



Lycée Jean d'Alembert
Alliance Française de Reñaca

BAC BLANC n°1

Jeudi 21 juin 2012

PHYSIQUE - CHIMIE

SÉRIE S

Durée de l'épreuve : 3 h 30 – Coefficient : 8

L'usage de la calculatrice EST autorisé

LES TÉLÉPHONES PORTABLES SONT INTERDIS

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 11 pages numérotées de 1 à 11, y compris celle-ci.

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendantes les uns des autres :

EXERCICE 1 : ESPÈCES ACIDES EN SOLUTION (8 points)

EXERCICE 2 : RADIOACTIVITÉ DANS LA FAMILLE DE L'URANIUM (7 points)

EXERCICE 3 : L'EXTRACTION DE L'EUGÉNOL DU CLOU DE GIROFLE (5 points)

Les pages annexes 1, 2 et 3 (pages 9, 10 et 11) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE, même si elles n'ont pas été complétées

EXERCICE 1 : ESPÈCES ACIDES EN SOLUTION (8 points)*Antilles 2003 (rattrapage)*

On se propose d'identifier deux espèces chimiques acides différentes notées HA_1 et HA_2 , en utilisant quelques mesures mettant en jeu différentes techniques expérimentales.

Tout d'abord, on prépare deux solutions aqueuses S_1 et S_2 , à partir des espèces HA_1 et HA_2 et d'eau distillée, de telle manière que la concentration en soluté apporté soit $c_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ pour chacune d'elles. On considère que la réaction de chaque espèce acide dans l'eau est instantanée.

Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.

1. Mesure par pH-métrie

1.1. Nous allons tenter de différencier ces deux espèces acides en observant leur action sur l'eau, par l'intermédiaire d'une mesure de pH réalisée dans les mêmes conditions pour chaque solution.

1.1.1. *Définir une espèce acide selon Brönsted.*

1.1.2. *Écrire l'équation qui représente la réaction d'une espèce acide quelconque HA avec l'eau. Indiquer les deux couples acide/base mis en jeu à cette occasion.*

1.1.3. On néglige toute autre réaction.

Quelle relation a-t-on, dans ces conditions, entre les quantités de matière de A^- et H_3O^+ ?

1.2. On réalise la mesure du pH, à 25°C, en utilisant un volume $V = 200 \text{ mL}$ de chacune des deux solutions S_1 et S_2 . Des mesures précises de pH pour S_1 et S_2 permettent de calculer leurs concentrations effectives en ions oxonium :

$$[H_3O^+]_1 = 1,3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \text{ pour } S_1 \quad \text{et} \quad [H_3O^+]_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ pour } S_2$$

1.2.1. *Calculer les quantités de matière en ions oxonium, $n(H_3O^+)_1$ et $n(H_3O^+)_2$ dans chaque solution.*

1.2.2. *Calculer la quantité de matière d'acide HA_1 et HA_2 , initialement présente dans les 200 mL de chaque solution avant toute réaction avec l'eau.*

1.2.3. *Exprimer l'avancement maximal de la réaction et calculer sa valeur en fonction des données.*

Calculer l'avancement final x_{f1} et x_{f2} pour la réaction de chaque acide avec l'eau.

Préciser la signification du taux d'avancement final et calculer τ_1 et τ_2 pour chaque réaction.

2. Suivi spectrophotométrique

L'une des deux réactions précédentes se caractérise par un taux d'avancement final maximal.

Pour identifier précisément l'espèce acide qui participe à cette réaction, on introduit dans les 200 mL de cette solution 4 mL d'une solution de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), de concentration $c = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

On observe alors l'apparition d'une coloration jaune très pâle qui se renforce progressivement ; cette coloration est caractéristique du diiode en solution aqueuse.

La transformation d'oxydoréduction qui se déroule alors peut être décrite par l'équation suivante :



EXERCICE 2 : RADIOACTIVITÉ DANS LA FAMILLE DE L'URANIUM (7 points)

Antilles2003

Données (valables pour tout l'exercice)

Unité de masse atomique	$u = 1,660\,54 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Énergie de masse de l'unité de masse atomique	$E = 931,5 \text{ MeV}$
Électronvolt	$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
Megaélectronvolt	$1 \text{ MeV} = 1 \times 10^6 \text{ eV}$
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Nom du noyau ou de la particule	Radon	Radium	Hélium	Neutron	Proton	Électron
Symbole	${}^{222}_{86}\text{Rn}$	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	${}^4_2\text{He}$	${}_0^1\text{n}$	${}_1^1\text{p}$	${}_{-1}^0\text{e}$
Masse (en u)	221,970	225,977	4,001	1,009	1,007	$5,49 \times 10^{-4}$

1. Désintégration du radium

L'air contient du radon 222 en quantité plus ou moins importante.

