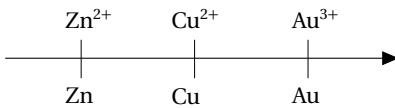
A 25 °C, les potentiels standards d'oxydoréduction de trois couples métalliques sont :

$$E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = 1,50\text{V};$$

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34\text{V};$$

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76\text{V}.$$

**11.1.** Dans le schéma ci-dessous, on a classé des couples oxydant-réducteur suivant le pouvoir oxydant croissant du cation métallique, à la suite de réactions d'oxydoréduction.



**11.1.1.** Qu'est-ce qu'une réaction d'oxydoréduction ?

**11.1.2.** Écrire la demi-équation électronique liée à chacun des couples suivants :  $\text{Au}^{3+}/\text{Au}$ ;  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  et  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ .

**11.1.3.** Écrire les équations-bilan des réactions naturelles susceptibles de se produire entre les trois couples ci-dessus.

**11.2.** Que se passe-t-il quand on introduit :

**11.2.1.** une lame de cuivre dans une solution de nitrate de zinc ?

**11.2.2.** une lame de zinc dans une solution de nitrate de cuivre ?

On donne :  $E^\circ(\text{NO}_3/\text{NO}) = 0,96\text{V}$ .

**11.3.** On suppose qu'une pile puisse être réalisée à partir des couples  $\text{Au}^{3+}/\text{Au}$  et  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ , les solutions utilisées, de concentration  $C = 1\text{ mol L}^{-1}$ , étant le nitrate d'or et le nitrate de zinc.

**11.3.1.** Donner la représentation conventionnelle de cette pile, en précisant ses bornes.

**11.3.2.** Écrire les équations-bilan des réactions qui se produisent sur les électrodes lorsque la pile débite.

**11.3.3.** Déterminer la force électromotrice de cette pile.

**11.3.4.** On constate au bout d'un certain temps de fonctionnement que la masse d'une des électrodes a augmenté de 0,75 g.

**11.3.4.1.** De quelle électrode s'agit-il ?

**11.3.4.2.** Déterminer la diminution de masse de l'autre électrode.

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : Au : 197; Zn : 65,4.

**11.4.** Engrais

On dispose d'un engrais de formule brute  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .

**11.4.1.** Quels sont les éléments fertilisants de cet engrais ?

**11.4.2.** Est-ce un engrais simple ou composé ? Justifier.

**11.4.3.** Déterminer sa formule commerciale.

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : K : 39,1; P : 31; O : 16; H : 1.

**Exercice 12.****Type expérimental**

Au cours d'une expérience de classification électrochimique de quelques métaux, un groupe d'élèves d'une classe de 1<sup>ère</sup> D constatent que :

- Une lame de plomb plongée dans une solution de sulfate de cuivre II se recouvre d'un dépôt rougeâtre de cuivre.
- Une lame de cuivre plongée dans une solution de nitrate d'argent se recouvre d'un dépôt noir d'argent très divisé.
- Une lame de fer plongée dans une solution de nitrate de plomb, se recouvre de plomb.

**12.1.** Dédurre de ces expériences un classement par ordre croissant du pouvoir réducteur des métaux mis en jeu.

**12.2.** Peut-on prévoir ce qui se passera si on plonge une lame de cuivre dans une solution de nitrate de plomb II ? Justifier.

**12.3.** Une lame d'argent plongée dans une solution de chlorure d'or ( $\text{AuCl}_3$ ) se recouvre d'or métallique.

**12.3.1.** Que peut-on dire du pouvoir réducteur de l'or ?

**12.3.2.** Situer l'or dans la classification des métaux précédents.

**12.3.3.** Peut-on relier la position de l'or dans cette classification au fait qu'on trouve l'or dans la nature à l'état natif ?

**12.3.4.** On ajoute un excès de poudre de cuivre dans 150 mL d'une solution de chlorure d'or à  $0,01\text{ mol L}^{-1}$ .

**12.3.4.1.** Y a-t-il réaction ? Justifier.

**12.3.4.2.** A la fin de la réaction qui se produirait, quels seraient la concentration molaire en ions cuivre II et la masse de cuivre disparue ?

Données : Masses molaires atomiques (en  $\text{g mol}^{-1}$ ) : Cu : 63,5.

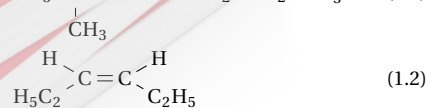
**1.1.5 Enoncé – Probatoire 2016**

Examen:	Probatoire	Séries:	C, D
Session:	2016	Durée:	2 heures
Épreuve:	Chimie	Coef.:	2

**Exercice 13.****Chimie organique**

**13.1.** Nomenclature.

Nommer les composés suivants :



**13.2.** Alcane

La combustion complète d'un alcane gazeux produit un volume de dioxyde de carbone égal à celui de l'alcane (volume mesuré dans les conditions normales de tempé-

## 1.1. Énoncé des sujets d'examen

rature et de pression)

**13.2.1.** Écrire l'équation bilan de la combustion complète des alcanes.

**13.2.2.** Déterminer la formule brute de cet alcane.

**13.2.3.** La réaction photochimique du méthane avec le dichlore donne plusieurs dérivés substitués du méthane écrire l'équation donnant le dérivé monosubstitué.

**13.3.** Structure géométrique de la molécule de benzène.

**13.3.1.** Donner la représentation géométrique de la molécule benzène.

**13.3.2.** Préciser ses distances inter atomiques et ses angles valencielles.

**13.3.3.** En déduire sa structure géométrique.

**13.4.** Réaction chimique des dérivés du benzène.

**13.4.1.** Le toluène ou méthylbenzène est un hydrocarbure aromatique

**13.4.1.1.** Définir le terme hydrocarbure aromatique.

**13.4.1.2.** Écrire l'équation bilan de la préparation du toluène à partir du benzène. Comment appelle-t-on ce type de réaction?

**13.4.1.3.** On traite le toluène à l'aide d'un mélange sulfonitrique. On obtient un dérivé tri substitué

**13.4.1.3.1.** Qu'appelle-t-on mélange sulfonitrique?

**13.4.1.3.2.** Donner le nom et la formule semi-développée du composé obtenu.

**13.4.2.** Dans certaines conditions et en présence de la platine comme catalyseur, la déshydrogénation d'un composé organique de formule semi-développée  $C_6H_5-CH_2CH_3$  conduit à la formation du dihydrogène et du styrène.

**13.4.2.1.** Donner la formule développée du styrène.

**13.4.2.2.** La polymérisation du styrène donne un haut polymère de masse molaire égal à  $192 \text{ kg mol}^{-1}$

**13.4.2.2.1.** Écrire l'équation bilan de la polymérisation du styrène et déterminer le degré de polymérisation.

**13.4.2.2.2.** Donner une application de ce polymère.

$M(C) = 12 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $M(H) = 1 \text{ g mol}^{-1}$

## Exercice 14.

## Oxydoréduction et engrais

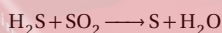
**14.1.** Oxydoréduction

**14.1.1.** Définir les termes suivants : réducteur; Oxydation.

**14.1.2.** En utilisant le nombre d'oxydation :

**14.1.2.1.** nommer les composés suivants  $Cu_2O$  et  $CuO$ .

**14.1.2.2.** Équilibrer l'équation-bilan suivante :



**14.1.3.** Une lame d'argent plongée dans une solution de chlorure d'or  $AuCl_3$  se recouvre d'or métallique.

**14.1.3.1.** Déterminer les ions contenus dans la solution de chlorure d'or

**14.1.3.2.** Écrire les demi-équations mises en jeu dans la réaction observée.

**14.1.3.3.** En déduire l'équation bilan de la réaction.

**14.1.3.4.** Pour réaliser la réaction précédente, on a utilisé  $V = 20 \text{ cm}^3$  d'une solution de chlorure d'or de concentration  $C = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ . Calculer la masse d'or déposée.  $M_{Au} = 197 \text{ g mol}^{-1}$

**14.1.4.** On réalise une pile standard mettant en jeu les couples  $(Au^{3+}/Au)$  et  $(Zn^{2+}/Zn)$  de potentiels standard

$E^\circ(Au^{3+}/Au) = 1,50 \text{ V}$  et  $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0,76 \text{ V}$

**14.1.4.1.** Donner la représentation conventionnelle de cette pile en précisant les polarités.

**14.1.4.2.** Écrire les réactions qui se produisent aux électrodes lorsque la pile débite un courant.

**14.1.4.3.** En déduire l'équation bilan de fonctionnement de la pile.

**14.1.4.4.** Quelle est la valeur de la f.é.m. de cette pile?

**14.2.** Engrais

**14.2.1.** Définir : Engrais binaire et donner un exemple.

**14.2.2.** On mélange intimement 50 kg d'engrais 15-20-10 et 25 kg d'engrais 30-20-10, déterminer la formule de l'engrais obtenu.

**14.2.3.** Définir eutrophisation et citer un polluant chimique responsable de ce phénomène.

## Exercice 15.

## Type expérimental

Le sel de Mohr a pour formule chimique brute  $[Fe(SO_4)_2(NH_4)_2 \cdot xH_2O]$ . Afin de déterminer le nombre  $X$  de molécules d'eau dans cette formule, on pèse 39,2 g de ce produit que l'on dissout dans l'eau pour obtenir  $V = 100 \text{ mL}$  de solution. Puis on prélève à l'aide d'une pipette  $V_r = 20 \text{ mL}$  de la solution obtenue que l'on dose en milieu acide par une solution de permanganate de potassium de concentration  $C_0 = 0,4 \text{ mol L}^{-1}$ . A l'équivalence, le volume de la solution de permanganate est  $V_0 = 10 \text{ mL}$ .

**15.1.** Que signifie doser une solution?

**15.2.** Faire le schéma annoté du dispositif expérimental.

**15.3.** Écrire les demi-équations puis l'équation-bilan du dosage.

**15.4.** Déterminer la concentration  $C_r$  du sel de Mohr puis déduire la valeur de  $X$ .

N.B : Le sel de Mohr est un solide cristallisé. Il produit les ions  $Fe^{2+}$  après dissolution. On rappelle que :  $E^\circ(MnO_4^-/Mn^{2+}) > E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+})$   $M(Fe) = 56 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $M(S) = 32 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $M(O) = 16 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $M(N) = 14 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $M(H) = 1 \text{ g mol}^{-1}$ .

