



## OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2015<sup>1</sup>

### 1<sup>ère</sup> épreuve -NIVEAU 2 (élèves de 6<sup>ème</sup> année)

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

485 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 plus qu'en 2014 (418) ; nous avons reçu les résultats de 380 élèves, une trentaine de plus qu'en 2014 (347). L'épreuve était notée sur 100 points et les élèves devaient, en 2 h, répondre à 15 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.

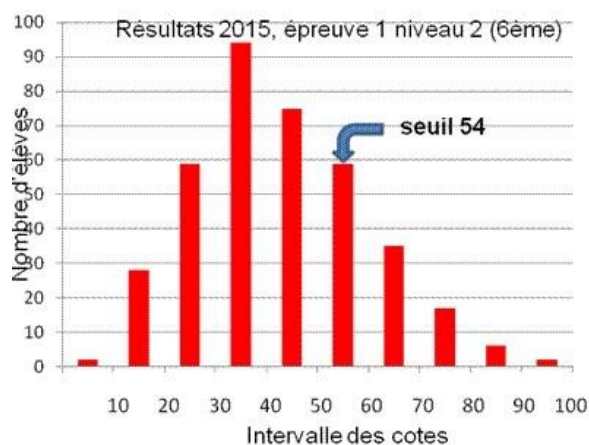
Les moyennes obtenues aux différentes questions ont été les suivantes :

n°Question	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>Barème</b>	5	8	7	8	8	6	6	7	6
<b>Moyennes</b>	0,89	4,21	3,28	4,12	2,05	2,83	1,86	4,69	1,77
<b>%</b>	<b>17,75</b>	<b>52,60</b>	<b>46,91</b>	<b>51,46</b>	<b>25,63</b>	<b>39,08</b>	<b>31,03</b>	<b>66,96</b>	<b>29,58</b>

n°Question	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	Total
<b>Barème</b>	7	4	6	8	6	8	100
<b>Moyennes</b>	5,04	2,17	2,97	1,90	0,84	3,94	42,08
<b>%</b>	<b>71,96</b>	<b>54,21</b>	<b>49,45</b>	<b>23,77</b>	<b>14,08</b>	<b>49,37</b>	<b>42,08</b>

La moyenne obtenue a été de 42,08 % soit 13 % de moins que celle obtenue en 2014 (55,2 %) mais quand même meilleure que celle de 2013 (36,95 %). Les questions ne nous semblaient pourtant pas d'un niveau plus élevé cette année. L'histogramme des résultats ci-contre montre que les pics se situent aux alentours de 30 à 50 % des points et comprennent environ 170 élèves sur les 380 qui ont participé à l'épreuve.

Les 95 élèves qui ont obtenu 54 % et plus, ainsi que neuf lauréats des épreuves de 5<sup>ème</sup> en 2014, ont été invités à présenter la deuxième épreuve. 78 élèves se sont présentés



L'examen des résultats appelle les commentaires suivants.

- 2 questions ont donné de bons résultats : QX / 71,96 % (lecture de graphique) ; QVIII / 66,96 % (équilibres chimiques).
- 3 questions ont donné des résultats suffisants : QXI / 54,21 % (polymères dans la vie quotidienne) ; QII / 52,60 % (concentrations ioniques) ; QIV / 51,46 % (constituants de l'air)
- Les résultats à toutes les autres questions étaient insuffisants, voire très mauvais : QXII / 49,45 % (équilibre acide-base / aspirine) ; QXV / 49,37 % (températures d'ébullition et forces intermoléculaires) ; QIII / 46,91 % (loi du gaz parfait) ; QVI / 39,08 % (cinétique chimique) ; QVII /

<sup>1</sup> Avec le soutien de la Politique scientifique fédérale ; la Communauté Française de Belgique ; la Communauté Germanophone de Belgique ; Solvay ; Le Soir ; Prayon sa ; les Editions De Boeck ; Larcier ; Tondeur ; essenscia Wallonie ; essenscia Bruxelles ; Co-valent ; la Société Royale de Chimie ; la Région Bruxelloise ; les Universités Francophones.

