

NOM : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

 <p>J Année académique 2024-2025 Session janvier 2025</p>	<p><b>Cursus TLM Bloc1 – Q1 UE1 LM02 2024-2025</b></p>	<p>Date : Le 10 janvier 2025</p>
<p>Examen de sciences chimiques</p>	<p>Enseignant(s) : L.Denil + MF Ghuysen</p>	<p>Classe : 1° Groupe : Tous</p>

### Remarque importante : Répondre dans l'ordre

1. Pour chacune des formules suivantes, donner le(s) nom(s) et la formule générale du composé. (/5)

Formule chimique	Nom	Formule générale
Ca(OH) <sub>2</sub>	Hydroxyde de calcium	MOH
K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	Manganate de potassium	MM'O
HIO <sub>4</sub> (2 noms)	Acide periodique	HM'O
	Periodate d'hydrogène	
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Hémitrioxyde ou sesquioxyde d'azote	M'O
NaHCO <sub>3</sub>	Hydrogénocarbonate de sodium	MHM'O

2. Pour chacun des composés suivants, donner la formule chimique et la fonction chimique. (/5)

	Formule chimique	Fonction chimique
Chlorure de lithium	LiCl	Sel binaire
Oxyde de cobalt (III)	Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Oxyde basique ou métallique
Sulfate d'ammonium	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sel ternaire ou sel d'ammonium
Dihydrogénophosphate d'aluminium	Al(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Hydrogénosel
Acide bromhydrique	HBr	Acide binaire ou hydracide

3. On dispose d'une solution stock dont la concentration en fer est de 2234 mg/L. A partir de celle-ci, on prépare une solution de travail comme suit :

- 1) on prélève 25 ml de solution stock et on lui ajoute 275 ml d'eau ;
- 2) on dissout une masse de 0,56 g de sulfate de fer (II) anhydre (info : cette dissolution ne modifie pas le volume). (/6)

- a) La solution stock a été préparée à partir de nitrate de fer (III) nona-hydraté solide. Quelle masse de solide a-t-on pesée pour préparer 500 mL de solution stock ?

$$500 \text{ ml de solution stock à } 2,234 \text{ g/L en Fe}^{3+} : m_{\text{Fe}^{3+}} = 2,234 \cdot 0,500 = 1,117 \text{ g}$$

$$\text{Fe}^{3+} : M = 55,85 \text{ g/mol} \Rightarrow n_{\text{Fe}^{3+}} = 1,117/55,85 = 0,02 \text{ mol}$$

$$\text{Et } n_{\text{Fe}^{3+}} = n_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}} : \text{avec } M_{\text{Fe}^{3+}} = 403,85 \text{ g/mol} \Rightarrow m = 0,02 \cdot 403,85 = 8,077 \text{ g}$$

- b) Quelle est la concentration molaire en fer de la solution de travail ?

$$1) \text{ Solution stock à } C_{\text{Fe}^{3+}} = 2,234 \text{ g/L}$$

$$\text{Dans les 25 ml de solution stock prélevés : } m_{\text{Fe}^{3+}} = 2,234 \cdot 0,025 = 0,05585 \text{ g}$$

NOM : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

$$\text{Fe}^{3+} : M = 55,85 \text{ g/mol} \Rightarrow n_{\text{Fe}^{3+}} = 0,05585/55,85 = 0,001 \text{ mol}$$

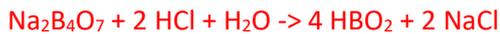
$$2) \text{FeSO}_4 : 151,85 \text{ g/mol} \Rightarrow n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,56/151,85 = 3,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Solution de travail} : n_{\text{tot}} = 0,001 + 3,69 \cdot 10^{-3} = 4,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol dans } 25+275 = 300 \text{ ml}$$

$$[\text{Fe}] = 4,69 \cdot 10^{-3} / 0,300 = 0,0156 \text{ M}$$

4. Afin de préparer une solution tampon (pH ~ 8), on fait réagir 50 ml de Borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) 0,025 M avec 20 ml d'acide chlorhydrique 0,1 M et de l'eau. La réaction forme  $\text{HBO}_2$  et  $\text{NaCl}$ . Après réaction, on ajoute de l'eau pour avoir un **volume total de 100 ml**. (/6)

- a) Ecris l'équation pondérée de la réaction chimique.



