



## OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2016<sup>1</sup>

### 1<sup>ère</sup> épreuve - NIVEAU II (élèves de 6<sup>ème</sup>)

R. CAHAY, R. FRANCOIS, J. FURNEMONT, C. HOUSSIER  
M. HUSQUINET-PETIT, G. KAISIN, C. MALHERBE, C. WARNIER

417 élèves de sixième année se sont inscrits au niveau 2 pour présenter la première épreuve dans leur école, les copies étant corrigées par leur professeur. C'est une septantaine d'élèves inscrits de moins qu'en 2015 (485) ; nous avons reçu les résultats de 314 élèves, 66 de moins qu'en 2015 (380).

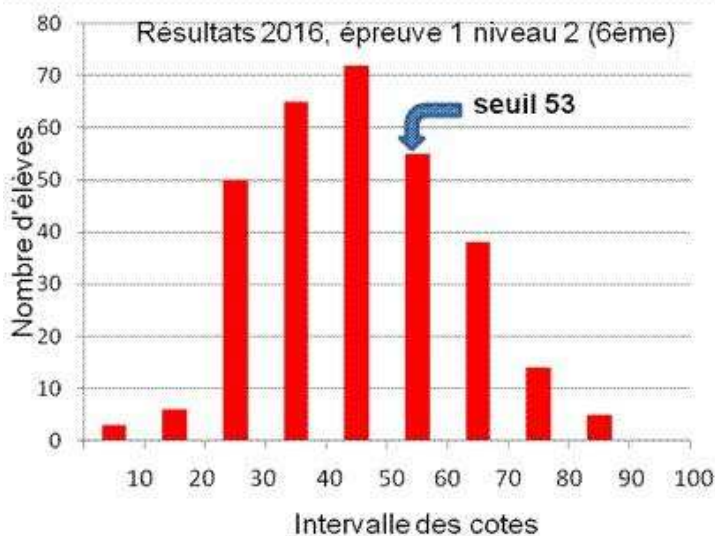
L'épreuve était notée sur 100 points et les élèves devaient, en 2 h, répondre à 14 questions n'abordant ni l'oxydoréduction ni le pH. Les élèves pouvaient utiliser une machine à calculer non programmable et avaient à leur disposition les valeurs de quelques constantes physiques, ainsi qu'un tableau périodique.

Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

n°Question	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>Barème</b>	6	6	8	8	8	10	6	6
<b>Moyennes</b>	4,64	2,38	4,24	3,41	2,91	5,54	0,99	3,47
<b>%</b>	77,3	39,6	53,0	42,6	36,4	55,4	16,5	57,8

n°Question	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	Total
<b>Barème</b>	10	6	5	6	6	9	100
<b>Moyennes</b>	2,81	0,85	2,71	2,64	2,97	5,00	44,6
<b>%</b>	28,1	14,2	54,2	43,9	49,5	55,5	44,6

La moyenne obtenue a été de 44,6 % soit un peu plus que celle obtenue en 2015 (42,1 %). L'histogramme des résultats ci-contre montre que les pics se situent entre de 25 à 55 % des points et comprennent environ 242 élèves sur les 314 qui ont participé à l'épreuve. Les 98 élèves qui ont obtenu 53 % et plus, ainsi que douze lauréats des épreuves de 5<sup>ème</sup> en 2015, ont été invités à présenter la deuxième épreuve. 91 élèves se sont présentés.



L'examen des résultats appelle les commentaires suivants.

- Une seule question a obtenu plus de 70 % : QI / 77,3 % (Vie courante – Au laboratoire).
- 5 questions ont obtenu un score entre 60 et 50 % :

<sup>1</sup> Avec le soutien de Co-Valent, la Communauté française : Fédération Wallonie-Bruxelles, la Communauté germanophone, la Région wallonne, la Région de Bruxelles Capitale, Wallonie-Bruxelles international, Solvay, le Fonds Solvay, GSK, essenscia Wallonie, essenscia Bruxelles, Prayon, Les Editions De Boeck et Dunod, Euro Space Center/ Les universités et associations ACL, UCL et Sciences infuses, ULg et Réjouissiences, UNamur et Atout Sciences, UMONs et Sciences et Techniques au carré, ULB et AScBr.