Ce gaz radioactif naturel est issu des roches contenant de l'uranium et du radium. Le radon se forme par désintégration du radium (lui-même issu de la famille radioactive de l'uranium 238), selon l'équation de réaction nucléaire suivante :



1.1. Quel est le type de radioactivité correspondant à cette réaction de désintégration ?

Justifier votre réponse.

1.2. Défaut de masse

1.2.1. Donner l'expression littérale du défaut de masse Δm du noyau de symbole ${}^A_Z\text{X}$ et de masse m_X

1.2.2. Calculer le défaut de masse du noyau de radium Ra. L'exprimer en unité de masse atomique u.

1.3. Écrire la relation d'équivalence masse-énergie.

1.4. Le défaut de masse $\Delta m(\text{Rn})$ du noyau de radon Rn vaut $3,04 \times 10^{-27} \text{ kg}$

1.4.1. Définir l'énergie de liaison E_l d'un noyau.

1.4.2. Calculer, en joule, l'énergie de liaison $E_l(\text{Rn})$ du noyau de radon.

1.4.3. Vérifier que cette énergie de liaison vaut $1,71 \times 10^3 \text{ MeV}$.

1.4.4. En déduire l'énergie de liaison par nucléon E_l/A du noyau de radon.
Exprimer ce résultat en MeV.nucléon^{-1} .

1.5. Bilan énergétique.

1.5.1. *Établir littéralement la variation d'énergie ΔE de la réaction (1) en fonction de m_{Ra} , m_{Rn} et m_{He} , masses respectives des noyaux de radium, de radon et d'hélium.*

1.5.2. *Exprimer ΔE en joule.*

2. Fission de l'uranium 235.

À l'état naturel, l'élément uranium comporte principalement les isotopes $^{238}_{92}\text{U}$ et $^{235}_{92}\text{U}$.

Dans une centrale nucléaire "à neutrons lents", le combustible est de l'uranium « enrichi ».

Lors de la fission d'un noyau d'uranium 235, un grand nombre de réactions sont possibles.

Parmi celles-ci, il y en a une qui donne les noyaux de zirconium et de tellure, dont les symboles des noyaux sont $^{99}_{40}\text{Zr}$ et $^{134}_{52}\text{Te}$.

2.1. *Définir le terme "isotope"*

2.2. Intérêt énergétique de la fission

2.2.1. *Donner la définition de la fission.*

2.2.2. *Écrire la réaction de fission d'un noyau d'uranium 235 bombardé par un neutron, conduisant à la formations de Zr et de Te.*

2.2.3. *Les noyaux U, Zr et Te sont placés sur la courbe d'Aston (**Voir Annexe 2, page 10, à rendre avec la copie**).*

À partir de cette courbe, dégager l'intérêt énergétique de cette réaction de fission.

3. Désintégration du noyau Zr.

Le noyau Zr issu de la fission du noyau d'uranium est instable. Il se désintègre au cours d'une désintégration β^- en donnant le noyau de niobium Nb.

3.1. *Donner la définition de la radioactivité β^- .*

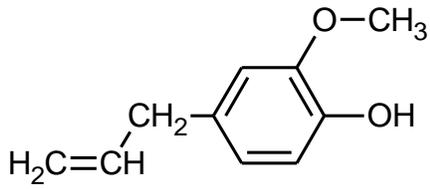
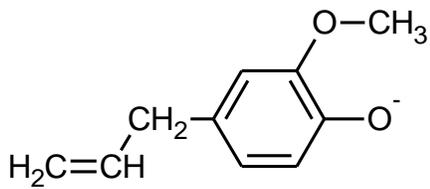
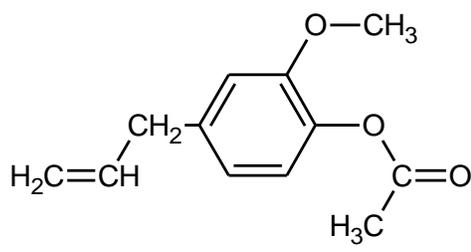
3.2. *Écrire l'équation de désintégration du noyau Zr.*

EXERCICE 3 : L'EXTRACTION DE L'EUGÉNOL DU CLOU DE GIROFLE (5 points)

Pondichéry 2010

Depuis plus d'un siècle, la vanilline est essentiellement produite artificiellement. La première étape de sa synthèse consiste à extraire l'eugénol du clou de girofle. Le clou de girofle est un bouton floral séché qui contient une grande quantité d'huile essentielle très riche en eugénol et en acétyleugénol.