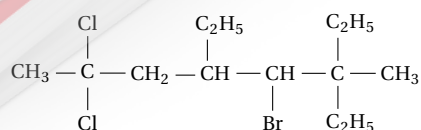
## 1.1.6 Énoncé – Probatoire 2017

Examen:	Probatoire	Séries:	C, D
Session:	2017	Durée:	2 heures
Épreuve:	Chimie	Coef.:	2

## Exercice 16.

## Chimie organique

**16.1.** Nommer le composé ci-dessous :



**16.2.** Les alcènes et les alkyles sont des hydrocarbures insaturés

**16.2.1.** Donner la formule générale d'un alcène.

**16.2.2.** Le plus simple des alcènes; noté *A*, a pour formule brute  $C_2H_4$ .

**16.2.2.1.** Donner le nom systématique de *A*.

**16.2.2.2.** Écrire sa formule développée.

■ En déduire sa structure géométrique et la longueur de la liaison (C=C).

**16.2.2.3.** On peut préparer *A* par déshydratation de l'éthanol  $C_2H_6O$  qu'on fait passer sur l'alumine chauffé vers  $400^\circ C$ . Le rendement de la réaction est de 85%.

■ Écrire l'équation-bilan de la réaction.

■ Quel volume de composé *A*, mesuré dans les conditions normales de température et de pression pourra-t-on obtenir, sachant qu'on a utilisé  $10\text{ cm}^3$  d'éthanol?

**16.2.3.** L'hydrogénation de l'acétylène, noté *B*, peut, suivant les catalyseurs Ni, Pd utilisés, conduire à un alcène ou à un alcane.

**16.2.3.1.** A quelle famille de composé appartient *B*?

■ En déduire sa structure géométrique et la longueur de la liaison (C≡C).

**16.2.3.2.** Écrire les deux équations-bilan en précisant à chaque fois, le catalyseur et le nom du produit obtenu.

**16.2.4.** La polymérisation de trois molécules *B* forme le benzène, noté *C*, qui fait partie des hydrocarbures aromatiques, composés contenus dans les carburants dont ils augmentent l'indice d'octane.

**16.2.4.1.** Nommer l'opération destinée à augmenter, l'indice d'octane.

■ Doit-on utiliser directement dans les moteurs les essences issues de la distillation fractionnée? Justifier votre réponse.

**16.2.4.2.** Écrire la formule développée de *C* et préciser la valeur des angles valenciel: s

**16.2.5.** En présence d'un mélange sulfonitrique, à température élevée, la nitration du composé *C* se poursuit jusqu'à la formation du 1,2,3-trinitrobenzène utilisé comme explosif.

**16.2.5.1.** Définir: mélange sulfonitrique.

**16.2.5.2.** Écrire la formule semi développée du produit formé.

**16.2.5.3.** Calculer la masse molaire moléculaire du produit formé.

Données: Volume molaire  $V_m = 24\text{ Lmol}^{-1}$

Masses volumiques de l'éthanol (en g/mol): C: 12; H: 1; O: 16; N: 14

### Exercice 17.

*Oxydoréduction et engrais*

**17.1.** Oxydoréduction

**17.1.1.** On considère les demi-équations électriques suivantes:



**17.1.1.1.** Donner l'espèce la plus oxydante. Justifier.

**17.1.1.2.** Quelle est l'espèce la plus réductrice? Justifier votre réponse.

**17.1.1.3.** Citer les ions métalliques qui peuvent être réduits par l'étain.

**17.1.2.** On réalise une pile électrochimique avec des électrodes d'aluminium et de nickel plongeant dans leurs solutions ioniques respectives.

**17.1.2.1.** Donner un nom à ce type de pile.

**17.1.2.2.** Faire le schéma de la pile en indiquant ses pôles.

**17.1.2.3.** Écrire l'équation-bilan de fonctionnement de la pile.

■ Quand la pile va-t-elle s'arrêter de débiter?

**17.1.2.4.** Calculer la force électromotrice *E* de la pile, les solutions étant à  $1\text{ molL}^{-1}$ .

**17.2.** Les engrais

**17.2.1.** Nommer les trois principaux éléments qui composent l'essentiel de la matière sèche d'une plante.

**17.2.2.** Quel est l'effet du CAH sur un ion négatif?

**17.2.3.** Pourquoi l'homme utilise-t-il des engrais?

**17.2.4.** L'étiquette d'un engrais porte les indications suivantes: NPK 17-17-17.

**17.2.4.1.** Donner la signification de ces nombres.

**17.2.4.2.** Est-ce un engrais simple ou composé?

### Exercice 18.

*Type expérimental*

On se propose de doser 20 mL d'une solution brune de diiode ( $I_2$ ) contenue dans un bêcher par une solution incolore de thiosulfate de sodium ( $2Na^+ + S_2O_3^{2-}$ ) de concentration  $C_r = 0,1\text{ molL}^{-1}$ .

**18.1.** Que signifie doser une solution?

**18.2.** Quel indicateur coloré doit-on ajouter dans le bêcher pour mieux repérer l'équivalence?

**18.3.** Faire un schéma annoté du dispositif expérimental.

**18.4.** Écrire les demi-équations d'oxydoréduction, puis l'équation-bilan de la réaction de dosage, sachant que les couples redox sont:  $I_2/I^-$  et  $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$ .

**18.5.** L'équivalence est atteinte après un ajout de 14 mL de la solution de thiosulfate de sodium. Calculer la concentration molaire  $C_0$  de la solution dosée.

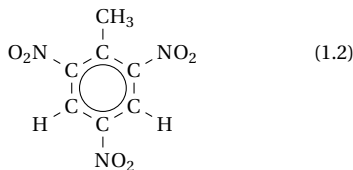
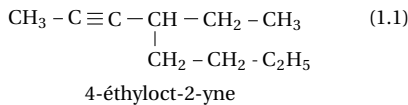
## 1.2 Solution des sujets d'examen

### 1.2.1 Solution – Probatoire 2012

#### Solution 1. (p. 2)

##### Chimie organique

##### 1.1. Nomenclature :



1-méthyl-2,4,6-trinitrobenzène  
(ou 2,4,6-trinitrotoluène)

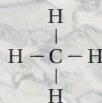
##### 1.2. Définition

**1.2.1.** Composé aromatique : C'est tout composé qui comporte au moins un noyau benzénique.

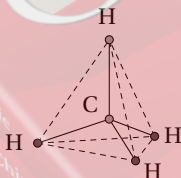
**1.2.2.** Réaction de Friedel et Crafts : C'est une réaction de substitution au cours de laquelle un groupe alkyle remplace un atome d'hydrogène du benzène.

##### 1.3.

**1.3.1.** Formule développée de la molécule méthane :



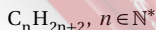
Représentation de la structure géométrique et valeurs des angles valenciel :



$$\widehat{\text{HCH}} = 109^\circ$$

##### 1.3.2.

**1.3.2.1.** Formule générale des alcanes :



Formule brute de l'alcane A :

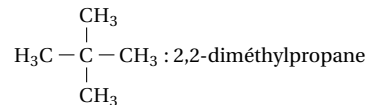
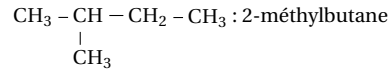
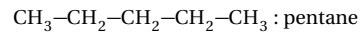
$$M_A = 12n + 2n + 2$$

$$\Leftrightarrow M_A = 14n + 2$$

$$\Rightarrow n = \frac{M_A - 2}{14}$$

A.N. :  $n = 5$  d'où la formule brute de A :  $\text{C}_5\text{H}_{12}$

**1.3.2.2.** Formules semi-développées des isomères de l'alcane A et leurs noms :

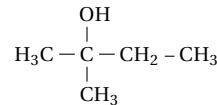
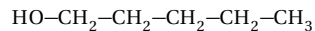


Type d'isomérisation : isomérisation de chaîne parmi ces isomères, celui qui aurait le plus indice d'atome est 2,2-diméthylpropane.

Justification : C'est l'isomère le plus ramifié.

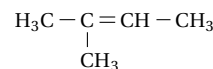
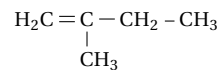
##### 1.3.2.3.

**1.3.2.3.1.** Formules semi-développées des deux produits obtenus :

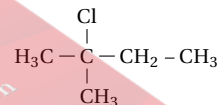


Famille d'appartenance de ces produits : ce sont des alcools.

**1.3.2.3.2.** Formules semi-développées des alcènes :

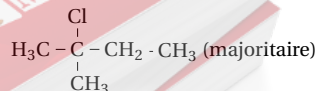


**1.3.2.3.3.** Produit majoritaire :



Justification : c'est le produit que l'on obtient en appliquant la règle de Markovnikov.

Équation-bilan de la réaction :



## Solution 2. (p. 2)

## Oxydoréduction et engrais

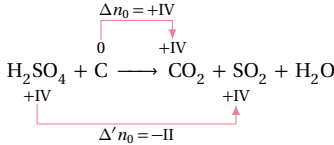
## 2.1. Oxydoréduction

## 2.1.1. Définition :

Oxydoréduction : c'est une réaction au cours de laquelle il y a transfert d'électrons du réducteur à l'oxydant.

Couple oxydant-réducteur : c'est un couple d'espèce conjuguées, dont l'une est l'oxydant et l'autre le réducteur.

## 2.1.2. Équilibre de l'équation-bilan à l'aide du nombre d'oxydation :



$$\text{on a : } x \Delta n \cdot O + y \Delta' n \cdot O = 0$$

$$\Leftrightarrow IVx - IIy = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 1 \\ y = 2 \end{cases}$$

d'où l'équation-bilan équilibrée :



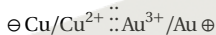
## 2.1.3.

2.1.3.1. Pôle de la pile  $P_1$  :

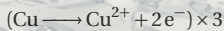
■ pôle positif : Électrode en or (Au)

■ pôle négatif : Électrode en cuivre (Cu).

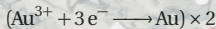
Représentation conventionnelle de la pile :

2.1.3.2. Équation des réactions aux électrodes lorsque la pile  $P_1$  débite :

A l'anode (pôle  $\ominus$ ) :



A la cathode (pôle  $\oplus$ ) :



Équation-bilan :

2.1.3.3. Force électromotrice de la pile  $P_1$  :

$$E_1 = E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) - E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})$$

$$\text{A.N. : } E_1 = 1,16\text{V}$$

## 2.1.4.

2.1.4.1. Force électromotrice de la pile  $P_2$  :

$$E_2 = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$$

$$\text{A.N. : } E_2 = 1,10\text{V}$$

2.1.4.2. Polarité de la pile  $P$  :

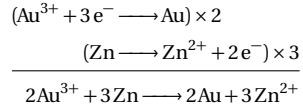
■ pôle positif : Électrode en or (Au)

■ pôle négatif : Électrode en Zinc (Zn)

2.1.4.3. Force électromotrice de la pile  $P$  :

$$\begin{aligned} E &= E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) - E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) \\ &= E_1 + E_2 \end{aligned}$$

$$\text{A.N. : } E = 2,26\text{V}$$

2.1.4.4. Équation-bilan de la réaction lorsque la pile  $P$  débite :

## 2.2. Engrais

2.2.1. Le complexe argilo humique est un agrégat d'ion en suspension dans la solution du sol ou (c'est l'association d'argile et de l'humus).

