

DEVOIR SURVEILLÉ – SCIENCES PHYSIQUES



Calculatrice autorisée



Durée : 50 min

Choix du volume de résines d'un adoucisseur d'eau

Monsieur et madame OTRODUR emménagent dans une nouvelle maison avec leur fils et leur fille. Rapidement, ils rencontrent des problèmes de tartre au niveau des appareils sanitaires (chaudière, robinetterie) et électro-ménagers (lave-linge, lave-vaisselle, cafetière...). Monsieur OTRODUR décide alors d'installer un adoucisseur d'eau et demande un coup de main à son fils et sa fille, tous deux en terminale S spécialité physique chimie, pour le choix de cet adoucisseur et notamment pour le volume de résines nécessaire.

Après réflexion, les deux enfants décident de prélever un peu d'eau du robinet et l'emmènent au lycée pour l'analyser au laboratoire de physique chimie. Ils titrent l'eau prélevée en suivant le protocole expérimentale du **Document 3** et observent un changement de couleur du rose au bleu de la solution titrée pour un volume ajouté de solution titrante de $V_E = 14,6 \text{ mL}$.



Problème

A l'aide de vos connaissances et des documents suivants, aider ces deux camarades à déterminer le volume de résines de l'adoucisseur nécessaire pour leur nouvelle maison.

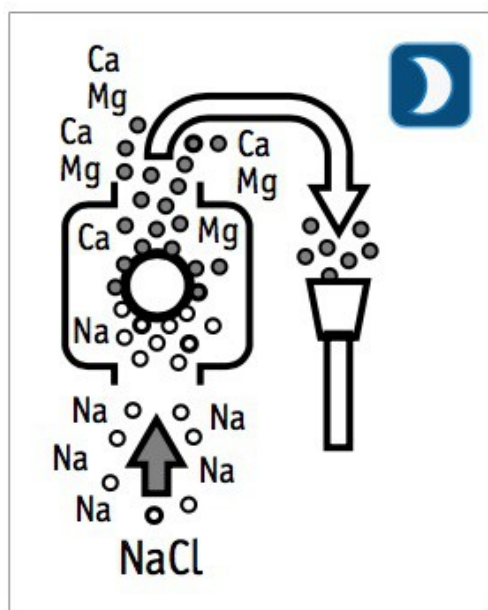
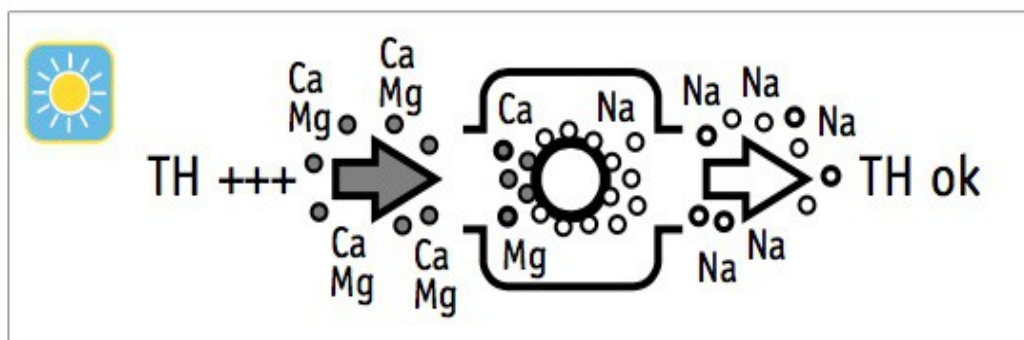
Toute prise d'initiative sera valorisée.

L'ensemble de la démarche suivie et des calculs correspondants doivent apparaître de manière détaillée.

Document 1 : Principe de fonctionnement d'un adoucisseur d'eau

Les adoucisseurs sont des appareils agissant sur la composition physico-chimique de l'eau, en réduisant le calcium et le magnésium responsables de l'entartrage. L'action chimique provoque l'adoucissement de l'eau, principe qui consiste à appauvrir l'eau en calcium et en magnésium.