- b) Sachant que l'eau est en quantité suffisante, qui du borax ou de l'acide est le réactif limitant ? Justifie sur base de valeurs chiffrées.

$$n_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7} = 0,025 \cdot 0,050 = 0,00125 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,1 \cdot 0,020 = 0,002 \text{ mol}$$

Pour faire réagir 0,00125 mol de borax, on a besoin de  $2 \cdot 0,00125 = 0,0025 \text{ mol}$  d'acide.

Or, on a réellement 0,002 mol d'acide < 0,0025 mol d'acide nécessaire.

Donc HCl est le réactif limitant.

- c) Calcule la concentration molaire finale en  $\text{HBO}_2$  (après réaction et ajout d'eau). Détaille ton raisonnement.

[mol]	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ +	2 HCl	+ $\text{H}_2\text{O}$ ->	4 $\text{HBO}_2$ +	2 NaCl
t0	0,00125	0,002	En suffisance	0	0
	- 0,002/2	- 0,002	- 0,002/2	+ 0,002*2	+ 0,002
tf	0,00025	0	reste	0,004	0,002

$$V_{\text{tot}} = 100 \text{ ml}$$

$$[\text{HBO}_2]_{\text{f}} = 0,004/0,100 = 0,04 \text{ M}$$

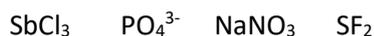
5. A l'aide de la notation de Lewis, représenter les molécules ou ions suivants en prenant soin de préciser :

- a) La structure avec ses paires libres et ses liaisons **en 3D**.

- b) Le nombre et le nom des liaisons.

- c) Le type et le nom des géométries éventuelles.

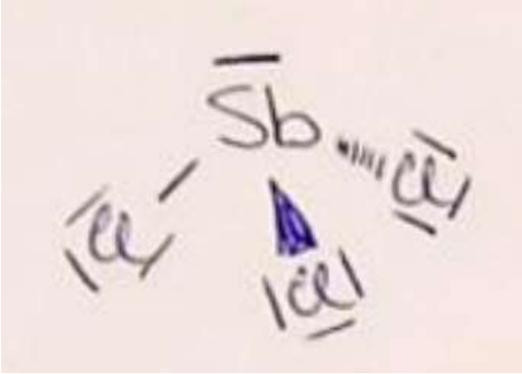
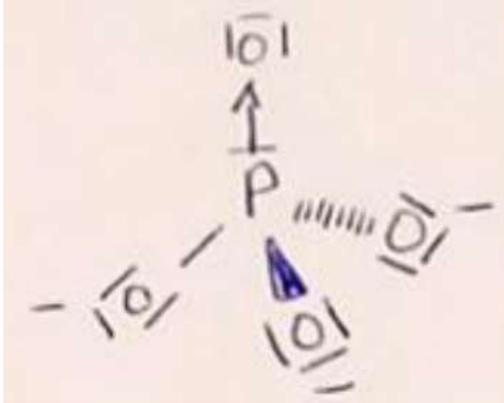
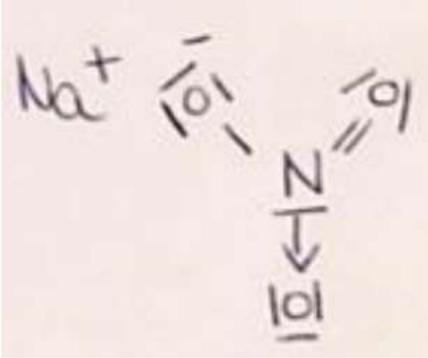
- d) L'existence ou non d'un dipôle après avoir pris soin d'indiquer les charges partielles et/ou unitaires et leurs résultantes (+) et (-) si nécessaire. (/8)