31,03 % (solubilité et stœchiométrie) ; QIX / 29,58 % (fonctions organiques) ; QV / 25,63 % (thermochimie) ; QXIII / 23,77 % (isomérisation des molécules organiques) ; QI / 17,75 % (à propos d'eau) ; QXIV / 14,08 % (réactions organiques)

Si la lecture de graphique et les équilibres chimiques classiques semblent assez bien maîtrisés, ce n'est pas le cas des équilibres de solubilité, de la cinétique et de la thermochimie. Le bilan en chimie organique (fonctions, réactions et isomérisation) laisse vraiment à désirer. Quelle explication pourrait-on trouver ?

Le résultat à la question QI (17,75 %) abordant l'appellation de différents types d'eaux interpelle car les élèves devraient être familiarisés au moins avec les notions d'eau de Javel, d'eau dure et d'eau oxygénée.

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

## QUESTIONS

### QUESTION I (5 pts) Vie courante<sup>2</sup> - A propos d'eaux

De nombreux "qualificatifs" sont attribués à l'eau dans le langage courant. Donner le nom et la formule chimique du (ou des) constituant(s) caractéristique(s) des eaux suivantes :

Type d'eau	Nom	Formule
Eau de Javel		
Eau lourde		
Eau oxygénée		
Eau de chaux		
Eau dure		

### QUESTION II (8 pts) Concentration ionique

Donner les formules des ions présents et leurs concentrations (molaires ioniques) pour chacune des solutions des électrolytes forts suivants. Toutes les solutions ont une concentration molaire globale en composé égale à 0,020 mol/L.

Composé	Ions présents	Concentration ionique
Nitrate de baryum		
Chlorure de potassium		
Acide trifluoroacétique CF <sub>3</sub> -COOH		
Sulfate d'aluminium		
Hydroxyde de calcium		

### QUESTION III (7 pts) Loi du gaz parfait

On trouve dans le commerce des appareils permettant de préparer des bouteilles d'eau gazeuse ; le gaz est généré par des bonbonnes (cylindres) de dioxyde de carbone.

Sur une de ces bonbonnes, on trouve les informations suivantes :

"Cylindre pour appareil à gazéifier ; contient 425 grammes de gaz carbonique pour une contenance de 0,605 L. Il permet de préparer environ 60 litres d'eau gazeuse".

- a) Quelle est la quantité de matière (mol) et la concentration en dioxyde de carbone dans le cylindre ?

<sup>2</sup> Adapté de "Q10, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen"

- b) À quel volume correspond cette quantité de matière à température ordinaire (20 °C) et sous la pression atmosphérique (101.325 Pa = 1 atm ≈ 1 bar)
- c) Quelle est la pression calculée de CO<sub>2</sub> dans le cylindre à 20°C ?
- d) Quand on ouvre une bouteille d'eau gazeuse, on voit des bulles s'échapper VRAI / FAUX (*Barrer la mention inutile*)
- e) Est-il préférable de remplir les bouteilles avec de l'eau froide pour avoir de l'eau plus gazeuse à table ? OUI / NON (*Barrer la mention inutile*)
- f) La dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau est un phénomène EXOTHERMIQUE / ENDOTHERMIQUE (*Barrer la mention inutile*)

Données<sup>3</sup> : la solubilité du dioxyde de carbone par kg d'eau est de : 3,35 g à 0 °C ; 1,69 g à 20 °C ; 0,973 g à 40 °C et 0,576 g à 60 °C.

#### QUESTION IV (8 pts) Constituants de l'air<sup>4</sup>

Compléter le tableau ci-dessous pour les 4 principaux constituants de l'air naturel et sec.  
(*placer une croix dans la case appropriée*)

Nom du Constituant	Formule	Rend l'eau légèrement acide	Indispensable à la respiration	Indispensable à la photosynthèse	Indispensable à la fabrication d'engrais	Inerte chimiquement

#### QUESTION V (8 pts) Thermochimie<sup>5</sup>

On peut calculer une valeur approchée de l'enthalpie standard, ΔH°<sub>f</sub>, de formation du propane à partir des valeurs des enthalpies de combustion ΔH°<sub>c</sub>, du dihydrogène (- 286 kJ/mol), du carbone (- 394 kJ/mol) et du propane (- 2220 kJ/mol).