QVIII / 57,8 % (Equilibres chimiques - Procédés industriels) ;  
 QXIV / 55,5 % (Essences et pollution atmosphérique) ;  
 QVI / 55,4 % (Cinétique chimique ; respiration et photosynthèse des plantes) ;  
 QXI / 54,2 % (Acidité de différentes solutions) ;  
 QIII / 53,0 % (Hydrogène et décomposition du méthanol).

On peut y ajouter la question XIII / 49,5 % (Températures de fusion et d'ébullition)

- 4 questions ont donné des résultats insuffisants :  
 QXII / 43,9 % (Fonctions organiques) ;  
 QIV / 42,6 % (Air vital - capsules de peroxyde de sodium) ;  
 QII / 39,6 % (Composition ionique de l'eau) ;  
 QV / 36,4 % (Thermochimie : enthalpie de réaction).

Les résultats aux trois autres questions étaient très mauvais :

QIX / 28,1 % (Isomérisation) ;  
 QVII / 16,5 % (Equilibre de solubilité) ;  
 QX / 14,2 % (Chaîne de réactions organiques).

Si les équilibres chimiques classiques, la cinétique avec lecture de graphique et l'acidité des solutions semblent assez bien maîtrisés, ce n'est pas le cas des équilibres de solubilité ni de la thermochimie. Le bilan en chimie organique (fonctions, isomérisation, réactions) laisse encore vraiment à désirer comme en 2015.

Nous remercions chaleureusement les professeurs qui ont corrigé cette épreuve, contribuant cette année encore au succès de l'Olympiade de chimie.

## QUESTIONS

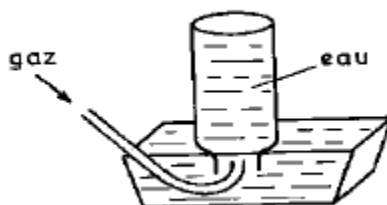
1<sup>ère</sup> épreuve - NIVEAU II (élèves de 6<sup>ème</sup>)

REPONSES



### QUESTION I (6 points). Vie courante – Au laboratoire

Parmi les gaz suivants, quel est (ou quels sont) le(s) gaz que l'on peut recueillir quantitativement au-dessus d'une colonne d'eau au moyen du dispositif suivant :



(Entourer la bonne réponse et indiquer la formule moléculaire du gaz)

Recueilli au-dessus de l'eau		Nom	Formule
oui	non	chlorure d'hydrogène	
oui	non	dihydrogène	
oui	non	ammoniac	
oui	non	monoxyde de carbone	

### QUESTION II (6 points). Composition ionique de l'eau de mer

La composition ionique approximative (en mol/L) d'une eau de mer est la suivante :

$[Cl^-] = 5,99 \times 10^{-1}$  ;  $[Na^+] = 5,0 \times 10^{-1}$  ;  $[SO_4^{2-}] = 2,5 \times 10^{-2}$  ;  $[Mg^{2+}] = 5,0 \times 10^{-2}$  ;  
 $[Ca^{2+}] = 2,0 \times 10^{-2}$  ;  $[K^+] = 9,7 \times 10^{-3}$  ;  $[Br^-] = 7,0 \times 10^{-4}$

Indiquer les concentrations (en mol/L, avec deux chiffres significatifs) des sels suivants qu'il faudrait utiliser pour préparer une solution de composition proche de celle de l'eau de mer.

[KBr]	[KCl]	[MgSO <sub>4</sub> ]	[NaCl]	[MgCl <sub>2</sub> ]	[CaCl <sub>2</sub> ]

### QUESTION III (8 points). L'hydrogène

Le dihydrogène que l'on présente parfois comme le combustible du 3<sup>ème</sup> millénaire peut être obtenu par décomposition du méthanol. L'équation bilan, non équilibrée (pondérée) est :



Lorsqu'on introduit 1,5 mol de méthanol dans un ballon de **2,0 litres** à une température donnée et qu'on laisse l'équilibre s'établir, on obtient 0,24 mol de dihydrogène.

a) Compléter le tableau ci-après :

	<b>CH<sub>3</sub>OH(g)</b>	<b>CO(g)</b>	<b>H<sub>2</sub>(g)</b>
Quantités de matière introduites dans le ballon	1,5 mol		
Quantités de matière à l'équilibre			0,24 mol

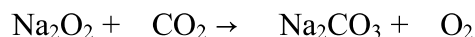
b) Calculer la valeur des concentrations à l'équilibre :

