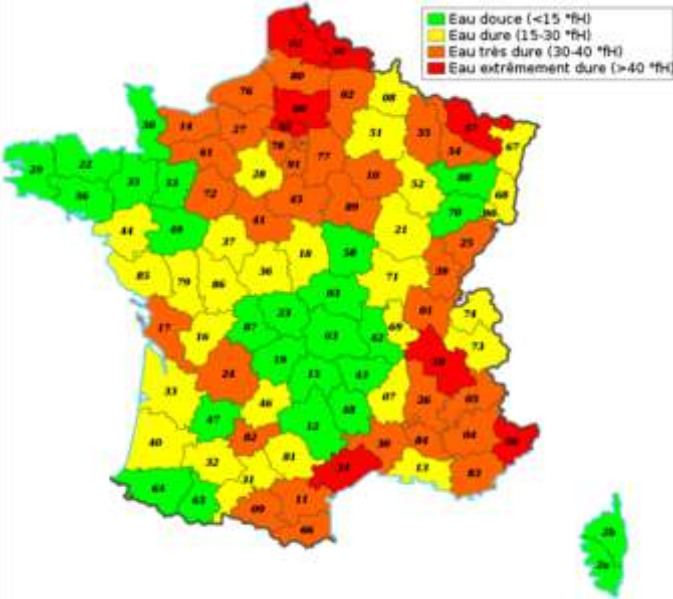


I – Présentation de quelques traitements

Document 1 La dureté de l'eau

Toutes les eaux prélevées au robinet ne sont identiques et peuvent être différenciées par leur dureté. La **dureté** d'une eau, titre hydrotimétrique TH ou degré français, (°f), correspond à la teneur en ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} . 1 degré français correspond à 4 milligrammes de calcium et à 2 milligrammes de magnésium par litre d'eau Une eau dure ou très dure est dite **calcaire**.

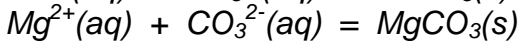
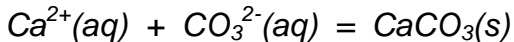
Plage de valeurs du titre hydrotimétrique					
TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 25	25 à 42	> 42
Eau	très douce	douce	moyennement dure	dure	très dure



Document 2 Dureté de l'eau en France
 Malgré l'absence de réglementation, une dureté correcte de l'eau doit être comprise entre 15 °f et 30 °f. Une eau dure n'est pas dangereuse pour la santé, mais elle risque d'entartrer les canalisations et donc d'endommager les appareils électroménagers.

Document 3 Le tartre

Le tartre, carbonate de calcium ou de magnésium, provoque de nombreux désagréments dans les habitations. Il se forme par réaction entre les ions calcium ou magnésium avec les ions carbonates présents, d'autant plus que l'eau est chaude, selon les réactions suivantes :



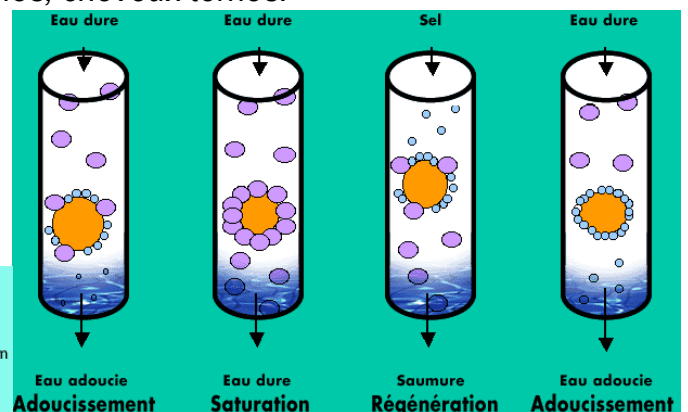
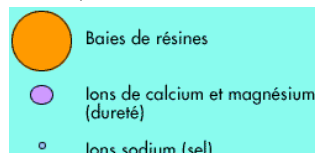
Les principales conséquences du tartre résident dans :

- l'entartrage des canalisations d'eau chaude ou des résistances électriques comme celle du lave-linge, bouilloires, etc. d'où le risque de panne ;
- une surconsommation électrique ;
- diminution de l'effet moussant, linge et peau rêches, cheveux ternes.



Document 4 L'adoucisseur d'eau

Un adoucisseur d'eau permet de limiter les problèmes liés au calcaire dans les maisons. La résine qu'il contient retient les ions calcium et magnésium, et relâche à la place des ions sodium dans les canalisations. Quand la résine est saturée, du sel est rajouté dans l'adoucisseur et le cycle peut ainsi recommencer.



