

*Détachez cette feuille et conservez-la*



## OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2015

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

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

Chères (chers) élèves,

Nous vous félicitons pour votre participation à l'Olympiade de chimie et nous vous souhaitons plein succès dans cette épreuve ainsi que dans vos études et dans toutes vos entreprises futures. Avant d'entamer cette épreuve, lisez attentivement ce qui suit.

Vous devez répondre à 15 questions pour un total de 100 points.

#### REMARQUES IMPORTANTES

- Respectez scrupuleusement les consignes pour libeller vos réponses.
- Vous disposez, au début du questionnaire, d'une page comportant une table des masses atomiques relatives des éléments, la valeur de quelques constantes, ainsi que les électronégativités des éléments des trois premières périodes. À la fin du questionnaire, vous avez une feuille de brouillon pour préparer vos réponses.
- La durée de l'épreuve est fixée à 2 heures.
- L'utilisation d'une machine à calculer non programmable est autorisée.
- Pour faciliter le travail des élèves, l'indication des états d'agrégation n'est pas exigée.

**Dans plusieurs questions, vous aurez à faire un choix entre deux ou plusieurs réponses. Dans ce cas, entourez simplement de manière très visible, sans rature, le(s) chiffre(s), la(les) lettre(s) ou cochez la(les) case(s) correspondant à la (aux) bonne(s) réponse(s).**

Les candidats sélectionnés au terme de cette première épreuve seront convoqués à la **deuxième épreuve (problèmes) de l'Olympiade nationale** qui aura lieu le **mercredi 4 mars 2015** à 14h30 précises dans un des 5 centres régionaux : Arlon, Bruxelles, Liège, Mons ou Namur. A l'issue de cette 2<sup>ème</sup> épreuve, une dizaine de lauréats de 5<sup>ème</sup> et de 6<sup>ème</sup> à l'échelle nationale seront choisis. Le lauréat de 5<sup>ème</sup> classé 1<sup>er</sup> participera à l'EUSO du 26 avril au 3 mai 2015, à Klagenfurt, Autriche.

Parmi les lauréats de 6<sup>ème</sup> sélectionnés, ceux qui pourront s'engager à participer à la suite de la formation et à l'ICHO 2015, seront admis au stage de Pâques du 13 au 17 avril 2015 à l'Université de Liège. La dernière épreuve de 6<sup>ème</sup>, le 6 mai 2014 sélectionnera, parmi ceux-ci, les deux élèves qui participeront à la 47th IChO à Bakou, Azerbaïdjan du 20 au 29 juillet 2015.

En vous souhaitant bon travail, nous vous prions de croire en nos meilleurs sentiments.

Les organisateurs de l'Olympiade francophone de Chimie

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.

*Détachez cette feuille et conservez-la*



TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

1 I a																	18 VIII a	
H	2 II a	masse atomique relative $A_r$										13 III a	14 IV a	15 V a	16 VI a	17 VII a	He	
1	3	nombre atomique $Z$										5	6	7	8	9	10	
1,01	9,01											10,81	12,01	14,01	16,00	19,00	4,00	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	4											5	6	7	8	9	10	
22,99	24,31	3 III b		4 IV b	5 V b	6 VI b	7 VII b	8 VIII b			9 I b	10 II b	11 Al	12 Si	13 P	14 S	15 Cl	16 Ar
39,10	40,08		44,96	47,88	50,94	52,00	54,94	55,85	58,93	58,69	63,55	65,39	69,72	72,61	74,92	78,96	79,90	83,80
K	Ca		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
19	20		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
85,47	87,62		88,91	91,22	92,91	95,94	*	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,75	127,60	126,90	131,29
Rb	Sr		Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
37	38		39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
132,91	137,33	(1)	174,97	178,49	180,95	183,9	186,21	190,21	192,22	195,08	196,97	200,59	204,38	207,21	208,98	*	*	*
Cs	Ba	57-70	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
55	56		71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
*	*	(2)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Fr	Ra	89-102	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub						
87	88		103	104	105	106	107	108	109	110	111	112						

\* Éléments n'ayant pas de nucléide (isotope) de durée suffisamment longue et n'ayant donc pas une composition terrestre caractéristique.

(1) éléments de la famille des lanthanides

(2) éléments de la famille des actinides

Constantes

$$R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$R = 8,21 \times 10^{-2} \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{Volume d'une mole d'un gaz idéal à 273 K et 101 325 Pa : } 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ (L mol}^{-1}\text{)}$$

$$1 F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Électronégativités des éléments des trois premières périodes : H : 2,1 ; Li : 1,0 ; Be : 1,5 ; B : 1,9 ; C : 2,5 ; N : 3,0 ; O : 3,5 ; F : 4,0 ; Na : 0,9 ; Mg : 1,2 ; Al : 1,5 ; Si : 1,8 ; P : 2,1 ; S : 2,5 ; Cl : 3,0.