	<b>CH<sub>3</sub>OH(g)</b>	<b>CO(g)</b>	<b>H<sub>2</sub>(g)</b>
Concentrations à l'équilibre (mol/L)			

c) Donner l'expression de la constante d'équilibre et calculer sa valeur :

### QUESTION IV (8 points). Air vital<sup>2</sup>

Afin d'assurer la survie des astronautes dans les navettes et stations spatiales, il est impératif de régénérer le dioxygène qu'ils consomment et d'éliminer le dioxyde de carbone qu'ils rejettent. Une des méthodes permettant d'atteindre ces deux objectifs à la fois repose sur l'utilisation de capsules contenant un filtre chimique à base de peroxyde de sodium, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, qui réagit avec le dioxyde de carbone suivant l'équation (non pondérée) :



Les capsules contiennent **80 % de peroxyde** et du charbon de bois comme stabilisant.

- 1) Pondérer l'équation de la réaction ci-dessus.
- 2) Selon la NASA, une personne consomme en moyenne 0,84 kg de dioxygène en 24 h. Quelle sera la masse de dioxygène consommée par un astronaute en 1 an ?
- 3) Quelle masse de dioxygène peut produire 1,0 kg de filtre chimique ?
- 4) Quelle masse de filtre actif faudra-t-il emmener pour 1 an, avec un astronaute dans la station ?
- 5) A combien de capsules contenant 1,67 g de filtre actif cela correspond-il ?

### QUESTION V (8 points). Thermochimie<sup>3</sup>

Calculer l'enthalpie standard de réaction,  $\Delta H^\circ_r$ , pour la réaction (non pondérée) :



connaissant les valeurs des enthalpies de combustion  $\Delta H^\circ_c$ , du dihydrogène (- 286 kJ/mol), du monoxyde de carbone (- 283 kJ/mol) et du méthanol (- 726 kJ/mol).

- a) Ecrire et pondérer les équations de toutes les réactions concernées par ce calcul (y compris la réaction globale (1)).

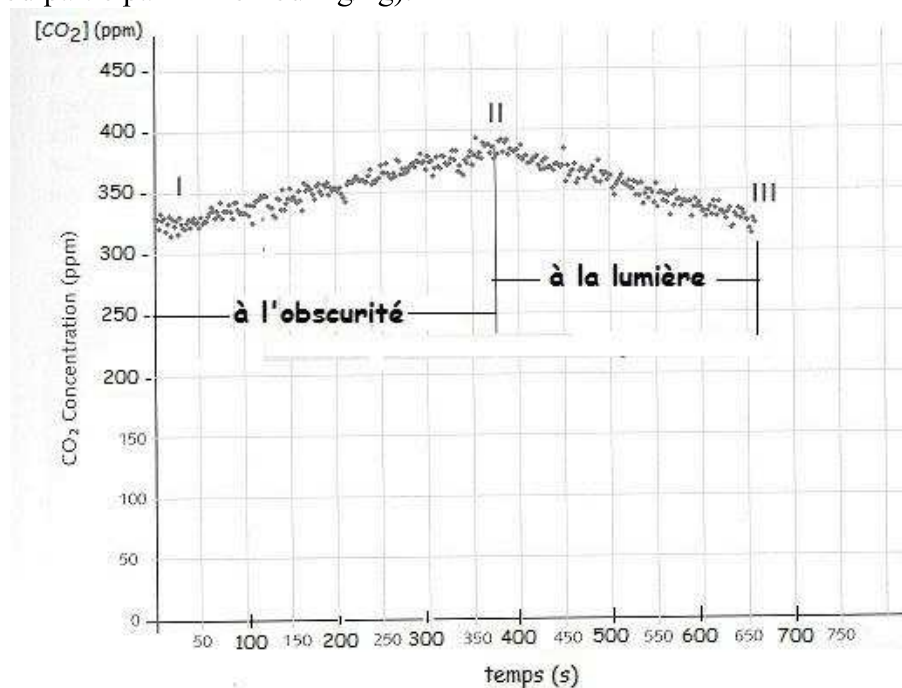
<sup>2</sup> EUSO 2012, p.307

<sup>3</sup> P. Atkins et L. Jones, "Principes de Chimie" Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, p. 245

- b) Calculer l'enthalpie standard de la réaction (1)  
 c) La réaction (1) est-elle endothermique ou exothermique ? (*Entourez la bonne réponse*)

### QUESTION VI (10 points). Cinétique chimique<sup>4</sup>

Afin de suivre la cinétique des processus de respiration et de photosynthèse des plantes, on mesure l'évolution au cours du temps de la concentration en CO<sub>2</sub> pour des plantes (ici des laitues) placées dans une enceinte hermétique. La figure ci-dessous montre l'évolution de la concentration en CO<sub>2</sub> en ppm (Partie/million ou partie par million ou mg/kg).