Ecrire et pondérer (équilibrer) les équations des 4 réactions impliquées.

Calculer la valeur approchée de l'enthalpie de formation ΔH°<sub>f</sub>, du propane.

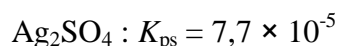
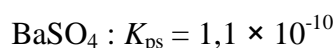
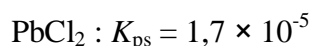
#### QUESTION VI (6 pts) Cinétique chimique<sup>6</sup>

Les ions hypochlorite ClO<sup>-</sup> se dismutent en ions chlorure Cl<sup>-</sup> et chlorate ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> en solution aqueuse.

- 1) Ecrire l'équation pondérée (équilibrée) de cette réaction.
- 2) Si la vitesse initiale d'apparition des ions chlorure vaut 3,6 (mol/L).min<sup>-1</sup> dans des conditions expérimentales données, quelle sera la vitesse initiale de dismutation des ions hypochlorite ?
- 3) Si la concentration initiale en hypochlorite est de 5,0 mol/L, quelle sera la valeur approximative de la concentration en ions hypochlorite au temps t = 10 s.

#### QUESTION VII (6 pts) Solubilité et stœchiométrie

Classer dans la colonne "Composé", par ordre décroissant de solubilité, les composés suivants (à 25°C, dans l'échelle des concentrations molaires):



<sup>3</sup> [http://fr.wikipedia.org/wiki/Dioxyde\\_de\\_carbone](http://fr.wikipedia.org/wiki/Dioxyde_de_carbone)

<sup>4</sup> Adapté de "Q1, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen"

<sup>5</sup> Inspiré de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice p.244.

<sup>6</sup> Adapté de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice 13.14.

Ecrire l'équation représentant leur équilibre de solubilité, donner l'expression de leur produit de solubilité et la valeur de leur solubilité (en mol/L à 25°C) :

Composé	Equilibre de solubilité	Produit de solubilité ( $K_{ps}$ )	Solubilité en mol/L
(1)			
(2)			
(3)			

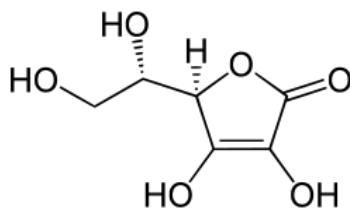
### QUESTION VIII (7 pts) Equilibres chimiques – Procédés industriels

Indiquer si les affirmations ci-dessous pour différentes réactions limitées à un équilibre sont vraies ou fausses en entourant les bonnes réponses.

Equilibres	Action	Effet		
$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ décomposition endothermique	augmentation de pression	déplacement de l'équilibre vers la droite	Vrai	Faux
	augmentation de température	décomposition de $\text{CaCO}_3$ accentuée	Vrai	Faux
$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ réaction exothermique dans le sens $\rightarrow$	augmentation de pression partielle de $\text{N}_2$	augmentation du rendement en $\text{NH}_3$	Vrai	Faux
	augmentation de pression totale	déplacement de l'équilibre vers la droite	Vrai	Faux
	augmentation de température	équilibre atteint plus lentement	Vrai	Faux
$\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{vap}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$ réaction exothermique dans le sens $\rightarrow$	diminution de température	diminution de la constante d'équilibre	Vrai	Faux
	addition d'un catalyseur	équilibre atteint plus rapidement	Vrai	Faux