7 pts	QUESTION III 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".
1	a) Quelle est la quantité de matière (mol) et la concentration en dioxyde de carbone dans le cylindre ?
1	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)
2	c) Quelle est la pression calculée de CO <sub>2</sub> dans le cylindre à 20°C ?
1	d) Quand on ouvre une bouteille d'eau gazeuse, on voit des bulles s'échapper VRAI / FAUX ( <i>Barrer la mention inutile</i> )
1	e) Est-il préférable de remplir les bouteilles avec de l'eau froide pour avoir de l'eau plus gazeuse à table ? OUI / NON ( <i>Barrer la mention inutile</i> )
1	f) La dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau est un phénomène EXOTHERMIQUE / ENDOTHERMIQUE ( <i>Barrer la mention inutile</i> )
	Données <sup>2</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.

8 pts	QUESTION IV Constituants de l'air <sup>3</sup>																																			
	Compléter le tableau ci-dessous pour les 4 principaux constituants de l'air naturel et sec. ( <i>placer une croix dans la case appropriée</i> )																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nom du Constituant</th> <th>Formule</th> <th>Rend l'eau légèrement acide</th> <th>Indispensable à la respiration</th> <th>Indispensable à la photosynthèse</th> <th>Indispensable à la fabrication d'engrais</th> <th>Inerte chimiquement</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	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																												
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																														
2																																				
2																																				
2																																				
2																																				

<sup>2</sup> [http://fr.wikipedia.org/wiki/Dioxyde\\_de\\_carbone](http://fr.wikipedia.org/wiki/Dioxyde_de_carbone)

<sup>3</sup> Adapté de "Q1, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen"

<b>8 pts</b>	<b>QUESTION V Thermochimie<sup>4</sup></b>
4	On peut calculer une valeur approchée de l'enthalpie standard, $\Delta H^\circ_f$ , de formation du propane à partir des valeurs des enthalpies de combustion $\Delta H^\circ_c$ , 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 :
4	Calculer la valeur approchée de l'enthalpie de formation $\Delta H^\circ_f$ , du propane :

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION VI Cinétique chimique<sup>5</sup></b>
2	Les ions hypochlorite $\text{ClO}^-$ se dismutent en ions chlorure $\text{Cl}^-$ et chlorate $\text{ClO}_3^-$ , en solution aqueuse. 1) Ecrire l'équation pondérée (équilibrée) de cette réaction.
2	2) Si la vitesse initiale d'apparition des ions chlorure vaut $3,6 \text{ (mol/L) \cdot min}^{-1}$ dans des conditions expérimentales données, quelle sera la vitesse initiale de dismutation des ions hypochlorite ?
2	3) Si la concentration initiale en hypochlorite est de $5,0 \text{ mol/L}$ , quelle sera la valeur approximative de la concentration en ions hypochlorite au temps $t = 10 \text{ s}$ .

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION VII Solubilité et stœchiométrie</b>																
	Classer dans la colonne "Composé", par ordre décroissant de solubilité, les composés suivants (à $25^\circ\text{C}$ , dans l'échelle des concentrations molaires): $\text{PbCl}_2 : K_{ps} = 1,7 \times 10^{-5}$ $\text{BaSO}_4 : K_{ps} = 1,1 \times 10^{-10}$ $\text{Ag}_2\text{SO}_4 : K_{ps} = 7,7 \times 10^{-5}$ 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 $25^\circ\text{C}$ ) :																
2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Composé</th> <th>Equilibre de solubilité</th> <th>Produit de solubilité (<math>K_{ps}</math>)</th> <th>Solubilité en mol/L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(3)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Composé	Equilibre de solubilité	Produit de solubilité ( $K_{ps}$ )	Solubilité en mol/L	(1)				(2)				(3)			
Composé	Equilibre de solubilité	Produit de solubilité ( $K_{ps}$ )	Solubilité en mol/L														
(1)																	
(2)																	
(3)																	
2																	
2																	

<sup>4</sup> Inspiré de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice p.244.