Données :

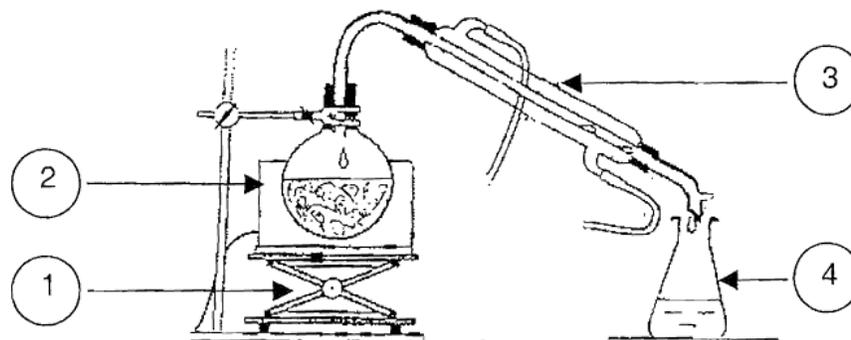
Nom	Formule	Solubilité			Réaction acido basique avec l'ion hydroxyde
		Dans l'eau	Dans l'eau salée	Dans l'éther	
Eugénol	 noté R-OH	Peu soluble	Insoluble	Très soluble	Oui
Ion eugénate	 noté R-O ⁻	Très soluble	Très soluble	insoluble	Non
Acétyleugénol		Peu soluble	Insoluble	Très soluble	Non
Chlorure de sodium	NaCl	Très soluble	-----	insoluble	Non

Densité de l'eau : $d_{\text{eau}} = 1$ Éther : solvant organique non miscible à l'eau de densité $d_E = 0,71$ Couple acide / base : R-OH / R-O⁻

L'extraction de l'eugénol du clou de girofle nécessite plusieurs étapes.

1. Première étape

De la poudre de clou de girofle est introduite dans un ballon, avec 250 mL d'eau distillée et quelques grains de pierre ponce. Le ballon est ensuite placé dans le montage suivant :



1.1. Quel nom porte ce montage ?

1.2. Nommer, sur l'**annexe 3, page 11, à rendre avec la copie**, les éléments numérotés du montage.

1.3. Indiquer, sur l'**annexe 3, page 11, à rendre avec la copie**, le sens de circulation de l'eau dans la verrerie n°3. Quel est le rôle de cette verrerie ?

1.4. Expliquer l'utilité de la pierre ponce.

2. Deuxième étape : le relargage

Le distillat obtenu est une émulsion d'huile essentielle du clou de girofle et d'eau. On y ajoute du chlorure de sodium solide. On agite jusqu'à dissolution complète du sel. On laisse décanter.

2.1. Écrire l'équation de dissolution du chlorure de sodium dans l'eau.

2.2. Expliquer le principe de cette opération de relargage.

3. Troisième étape : extraction liquide – liquide

Le mélange précédent est introduit dans une ampoule à décanter avec 30 mL d'éther. On agite et on laisse décanter.

Représenter l'ampoule à décanter ; indiquer les phases organique et aqueuse ; justifier la position des deux phases.

4. Quatrième étape : séparation de l'eugénol et de l'acétylégénol

La phase organique récupérée à l'étape précédente contient un mélange d'eugénol et d'acétylégénol dans l'éther. Cette solution organique est à nouveau mise dans une ampoule à décanter, avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration 2 mol.L^{-1} . On agite, on laisse décanter et on récupère la phase aqueuse.

La phase organique restante est lavée encore deux fois par la solution d'hydroxyde de sodium.

Les phases aqueuses sont rassemblées dans un bécher propre.