NOM : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

a)

b)

3 LNCPol.	3 LCNPol + 1 LCDSemi-Pol.
3 LNCPol . + 1LCDSemi-Pol. + 1 LI	2 LCNPol.

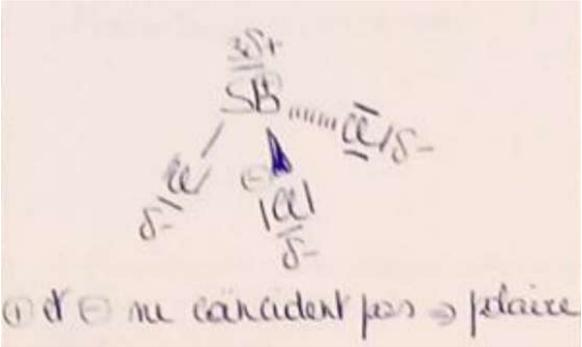
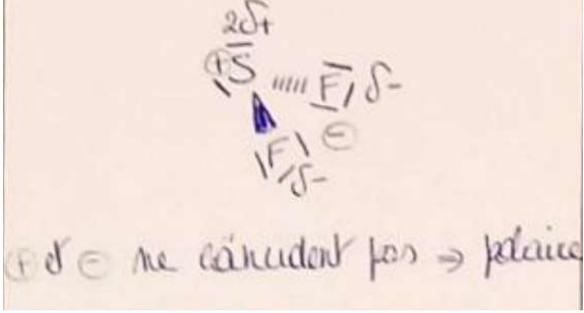
c)

AX3E Tétraèdre ou Pyramide trigonale	AX4 Tétraèdre
AX3 Triangulaire plane	AX2E2 Tétraèdre ou V/triangle

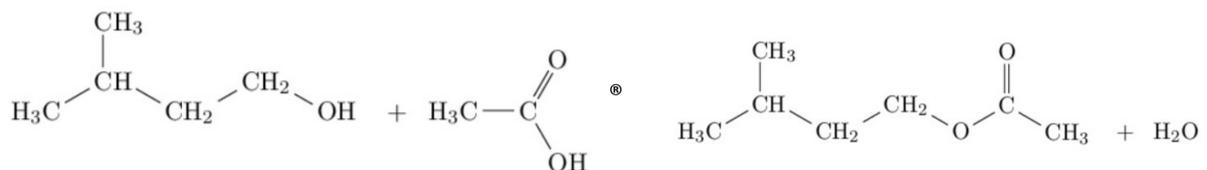
NOM : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

d)

 <p>δ<sup>+</sup> et δ<sup>-</sup> ne coïncident pas ⇒ polaire</p>	<p>Polaire car ion</p>
<p>Polaire car LI</p>	 <p>δ<sup>+</sup> et δ<sup>-</sup> ne coïncident pas ⇒ polaire</p>

6. On réalise la synthèse de l'arôme de banane à partir d'alcool isoamylique et d'acide acétique (CH<sub>3</sub>COOH) selon la réaction suivante.



Afin de favoriser la formation des produits, on travaille avec un excès d'acide acétique (réactif le moins cher).

On fait réagir 18 ml d'alcool pur ( $d = 0,809 \text{ g/ml}$ ) avec un excès d'acide. Après réaction et purification des produits, on récupère 14 ml d'arôme de banane ( $d = 0,867 \text{ g/ml}$ ). Quel est le rendement de la réaction de synthèse ? (/4)

Alcool : 88 g/mol

Arôme : 130 g/mol

Dans 18 ml d'alcool pur :  $m = 0,809 \cdot 18 = 14,562 \text{ g} \Rightarrow n = 14,562/88 = 0,1654 \text{ mol}$

Par stoechio, on devrait former en théorie 0,1654 mol d'arôme

On récupère réellement 14 ml d'arôme :  $m = 0,867 \cdot 14 = 12,138 \text{ g} \Rightarrow n = 0,0934 \text{ mol}$