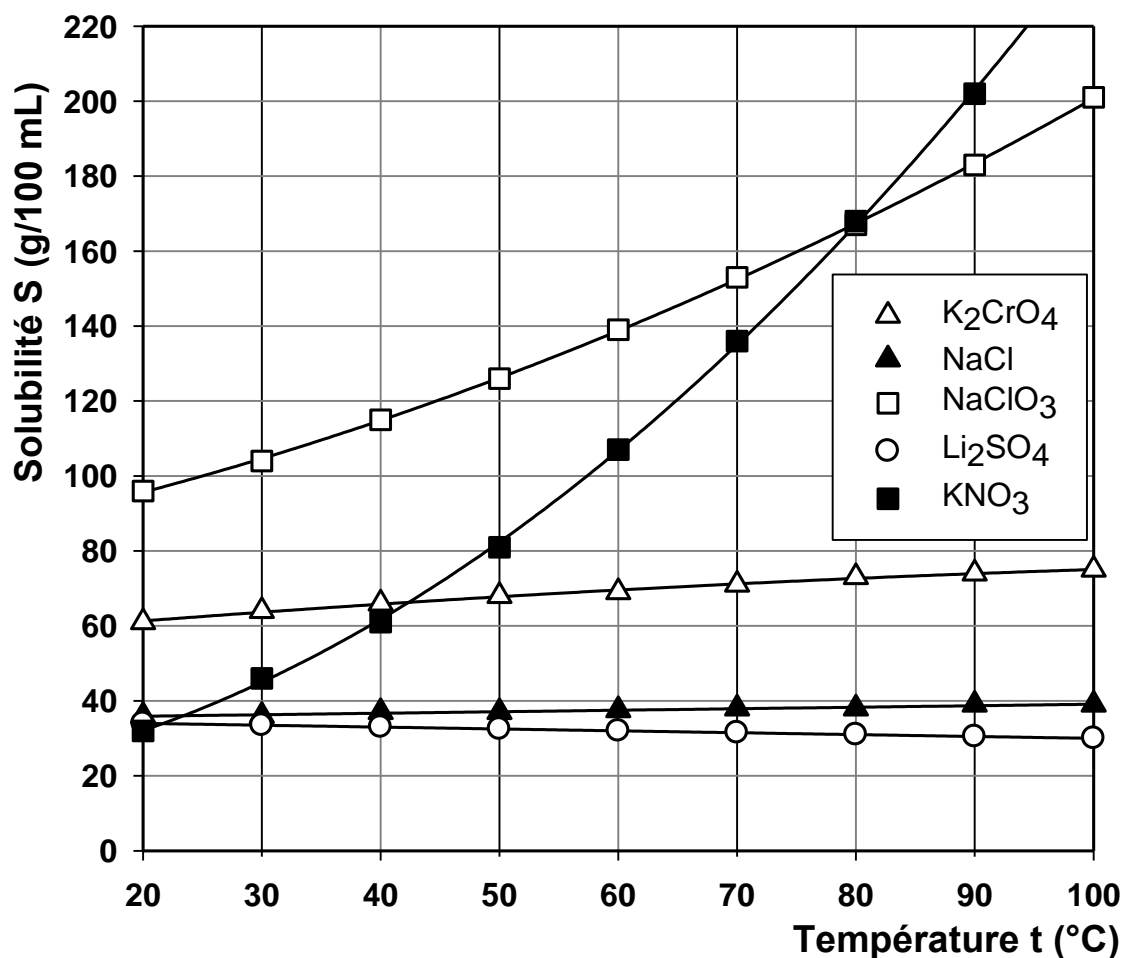
<sup>5</sup> Adapté de "Principe de Chimie" par P. Atkins et L. Jones, Trad. A. Pousse, De Boeck, Edition 2008, exercice 13.14.

7 pts	<b>QUESTION VIII Equilibres chimiques – Procédés industriels</b>				
7x1pt	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		
	CaCO <sub>3</sub> (s) ⇌ CaO(s) + CO <sub>2</sub> (g) décomposition endothermique	augmentation de pression	déplacement de l'équilibre vers la droite	Vrai	Faux
		augmentation de température	décomposition de CaCO <sub>3</sub> accentuée	Vrai	Faux
	N <sub>2</sub> (g) + 3 H <sub>2</sub> (g) ⇌ 2 NH <sub>3</sub> (g) réaction exothermique dans le sens →	augmentation de pression partielle de N <sub>2</sub>	augmentation du rendement en NH <sub>3</sub>	Vrai	Faux
		augmentation de pression totale	déplacement de l'équilibre vers la droite	Vrai	Faux
		augmentation de température	équilibre atteint plus lentement	Vrai	Faux
	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> (g) + H <sub>2</sub> O(vap) ⇌ C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(g) réaction exothermique dans le sens →	diminution de température	diminution de la constante d'équilibre	Vrai	Faux
		addition d'un catalyseur	équilibre atteint plus rapidement	Vrai	Faux

6 pts	<b>QUESTION IX Fonctions organiques – Industrie agroalimentaire</b>				
4	La vitamine C ou acide ascorbique (anti-scorbut, le scorbut étant une maladie due à une carence en vitamine C) est utilisé dans l'industrie agroalimentaire comme antioxydant sous la référence E300. Entourer les différentes fonctions organiques présentes dans cette molécule et indiquer leur nom.				
2	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.				