Document 5 Les critères de potabilité de l'eau

Une eau est dite "potable" si elle respecte les valeurs imposées par la loi selon cinq catégories de paramètres :

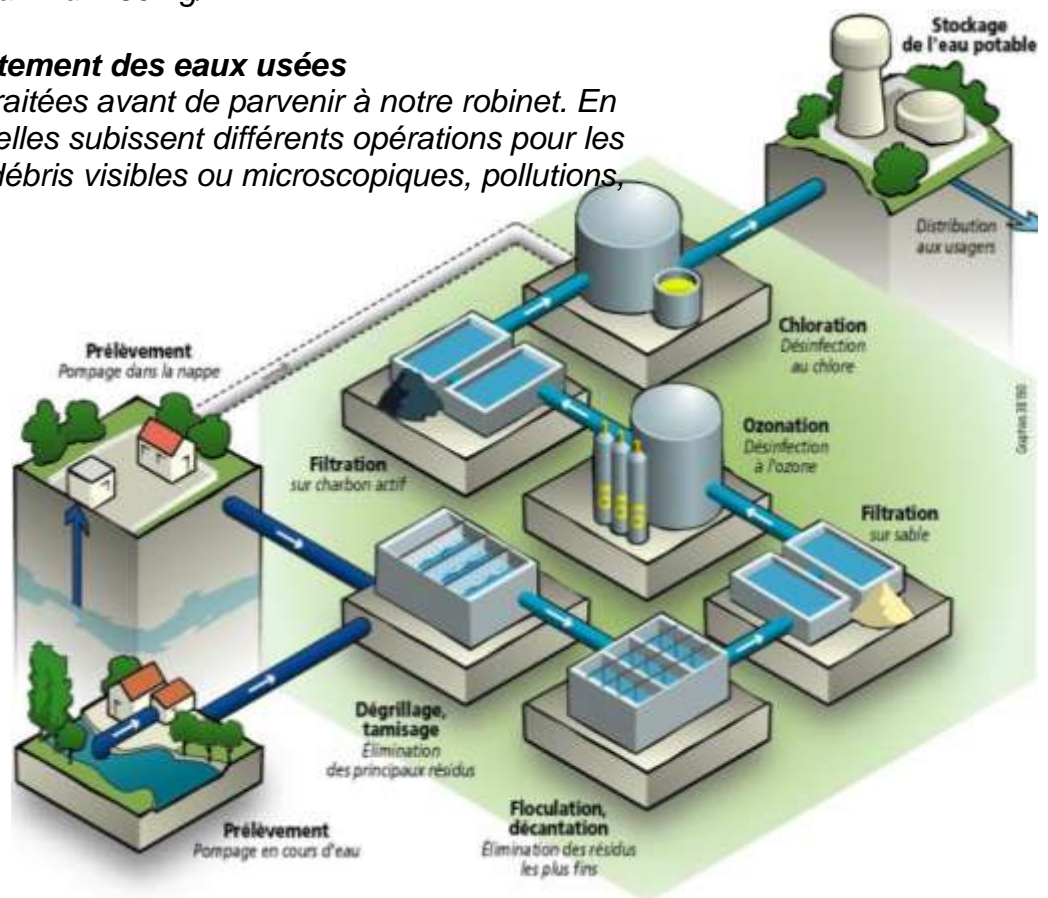
- Des paramètres organoleptiques: le goût, l'odeur, la couleur et la transparence
- Des paramètres physico-chimiques : le pH, la dureté, l'oxygène dissous, les minéraux, etc...
- Des paramètres concernant des substances indésirables : nitrates, nitrites, matières en suspension, etc...
- Des paramètres concernant des substances toxiques : métaux lourds, pesticides, etc...
- Des paramètres microbiologiques : bactéries, coliformes, streptocoques, etc ...

Caractères chimiques normaux :

- matières minérales: 2 g/L comme taux maximum ; 25 mg/L. pour nourrisson, femme enceinte ou allaitante.
- sulfates: taux maximum 250mg/L.
- chlore: taux maximum 200mg/L.
- sodium: taux maximum 150mg/L.
- magnésium: taux maximum 50mg/L.

Document 6 Le traitement des eaux usées

Les eaux de surface sont traitées avant de parvenir à notre robinet. En passant dans les stations, elles subissent différentes opérations pour les débarrasser des déchets, débris visibles ou microscopiques, pollutions, bactéries et virus.



- **Dégrillage et tamisage** : l'eau traverse une grille puis un tamis fin pour éliminer les plus gros déchets.
- **Floculation** : à l'eau est ajouté du sulfate d'aluminium (coagulant ou floculant) dont le rôle est d'agglomérer des déchets plus fins (poussière, terre, ...).
- **Décantation** : l'eau repose un certain temps pour laisser les particules plus lourdes (formées par floculation) se déposer dans le fond de la cuve, puis la phase supérieure uniquement est transférée au filtre suivant.
- **Filtration sur lit de sable** : les déchets restant invisibles à l'œil nu sont éliminés.
- **Oxydation par l'ozone ou ozonation** : ce traitement permet d'éliminer les organismes vivants (bactéries, virus...) et les matières organiques dissoutes.
- **Filtration sur charbon actif** : il retient les micropolluants tels que les pesticides.
- **Chloration** : ce traitement permet de désinfecter l'eau afin d'éviter une contamination bactérienne lors de son transport dans les canalisations vers nos robinets. Il donne une odeur de chlore à l'eau du robinet.