- Calculer les valeurs des vitesses de réaction pour les zones de mesures I à II et II à III et indiquer leur unité :
- Indiquer, pour ces deux périodes de temps, lesquels des processus suivants sont impliqués :
  - Respiration cellulaire uniquement
  - Photosynthèse uniquement
  - Respiration et photosynthèse simultanément
 (*Entourez la bonne réponse*)
  - Période I à II :      a)      b)      c)
  - Période II à III :    a)      b)      c)
- Donner les valeurs des vitesses de respiration et de photosynthèse à partir de la valeur de vitesse de réaction calculée ci-dessus, pour la période II à III :
- Choisir l'option qui décrit le mieux la diminution de concentration en CO<sub>2</sub> en présence de lumière (*Entourez la bonne réponse*) :
  - Accroissement de température
  - Respiration arrêtée
  - Vitesse de photosynthèse supérieure à celle de respiration
- Quand la photosynthèse s'arrêtera-t-elle si on maintient le récipient à la lumière (*Entourez la bonne réponse*) ?
  - Lorsque les feuilles auront fabriqué tout le glucose dont elles ont besoin.
  - Lorsque les feuilles auront produit assez de dioxygène.
  - Lorsque la respiration ne sera plus possible.
  - Lorsque les feuilles auront consommé tout le CO<sub>2</sub> présent dans le récipient.

<sup>4</sup> EUSO 2008 p.33

**QUESTION VII (6 points). Equilibre de solubilité<sup>5</sup>**

On mélange, à 25°C, des volumes égaux de deux solutions aqueuses, l'une à  $2,0 \times 10^{-3}$  mol/L en  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , l'autre à  $2,0 \times 10^{-1}$  mol/L en KI. Le produit de solubilité de l'iodure de plomb  $\text{PbI}_2$  vaut  $K_{ps} = 1,4 \times 10^{-8}$  à cette température, dans l'échelle molaire de concentrations.

- 1) Ecrire l'équation pondérée représentant l'équilibre de solubilité concerné :
- 2) Ecrire l'expression du produit de solubilité pour l'iodure de Pb ?
- 3) Quelle sera la concentration en ions plomb restant en solution à l'équilibre ?

**QUESTION VIII (6 points). Equilibres chimiques – Procédés industriels**

L'ammoniac intervient dans la fabrication des engrais ammoniacés. Il peut être injecté directement dans le sol à une profondeur de 12 à 15 cm. L'ammoniac est alors rapidement transformé en ions  $\text{NH}_4^+$  qui se fixent dans le sol.

L'ammoniac est synthétisé à partir de diazote et de dihydrogène ; la source la plus utilisée de dihydrogène est le méthane ; le processus d'obtention met en œuvre les deux réactions suivantes:



- a) Pondérer l'équation (1) et écrire et pondérer l'équation globale correspondant à la réaction de préparation du dihydrogène, limitée à un équilibre chimique :
  - b) Cette réaction globale est :                      endothermique                      exothermique
- (Entourer la bonne réponse)
- c) Pour déplacer l'équilibre dans le sens de la formation de dihydrogène, il vaut mieux – travailler :

à haute pression	à basse pression	la pression n'a pas d'influence
à haute température	à basse température	la température n'a pas d'influence

(Entourer la(les) bonne(s) réponse(s))

- travailler en présence d'un catalyseur :                      VRAI                      FAUX

**QUESTION IX (10 points). Isomérisation**

Pour les familles de composés organiques reprises dans le tableau ci-dessous, indiquer à partir de quel nombre d'atomes de carbone les propriétés d'isomérisation apparaissent. Donner les formules semi-développées des isomères proposés en considérant uniquement des composés non cycliques.

Famille	Nb minimum de C	Formules semi-développées
alcane		
alcène		
alcools à une seule fonction		
une seule fonction carbonyle		
une seule fonction carboxyle		

**QUESTION X (6 points). Réactions organiques**

Proposer une chaîne de réactions permettant de synthétiser de l'acétate (ou éthanoate) d'éthyle à partir d'éthylène (ou éthène) sans autre composé organique disponible. (NB/ les réactions proposées peuvent faire appel à tout composé inorganique utile).