## 2.2.2.

## 2.2.2.1. Signification des trois nombres :

Ces trois nombres signifient qu'à partir de 100 kg d'engrais on peut obtenir :

15 kg d'azote (N);

11 kg d'oxyde de phosphore ( $\text{P}_2\text{O}_5$ );

20 kg d'oxyde potassium ( $\text{K}_2\text{O}$ ).

## 2.2.2.2. Rôle de chacun des éléments fertilisants de cet engrais :

Azote N : indispensable à la croissance des plantes.

Phosphore P : indispensable à la fructification et permet les échanges d'énergie dans les cellules des plantes.

Potassium K : indispensable à la synthèse chlorophyllienne et favorise la résistance de la plante.

## 2.2.2.3. Masse d'azote et de phosphore :

Masse d'azote :

on a :

$$\begin{array}{l} 15 \text{ kg N} \longrightarrow 100 \text{ kg engrais} \\ m_{\text{N}}? \longrightarrow 2,5 \text{ kg engrais} \end{array} \Rightarrow m_{\text{N}} = \frac{15 \times 2,5}{100} = 0,375 \text{ kg}$$

$$\text{A.N. : } m_{\text{N}} = 0,375 \text{ kg}$$

Masse de phosphore :

Masse de ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) :

on a :

$$\begin{array}{l} 11 \text{ kg } \text{P}_2\text{O}_5 \longrightarrow 100 \text{ kg} \\ m_{\text{P}_2\text{O}_5}? \longrightarrow 2,5 \text{ kg} \end{array} \Rightarrow m_{\text{P}_2\text{O}_5} = \frac{11 \times 2,5}{100} = 0,275 \text{ kg}$$

$$\text{A.N. : } m_{\text{P}_2\text{O}_5} = 0,275 \text{ kg}$$

Masse de phosphore :

$$\begin{array}{l} 2M_{\text{P}} \longrightarrow M_{\text{P}_2\text{O}_5} \\ m_{\text{P}} \longrightarrow m_{\text{P}_2\text{O}_5} \end{array} \Rightarrow m_{\text{P}} = \frac{2M_{\text{P}} \cdot m_{\text{P}_2\text{O}_5}}{M_{\text{P}_2\text{O}_5}}$$

$$\text{A.N. : } M_{\text{P}_2\text{O}_5} = 142 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m_{\text{P}} = 0,12 \text{ kg} = 120 \text{ g}$$

## Solution 3. (p. 2)

## Type expérimental

3.1. Masse de cristaux  $\text{KMnO}_4$  à peser :

$$\text{on a : } m = C_0 V = \frac{m}{M} \Rightarrow m = C_0 V M$$

$$\text{A.N. : } M = 158 \text{ g mol}^{-1}; m = 0,79 \text{ g}$$

## 3.2. Mode opératoire :

peser 0,79 g de cristaux de permanganate de potassium



## 1.2. Solution des sujets d'examen

puis mettre dans une fiole jaugée de 250 mL contenant de l'eau distillée au 1/3.

Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, puis agiter.

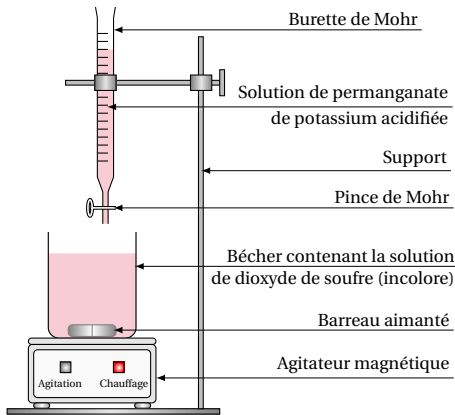
### 3.3. 3.3.1. Rôle du dosage :

Elle permet de déterminer la concentration d'une solution à l'aide d'une autre solution de concentration connue.

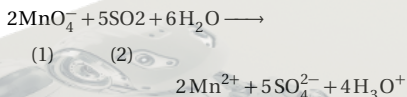
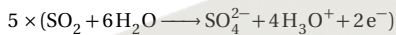
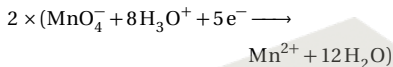
### 3.3.2. Repérage de l'équivalence dans $C_a$ dosage :

L'équivalence est repérée par la persistance de la couleur violette du permanganate.

### 3.3.3. Schéma annoté du dispositif expérimental :



### 3.3.4. Équation-bilan de la réaction de dosage :



### 3.3.5. Concentration molaire de la solution de dioxyde de soufre :

À l'équivalence :

$$\frac{n_1}{2} = \frac{n_2}{5} \Leftrightarrow \frac{C_0 V_0}{2} = \frac{C_r V_r}{5} \Rightarrow C_r = \frac{5C_0 V_0}{2V_r}$$

$$\text{AN. : } C_0 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ molL}^{-1};$$

$$V_0 = 8,6 \times 10^{-3} \text{ L};$$

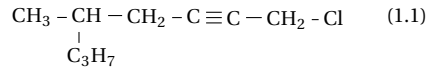
$$V_r = 10 \text{ mL} = 10^{-2} \text{ L}; C_r = 0,043 \text{ molL}^{-1}$$

## 1.2.2 Solution – Probatoire 2013

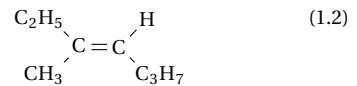
### Solution 4. (p. 3)

#### Chimie organique

##### 4.1. Noms des composés



1-chloro-5-méthyl-oct-2-yne



3-méthylhept-3-ène

##### 4.2. Pétroles et gaz naturels.

4.2.1. Deux étapes de la distillation fractionnée du pétrole :

- La distillation atmosphérique.
- La distillation sous pression réduite ou distillation sous vide.

Exemples de coupes obtenues :

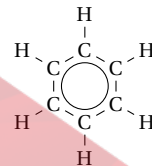
- Pour la distillation atmosphérique : les gaz, le kérosène, le pétrole lampant, le gazole, les produits lourds.
- Pour la distillation sous vide : les huiles, les fiouls lourds, les paraffines.

4.2.2. Deux exemples d'impuretés contenues dans le gaz naturel : l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), le sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

##### 4.3. Définition :

4.3.1. Un composé aromatique est un composé qui comporte au moins un noyau benzénique.

4.3.2. Formule développée du benzène :



Longueur de la liaison carbone-carbone :

$$d(\text{C}-\text{C}) = 140 \text{ pm}$$

Valeur des angles valentiels :

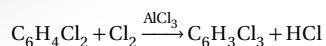
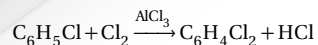
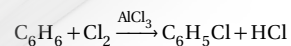
$$\widehat{\text{HCH}} = \widehat{\text{HCC}} = 120^\circ$$

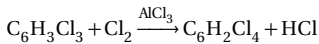
##### 4.3.3.

##### 4.3.3.1. Définition :

Une substitution est une réaction chimique au cours de laquelle certains atomes de la molécule sont remplacés par d'autres atomes ou groupe d'atomes.

4.3.3.2. Équation-bilan des quatre premières substitutions :





■ Noms des produits obtenus :

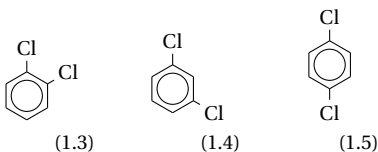
$C_6H_5Cl$  : monochlorobenzène

$C_6H_4Cl_2$  : dichlorobenzène

$C_6H_3Cl_3$  : trichlorobenzène

$C_6H_2Cl_4$  : tétrachlorobenzène

■ Représentations et noms des isomères du produit de la deuxième substitution :



(1.3) : 1,2 – dichlorobenzène (ou orthodichlorobenzène)

(1.4) : 1,3 – dichlorobenzène (ou métadichlorobenzène)

(1.5) : 1,4 – dichlorobenzène (ou paradichlorobenzène)

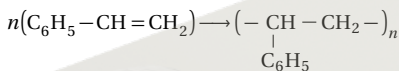
**4.3.3.3.** Si on fait réagir le benzène et le dichlore dans une salle de classe non aérée et en présence de la lumière solaire, il se produit une réaction d'addition avec formation du  $C_6H_6Cl_6$ .

**4.3.4.**

**4.3.4.1. Définition :**

Une réaction de polymérisation est une réaction addition de plusieurs molécules identiques insaturées.

**4.3.4.2. Équation-bilan de la réaction :**



■ Nom de produit formé : polystyrène

■ Degré de polymérisation :

$$n = \frac{m_p}{M_m}$$

A.N. :  $M_m = 12 \times 8 + 8 = 104 \text{ g mol}^{-1}$  ;  
 $m_p = 3,12 \text{ kg}$  ;  $n = 30$

■ Deux exemples d'application usuelle du produit : Emballages des objets fragiles ; fabrication des jouets d'enfants, décoration des meubles.

**Solution 5. (p. 3)**

**Oxydoréduction et engrais**

**5.1.**

**5.1.1. Définitions :**

Un réducteur est une espèce chimique capable de céder les électrons au cours d'une réaction d'oxydoréduction. Une réaction d'oxydoréduction est une réaction au cours de laquelle il y a transfert d'électrons du réducteur à l'oxydant.

**5.1.2.**

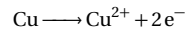
**5.1.2.1. Oxydant le plus fort et réducteur le plus fort pour chaque pile :**

Pile	Oxydant le plus fort	Réducteur le plus fort
Pile 1	$Ag^+$	Cu
Pile 2	$Cu^{2+}$	Mg

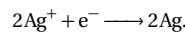
**5.1.2.2. Équation-bilan des réactions d'oxydoréduction pour chaque pile :**

Pile 1 :

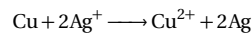
A l'anode (pôle  $\ominus$ ) :



A la cathode (pôle  $\oplus$ ) :

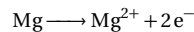


Équation-bilan :

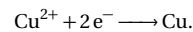


Pile 2 :

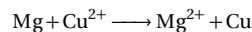
A l'anode (pôle  $\ominus$ ) :



A la cathode (pôle  $\oplus$ ) :



Équation-bilan :



**5.1.2.3. Potentiels standards des couples  $Ag^+/Ag$  et  $Mg^{2+}/Mg$  :**

on a :

pour la pile 1 :

$$E_1 = E^\circ_{Ag^+/Ag} - E^\circ_{Cu^{2+}/Cu}$$

$$\Rightarrow E^\circ_{Ag^+/Ag} = E^\circ_1 + E^\circ_{Cu^{2+}/Cu}$$

A.N. :  $E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0,8 \text{ V}$

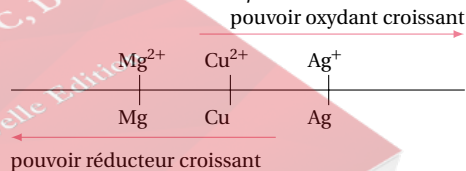
pour la pile 2 :

$$E_2 = E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} - E^\circ_{Mg^{2+}/Mg}$$

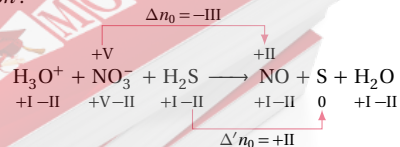
$$\Rightarrow E^\circ_{Mg^{2+}/Mg} = E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} - E_2$$

A.N. :  $E^\circ_{Mg^{2+}/Mg} = -2,37 \text{ V}$

**5.1.2.4. Classement des couples :**



**5.1.3. Équilibre de la réaction à l'aide des nombres d'oxydation :**

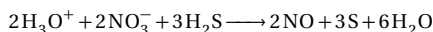


$$x \Delta n_0 + y \Delta' n_0 = 0 \Leftrightarrow -IIIx + IIy = 0$$

$$\Rightarrow \begin{array}{l} x = 2 \\ y = 3 \end{array}$$

## 1.2. Solution des sujets d'examen

d'où l'équation-bilan équilibrée :



### 5.2. Engrais

#### 5.2.1. Définition :

Un engrais ternaire est un engrais qui contient trois éléments fertilisants (NPK).