### QUESTION IX (6 pts) Fonctions organiques – Industrie agroalimentaire

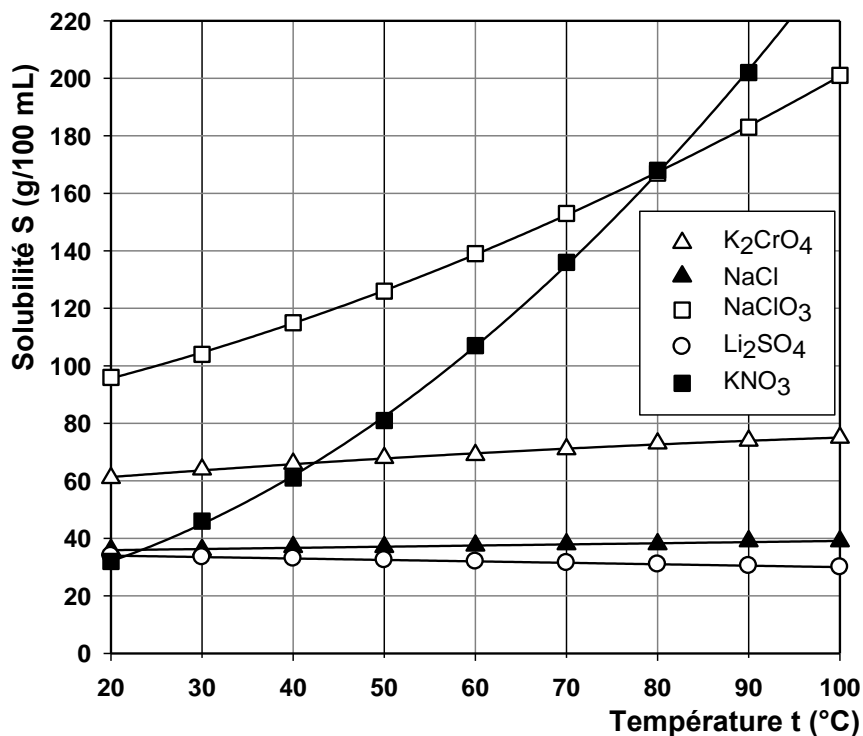
La vitamine C ou acide ascorbique (anti-scorbut, le scorbut étant une maladie due à une carence en vitamine C) est utilisée dans l'industrie agroalimentaire comme antioxydant sous la référence E300. Entourer les différentes fonctions organiques présentes dans cette molécule et indiquer leur nom.



Lors de son oxydation à l'air, les deux fonctions de l'ène-diol (les deux fonctions OH portées par les atomes de carbone impliqués dans la double liaison) sont converties en dicétones ce qui fournit l'acide déhydroascorbique. Ecrire l'équation de cette réaction et entourer les deux fonctions cétone formées en utilisant les formules développées.

### QUESTION X (7 pts) Solubilité des sels dans l'eau et lecture de graphique

Le graphique suivant représente la variation de la solubilité dans l'eau de cinq composés en fonction de la température.



- Quel est le composé le plus soluble à 20°C ?
- Quel est le composé le plus soluble à 90°C ?
- Quels sont les composés qui ont une solubilité semblable à 30°C ?
- Quelle est la solubilité **en g/L** du nitrate de potassium à 50°C ?
- Classer ces composés par ordre décroissant de solubilité à 70°C.
- Donner un exemple, parmi les composés repris sur la figure, d'un sel dont la dissolution est exothermique. Nommer ce sel.

**QUESTION XI (4 pts) Les polymères dans la vie quotidienne<sup>7</sup>**

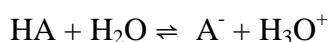
Compléter le tableau suivant en indiquant d'une croix dans les cases appropriées les propositions correctes.