Ecrire les équations de toutes les réactions en notant les réactifs au-dessus des flèches ; donner les formules semi-développées et les noms de tous les composés organiques.

<sup>5</sup> P. Atkins et L. Jones, "Principes de Chimie" Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, p. 471.

**QUESTION XI (5 points). Acide/base**

Classer les solutions suivantes, toutes de concentrations égales à 0,10 mol/L, dans l'ordre d'acidité décroissante : KCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>-COOH, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

la plus acide

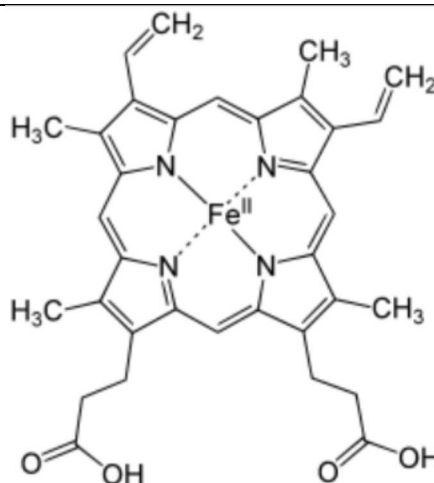
la moins acide (la plus basique)

--	--	--	--	--

**QUESTION XII (6 points). Fonctions organiques**

L'hémoglobine et la myoglobine sont des protéines qui contiennent un groupe hémique (porphyrinique). Elles fixent le dioxygène sur l'ion fer central (nombres d'oxydation II (forme réduite) et III (forme oxydée)). L'hème-b est le type d'hème le plus commun.

- a) Indiquer sur la figure ci-contre les groupements fonctionnels organiques extérieurs présents sur l'hème-b et les nommer.
- b) Déterminer le pourcentage massique de fer contenu dans cette molécule sachant que sa formule moléculaire est : C<sub>34</sub>H<sub>32</sub>FeN<sub>4</sub>O<sub>4</sub>

**QUESTION XIII (6 points). Températures de fusion et d'ébullition**

Indiquer pour les 5 substances suivantes quelle(s) propriété(s) s'applique(nt) :

- Aura la température d'ébullition la plus élevée.
- Formera des liaisons (ponts) hydrogène intermoléculaires.
- Aura la température d'ébullition la plus faible
- Aura la température de fusion la plus élevée

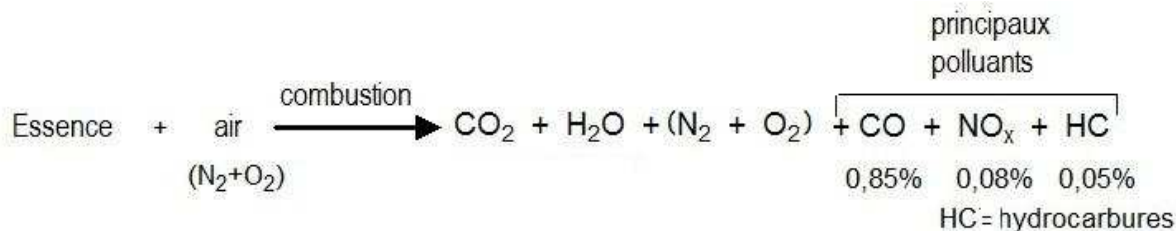
(Entourer la ou les propriétés adéquates)

CH <sub>4</sub> :	a)	b)	c)	d)
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH :	a)	b)	c)	d)
CH <sub>3</sub> -COOH :	a)	b)	c)	d)
CH <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub> :	a)	b)	c)	d)
NaCl :	a)	b)	c)	d)

**QUESTION XIV (9 points). Essence et pollution atmosphérique<sup>6</sup>**

Les essences sont constituées d'un mélange d'hydrocarbures, à savoir d'alcane comme l'octane ou l'heptane, d'alcènes et d'aromatiques. Dans les moteurs, leur combustion avec l'air libère un mélange complexe de gaz d'échappement, ce que l'on peut représenter par l'équation simplifiée non pondérée :

<sup>6</sup> Les données proviennent du livre de C. BLIEFERT et R. PERRAUD, Chimie de l'environnement / Air, eau, sols, déchets, Bruxelles, Deboeck Université, 2001