#### 5.2.2. Signification des nombres :

Ces nombres signifient qu'à partir de 100 kg de cet engrais on peut obtenir :

50 kg d'azote;

25 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ;

25 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ .

#### 5.2.3. Rôle des éléments N,P,K dans la plante :

**5.2.3.1.** L'azote (N) : indispensable à la croissance de la plante.

**5.2.3.2.** Le phosphore (P) : indispensable à la fructification et permet les échanges d'énergie dans les cellules.

**5.2.3.3.** Le potassium (K) : indispensable à la synthèse chlorophyllienne; favorise la résistance de la plante.

#### 5.2.4.

##### 5.2.4.1. Définition :

L'humus est le constituant du sol, provenant de la décomposition des déchets animaux et végétaux. (Ou c'est le constituant du sol qui lui donne la couleur sombre).

**5.2.4.2.** Oui, l'humus enrichit la plante des mêmes éléments fertilisants.

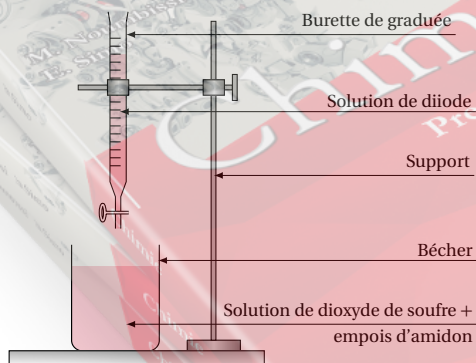
Justification : Le complexe argilo humique fixe les ions  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{PO}_4^{3-}$  qui sont ensuite libérés progressivement.

**5.2.4.3.** Le plus grand avantage qu'offre l'utilisation de l'humus est la réduction des effets de pollution.

### Solution 6. (p. 4)

#### Type expérimental

##### 6.1. Schéma du dispositif expérimental :



##### 6.2. Verrerie utilisée pour prélever l'acide :

Éprouvette graduée ou pipette avec pipetteuse

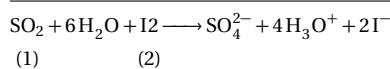
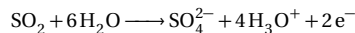
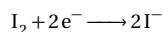
Précaution à prendre pour utiliser l'acide :

porter les gants de laboratoire, porter la blouse de laboratoire, porter les lunettes...

##### 6.3. Repérage de l'équivalence au cours du dosage :

on repère l'équivalence par la persistance de la couleur bleu.

##### 6.4. Équation-bilan de la réaction de dosage :



##### 6.5. Concentration molaire en $\text{SO}_2$ dans le vin :

$$\text{on a : } n_1 = n_2 \Leftrightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$\Rightarrow C_1 = C_{\text{SO}_2} = \frac{C_2 V_2}{V_{\text{SO}_2}}$$

$$\text{A.N. : } C_{\text{SO}_2} = 0,003 \text{ molL}^{-1} = 3 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$$

**6.6.** Dire en justifiant, si le résultat précédent est conforme à la législation :

Soit  $C_m$ , la concentration massique du dioxyde de soufre dans le vin.

$$\text{on a : } C_m = C_{\text{SO}_2} M_{\text{SO}_2} = 3 \times 10^{-3} \times 64$$

$$= 0,192 \text{ gL}^{-1} = 192 \text{ mgL}^{-1}$$

$$\text{A.N. : } C_m = 192 \text{ mgL}^{-1}$$

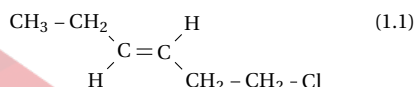
$C_m < 210 \text{ mgL}^{-1}$ ; Donc le résultat est conforme à la législation.

## 1.2.3 Solution – Probatoire 2014

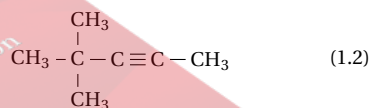
### Solution 7. (p. 4)

#### Chimie organique

##### 7.1. Noms des composés :



(E) 1-chlorohex-3-ène



4,4-diméthylpent-2-ène

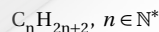
##### 7.2. Définitions :

**7.2.1. Craquage catalytique :** c'est une opération chimique au cours laquelle les hydrocarbures lourds sont transformés en hydrocarbures légers en présence d'un catalyseur.

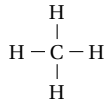
**7.2.2. Indice d'octane :** c'est un chiffre qui caractérise la résistance d'un carburant à l'auto-inflammation.

##### 7.3.

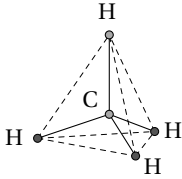
##### 7.3.1. Formule générale des alcanes :



## 7.3.2. Formule développée du méthane :



Représentation géométrique :



Structure géométrique : tétraèdre régulier.

Longueur des liaisons et valeurs des angles valenciel :

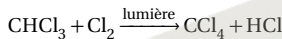
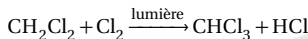
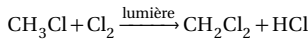
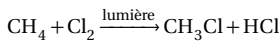
$$d(\text{C}-\text{H}) = 110 \text{ pm}; \quad \widehat{\text{HCH}} = 109^\circ$$

## 7.3.3.

## 7.3.3.1. Définition

Réaction de substitution : c'est une réaction au cours de laquelle certains atomes de la molécule sont remplacés par d'autres atomes ou groupes d'atomes.

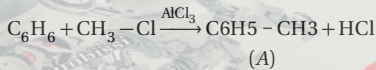
7.3.3.2. Équations-bilan de la substitution du dichlore sur le méthane :



Les produits ainsi formés sont couramment utilisés comme solvant.

## 7.3.3.3.

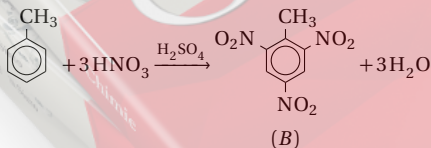
## 7.3.3.3.1. Équation-bilan de la réaction :



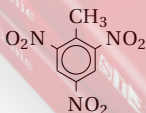
Nom du composé A : méthylbenzène (ou toluène).

Type de réaction : Réaction d'alkylation ou réaction de Friedel et Crafts.

## 7.3.3.3.2. Équation-bilan de la réaction :



Formule semi-développée et nom systématique de B :



2,4,6-trinitrotoluène  
(ou 1-méthyl-2,4,6-trinitrobenzène)

## 7.3.3.3.3. Masse de TNT :

$$\text{on a : } \eta = \frac{m_B(\text{ob})}{m_B(\text{at})} \Rightarrow m_B(\text{ob}) = \eta m_B(\text{at})$$

$$\begin{aligned} \text{or : } n_A = n_B(\text{at}) &\Leftrightarrow \frac{m_A}{M_A} = \frac{m_B(\text{at})}{M_B} \\ &\Rightarrow m_B(\text{at}) = \frac{m_A}{M_A} M_B \end{aligned}$$

$$\text{Soit } m_B(\text{ob}) = \eta \frac{m_A}{M_A} M_B$$

$$\text{A.N. : } M_A = 92 \text{ g mol}^{-1}; M_B = 227 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m_B(\text{ob}) = 462,6 \text{ g}$$

## Solution 8. (p. 4)

## Oxydoréduction et engrais

## 8.1. Oxydoréduction

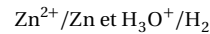
## 8.1.1. Définition

Oxydant : c'est toute espèce chimique capable de capter les électrons au cours d'une réaction d'oxydoréduction.

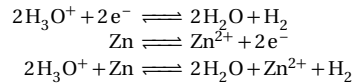
Réaction d'oxydoréduction : c'est une réaction au cours de laquelle il y a transfert d'électrons du réducteur à l'oxydant.

## 8.1.2.

## 8.1.2.1. Couples oxydant/réducteur mis en jeu

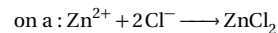


## 8.1.2.2. Demi-équations électroniques puis équation-bilan :



Oxydant le plus fort :  $\text{H}_3\text{O}^+$

Réducteur le plus fort : Zn

8.1.2.3. Masse de chlorure de Zinc ( $\text{ZnCl}_2$ ) :

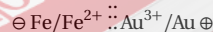
$$m_{\text{ZnCl}_2} = m = nM \text{ avec } \begin{cases} n = n_{\text{ZnCl}_2} \\ M = M_{\text{ZnCl}_2} \end{cases}$$

$$\text{or : } n = n_{\text{Zn}^{2+}} = \frac{n_{\text{Cl}^-}}{2} = \frac{CV}{2} \Rightarrow m = \frac{CV}{2} M$$

A.N. :  $M = 136,4 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $m = 47,74 \text{ g}$

## 8.1.3.

## 8.1.3.1. Représentation conventionnelle de la pile :



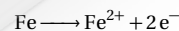
## 8.1.3.2. Force électromotrice de la pile :

$$E^\circ = E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) - E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$$

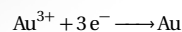
AN :  $E^\circ = 1,5 - (-0,44) = 1,94 \text{ V}$

## 8.1.3.3. Équations aux électrodes et équation-bilan :

Anode (-) :

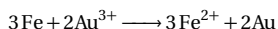


Cathode (+) :



## 1.2. Solution des sujets d'examen

Équation-bilan :



## 8.2. Engrais

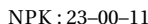
8.2.1. Le complexe argilo-humique (C.A.H) est un agrégat d'ions en suspension dans la solution du sol (ou c'est une association du l'argile et de l'humus).