Indiquer dans les 2 dernières colonnes, la formule moléculaire et le nom des cinq monomères correspondants, sachant que leurs formules moléculaires sont :  $C_2H_4$ ,  $C_6H_{12}O_6$ ,  $C_2H_3Cl$ ,  $C_2F_4$

Nom du polymère	Origine			Monomère	
	synthétique	animale	végétale	Formule moléculaire	nom
Polyéthylène					
Teflon					
Amidon					
PVC					

**QUESTION XII (6 pts) Equilibre acide/base<sup>8</sup> - A propos de l'aspirine**

L'acide acétylsalicylique ou aspirine que l'on représente ici par HA s'ionise partiellement en solution aqueuse suivant la réaction limitée à un équilibre :



- a) L'acide acétylsalicylique :
- est un électrolyte faible.
  - est un électrolyte fort.
  - n'est pas un électrolyte.
- b) La dilution d'une solution de cet acide :
- augmente son degré de dissociation.
  - rend le milieu plus acide.
  - n'a pas d'effet sur cet équilibre.
- c) Dans l'estomac, l'aspirine rencontre le suc gastrique, riche en ions hydronium  $H_3O^+$  (le pH est  $\approx 1$ ). L'équilibre d'ionisation de l'acide acétylsalicylique sera donc :
- déplacé sur la droite,
  - déplacé vers la gauche,
  - ne sera pas modifié.

**QUESTION XIII (8 pts) Isomérisie des composés organiques**

En ne considérant que les molécules non cycliques et **monofonctionnelles**, donner les formules semi-développées des molécules organiques suivantes et indiquer le nom du composé correspondant. Lorsque plusieurs isomères sont possibles les représenter tous et indiquer à quel type d'isomérisie on a affaire. Identifier les fonctions organiques présentes dans chaque composé.

<sup>7</sup> Q3, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen

<sup>8</sup> Q6, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen

Formule semi-développée	Nom	Isomérisation	Fonction organique
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O			
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>			
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>			

#### QUESTION XIV (6 pts) Réactions organiques<sup>9</sup> - Polymères

Le bioéthanol peut constituer, si le besoin s'en faisait sentir à l'avenir, une source de matières premières pour l'industrie chimique. Par exemple, sa déshydratation conduit à former de l'éthylène (=éthène) qui peut réagir avec le dichlore en phase liquide à 50°C. Le composé X obtenu est ensuite chauffé vers 600° en présence de nickel et de chrome. On obtient du chlorure de vinyle (monochloroéthène) et un gaz Y d'odeur piquante très soluble dans l'eau. Pour identifier ce gaz, on procède à sa dissolution dans l'eau. Si l'on ajoute à cette solution une solution aqueuse de nitrate d'argent, un précipité blanc noircissant à la lumière se forme.

- Écrire l'équation de l'addition de dichlore sur l'éthylène et donner le nom de X :
- Écrire l'équation associée à la transformation de X en chlorure de vinyle. Quelle est la formule du gaz Y?
- Écrire l'équation de la dissolution du gaz Y dans l'eau.
- Écrire l'équation de la réaction de formation du précipité blanc. Quel est l'ion mis en évidence par la formation de ce précipité ?
- Le chlorure de vinyle est ensuite polymérisé par polyaddition. Écrire l'équation correspondante et nommer le polymère obtenu ?

#### QUESTION XV (8 pts) Températures d'ébullition et forces intermoléculaires<sup>10</sup>

1) Restituer à chacun des composés ci-dessous son point d'ébullition parmi la liste des valeurs suivantes (en °C) et indiquer leur formule chimique semi-développée :

- 164 ; - 89 ; - 42 ; 78,5 ; 100,8

Composé	Formule semi-développée	<i>t</i> <sub>éb</sub>
Ethanol		
Méthane		
Ethane		
Acide éthanoïque		
Propane		

- A quoi attribuer les points d'ébullition les plus élevés de deux des composés ?
- A quoi est due l'évolution des points d'ébullition les plus bas des trois autres composés ?