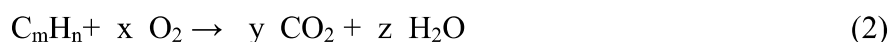


a) Donner les formules semi-développées :

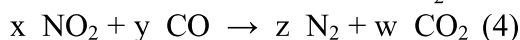
du n-octane	
de l'oct-1-ène	

Pour améliorer la postcombustion des gaz d'échappement, on a équipé les véhicules de pots catalytiques

- qui accélèrent l'oxydation de CO et des hydrocarbures suivant les réactions :



- qui rendent possible la réduction des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) en N<sub>2</sub> :



b) Equilibrer, pondérer l'équation (2) pour l'octane et l'équation (4)

c) Dans un mélange riche en dioxygène,

le pot catalytique ne peut assurer la réduction des oxydes d'azote	VRAI	FAUX	Impossible à dire
le pot catalytique oxyde complètement le CO et les hydrocarbures	VRAI	FAUX	Impossible à dire

d) Dans un mélange pauvre en dioxygène,

le pot catalytique oxyde complètement le CO et les hydrocarbures	VRAI	FAUX	Impossible à dire
--	------	------	-------------------

## REPONSES aux QUESTIONS

### 1<sup>ère</sup> épreuve - NIVEAU II (élèves de 6<sup>ème</sup>)

#### QUESTION I (6 points). Vie courante – Au laboratoire

Le gaz que l'on peut recueillir quantitativement au-dessus d'une colonne d'eau sont :

Recueilli au-dessus de l'eau	Nom	Formule
non	chlorure d'hydrogène	HCl
oui	dihydrogène	H <sub>2</sub>
non	ammoniac	NH <sub>3</sub>
oui	monoxyde de carbone	CO

#### QUESTION II (6 points). Composition ionique de l'eau de mer

Les concentrations (en mol/L) des sels qu'il faudrait utiliser pour préparer une solution de composition proche de celle de l'eau de mer sont :

[KBr]	[KCl]	[MgSO <sub>4</sub> ]	[NaCl]	[MgCl <sub>2</sub> ]	[CaCl <sub>2</sub> ]
7,0 × 10 <sup>-4</sup>	9,0 × 10 <sup>-3</sup>	2,5 × 10 <sup>-2</sup>	5,0 × 10 <sup>-1</sup>	2,5 × 10 <sup>-2</sup>	2,0 × 10 <sup>-2</sup>

**QUESTION III (8 points). L'hydrogène**

Pour l'équilibre



Les quantités de matière et les concentrations à l'équilibre sont

a)

	<b>CH<sub>3</sub>OH(g)</b>	<b>CO(g)</b>	<b>H<sub>2</sub>(g)</b>
Quantités de matière introduites	1,5 mol	-	-
Quantités de matière à l'équilibre	1,38	0,12	0,24 mol

b)

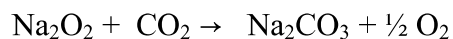
	<b>CH<sub>3</sub>OH(g)</b>	<b>CO(g)</b>	<b>H<sub>2</sub>(g)</b>
Concentrations à l'équilibre (mol/L)	0,69	0,060	0,12

c) Expression et valeur de la constante d'équilibre :

$$K = [\text{CO}] \times [\text{H}_2]^2 / [\text{CH}_3\text{OH}] = 6,0 \times 10^{-2} \times (1,2 \times 10^{-1})^2 / 6,9 \times 10^{-1} = 1,25 \times 10^{-3}$$

**QUESTION IV (8 points). Air vital<sup>7</sup>**

1) Equation pondérée de la réaction :



2) Masse de dioxygène consommée par un astronaute en 1 an :  $0,84 \times 365 = 306,6 \text{ kg}$

3) Masse de dioxygène produite pour 1,0 kg de filtre chimique (80% de Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) :

$$16 \times 800 / 78 = 164 \text{ g} = 0,164 \text{ kg}$$

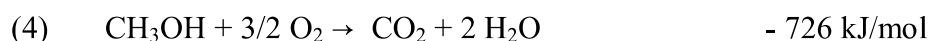
4) Masse de filtre actif à emmener pour 1 an avec un astronaute dans la station :

$$306,6 / 0,164 = 1869,5 \text{ kg}$$

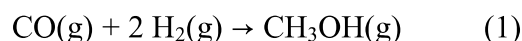
5) Nombre de capsules de 1,67 g :  $1869,5 / 0,00167 = 1.119.461$  capsules