Rendement de la synthèse :  $(n_{\text{réel}}/n_{\text{théorique}}) \cdot 100 = (0,0934/0,1654) \cdot 100 = 56 \%$

NOM : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

7. Voici les indications de l'étiquette d'une solution commerciale de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (acide fort) : 95 % massique – 1,84 g/ml – 98 g/mol.  
Combien de mL de solution commerciale faut-il prélever pour préparer 250 ml de solution dont la concentration en  $\text{H}^+$  vaut 1 M ? (/4)

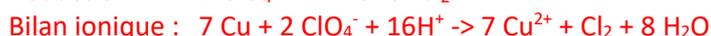
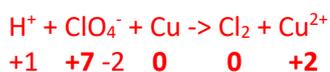


$$n\text{H}^+ = 1,0,250 = 0,25 \text{ mol} \Rightarrow n\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,25/2 = 0,125 \text{ mol}$$

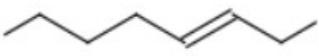
$$[\text{H}_2\text{SO}_4] = 1840 \cdot (95/100)/98 = 17,84 \text{ M}$$

$$V = n/C = 0,125/17,84 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 7 \text{ mL}$$

8. Pondère l'équation redox suivante selon la procédure détaillée au cours (demi-équations, bilan ionique et bilan moléculaire). (/5)  
 $\text{HClO}_4 + \text{Cu} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{Cu}^{2+}$



9. Donnez le nom IUPAC des composés organiques suivants décrits ci-dessous. Donne également leur formule semi-développée et leur formule topologique (zig-zag). (/6)
- Une molécule linéaire de 8 carbones avec une double liaison entre les carbones 3 et 4.
  - Une molécule à 7 carbones, contenant une triple liaison entre les carbones 2 et 3, et un groupement méthyle sur le carbone 4.
  - Une molécule à 6 carbones avec une ramification éthyle sur le carbone 3 et une double liaison entre les carbones 1 et 2.

Composé	Nom IUPAC	Formule semi-développée	Formule topologique
a)	oct-3-ène	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	
b)	4-méthylhept-2-yne	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$   $\text{CH}_3$	
c)	3-éthylhex-1-ène	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$   $\text{CH}_2$   $\text{CH}_3$	

NOM : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

10. Un atome de magnésium ( $Z=12$ ) subit d'abord une ionisation simple, puis passe dans un état excité où l'un de ses électrons quitte la sous-couche 3s pour occuper la sous-couche 3p. (/4)
- Donne la configuration électronique de l'atome neutre de magnésium.
  - Donne la configuration électronique de l'ion  $Mg^+$  (après ionisation simple).
  - Donne la configuration électronique de l'ion  $Mg^+$  dans son état excité.
  - Détermine les nombres quantiques ( $n, \ell, m, s$ ) pour l'électron excité.

- Configuration électronique de l'atome neutre :  $Mg\ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- Lors de la première ionisation, un électron quitte la sous-couche 3s :  $Mg^+\ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- Dans l'état excité, l'électron en 3s de  $Mg^+$  'monte' en 3p :  $Mg^+\ 1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$
- Pour l'électron excité dans 3p :  
 $n = 3$   
 $\ell = 1$   
 $m = -1, 0 \text{ ou } +1$   
 $s = +1/2 \text{ ou } -1/2$

11. Un élément chimique Y possède un électron dont les nombres quantiques sont :  
 $n = 4, \ell = 2, m = -2, s = -1/2$ . (/3)
- Dans quelle sous-couche se trouve cet électron ?
  - Donne la configuration électronique complète de l'atome, sachant que cet électron est le dernier à être ajouté.
  - Identifie cet élément chimique.

- Sous-couche 4d:  
-  $n = 4$  : couche principale 4;  
-  $\ell = 2$  : orbitale d.
- La sous-couche 4d commence à se remplir après la sous-couche 5s. La configuration électronique complète est:  $Y\ 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^1$
- En comptant les électrons,  $Z = 39$ . Cet élément est l'yttrium (Y).