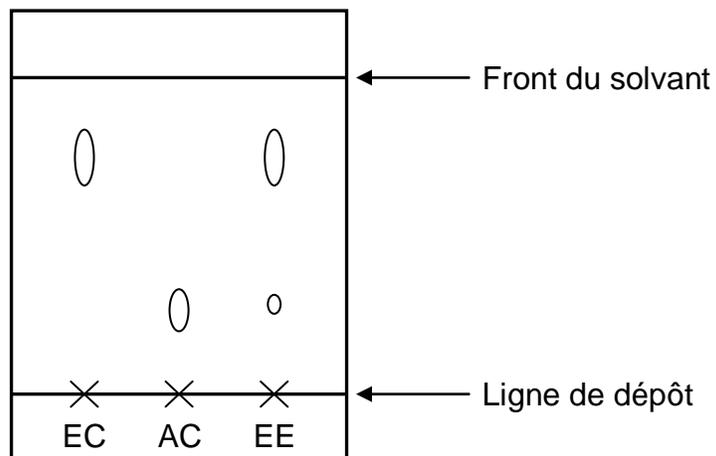
4.1. Donner la formule de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

- 4.2. En considérant les données physico-chimiques de l'acétylougénol, indiquer si l'acétylougénol se trouve dans la phase aqueuse ou la phase organique. Justifier.
- 4.3. Écrire l'équation chimique modélisant la transformation de l'eugénol $R-OH$ en ion eugénate $R-O^-$.
- 4.4. Dans la phase aqueuse recueillie, on introduit une solution concentrée d'acide chlorhydrique jusqu'à obtenir un $pH = 1$.
- 4.4.1. Donner la formule de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique.
- 4.4.2. Écrire les deux équations chimiques modélisant les transformations qui ont lieu dans le bécher.
- 4.4.3. Quel est le rôle de l'acide chlorhydrique ?
5. Une nouvelle extraction liquide-liquide est réalisée avec l'éther, dans une ampoule à décanter.
Quelle phase doit-on récupérer ? Pourquoi ?

6. Identification de l'eugénol

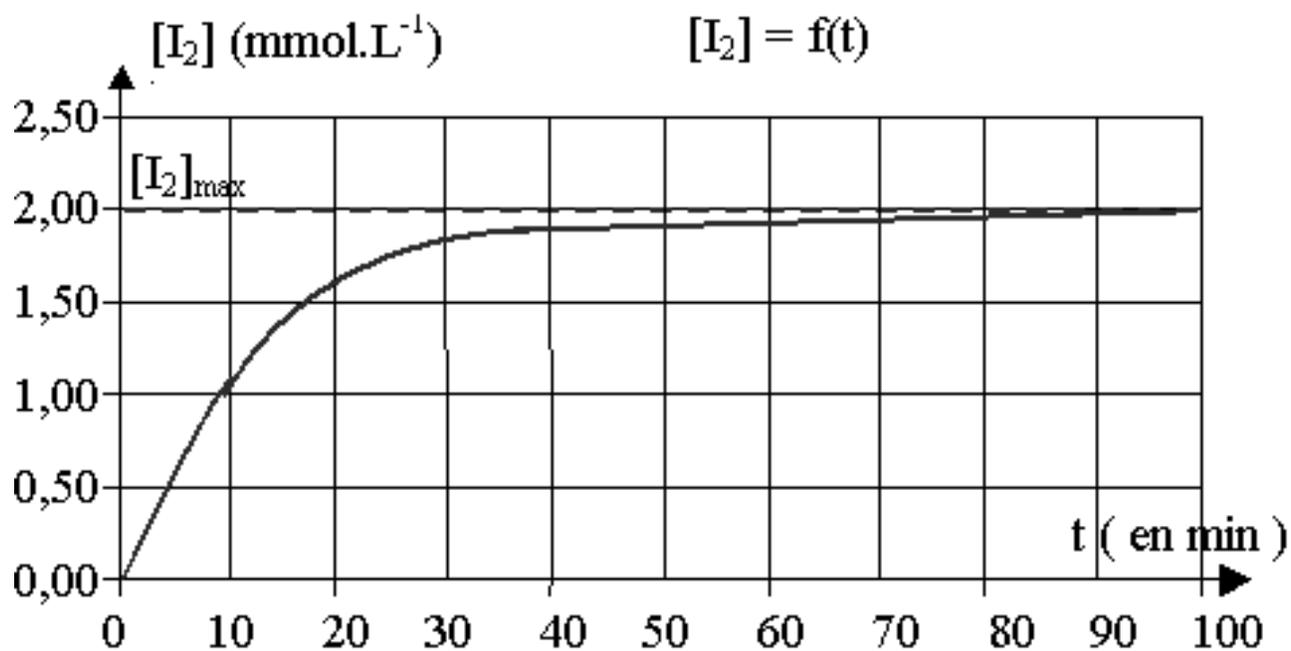
Une analyse qualitative de l'eugénol extrait est réalisée par chromatographie sur couche mince. On dépose, sur une plaque, une goutte d'eugénol commercial (EC), une goutte d'acétylougénol commercial (AC) et une goutte d'eugénol extrait (EE). On observe, après élution et révélation, le chromatogramme ci-dessous.