**QUESTION V (8 points). Thermochimie<sup>8</sup>**

Les équations des réactions de combustion concernées sont :



L'enthalpie standard de réaction,  $\Delta H^\circ_r$ , pour la réaction



s'obtient à partir des trois réactions de combustion, par l'opération algébrique :

$$2 \times (1) + (2) - (3) = -2 \times 286 - 283 + 726 = -129 \text{ kJ/mol}$$

La réaction globale (1) est exothermique

<sup>7</sup> EUSO 2012, p.307

<sup>8</sup> P. Atkins et L. Jones, "Principes de Chimie" Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, p. 245



**QUESTION VI (10 points). Cinétique chimique<sup>9</sup>**

Les valeurs des vitesses de réaction pour les zones de mesures I à II et II à III sont :

$$\text{Zone I à II : } \Delta[\text{CO}_2] / \Delta t = (390-320) / 375 = 0,186 \text{ ppm s}^{-1}$$

$$\text{Zone II à III : } \Delta[\text{CO}_2] / \Delta t = (320-390) / (660-375) = - 0,246 \text{ ppm s}^{-1}$$

Processus impliqués :

- Période I à II : a)
- Période II à III : c)

Vitesses de respiration et de photosynthèse (période II à III) :

$$V_{\text{tot}} = V_{\text{photosynthèse}} + V_{\text{respiration}}$$

$$- 0,246 = v_{\text{photosynthèse}} + 0,186 \text{ d'où } v_{\text{photosynthèse}} = - 0,432 \text{ ppm s}^{-1}$$

L'option qui décrit le mieux la diminution de concentration en CO<sub>2</sub> en présence de lumière est :

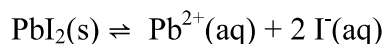
- c) Vitesse de photosynthèse supérieure à celle de respiration

La photosynthèse s'arrêtera, à la lumière

- d) Lorsque les feuilles auront consommé tout le CO<sub>2</sub> présent dans le récipient.

**QUESTION VII (6 points). Equilibre de solubilité<sup>10</sup>**

L'équation pondérée représentant l'équilibre de solubilité concerné est :



L'expression du produit de solubilité s'écrit :

$$K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}(\text{aq})] \times [\text{I}^{-}(\text{aq})]^2 = 1,4 \times 10^{-8}$$

On peut considérer qu'il s'est formé  $2,0 \times 10^{-3}$  mol/L de précipité de PbI<sub>2</sub>. Donc la concentration en ions I<sup>-</sup> restant en solution vaut :

$$[\text{I}^{-}(\text{aq})] = (2,0 \times 10^{-1} - 4,0 \times 10^{-3})/2 = 9,8 \times 10^{-2} \text{ mol/L.}$$

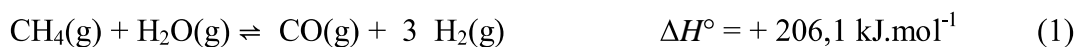
$$\text{d'où : } [\text{Pb}^{2+}(\text{aq})] = 1,4 \times 10^{-8} / (9,8 \times 10^{-2})^2 = 1,46 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

On peut aussi considérer que la concentration en ions I<sup>-</sup> reste approximativement égale à  $1,0 \times 10^{-1}$  ce qui donne pour la concentration en ions Pb<sup>2+</sup> restant en solution :

$$[\text{Pb}^{2+}(\text{aq})] \approx 1,4 \times 10^{-8} / (1,0 \times 10^{-1})^2 \approx 1,4 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

**QUESTION VIII (6 points). Equilibres chimiques – Procédés industriels**

- a) Equation (1) et équation globale correspondant à la réaction de préparation du dihydrogène, limitée à un équilibre chimique :



Equation globale (1) + (2) :



- b) Cette réaction globale est endothermique
- c) Pour déplacer l'équilibre dans le sens de la formation de dihydrogène, il vaut mieux – travailler :

	à basse pression	
à haute température		

– travailler en présence d'un catalyseur :

FAUX

<sup>9</sup> EUSO 2008 p.33

<sup>10</sup> P. Atkins et L. Jones, "Principes de Chimie" Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, p. 471.