L'eau à adoucir circule à travers des résines échangeuses d'ions (résines cationiques fortes) qui vont échanger le calcium et/ou le magnésium par du sodium. A la sortie de l'appareil, l'eau n'est plus entartrante. Adoucie, elle est devenue «douce».



Au fur et à mesure du passage de l'eau, les résines se saturent en calcium et en magnésium. L'adoucisseur nécessite alors une «régénération» de façon à recharger ses résines en ions sodium à partir d'une solution de chlorure de sodium ou saumure (sel et eau) qu'il puise dans le bac à sel.

Source : <http://www.comapwt.com/>

Document 2 : Définition de la dureté d'une eau

Le titre hydrotimétrique (TH), ou dureté de l'eau, est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium et magnésium.

Elle s'exprime en degré hydrotimétrique français (°TH ou °F) : $D(^{\circ}\text{TH}) = 10 \times ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}])$ avec les concentrations en mmol.L^{-1} .

Document 3 : Titrage des ions calcium et magnésium d'une eau

C'est un dosage par complexation en milieu basique. On utilise une solution titrante d'EDTA.

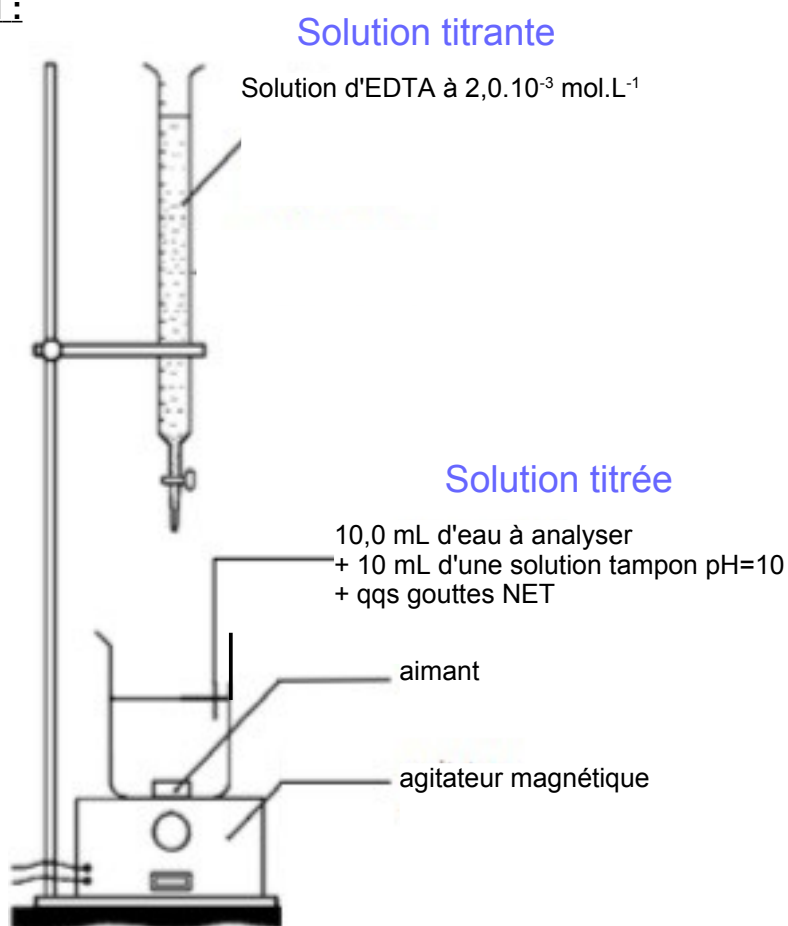
Principe du titrage :

L'ion calcium (ou magnésium) donne avec l'EDTA (noté Y^{4-}) un ion complexe incolore, très stable noté $[CaY]^{2-}$ (ou bien $[MgY]^{2-}$ dans le cas de l'ion magnésium).