12. On étudie la réaction suivante en phase gazeuse à une température  $T = 500\text{ K}$  :
- $$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$$

Un mélange initial contenant  $n_o(A) = 2,0\text{ mol}$ ,  $n_o(B) = 1,5\text{ mol}$ ,  $n_o(C) = 0\text{ mol}$  et  $n_o(D) = 0\text{ mol}$  est introduit dans un réacteur de volume  $V = 5,0\text{ L}$ .

À l'équilibre, on mesure que  $n(C) = 0,8\text{ mol}$ .

Détermine la constante d'équilibre  $K_c$  à cette température. Détaille chaque étape de calcul. (/6)

- Tableau d'avancement:  
Posons  $x$  l'avancement de la réaction :  
 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$

À l'équilibre :

NOM : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

$$n(A) = 2,0 - x, n(B) = 1,5 - x, n(C) = x, n(D) = x.$$

On sait que  $n(C) = 0,8 \text{ mol}$ , donc  $x = 0,8 \text{ mol}$ .

- Calcul des concentrations à l'équilibre dans un volume  $V = 5,0 \text{ L}$ :

$$[A] = (2,0 - 0,8) / 5,0 = 0,24 \text{ mol/L},$$

$$[B] = (1,5 - 0,8) / 5,0 = 0,14 \text{ mol/L},$$

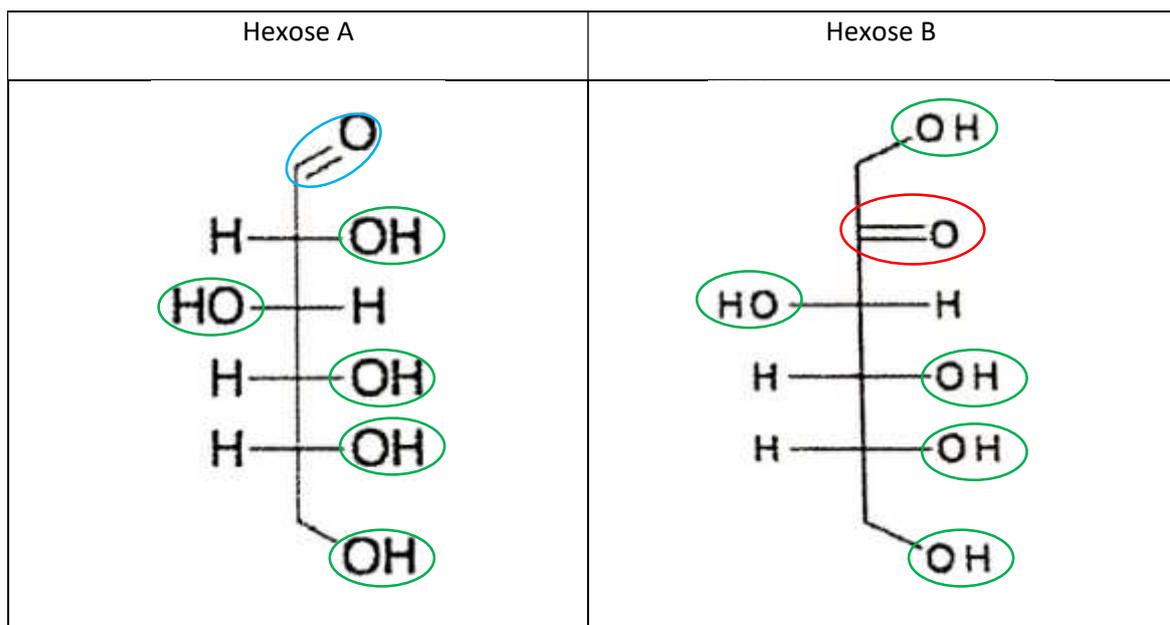
$$[C] = [D] = 0,8 / 5,0 = 0,16 \text{ mol/L}.$$

- Expression de  $K_c$  :

$$K_c = ([C].[D]) / ([A].[B]) = (0,16 \times 0,16) / (0,24 \times 0,14) \approx 0,762.$$

Résultat :  $K_c \approx 0,762$ . Sans unité.