Interpréter en justifiant le chromatogramme obtenu.



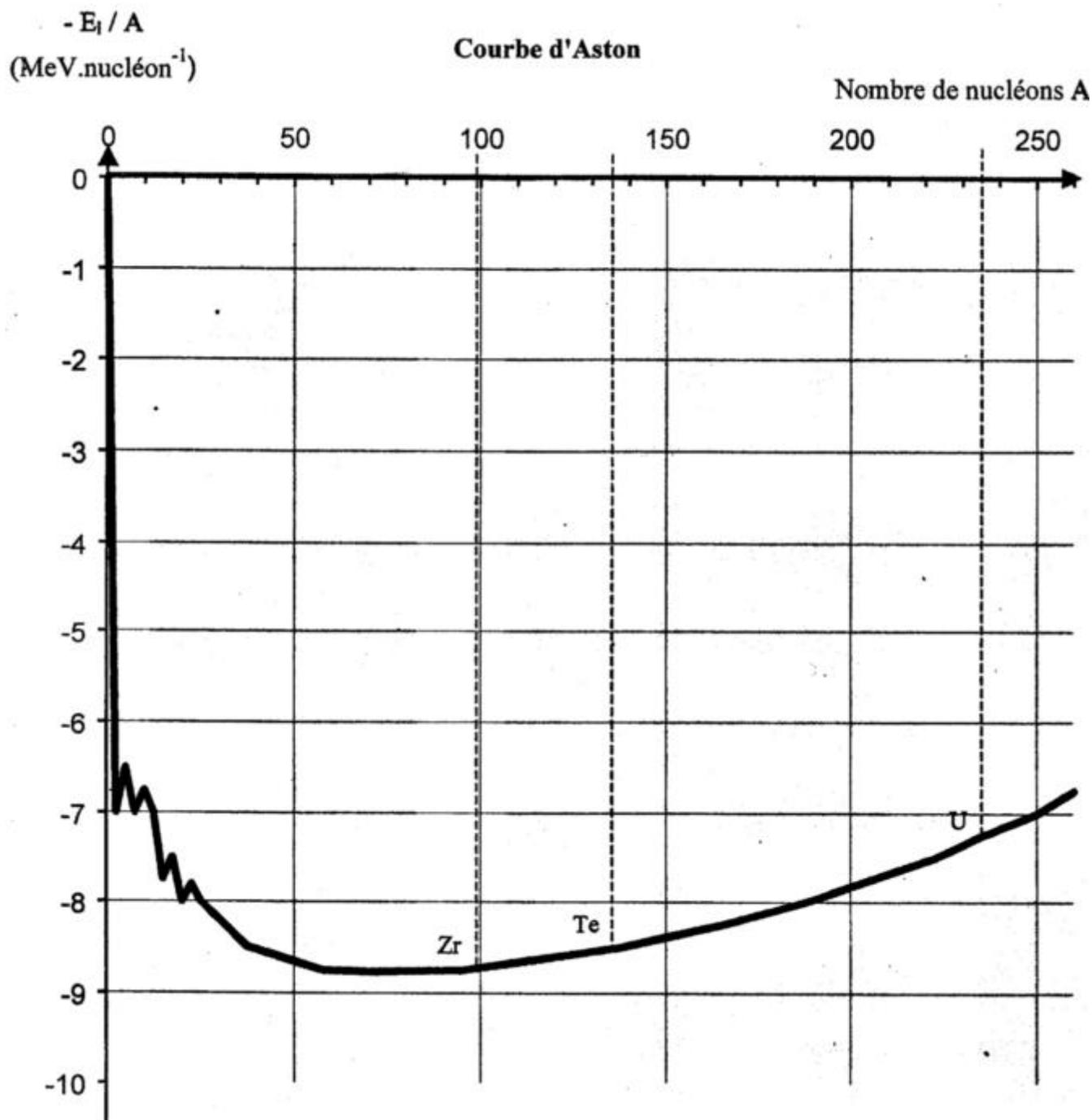
NOM :**ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE****Exercice 1 : Espèces acides en solution**

Question 2.1.5.



NOM :**ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE****Exercice 2 : Espèces acides en solution**

Question 2.2.3.



NOM :**ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE****Exercice 3 : L'extraction de l'eugénoï du clou de girofle**

Question 1.2. : Nommer, dans le tableau suivant, la verrerie numérotée :

N°	NOM
1	
2	
3	
4	

Question 1.3. : Indiquer, ci-dessous, le sens de circulation de l'eau dans la verrerie n°3.

