

## Sujet n°3 (20 min)

*L'usage de la calculatrice est autorisé*

### Question 1 : l'eau minérale

En Martinique, territoire d'outre-mer français, l'eau du robinet est, du point de vue sanitaire, « d'excellente qualité » selon le Centre de l'information sur l'eau. De plus, des entreprises produisent de l'eau minérale de source sur le territoire de la Martinique.

L'eau, bien précieux qui peut se faire rare dans de nombreuses régions, est essentielle dans différents domaines comme par exemple :

- en biologie : l'eau est le principal constituant des tissus animaux et végétaux.
- dans l'industrie : l'eau se prête à des applications nombreuses et variées. (solvant, agent de lavage et de réfrigération, matière première)

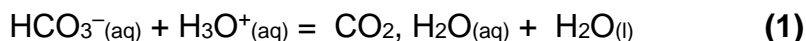
Les indications portées sur une bouteille d'eau minérale sont les suivantes :

Minéralisation en mg/L	
Calcium $\text{Ca}^{2+}$ : 555	Magnésium : $\text{Mg}^{2+}$ : 110
Sodium $\text{Na}^+$ : 14	Hydrogénocarbonate $\text{HCO}_3^-$ : 403
résidu sec à $180^\circ\text{C}$ : 1850	
pH = 7,0	

**Données :**  $\text{p}K_{A1}(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-) = 6,4$        $\text{p}K_{A2}(\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}) = 10,3$   
masse molaire de  $\text{HCO}_3^-$  :  $61 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1. Écrire les demi-équations acido-basiques qui sont associées à l'ion hydrogénocarbonate
2. Sur un axe gradué en pH, placer les valeurs des pKA. Préciser les domaines de prédominance des espèces acides et basiques des couples auxquels appartient l'ion hydrogénocarbonate
3. Justifier que l'ion hydrogénocarbonate est l'espèce prédominante dans cette eau minérale.

On prélève un volume  $V_1 = 20 \text{ mL}$  d'eau minérale auquel est additionnée progressivement une solution d'acide chlorhydrique ayant une concentration  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . La réaction chimique qui se produit, s'écrit :



4. Exprimer le quotient de réaction  $Q_r$  associé à la transformation chimique
5. a) Montrer que dans l'état d'équilibre, la valeur particulière du quotient de réaction est  $Q_r, \text{éq} = K = 2,5 \times 10^6$ . Cette valeur dépend-elle de la composition initiale du système chimique ?  
b) Préciser, sans calcul, la valeur que doit avoir le taux d'avancement à l'équilibre, si on veut utiliser la réaction chimique (1) pour le dosage des ions hydrogénocarbonate. Justifier la réponse.

# BAC - ÉPREUVE DE RATRAPAGE EN PHYSIQUE - CHIMIE

## Question 2 : la diffraction par une poudre de cacao

L'association des producteurs de cacao de Martinique, VALCACO, a été créée, en 2015, dans le but de relancer une filière cacao d'excellence en Martinique. Elle regroupe des producteurs, des transformateurs ainsi que des acteurs.



source : miimosa

On attribue la découverte de la diffraction à Francesco Grimaldi (1618-1663). Le but de l'exercice est d'étudier une application pratique de la diffraction : la détermination de la taille moyenne de poudre de cacao par granulométrie.

### Document 1 : Granulométrie laser de la poudre de cacao



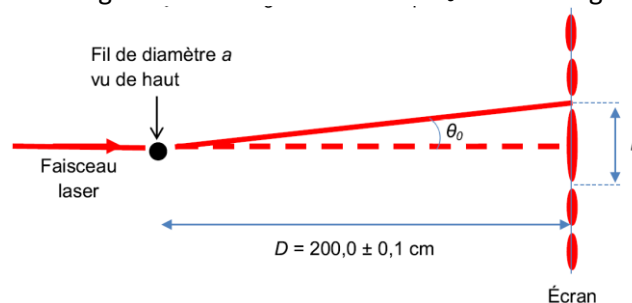
L'appareil ci-contre permet de mesurer la taille de particules allant de 40 nm à 2500  $\mu\text{m}$  tout en occupant un encombrement extrêmement réduit. Le fabricant de l'appareil indique que deux diodes laser de longueurs d'onde 635 nm et 830 nm sont utilisées dans cet instrument de mesure.

### Document 2 : Différents types de chocolat

Le succès du chocolat, auprès des consommateurs, est lié à des caractéristiques gustatives bien identifiées mais aussi à la granulométrie de chacun des constituants. Cette dernière propriété représente un enjeu important du procédé de fabrication puisque des particules trop finement broyées rendront le chocolat collant alors que de trop grosses particules lui donneront un aspect granuleux à l'œil et en bouche. La mesure de la taille des particules, par diffraction laser, est une technique simple et rapide, adaptée à la détermination de la distribution granulométrique de tous les types de chocolat comme les chocolats de couverture utilisés pour le nappage, les chocolats au lait ou les chocolats agglomérés utilisés pour les recettes instantanées. (\*)  $a$  est le diamètre moyen recommandé de la poudre de cacao pour un type de chocolat.

Type de chocolat	De couverture	Au lait	Aggloméré
$a$ (*) en $\mu\text{m}$	10	30	300

Sur le trajet du faisceau laser, on intercale des fils de différents diamètres. Sur un écran à une distance  $D$ , on observe une figure de diffraction.  $L$  représente la largeur de la tache centrale et  $\theta_0$  le demi-angle au sommet exprimé en radian.



1. Rappeler les trois principales propriétés du faisceau d'un laser
2. Expliquer pourquoi la diffraction est due à la nature ondulatoire de la lumière
3. Pour une longueur d'onde donnée, décrire l'évolution du demi-angle  $\theta_0$  en fonction du diamètre  $a$  du fil et donner la relation qui lie  $\lambda$ ,  $\theta_0$  et  $a$ .
4. On fait l'hypothèse que l'angle  $\theta_0$  est petit. Dans ce cas, on peut écrire  $\tan \theta_0 \approx \theta_0$  avec  $\theta_0$  en radian. À l'aide du schéma, démontrer que la largeur de la tache centrale est donnée par l'expression :

$$L = k \cdot \frac{1}{a} \text{ avec } k = 2\lambda \cdot D$$

5. En déduire l'expression du diamètre  $a$  en fonction de  $\lambda$ ,  $L$  et  $D$