Rôle du C.A.H : C'est une réserve d'ions pour les plantes; Il facilite la nutrition des plantes.

## 8.2.2.

8.2.2.1. Éléments fertilisants contenus dans le sac d'engrais : l'azote (N), le potassium (K)

8.2.2.2. Choix de la formule qui convient à l'engrais :



8.2.2.3. Masse d'engrais qu'il faut utiliser :

Masse d'azote nécessaire :

$$200 \times 2,5 = 500 \text{ kg}$$

Masse d'engrais :

$$\begin{aligned} 20 \text{ kg} &\longrightarrow 100 \text{ kg} \\ 500 \text{ kg} &\longrightarrow m? \end{aligned} \Rightarrow m = \frac{500 \times 100}{20} = 2500 \text{ kg}$$

A.N. :  $m = 2500 \text{ kg}$

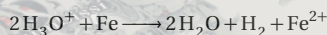
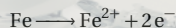
## Solution 9. (p. 5)

## Type expérimental

9.1. Préparation d'une solution contenant les ion  $\text{Fe}^{2+}$  :

- Introduire dans un tube à essai la poudre de fer;
- y verser avec précaution de l'acide sulfurique et agiter. La solution prend une couleur verte indiquant la présence des ions  $\text{Fe}^{2+}$ ;
- filtrer la solution obtenue dans un bécher.

9.2. Équation-bilan de la réaction :



## 9.3.

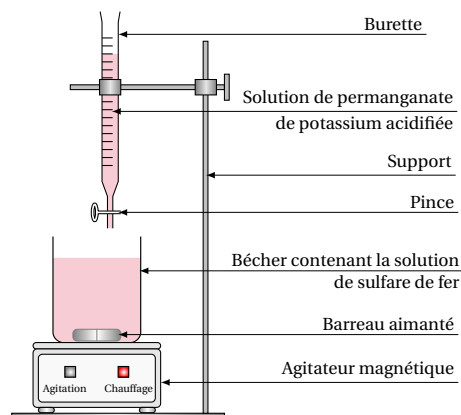
9.3.1. Concentration molaire de la solution de permanganate de potassium :

$$C = \frac{n}{V}$$

$$\text{or : } n = \frac{m}{M} \Rightarrow C = \frac{m}{MV}$$

AN. :  $M = 158 \text{ g mol}^{-1}$  ;  $C = 0,147 \text{ mol L}^{-1}$

9.3.2. Schéma du dispositif expérimental :

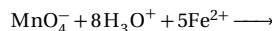
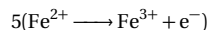
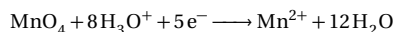


## 9.3.3. Repérage du point équivalent :

Le point équivalent est repéré par la persistance de la couleur violette due aux ions permanganate ( $\text{MnO}_4^-$ ).

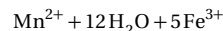
## 9.3.4.

9.3.4.1. Équation-bilan de la réaction de dosage :



(1)

(2)



9.3.4.2. Concentration molaire de la solution d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  utilisée :

$$\text{on a : } n_1 = \frac{n_2}{5} \Leftrightarrow C_0 V_0 = \frac{C_r V_r}{5}$$

$$\Rightarrow C_r = 5 \frac{C_0 V_0}{V_r}$$

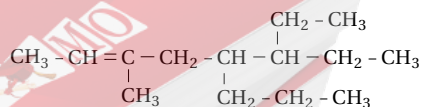
A.N. :  $C_r = 0,42 \text{ mol L}^{-1}$

## 1.2.4 Solution – Probatoire 2015

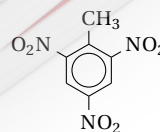
## Solution 10. (p. 5)

## Chimie organique

10.1. Formules semi-développées des molécules :

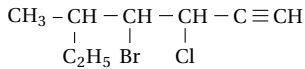


6 éthyl-3-méthyl-5-propyloct-2-ène

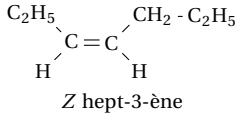


2,4,6-trinitrotoluène

## 10.2. Noms des composés :

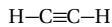


4-bromo-3-chloro-5-méthylhept-1-yne



## 10.3.

## 10.3.1. Formule développée de l'acétylène :



## 10.3.1.1. Structure géométrique de l'acétylène :

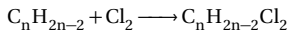
La molécule est linéaire ou droite.

10.3.1.2. Angle valenciel et longueur de la liaison  $\text{C}\equiv\text{C}$  :

$$\widehat{\text{HCC}} = 180^\circ; \quad d(\text{C}\equiv\text{C}) = 120 \text{ pm.}$$

## 10.3.2.

## 10.3.2.1. Équation-bilan générale de la réaction :



## 10.3.2.2. Formule brute du composé B :

$$\text{on a : } M = 14n + 69 \Rightarrow n = \frac{M - 69}{14}$$

A.N. :  $n = 4$  d'où la formule brute :■ Formule brute du composé A :  $\text{C}_4\text{H}_6$ 

## 10.3.2.3. Formules semi-développées des isomères de A :

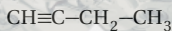


## 10.3.2.4.

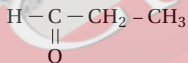
10.3.2.4.1. Nature du composé C : Le composé C c'est un aldéhyde.

## 10.3.2.4.2. Formules semi-développées des composés A et C :

Formules semi-développées de A :

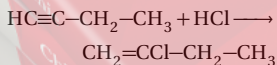


Formules semi-développées de C :



## 10.3.2.5.

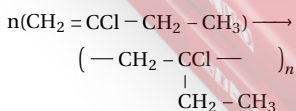
## 10.3.2.5.1. Équation-bilan de la réaction :



## ■ Nom de D : 2-chlorobut-1-ène

10.3.2.5.2. Réaction de polymérisation : est une réaction d'addition de plusieurs molécules insaturées et identiques.

## ■ Équation-bilan de la réaction :



## ■ Masse molaire du polymère :

$$n = \frac{M_p}{M_m} \Rightarrow M_p = nM_m$$

$$\text{A.N. : } M_p = 100 \times 90,5 = 9050 \text{ g mol}^{-1}$$

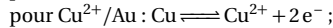
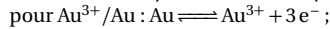
## Solution 11. (p. 6)

## Oxydoréduction et engrais

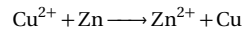
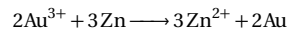
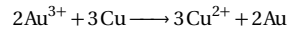
## 11.1. Oxydoréduction

11.1.1. Une réaction d'oxydoréduction est une réaction au cours de laquelle il y a transfert d'électrons du réducteur à l'oxydant.

## 11.1.2. Demi-équations électroniques liées aux couples :



## 11.1.3. Équations-bilan des réactions naturelles :

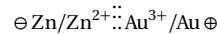


## 11.2.

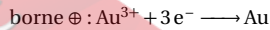
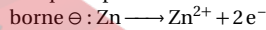
11.2.1. Quant on introduit une lame de cuivre dans une solution de nitrate de Zinc, le cuivre est oxydé en ion  $\text{Cu}^{2+}$  tandis que les ions  $\text{NO}_3^+$  sont réduits en NO.11.2.2. Quant on introduit une lame de Zinc dans une solution de nitrate de cuivre, le zinc est oxydé en ion  $\text{Zn}^{2+}$  tandis que les ions  $\text{Cu}^{2+}$  sont réduits en Cu.

## 11.3.

## 11.3.1. Représentation conventionnelle de la pile :



11.3.2. Équations-bilan des réactions aux électrodes lorsque la pile débite :



## 11.3.3. Force électromotrice de la pile :

$$E^\circ = E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) - E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$$

$$\text{A.N. : } E^\circ = 1,5 - (-0,76) = 2,26 \text{ V}$$

## 11.3.4.

11.3.4.1. L'électrode dont la masse augmente est l'électrode en or (Au).

## 11.3.4.2. Diminution de masse :

L'équation-bilan de la réaction qui se produit lorsque la pile débite étant :



On a :

$$\begin{aligned} \frac{m}{3} = \frac{n_2}{2} &\Leftrightarrow \frac{\Delta m_1}{3M_1} = \frac{\Delta m_2}{2M_2} \\ &\Rightarrow \Delta m_1 = \frac{3\Delta m_2}{2M_2} M_1 \end{aligned}$$

$$\text{A.N. : } M_1 = M_{\text{Zn}} = 65,4 \text{ g mol}^{-1};$$

$$M_2 = M_{\text{Au}} = 197 \text{ g mol}^{-1}; \Delta m_2 = 0,75 \text{ g}$$

$$\Delta m_1 = 0,373 \text{ g}$$

## 11.4. Les engrais

## 1.2. Solution des sujets d'examen

On dispose d'un engrais de forme formule brute  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .

**11.4.1.** Les éléments fertilisants de cet engrais sont : K et P

**11.4.2.** C'est un engrais composé parce qu'il contient deux éléments fertilisants.

**11.4.3.** Formule commerciale de l'engrais :

$$M_{\text{KH}_2\text{PO}_4} = M = 136,1 \text{ g mol}^{-1}$$

Soient  $m_K$ ,  $m_P$  respectivement masse de potassium et masse de phosphore contenue dans 100 g d'engrais.

On a :

$$\begin{aligned} M_K &\longrightarrow M \\ m_K? &\longrightarrow 100 \text{ g} \end{aligned} \Rightarrow m_K = \frac{M_K}{M} \times 100$$

A.N. :  $m_K = 28,728 \text{ g}$

$$\begin{aligned} M_P &\longrightarrow M \\ m_P? &\longrightarrow 100 \text{ g} \end{aligned} \Rightarrow m_P = \frac{M_P}{M} \times 100$$

A.N. :  $M_P = 22,777 \text{ g}$

Soient  $m_{\text{K}_2\text{O}}$ ,  $m_{\text{P}_2\text{O}_5}$  respectivement masse de  $\text{K}_2\text{O}$  et masse de  $\text{P}_2\text{O}_5$  contenue dans 100 g d'engrais.

On a :

$$\begin{aligned} M_{\text{K}_2\text{O}} &\longrightarrow 2M_K \\ m_{\text{K}_2\text{O}}? &\longrightarrow m_K \end{aligned} \Rightarrow m_{\text{K}_2\text{O}} = \frac{M_{\text{K}_2\text{O}}}{2M_K} m_K$$

A.N. :  $m_{\text{K}_2\text{O}} = 34,6 \text{ g} \approx 35 \text{ g}$

$$\begin{aligned} M_{\text{P}_2\text{O}_5} &\longrightarrow 2M_P \\ m_{\text{P}_2\text{O}_5}? &\longrightarrow m_P \end{aligned} \Rightarrow m_{\text{P}_2\text{O}_5} = \frac{M_{\text{P}_2\text{O}_5}}{2M_P} m_P$$

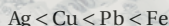
A.N. :  $m_{\text{P}_2\text{O}_5} = 52,17 \text{ g} \approx 52 \text{ g}$

D'où la formule de engrais : 00-52-35.

