

COMMENT ADOUCIR UNE EAU DURE ?

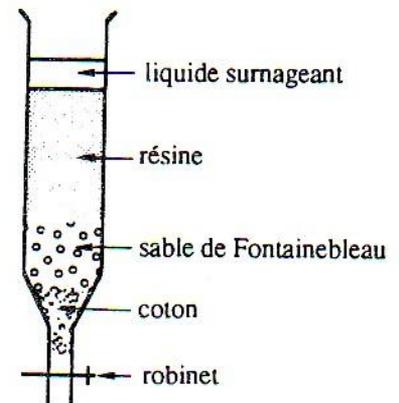
Objectif : Dans un TP précédent, on a vu comment mesurer la *dureté totale* et la *dureté calcaire* d'une eau. On se propose dans ce TP de mettre en évidence le rôle d'une résine échangeuse d'ions pour adoucir une eau dure. On comparera donc l'eau étudiée lors du TP sur la mesure de la dureté avec cette même eau, une fois passée sur la résine échangeuse d'ions.

A- Manipulation pour étudier le principe de fonctionnement d'une colonne équipée d'une résine échangeuse d'ions (manipulation effectuée par le professeur)

1. Préparation de la colonne

Une colonne avec la résine a été préparée à l'avance suivant le protocole suivant :

- Dans un bécher de 100 mL, immerger 10 g de résine dans de l'acide chlorhydrique 5-6 mol.L⁻¹ pendant quelques heures, puis l'introduire dans une burette de 25 mL ou une ampoule à décanter (*cette opération a été réalisée quelques heures avant la manipulation*).
- A l'aide de papier pH, évaluer le pH de l'eau distillée.
- Rincer la résine plusieurs fois à l'eau distillée (environ 60 mL d'eau distillée sont nécessaires), jusqu'à ce que le pH de l'éluat soit égal au pH de l'eau distillée.
- Conserver la colonne avec de l'eau distillée surnageant.



2. Passage d'une solution cationique sur la colonne

Le professeur fait passer sur la colonne $V = 5 \text{ mL}$ d'une solution de sulfate de cuivre 0,10 mol.L⁻¹.

Questions

- a) Quelle est la couleur de la solution de départ de sulfate de cuivre ? A quoi est due cette couleur ?
- b) En faisant éluer la solution sur la colonne, que peut-on observer au niveau de la colonne ?
- c) Quelle est la couleur de l'éluat (liquide au sortir de la colonne) comparativement à la solution initiale ?
- d) Le professeur récupère un peu de l'éluat dans un tube à essai. Il verse dessus quelques gouttes d'une solution de dichlorure de baryum : observations ?

3. Régénération de la colonne

Après avoir fait éluer la solution de sulfate de cuivre, le professeur verse en haut de la colonne, quelques mL d'une solution d'acide chlorhydrique concentré (5-6 mol.L⁻¹)

Questions

e) Qu'observe-t-on dans la colonne ?

f) quelle est la couleur de l'éluat ?

Le professeur récupère quelques mL de l'éluat dans un bécher et verse dans le bécher plusieurs mL d'eau distillée.

g) Observations ?

h) Interpréter les changements de couleur observés.

Le professeur prend le pH au papier pH de la solution initiale et de l'éluat

pH (départ) = pH (éluat) =

i) Interpréter le rôle de la résine placée dans la colonne au cours des manipulations observées.

B- Etude expérimentale de l'eau adoucie (TP par binôme)

1. Passage de l'eau de Contrexéville sur la colonne

- Préparer 100 mL d'eau de Contrexéville mesuré à l'éprouvette
- Préparer deux béchers
- Laisser couler l'eau distillée initialement dans la colonne (attention de garder toujours la colonne humide) et récupérer cette eau dans un bécher poubelle
- Lorsqu'il reste très peu en haut de la colonne, verser l'eau de Contrexéville et laisser couler les premiers mL de cette eau dans le bécher poubelle.
- Quand vous êtes sûrs que c'est l'eau minérale qui élue, récupérer cette eau dans un bécher propre (récupérer environ 50-60 mL)... puis fermer la colonne (en vous assurant que la résine est toujours humide donc qu'il ya de l'eau qui surnage). Bien repérer le bécher avec l'eau minérale et le recouvrir d'un film.
- Avec du papier pH, prendre le pH de l'eau minérale de départ puis de l'éluat (noter les valeurs)

pH (Contrexéville) = pH (éluat) =

2. Dosage acido-basique de l'eau minérale après passage sur la colonne

- Préparer une burette de 25 mL avec de la soude de concentration $C_b = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- Faire une prise d'essai de $V_a = 10 \text{ mL}$ (mesuré à la pipette jaugée) dans le bécher contenant l'eau minérale récupérée dans l'étape 1.
- Ajouter quelques gouttes de BBT

Faire 3 dosages en répétant les opérations précédentes

- Un dosage grossier
 - Deux dosages précis
- Noter les volumes équivalents obtenus

	<i>Dosage grossier</i>	<i>Dosage précis I</i>	<i>Dosage précis II</i>
V_{bE} / mL			

3. Exploitation

a) Dosage de l'éluat Déterminer la concentration d'acide dosé

formule littérale $[\text{H}^+_{(\text{aq})}]_{\text{exp}} = \dots\dots\dots$ AN : $[\text{H}^+_{(\text{aq})}]_{\text{exp}} = \dots\dots\dots$

b) Comparaison avec l'eau minérale de départ

Lire les indications de l'étiquette de Contrexéville :

Faire un inventaire **qualitatif** des ions présents :

Pour les quatre ions ci-dessous, noter les données quantitatives :

ions	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	HCO_3^-
Concentration massique/ mg.L^{-1}				
Concentration molaire/ mol.L^{-1}				

Expliquer ce qui peut se passer pour tous les ions présents dans l'eau minérale avec les ions oxonium de la colonne

Montrer que l'on peut déduire la relation : $[\text{H}^+_{(\text{aq})}]_{\text{eluat}} = 2 [\text{Ca}^{2+}] + 2 [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] - [\text{HCO}_3^-]$

Comparer $[\text{H}^+_{(\text{aq})}]_{\text{etiq}}$ et $[\text{H}^+_{(\text{aq})}]_{\text{exp}}$ Commenter vos résultats.

Expliquer en quoi une étude statistique sur l'ensemble des groupes n'est pas ici pertinente.