Compte tenu de l'absence de teinte des ions calcium (magnésium) et de l'ion complexe formé, le repérage de l'équivalence nécessite l'utilisation d'un indicateur coloré : le noir ériochromeT (NET).

Seul, en milieu basique, cet indicateur coloré est bleu.

En l'absence d'ion Y^{4-} , le NET (noté Ind) forme avec l'ion calcium (magnésium) un complexe coloré rose $[Ca(Ind)]^{2+}$.

Protocole expérimental :

Document 4 : Choix du volume de résines

Le volume de résines nécessaire dépend :

- **du type de logement**

Il dépend de la place disponible pour recevoir un adoucisseur (appartement ou maison individuelle). Le modèle spécial «sous évier» comportant 5 litres de résines, ne prend pas de place, il est idéal dans un appartement.

- **du nombre de personne(s) au foyer**

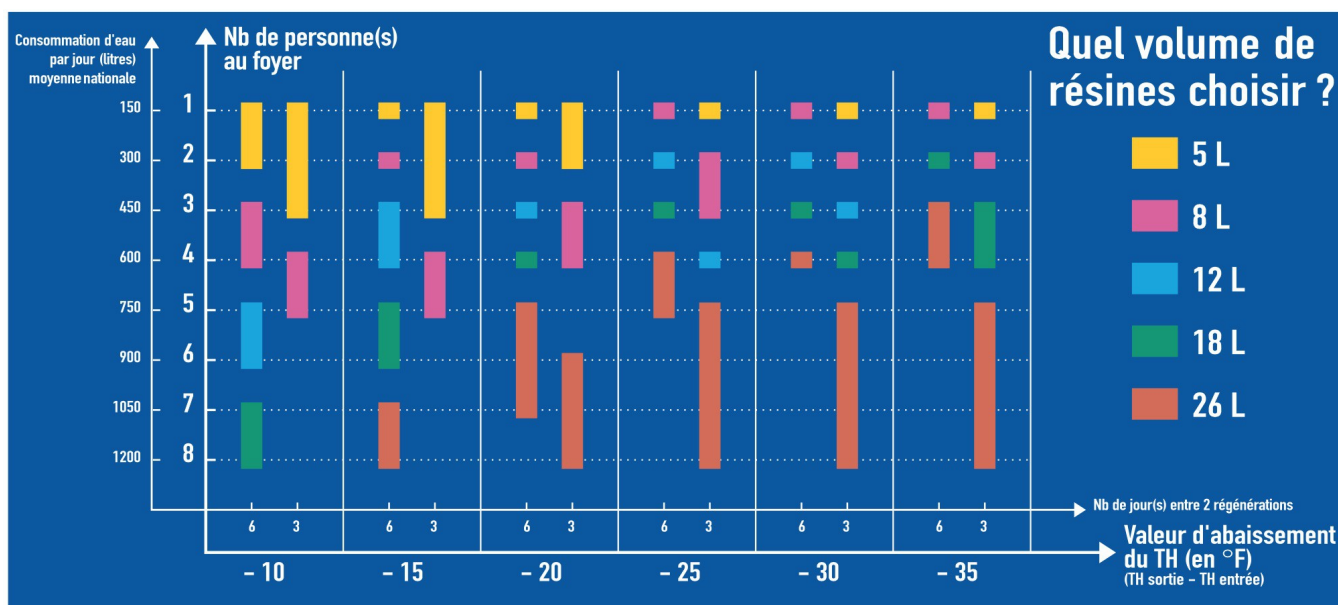
Il conditionne la consommation d'eau journalière.

- **de la quantité de °F à abaisser (valeur d'abaissement du TH)**

Il correspond à la différence entre le °F souhaité (rappel : ne pas descendre en dessous de 10°F) et le °F initial de l'eau.

- **du nombre de jours souhaités entre deux régénérations (6 ou 3 jours)**

Pour information, la consommation annuelle en eau sera moins importante (économies) avec une régénération tous les 6 jours plutôt que tous les 3 jours.



Source : <http://www.comapwt.com/>