## Solution 12. (p. 6)

## Type expérimental

**12.1.** Classement par ordre croissant pouvoir réducteur des métaux :

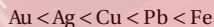


**12.2.** Oui on peut prévoir, car le cuivre est moins réducteur que le plomb, suivant le classement précédent.

**12.3.**

**12.3.1.** L'or est moins réducteur que l'argent.

**12.3.2.** Situation de l'or dans le classement



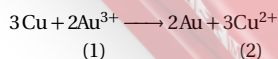
**12.3.3.** Oui! l'or étant plus réducteur, s'oxyde difficilement.

**12.3.4.**

**12.3.4.1.** Oui! il y a réaction car le cuivre est plus réducteur que l'or.

**12.3.4.2.** Concentration molaire en ions  $\text{Cu}^{2+}$  :

L'équation-bilan de la réaction entre Cu et  $\text{Au}^{3+}$  s'écrit :



d'où

$$\frac{n_1}{2} = \frac{n_2}{3} \Rightarrow n_2 = \frac{3}{2} n_1 \Leftrightarrow C_2 = \frac{3}{2} C_1$$

$$C_2 = [\text{Cu}^{2+}] = \frac{3}{2} [\text{Au}^{3+}]$$

A.N. :  $C_2 = [\text{Cu}^{2+}] = 0,015 \text{ mol L}^{-1}$

Masse de cuivre disparue :

$$m_{\text{Cu}} = [\text{Cu}^{2+}] V M_{\text{Cu}}$$

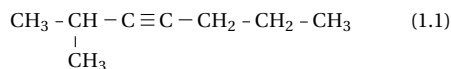
A.N. :  $m_{\text{Cu}} = 0,14 \text{ g}$

## 1.2.5 Solution – Probatoire 2016

## Solution 13. (p. 6)

## Chimie organique

**13.1.** Noms des composés :



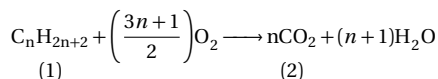
2-méthylhept-3-yne



(Z) hex-3-ène

**13.2.**

**13.2.1.** Équation-bilan de combustion complète des alcanes :



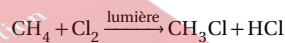
**13.2.2.** Formule brute de l'alcane :

$$\text{on a : } n_1 = \frac{n_2}{n} \Leftrightarrow \frac{V_1}{V_m} = \frac{V_2}{nV_m} \Rightarrow n = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\text{or : } V_1 = V_2 \Rightarrow n = 1$$

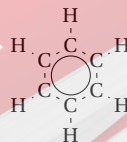
d'où la formule brute de l'alcane :  $\text{CH}_4$

**13.2.3.** Équation de la réaction donnant le dérivé mono-substitué :



**13.3.**

**13.3.1.** Représentation géométrique de la molécule de benzène



**13.3.2.** Distances inter atomiques et angles valenciel :

$$\begin{aligned} d(\text{C}-\text{C}) &= 140 \text{ pm} \\ d(\text{C}-\text{H}) &= 110 \text{ pm} \\ \widehat{\text{CCC}} = \widehat{\text{CC}} &= 120^\circ \end{aligned}$$

**13.3.3.** Structure géométrique du benzène :

La molécule de benzène est hexagonale plane.

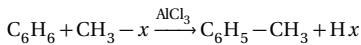
**13.4.**

**13.4.1.**

**13.4.1.1.** Définition :

Hydrocarbure aromatique : C'est un composé constitué de carbone et d'hydrogène, comportant au moins un noyau benzénique.

**13.4.1.2.** Équation-bilan de la préparation du toluène :



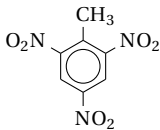
$x$  étant un hologène (Cl, Br...)

Type de réaction : Réaction d'acylation au recton de Friedel et Crafts.

**13.4.1.3.**

**13.4.1.3.1.** Le mélange sulfonitrique est le mélange de l'acide nitrique et de l'acide sulfurique concentrés.

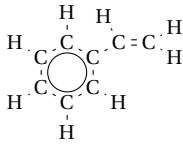
**13.4.1.3.2.** Formule semi-développée et nom du composé obtenu :



2,4,6-trinitrotoluène  
(ou 1-méthyl-2,4,6-trinitrobenzène)

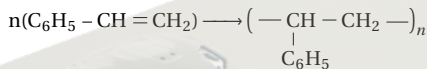
**13.4.2.**

**13.4.2.1.** Formule développée du styrène :



**13.4.2.2.**

**13.4.2.2.1.** Équation-bilan de la polymérisation du styrène



Degré de polymérisation :

$$n = \frac{M_p}{M_m}$$

A.N. :  $M_p = 192\,000 \text{ g mol}^{-1}$  ;

$M_m = 104 \text{ g mol}^{-1}$  ;  $n = 1846,15 \approx 1846$

## Solution 14. (p. 7)

### Oxydoréduction et engrais

**14.1.** Oxydoréduction

**14.1.1.** Définition :

Réducteur : C'est une espèce chimique capable de céder les électrons au cours d'une réaction d'oxydoréduction.  
Oxydation : C'est une réaction chimique au cours de laquelle il y a une perte d'électrons.

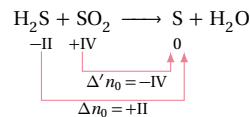
**14.1.2.**

**14.1.2.1.** Noms des composés :

$Cu_2O$  : oxyde de cuivre I (ou oxyde cuivreux)

$CuO$  : oxyde de cuivre II (ou oxyde cuivrique).

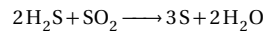
**14.1.2.2.** Équilibre de l'équation-bilan à l'aide du nombre d'oxydation :



On a :  $x\Delta nO + y\Delta' nO = 0 \Leftrightarrow +IIx - IVy = 0$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 2 \\ y = 1 \end{cases}$$

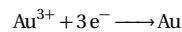
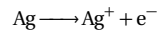
d'où l'équation-bilan équilibrée :



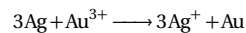
**14.1.3.**

**14.1.3.1.** Dans la solution de chlorure d'or sont contenus les ions  $Au_3^+$  et  $Cl^-$ .

**14.1.3.2.** Demi-equations mises en jeu :



**14.1.3.3.** Équation-bilan de la réaction :



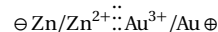
**14.1.3.4.** Masse d'or déposée :

$$m = nM \text{ or } n = CV \Rightarrow m = CVM$$

A.N. :  $m = 3,94 \times 10^{-2} \text{ g}$

**14.1.4.**

**14.1.4.1.** Représentation conventionnelle de la pile :

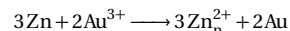


**14.1.4.2.** Équation des réactions aux électrodes lorsque la pile débite :

A l'anode (-) :  $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

A l'anode (+) :  $Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$

**14.1.4.3.** Équation-bilan de fonctionnement de la pile :



**14.1.4.4.** Calcul de la f.é.m. de la pile :

$$E = E^\circ Au^{3+} / Au - E^\circ Zn^{2+} / Zn$$

A.N. :  $E = 2,26 \text{ V}$

**14.2.** Engrais

**14.2.1.** Définition :

Engrais binaires : C'est un engrais qui contient deux éléments fertilisants.

Exemple : le nitrate de potassium ( $KNO_3$ )

**14.2.2.** Formule de l'engrais obtenu :

Dans 50 kg d'engrais 15-20-10 on a :

$$\begin{array}{l} 15 \text{ kg (N)} \longrightarrow 100 \text{ kg} \\ m_N? \longrightarrow 50 \text{ kg} \end{array} \Rightarrow m_N = \frac{5 \times 50}{100}$$

A.N. :  $m_N = 7,5 \text{ kg}$

De la même façon, on déduit :

$$m_{P_2O_5} = \frac{20 \times 50}{100} = 10 \text{ kg}$$

$$m_{K_2O} = \frac{10 \times 50}{100} = 5 \text{ kg}$$



## 1.2. Solution des sujets d'examen

Dans 25 kg d'engrais 30-20-10 on a :

$$30 \text{ kg(N)} \longrightarrow 100 \text{ kg} \Rightarrow m'_N = \frac{30 \times 25}{100}$$

$$m'_N? \longrightarrow 25 \text{ kg}$$

A.N. :  $m'_N = 7,5 \text{ kg}$

De la même façon, on déduire :

$$m'_{P_2O_5} = \frac{20 \times 25}{100} = 5 \text{ kg}$$

$$m'_{K_2O} = \frac{10 \times 25}{100} = 2,5 \text{ kg}$$

D'où, dans  $50 + 25 = 75 \text{ kg}$  d'engrais, on a

$$m''_N = m_N + m'_N = 7,5 + 7,5 = 15 \text{ kg}$$

Soit

$$15 \text{ kg(N)} \longrightarrow 75 \text{ kg} \Rightarrow m'''_N = \frac{15 \times 100}{75}$$

$$m'''_N? \longrightarrow 100 \text{ kg}$$

A.N. :  $m'''_N = 20 \text{ kg}$

De la même façon, on déduire :

$$m'''_{P_2O_5} = \frac{15 \times 100}{75} = 20 \text{ kg}$$

$$m'''_{K_2O} = \frac{7,5 \times 100}{75} = 10 \text{ kg}$$

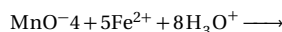
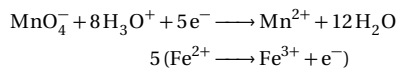
D'où la formule de l'engrais : 20-20-10

## 14.2.3. Définition :

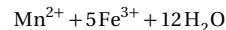
Eutrophisation : C'est la pollution due aux ions phosphate, pouvant entraîner la mort des animaux aquatiques.

Polluant chimique responsable : l'ion phosphate ( $PO_4^{3+}$ ).