13. Les glucides sont majoritairement constitués de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. De manière générale, pour nommer les molécules simples de glucides, on utilise un préfixe qui dépend du nombre d'atomes de carbone présents et on le fait suivre de la terminaison -ose. Prenons par exemple les hexoses. Parmi ces glucides, on retrouve les composés A et B dont on donne les formules semi-développées dans le tableau qui suit. (/4)



- a) Complète le texte suivant.

Les hexoses A et B du tableau précédent ont la même formule brute qui est :  $C_6H_{12}O_6$ . En termes de fonction chimique, A et B possèdent tous les deux des fonctions **alcool**. Par ailleurs, A comporte une fonction **aldéhyde** tandis que B présente une fonction **cétone**.

- b) Identifie clairement dans le tableau toutes les fonctions chimiques évoquées en a) pour les composés A et B. **Alcool** – **aldéhyde** - **cétone**

14. L'organisme humain est composé de 60 % d'eau, dont 4% représente le plasma (pourcentages massiques). (/5)

Pour un homme de 70 kg :

- a) Calcule le volume total de plasma présent dans l'organisme.

NOM : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

- b) En utilisant la concentration en ions sodium du plasma (140 mmol/L), calcule la quantité de matière (en mole) de sodium contenue dans le plasma.  
c) Détermine le nombre total d'ions sodium présents dans le plasma.  
d) Convertis la concentration en ions sodium du plasma en ppm.

- a) masse d'eau =  $70 \times 0,60 = 42$  kg  
masse de plasma =  $42 \times 0,04 = 1,68$  kg  
1 kg de plasma correspond à 1 L de plasma donc 1,68 kg de plasma correspond à 1,68 L de plasma.  
b) Dans 1,68 L de plasma, il y a  $140 \times 1,68 = 235,2$  mmol = 0,2352 mole d'ions sodium  
c) 1 mole correspond à  $6 \cdot 10^{23}$  ions sodium  
0,2352 mole correspond à  $0,2352 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 1,519 \cdot 10^{23}$  ions sodium  
d) 1 ppm = 1 mg/L  
M Na<sup>+</sup> = 23 g/mol  
 $23 \cdot 0,140 \cdot 1000 = 3220$  ppm

15. Etats de la matière et forces intermoléculaires

- a) Relie chaque type de force intermoléculaire à sa description. (/2)

Forces de dispersion (London)	●	●	Liaisons très fortes à l'intérieur des molécules
Forces dipôle-dipôle (Keesom)	●	●	Interactions entre molécules polaires
Liaisons hydrogène	●	●	Interactions faibles entre dipôles temporaires
Liaisons covalentes	●	●	Interactions impliquant un atome d'H lié à O, N ou F

- b) Pourquoi l'eau a un point d'ébullition plus élevé que l'ammoniac ? Choisis la bonne réponse (pas de point négatif). (/1)
- 1) H<sub>2</sub>O forme plus de liaisons hydrogène
  - 2) H<sub>2</sub>O est plus lourd
  - 3) H<sub>2</sub>O forme plus de liaisons covalentes
  - 4) H<sub>2</sub>O a un plus grand volume moléculaire

Réponse : 1) H<sub>2</sub>O forme plus de liaisons hydrogène

- c) Classe les substances suivantes en fonction de leur solubilité dans l'eau. Choisis la bonne réponse (pas de point négatif). (/1)

A. NaCl      B. Benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)      C. Saccharose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)      D. Hexane (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>)

- 1) A > B > C > D
- 2) C > A > B > D
- 3) A > C > D > B
- 4) A > D > C > B

Réponse : 3) A > C > D > B

- d) Classe les mélanges suivants par leur miscibilité (du moins miscible au plus miscible) : (/1)

- Eau et essence (octane C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>)
- Eau et éthanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)
- Hexane et benzène

Réponse : Eau+Octane < Hexane+Benzène < Eau+Ethanol