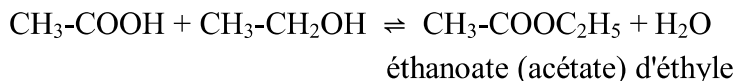
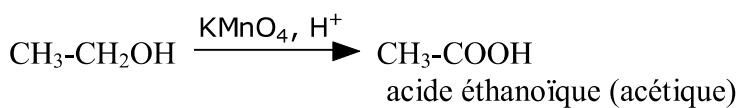
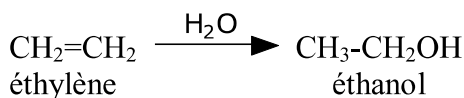
### QUESTION IX (10 points). Isomérisation

Nombre minimum de C pour avoir des isomères

Famille	Nb minimum de C	Formules semi-développées
alcane	4	n-butane : $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-CH}_3$ 2-méthylpropane : $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_3$
alcène	4	but-1-ène : $\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-CH}_3$ but-2-ène : $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$ (cis et trans)* 2-méthylprop-1-ène : $\text{CH}_2\text{=C(CH}_3\text{)-CH}_3$
alcools à une seule fonction	3	propan-1-ol : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ propan-2-ol : $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$
une seule fonction carbonyle	3	propanal : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$ propanone (acétone) : $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$
une seule fonction carboxyle	3	acide propanoïque : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ * éthanoate (acétate) de méthyle : $\text{CH}_3\text{-COOCH}_3$ méthanoate (formiate) d'éthyle : $\text{H-COOC}_2\text{H}_5$

\* NB : 2 isomères suffisent

### QUESTION X (6 points). Réactions organiques



### QUESTION XI (5 points). Acide/base

Ordre d'acidité décroissante :

la plus acide

la moins acide (la plus basique)

$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{CH}_3\text{-COOH}$	KCl	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	NaOH
-------------------------	---------------------------	-----	--------------------------	------

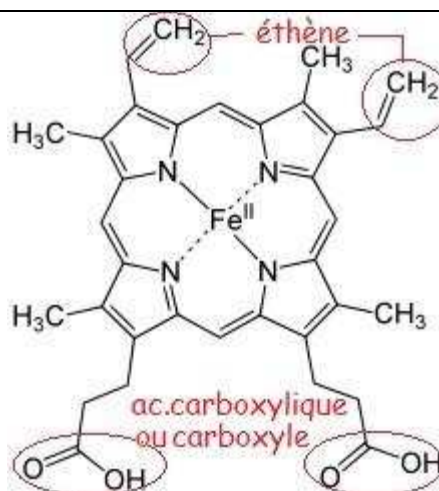
## QUESTION XII (6 points). Fonctions organiques

a) groupements fonctionnels organiques extérieurs présents sur l'hème-b :

b) pourcentage massique de fer :

$$M(\text{hème b}) = 616,5 \text{ g/mol}$$

$$\% \text{ Fe} = 55,8 \times 100 / 616,5 = 9,05$$



## QUESTION XIII (6 points). Températures de fusion et d'ébullition

Propriété(s) :

a) Aura la température d'ébullition la plus élevée.

b) Formera des liaisons (ponts) hydrogène intermoléculaires.

c) Aura la température d'ébullition la plus faible

d) Aura la température de fusion la plus élevée

CH<sub>4</sub> : c)

C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : b)

CH<sub>3</sub>-COOH : a) b)

CH<sub>3</sub>-NH<sub>2</sub> : b)

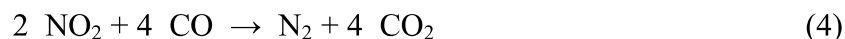
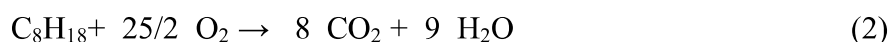
NaCl : a) d) (accepter d) seul

## QUESTION XIV (9 points). Essence et pollution atmosphérique<sup>11</sup>

a) formules semi-développées :

du n-octane	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH <sub>3</sub>
de l'oct-1-ène	CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>

b) Pondération de l'équation (2) pour l'octane et de l'équation (4)



c) Dans un mélange riche en oxygène,

le pot catalytique ne peut assurer la réduction des oxydes d'azote	VRAI		
le pot catalytique oxyde complètement le CO et les hydrocarbures	VRAI		

Dans un mélange pauvre en oxygène,

le pot catalytique oxyde complètement le CO et les hydrocarbures		FAUX	
--	--	------	--

<sup>11</sup> Les données proviennent du livre de C. BLIEFERT et R. PERRAUD, Chimie de l'environnement / Air, eau, sols, déchets, Bruxelles, Deboeck Université, 2001