<sup>9</sup> XXV<sup>ème</sup> Olympiades Nationales de la chimie. Epreuve du Concours Régional 2008-2009 - Académie de Caen

<sup>10</sup> Q2, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen

## REPONSES

### QUESTION I (5 pts) Vie courante - A propos d'eaux

Le nom et la formule chimique des constituants caractéristiques des différentes eaux sont :

Type d'eau	Nom	Formule
Eau de Javel	hypochlorite de sodium	NaOCl
Eau lourde	(hémi)oxyde de deutérium ou eau deutérée ou deutérium	D <sub>2</sub> O
Eau oxygénée	peroxyde d'hydrogène	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Eau de chaux	hydroxyde de calcium	Ca(OH) <sub>2</sub>
Eau dure	riche en ions Ca <sup>2+</sup> et/ou Mg <sup>2+</sup> , en calcaire	accepter Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , CaCO <sub>3</sub> et/ou MgCO <sub>3</sub>

### QUESTION II (8 pts) Concentration ionique

Les ions présents et leurs concentrations molaires sont les suivantes :

Composé	Ions présents	Concentration ionique
Nitrate de baryum : Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ba <sup>2+</sup>	0,020
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,040
Chlorure de potassium : KCl	K <sup>+</sup>	0,020
	Cl <sup>-</sup>	0,020
Acide trifluoroacétique : CF <sub>3</sub> -COOH	CF <sub>3</sub> -COO <sup>-</sup>	0,020
	H <sup>+</sup> (ou H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )	0,020
Sulfate d'aluminium : Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Al <sup>3+</sup>	0,040
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,060
Hydroxyde de calcium : Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup>	0,020
	OH <sup>-</sup>	0,040

### QUESTION III (7 pts) Loi du gaz parfait

- a) Quantité de matière (mol) et concentration en dioxyde de carbone dans le cylindre :  
 $n = 425/44,01 = 9,66 \text{ mol}$  ;  $c \text{ (mol/L)} = 9,66 / 0,605 = 15,967 \text{ mol/L}$
- b) Volume correspondant à cette quantité de matière à température ordinaire (20 °C) et sous la pression atmosphérique (101.325 Pa = 1 atm) est :  
 $9,66 \times 8,314 \times 293,15 / 101325 = 0,232 \text{ m}^3 = 232 \text{ L}$   
 ou  
 $9,66 \times 8,21 \times 10^{-2} \times 293,15 / 1 = 232 \text{ L}$
- c) Pression calculée de CO<sub>2</sub> dans le cylindre à 20°C :  
 $P = (n/V) RT = 9,66 \times 8,314 \times 293,15 / 0,605 \times 10^{-3} = 3,89 \times 10^7 \text{ Pa} = 384 \text{ atm}$   
 ou  
 $P = (n/V) RT = 9,66 \times 8,21 \times 10^{-2} \times 293,15 / 0,605 = 232,09 / 0,605 = 384 \text{ atm}$
- d) Quand on ouvre une bouteille d'eau gazeuse, on voit des bulles s'échapper : VRAI
- e) Est-il préférable de remplir les bouteilles avec de l'eau froide pour avoir de l'eau plus gazeuse à table ? OUI

La dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau est un phénomène EXOTHERMIQUE



**QUESTION IV (8 pts) Constituants de l'air**

Les 4 principaux constituants de l'air naturel et sec et leurs rôles sont :

Nom du Constituant	Formule	Rend l'eau légèrement acide	Indispensable à la respiration	Indispensable à la photosynthèse	Indispensable à la fabrication d'engrais	Inerte chimiquement
diazote	N <sub>2</sub>				X	X
dioxygène	O <sub>2</sub>		X			
argon	Ar					X
dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	X		X		

**QUESTION V (8 pts) Thermochimie**

L'enthalpie de la formation du propane (éqn (4)) s'obtient de la manière suivante :

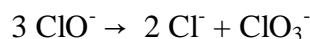
- (1)  $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$  - 286 kJ/mol  
 (2)  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  - 394 kJ/mol  
 (3)  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$  - 2220 kJ/mol  
 (4)  $3 \text{C} + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8$   $\Delta\text{H} = ?$

$$\text{éqn (4)} = 4 \times \text{éqn (1)} + 3 \times \text{éqn (2)} - \text{éqn (3)}$$

$$\Delta\text{H}_{\text{formation}} (4) = -1144 - 1182 + 2220 = -106 \text{ kJ/mol}$$

**QUESTION VI (6 pts) Cinétique chimique**

- 1) Equation pondérée (équilibrée) de la réaction de dismutation de ClO<sup>-</sup> s'écrit :