## 15.3. Demi-équations et équation-bilan du dosage :



(1) (2)

15.4. Concentration  $C_r$  du sel de Mohr :

$$\text{on a : } n_1 = \frac{n_2}{5} \Leftrightarrow C_0 V_0 = \frac{C_r V_r}{5}$$

$$\Rightarrow C_r = \frac{5C_0 V_0}{V_r}$$

A.N. :  $C_r = 1 \text{ molL}^{-1}$

Déduction de la valeur de  $x$  :

$$C_r = \frac{n}{V} = \frac{m}{M_r V} \Leftrightarrow C_r = \frac{m}{M_r V}$$

$$\Rightarrow M_r = \frac{m}{C_r V}$$

or :

$$M_r = 248 + 18x \Rightarrow 284 + 18x = \frac{m}{C_r V}$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{18} \left( \frac{m}{C_r V} - 284 \right)$$

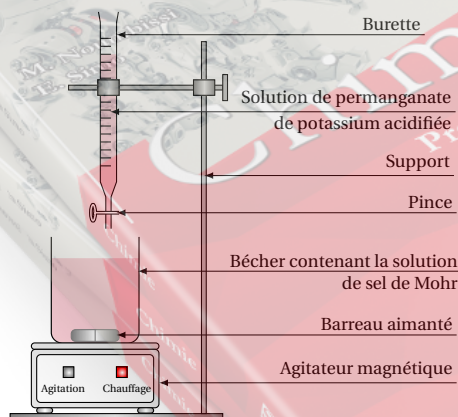
A.N. :  $m = 39,2 \text{ g}$ ;  $x = 6$

## Solution 15. (p. 7)

## Type expérimental

15.1. Doser une solution c'est déterminer sa concentration.

15.2. Schéma annoté du dispositif expérimental :

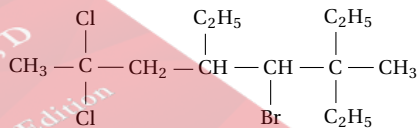


## 1.2.6 Solution - Probatoire 2017

## Solution 16. (p. 7)

## Chimie organique

16.1. Nommer le composé ci-dessous :



5-bromo-2,2-dichloro-4,6-diéthyl-6-méthyl-octane

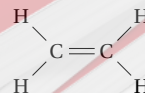
16.2. Alcènes et alcynes

16.2.1. Formule générale des alcènes :  $C_n H_{2n}$ ;  $n \geq 2$

16.2.2. Soit  $A = C_2 H_4$

16.2.2.1. Nom systématique de A : éthylène ou éthène

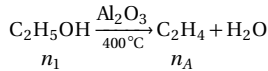
16.2.2.2. Formule développée de A :



Structure géométrique : l'éthylène est une molécule plane Longueur de la liaison ( $C=C$ ) :  $L(C=C) = 134 \text{ pm}$

16.2.2.3. Préparation de A par déshydratation du  $C_2 H_5 OH$  avec un rendement  $Rd = 85 \%$

- Équation bilan :



- Calcul du Volume  $V_A$  du composé  $A$  produit à partir de  $10 \text{ cm}^3$  d'éthanol

Le rendement étant de 85 %, la relation entre les  $n_1$  et  $n_A$  est donné par la relation :

$$\text{Rd}n_1 = n_A \quad (1.1)$$

Par ailleurs  $A$  est un gaz donc

$$n_A = \frac{V_A}{V_m} \quad (1.2)$$

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  est un liquide  $n_1 = \frac{m_1}{M_1}$  avec  $m_1 = \rho V_1$

$$\text{d'où } n_1 = \frac{\rho V_1}{M_1} \quad (1.3)$$

(1.2) et (1.3) dans (1.1) donne :

$$\frac{V_A}{V_m} = \frac{\text{Rd}\rho V_1}{M_1} \Leftrightarrow V_A = \frac{\text{Rd}\rho V_1 V_m}{M_1}$$

$$\text{AN : } V_A = \frac{0,85 \times 800 \times 10 \times 10^{-3} \times 24}{46} = 3,55 \text{ L}$$

### 16.2.3. Hydrogénation de l'acétylène $B$

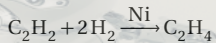
**16.2.3.1.** Famille du composé  $B$  : un alcyne (c'est l'alcyne le plus simple)

- Structure géométrique : l'acétylène est une molécule linéaire

■ Longueur de la liaison ( $\text{C}\equiv\text{C}$ ) :  $L(\text{C}\equiv\text{C}) = 120 \text{ pm}$

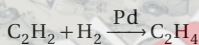
**16.2.3.2.** Équations bilans de l'hydrogénation de  $B$  en précisant le catalyseur utilisé ainsi que le nom du produit obtenu :

- Utilisation du nickel ( $\text{Ni}$ ) (*NB : le résultat est le même avec le platine à la différence qu'avec le nickel elle a lieu en 2 étapes*)



$\text{C}_2\text{H}_6$  est l'éthane

- Utilisation du palladium ( $\text{Pd}$ )



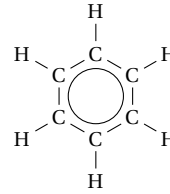
$\text{C}_2\text{H}_4$  est l'éthylène

### 16.2.4. Polymérisation de $B$ : le benzène ( $C$ )

**16.2.4.1.** ■ L'opération chimique permettant d'augmenter l'indice d'octane d'un hydrocarbure est le reformage.

- Les produits issus de la distillation fractionnée ne peuvent être directement utilisés dans les moteurs. En effet, après la distillation fractionnée les produits obtenus possèdent des chaînes carbonées très longues qui nécessitent des traitements appropriés tels que le craquage et le reformage qui les rendront plus légers et amélioreront leur indice d'octane.

### 16.2.4.2. Formule développée du benzène :



- valeurs des angles valenciel :

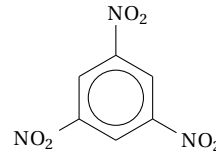
$$\widehat{(\text{CCH})} = 120^\circ$$

$$\widehat{(\text{CCC})} = 120^\circ$$

### 16.2.5. Préparation du 1,3,5-trinitrobenzène

**16.2.5.1.** Mélange sulfonitrique : mélange constitué d'acides sulfonique et nitrique concentrés

**16.2.5.2.** Formule semi-développée du 1,3,5-trinitrobenzène :



### 16.2.5.3. Masse molaire du trinitrobenzène :

Formule brute :  $\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_6$

$$M = 6M_C + 5M_H + 3M_N + 6M_O$$

$$\text{AN : } M = 6 \times 12 + 5 \times 1 + 3 \times 14 + 6 \times 16 = 213 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M = 213 \text{ g mol}^{-1}$$

## Solution 17. (p. 8)

### Oxydoreduction et engrais

#### 17.1. Oxydoreduction

**17.1.1.** Soient les couples redox :

$$\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+} + 1,61 \text{ V ; } \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} + 0,34 \text{ V ;}$$

$$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn} - 0,14 \text{ V ; } \text{Ni}^{2+}/\text{Ni} - 0,25 \text{ V ;}$$

$$\text{Al}^{3+}/\text{Al} - 1,66 \text{ V}$$

**17.1.1.1.** L'espèce la plus oxydante est l'oxydant du couple de potentiel standard le plus élevé :  $\text{Ce}^{4+}$

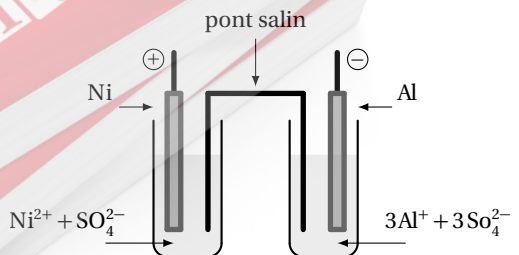
**17.1.1.2.** L'espèce la plus réductrice est le réducteur du couple de potentiel standard le plus faible :  $\text{Al}$

**17.1.1.3.** L'étain ( $\text{Sn}$ ) est plus réducteur que le cuivre ( $\text{Cu}$ ) et les ions cérium III ( $\text{Ce}^{3+}$ ) : il peut donc réduire les ions  $\text{Cu}^{2+}$  et  $\text{Ce}^{4+}$

**17.2.** Pile électrochimique nickel/aluminium plongeant dans leurs solutions salées respectives

**17.2.1.** Type de pile : pile de type Daniell

**17.2.2.** Schéma polarisé de la pile :



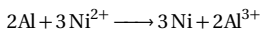
## 1.2. Solution des sujets d'examen

**17.2.3.** Équations aux électrodes lorsque la pile débite

Pôle négatif :  $(Al \longrightarrow Al^{3+} + 3 e^-) \times 2$

Pôle positif :  $(Ni^{2+} + 2 e^- \longrightarrow Ni) \times 3$

**17.2.4.** Équation bilan de fonctionnement :



**17.2.5.** Force électromotrice de la pile pour des solutions molaires

La f.e.m. d'une pile avec des solutions molaires est égale à la différence des potentiels standards entre les couples de la borne positive et de la borne négative

$$E = E^0(Ni^{2+}/Ni) - E^0(Al^{3+}/Al)$$

$$AN : E = -0,25 - (-1,66) = 1,41 V$$

$$E = 1,41 V$$

Les engrais

**17.1.** Les 3 principaux éléments constituant la matière sèche d'une plante sont : le carbone (C), l'hydrogène (H) et l'oxygène (O).

**17.2.** Le complexe argilo-humique (CAH) a pour rôle de laisser passer tous les anions exception faite des ions phosphate qui sont retenus par les ponts calciques.

**17.3.** L'homme utilise les engrais pour enrichir le sol en éléments nutritifs et ainsi améliorer le rendement des cultures.

**17.4.** On lit sur un engrais : NPK 17-17-17

**17.4.1.** Signification des nombres : 100 kg d'engrais renferment 17 kg d'azote, 17 kg d'oxyde de phosphore et 17 kg d'oxyde de potassium.

**17.4.2.** C'est un engrais composé puisqu'il renferme plus d'un élément nutritif.

Plus précisément, il s'agit d'un engrais ternaire.

### Solution 18. (p. 8)

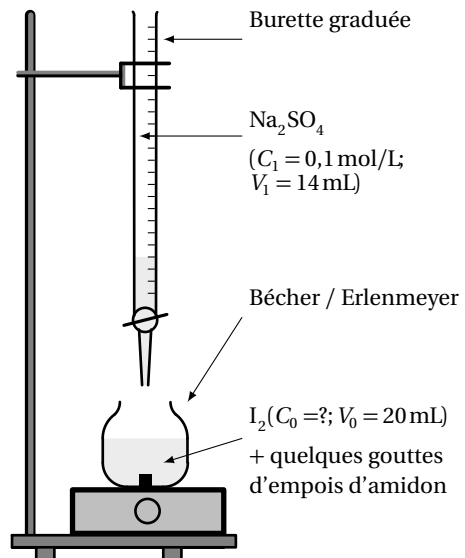
Type expérimental

**18.1.** Doser une solution revient à déterminer son titre ou sa concentration.

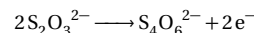
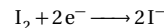
**18.2.** L'indicateur coloré à utiliser ici est l'empois d'amidon.

L'équivalence sera repérée lorsque la solution passera de bleue foncée à jaunâtre.