7 pts QUESTION X 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.



1

(a) Quel est le composé le plus soluble à 20°C ?

1

(b) Quel est le composé le plus soluble à 90°C ?

1

(c) Quels sont les composés qui ont une solubilité semblable à 30°C ?

1

(d) Quelle est la solubilité **en g/L** du nitrate de potassium à 50°C ?

1

(e) Classer ces composés par ordre décroissant de solubilité à 70°C.

1

2

(f) Donner un exemple, parmi les composés repris sur la figure, d'un sel dont la dissolution est exothermique. Nommer ce sel.

4 pts QUESTION XI Les polymères dans la vie quotidienne <sup>6</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 <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl, C <sub>2</sub> F <sub>4</sub>						
1  1  1  1	Nom du polymère	Origine			Monomère	
		synthétique	animale	végétale	Formule moléculaire	nom
	Polyéthylène					
	Teflon					
	Amidon					
PVC						

6 pts QUESTION XII Equilibre acide/base <sup>7</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 :	
HA + H <sub>2</sub> O ⇌ A <sup>-</sup> + H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	
2	a) L'acide acétylsalicylique : <input type="checkbox"/> est un électrolyte faible. <input type="checkbox"/> est un électrolyte fort. <input type="checkbox"/> n'est pas un électrolyte.
2	b) La dilution d'une solution de cet acide : <input type="checkbox"/> augmente son degré de dissociation. <input type="checkbox"/> rend le milieu plus acide. <input type="checkbox"/> n'a pas d'effet sur cet équilibre.
2	c) Dans l'estomac, l'aspirine rencontre le suc gastrique, riche en ions hydronium H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> (le pH est ≈ 1). L'équilibre d'ionisation de l'acide acétylsalicylique sera donc : <input type="checkbox"/> déplacé sur la droite, <input type="checkbox"/> déplacé vers la gauche, <input type="checkbox"/> ne sera pas modifié.

<sup>6</sup> Q3, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen

<sup>7</sup> Q6, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen

8 pts	<b>QUESTION XIII Isomérisation des composés organiques</b>			
	En ne considérant que les molécules non cycliques et <b>monofonctionnelles</b> , 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'isomérisation on a affaire. Identifier les fonctions organiques présentes dans chaque composé.			
	<b>Formule</b>	<b>Nom</b>	<b>Isomérisation</b>	<b>Fonction organique</b>
<b>1</b>	$C_2H_4O$			
	(formule semi-développée)			
<b>4</b>	$C_4H_8$			
	(formules développées)			
<b>3</b>	$C_2H_4O_2$			
	(formules semi-développées)			

<b>6 pts</b>	<b>QUESTION XIV Réactions organiques<sup>8</sup> - Polymères</b>
	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.
1	a) Écrire l'équation de l'addition de dichlore sur l'éthylène et donner le nom de X :
1	b) Écrire l'équation associée à la transformation de X en chlorure de vinyle. Quelle est la formule du gaz Y?
1	c) Écrire l'équation de la dissolution du gaz Y dans l'eau.
2	d) Ecrire l'équation de la réaction de formation du précipité blanc. Quel est l'ion mis en évidence par la formation de ce précipité ?
1	e) Le chlorure de vinyle est ensuite polymérisé par polyaddition. Ecrire l'équation correspondante et nommer le polymère obtenu ?

<b>8 pts</b>	<b>QUESTION XV Températures d'ébullition et forces intermoléculaires<sup>9</sup></b>																		
	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																		
1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%; text-align: center;">Composé</th> <th style="width: 40%; text-align: center;">Formule semi-développée</th> <th style="width: 30%; text-align: center;"><math>t_{éb}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ethanol</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Méthane</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ethane</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Acide éthanoïque</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Propane</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Composé	Formule semi-développée	$t_{éb}$	Ethanol			Méthane			Ethane			Acide éthanoïque			Propane		
Composé	Formule semi-développée	$t_{éb}$																	
Ethanol																			
Méthane																			
Ethane																			
Acide éthanoïque																			
Propane																			
1,5	2) A quoi attribuer les points d'ébullition les plus élevés de deux des composés ?																		
1,5	3) A quoi est due l'évolution des points d'ébullition les plus bas des trois autres composés ?																		

<sup>8</sup> XXV<sup>ème</sup> Olympiades Nationales de la chimie. Epreuve du Concours Régional 2008-2009 - Académie de Caen

<sup>9</sup> Q2, Olympiade Nationale de la chimie, CONCOURS REGIONAL 2011-2012 - Académie de Caen



**NOM :**

**Prénom :**

**OLYMPIADE FRANCOPHONE DE CHIMIE 2015**  
**NIVEAU 2 (élèves de sixième année) - PREMIÈRE ÉPREUVE**

**BROUILLON**