- 2) La vitesse initiale de dismutation des ions hypochlorite vaut :

$$\Delta[\text{ClO}^-] / \Delta t = - (3/2) \Delta[\text{Cl}^-] / \Delta t = - 1,5 \times 3,6 = - 5,4 \text{ (mol/L).min}^{-1}$$

- 3) Si la concentration initiale en hypochlorite est de 5 mol/L, après 10 s (= 1/6 min) il y a eu dismutation de 5,4/6 = 0,9 mol/L d'ions hypochlorite et leur concentration a donc chuté à :  
 $[\text{ClO}^-] = 5 - 0,9 = 4,1 \text{ mol/L}$

**QUESTION VII (6 pts) Solubilité et stœchiométrie**

Les composés se classent par ordre décroissant de solubilité, comme suit :

(L'indication des états d'agrégation (s, aq) n'est pas exigée)

Composé	Equilibre de solubilité	Produit de solubilité (K <sub>ps</sub> )	Solubilité en mol/L
(1) Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$\text{Ag}_2\text{SO}_4 (\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$	$K_{\text{ps}} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{SO}_4^{2-}]$	$K_{\text{ps}} = 4 \text{ S}^3$ $\text{S} = 2,68 \times 10^{-2}$
(2) PbCl <sub>2</sub>	$\text{PbCl}_2 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{Cl}^- (\text{aq})$	$K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2$	$K_{\text{ps}} = 4 \text{ S}^3$ $\text{S} = 1,62 \times 10^{-2}$
(3) BaSO <sub>4</sub>	$\text{BaSO}_4 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$	$K_{\text{ps}} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$	$K_{\text{ps}} = \text{S}^2$ $\text{S} = 1,05 \times 10^{-5}$

### QUESTION VIII (7 pts) Equilibres chimiques – Procédés industriels

Affirmations pour différentes réactions limitées à un équilibre.

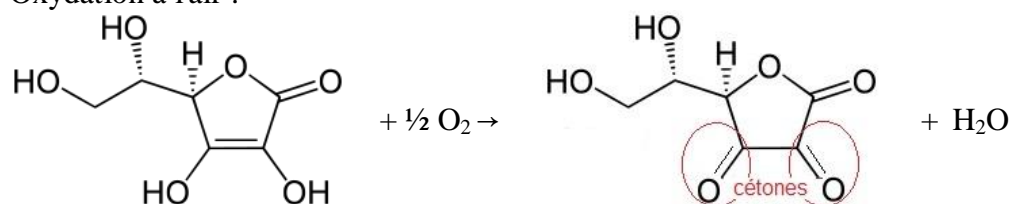
Equilibres	Action	Effet		
$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ décomposition endothermique	augmentation de pression	déplacement de l'équilibre vers la droite		Faux
	augmentation de température	décomposition de $\text{CaCO}_3$ accentuée	Vrai	
$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ réaction exothermique dans le sens $\rightarrow$	augmentation de pression partielle de $\text{N}_2$	augmentation du rendement en $\text{NH}_3$	Vrai	
	augmentation de pression totale	déplacement de l'équilibre vers la droite	Vrai	
	augmentation de température	équilibre atteint plus lentement		Faux
$\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{vap}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$ réaction exothermique dans le sens $\rightarrow$	diminution de température	diminution de la constante d'équilibre		Faux
	addition d'un catalyseur	équilibre atteint plus rapidement	Vrai	

### QUESTION IX (6 pts) Fonctions organiques - Industrie agroalimentaire

Fonctions organiques présentes dans la molécule d'acide ascorbique.