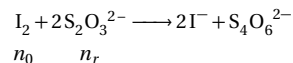
**18.3.** Schéma annoté du dispositif expérimental :



**18.4.** Demi-équations redox et bilan de la réaction entre les couples  $I_2/I^-$  et  $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$



bilan :



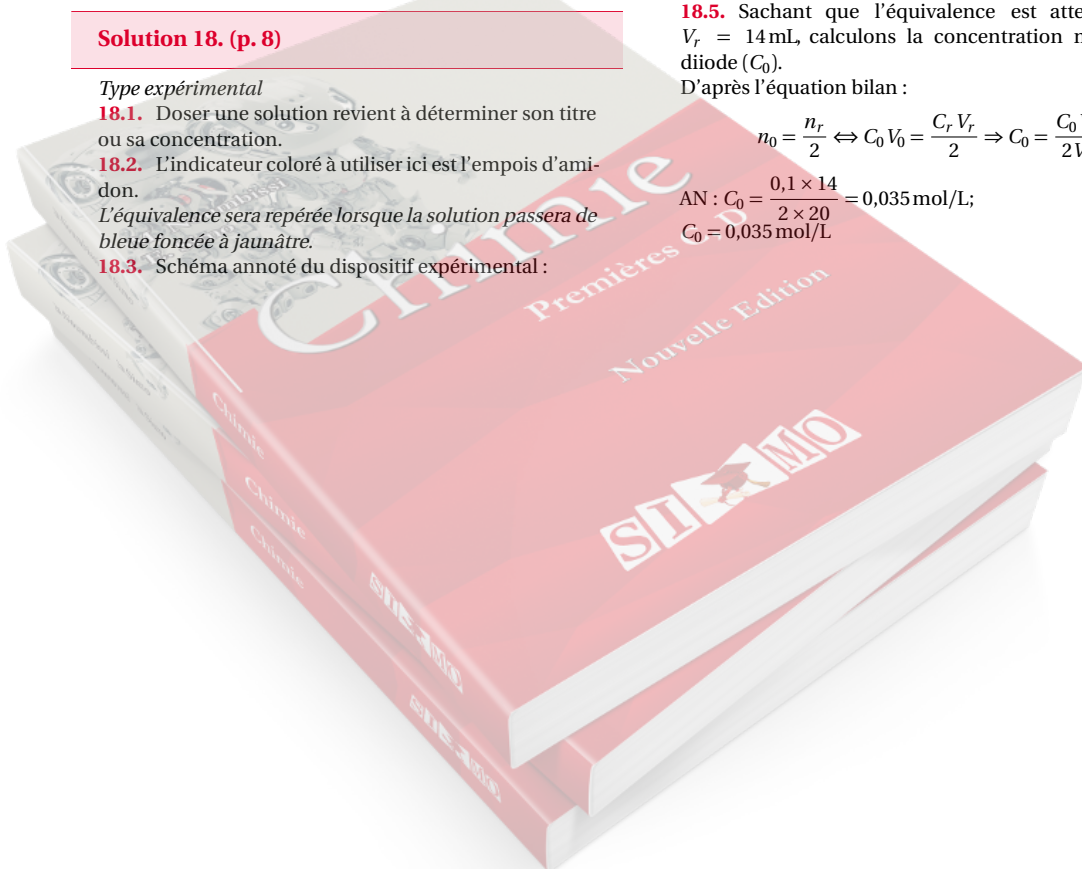
**18.5.** Sachant que l'équivalence est atteinte pour  $V_r = 14$  mL, calculons la concentration molaire du diiode ( $C_0$ ).

D'après l'équation bilan :

$$n_0 = \frac{n_r}{2} \Leftrightarrow C_0 V_0 = \frac{C_r V_r}{2} \Rightarrow C_0 = \frac{C_0 V_r}{2V_0}$$

$$AN : C_0 = \frac{0,1 \times 14}{2 \times 20} = 0,035 \text{ mol/L};$$

$$C_0 = 0,035 \text{ mol/L}$$





# La verrerie de chimie

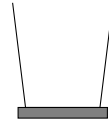
---



Ballon à fond plat



Ballon à fond rond



Verre à pied



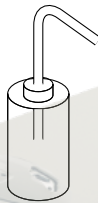
Tube à essai



Éprouvette à pied graduée



Erlenmeyer



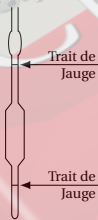
Pissette (en plastique)



Cristallisoir



Becher



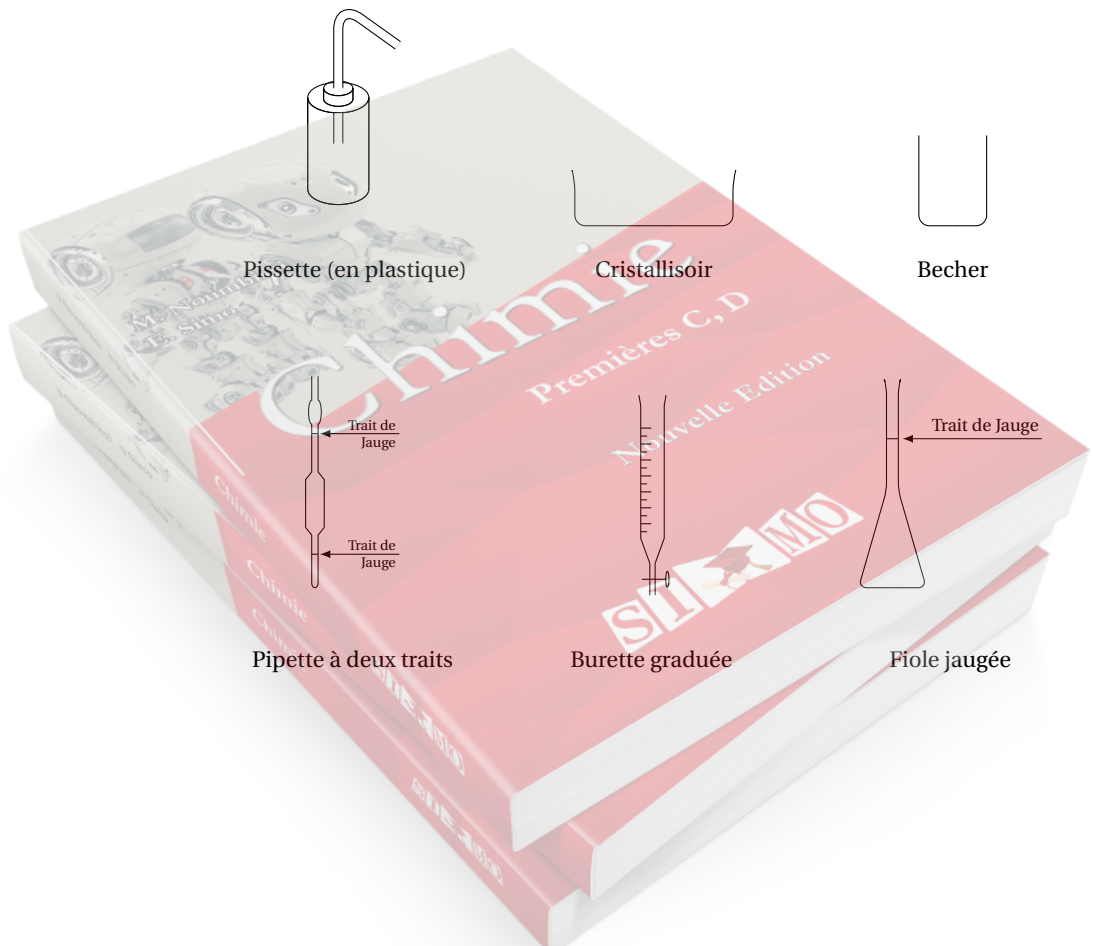
Pipette à deux traits

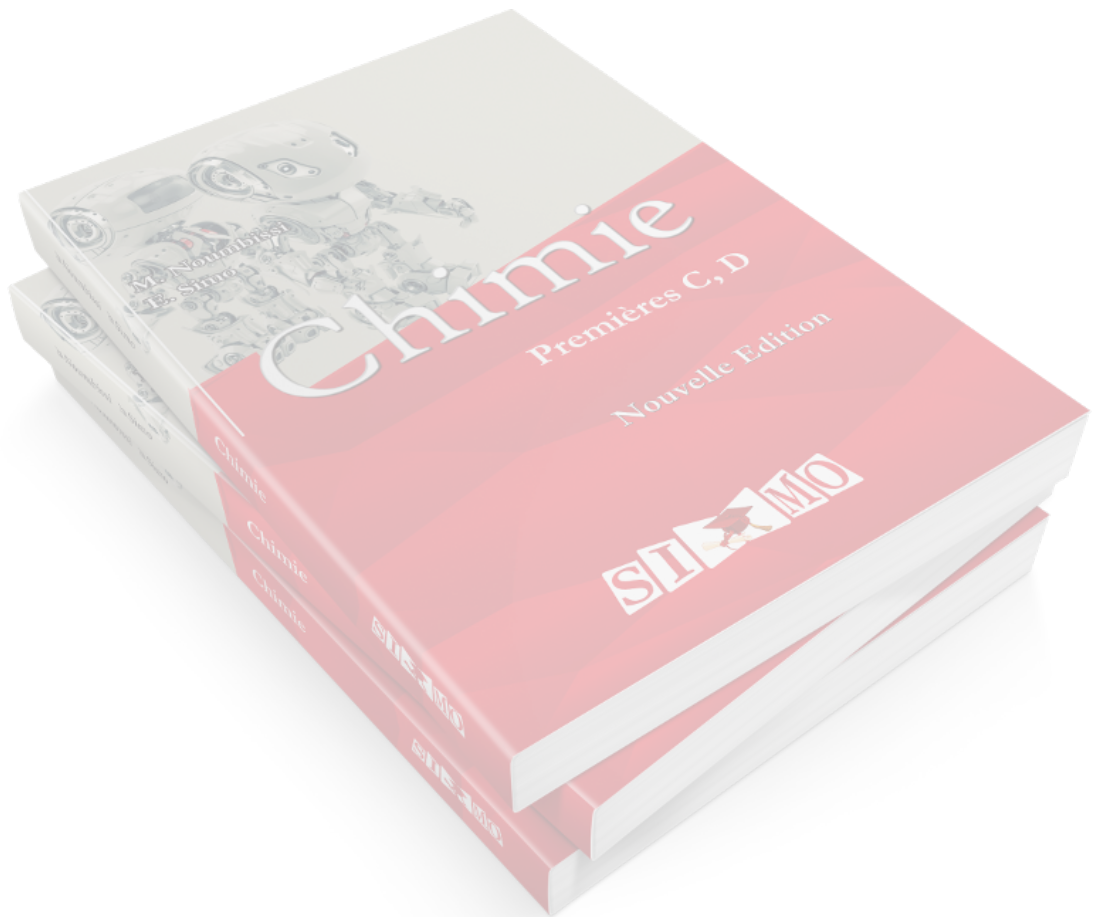


Burette graduée



Fiole jaugée





M. Youmbissi  
E. Simo

# Chimie

Premières C, D

Nouvelle Édition



Chimie  
Chimie  
Chimie

STI-MO  
STI-MO  
STI-MO