Oxydation à l'air :



### QUESTION X (7 pts) Solubilité des sels dans l'eau et lecture de graphique

- Le composé le plus soluble à  $20^\circ\text{C}$  est  $\text{NaClO}_3$
- Le composé le plus soluble à  $90^\circ\text{C}$  est  $\text{KNO}_3$
- Les composés qui ont une solubilité semblable à  $30^\circ\text{C}$  sont :  
 $\text{NaCl}$  (chlorure de sodium) et  $\text{Li}_2\text{SO}_4$
- La solubilité **en g/L** du nitrate de potassium à  $50^\circ\text{C}$  vaut : 800 g/L
- Le classement de ces composés par ordre décroissant de solubilité à  $70^\circ\text{C}$  est :  
 $\text{NaClO}_3 > \text{KNO}_3 > \text{K}_2\text{CrO}_4 > \text{NaCl} > \text{Li}_2\text{SO}_4$
- Parmi ces composés, le sel dont la dissolution est exothermique est :  
 $\text{Li}_2\text{SO}_4$  (sulfate de lithium)

**QUESTION XI (4 pts) Les polymères dans la vie quotidienne**

Nom du polymère	Origine			Monomère	
	synthétique	animale	végétale	Formule moléculaire	nom
Polyéthylène	X			C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	éthène ou éthylène
Teflon	X			C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> ou CF <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub>	tétrafluoro-éthène
Amidon			X	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	glucose
PVC	X			C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl ou CH <sub>2</sub> =CHCl	monochloro-éthène ou chlorure de vinyle

**QUESTION XII (6 pts) Equilibre acide/base - A propos de l'aspirine**

- a) L'acide acétylsalicylique ou aspirine :  
X est un électrolyte faible.
- b) La dilution d'une solution de cet acide :  
X augmente son degré de dissociation.
- c) Dans l'estomac l'équilibre d'ionisation de l'acide acétylsalicylique sera :  
X déplacé vers la gauche,

**QUESTION XIII (8 pts) Isomérisie des composés organiques**

Formules de molécules organiques et isomérisie

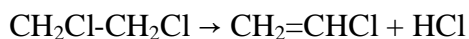
Formule semi-développée	Nom	Isomérisie	Fonction organique
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O			
CH <sub>3</sub> -CHO	Éthanal ou acétaldéhyde		aldéhyde
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>			
CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> =C(CH <sub>3</sub> )-CH <sub>3</sub> ou $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{CH}_3 \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{CH}_3 \end{array}$	but-1-ène  2-méthylprop-1-ène	position  position	alcène
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_3 \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ butène-2(cis)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{CH}_3 \end{array}$ butène-2(trans)	but-2-ène cis et trans	
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>			
CH <sub>3</sub> -COOH	acide acétique (éthanoïque)	fonctionnelle	acide carboxylique
HCOO-CH <sub>3</sub>	méthanoate de méthyle		ester

**QUESTION XIV (6 pts) Réactions organiques - Polymères**

a) Addition de dichlore sur l'éthylène :

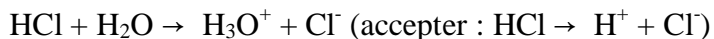


b) Transformation du dichloroéthane en chlorure de vinyle ou monochloroéthène :

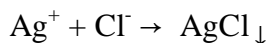


gaz Y dégagé : HCl

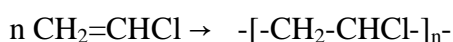
c) Dissolution de Y dans l'eau :



d) Réaction de formation du précipité blanc :

ion mis en évidence : Cl<sup>-</sup>

e) Polyaddition du chlorure de vinyle :



nom du polymère : chlorure de polyvinyle (PVC)

**QUESTION XV (8 pts) Températures d'ébullition et forces intermoléculaires**

1) Points d'ébullition

Composé	Formule semi-développée	$t_{\text{éb}}$ (°C)
éthanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	78,5
méthane	CH <sub>4</sub>	- 164
éthane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	- 89
acide éthanoïque	CH <sub>3</sub> -COOH	100,8
propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	- 42

2) Les points d'ébullition les plus élevés de deux des composés (éthanol et acide éthanoïque) sont dus à la présence de liaison hydrogène entre leurs molécules (aussi un peu à leurs masses molaires plus élevées).

3) L'évolution des points d'ébullition les plus bas des trois autres composés (les alcanes) est due à l'accroissement de la longueur de leur chaîne hydrocarbonée (donc de leur masse molaire).