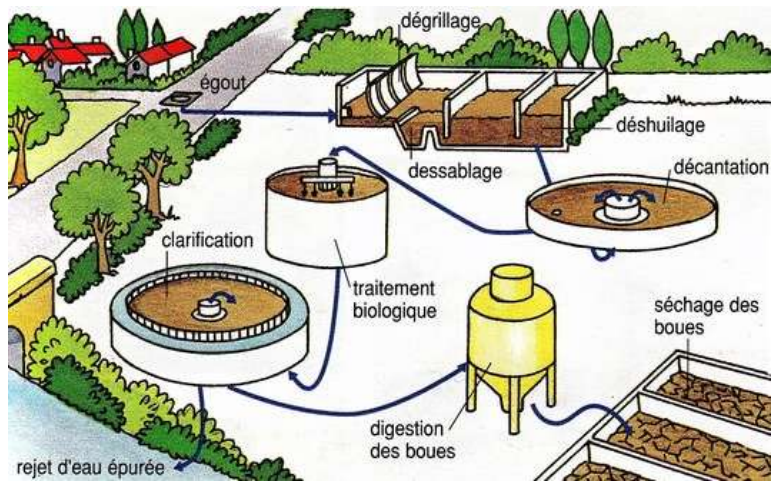
Document 7 Station d'épuration

L'urbanisation actuelle se traduit par une forte concentration d'êtres vivants avec adduction d'eau et implantation d'entreprises agricoles et industrielles. De nombreuses substances sont déversées dans les eaux utilisées qui deviennent des **eaux usées**. Ces dernières doivent être éliminées de l'environnement urbain. De plus, les nombreuses surfaces imperméables (routes, toitures) des villes empêchent l'infiltration des précipitations. Ces eaux de ruissellement ou pluviales doivent également être éliminées.

Les eaux usées comprennent :

- les eaux ménagères ;
- les eaux vannes (W.C.) ;
- les eaux d'arrosage, jardins ;
- les eaux industrielles.

Elles doivent être traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel (rivières, mer, sols).



Document 8 L'eau d'Hépar

Cette eau fortement minéralisée est riche en ions magnésium $Mg^{2+}_{(aq)}$ et des ions calcium $Ca^{2+}_{(aq)}$.

Par litre d'eau absorbée, elle apporte 119 mg de magnésium, ce qui couvre 31 % de l'apport nécessaire journalier.

Données

Masses molaires atomiques

$$M(Ca) = 40,1 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(Mg) = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$$



Minéralisation en mg/L

Calcium	549	Bicarbonates	383.7
Magnésium	119	Chlorures	11
Sodium	14.2	Sulfates	1479
Potassium	4	Nitrates	4.3
Résidu sec	2513	pH	7

II – Analyse de documents et synthèse

- Établir une synthèse des différents cas de traitement abordés par les documents qui montrent la nécessité de traiter l'eau. Donner les objectifs de chacun d'eux et les moyens utilisés pour y parvenir
- Préciser si les eaux dures, adoucies, d'Hépar, sortant des stations de traitement ou d'épuration sont des eaux potables selon la définition du document 4. Lesquelles d'entre elles peuvent être consommées sans risques ? Expliquer

III – Étude expérimentale : déminéraliser l'eau d'Hépar

1^{ère} étape

Vous disposez d'une micro-colonne (pipette Pasteur) fabriquée en plaçant un morceau de coton, puis de la résine cationique.

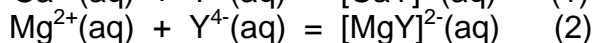
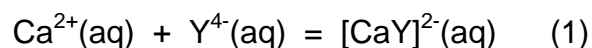
Faire éluer environ 30 mL d'eau Hépar, eau minérale contenant de ions Ca^{2+} et Mg^{2+} (cf. étiquette)

Récupérer environ **25 mL de filtrat**

En s'écoulant, les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} de l'eau dure s'échangent à la surface de la résine avec les ions H^+ . Ils sont donc retenus et les ions H^+ se retrouvent dans le filtrat.

Document 1 Principe du dosage

L'EDTA ou acide éthylène diamine tétraacétique noté H_4Y est utilisé dans de nombreux dosages complexométriques. L'anion associé Y^{4-} forme des complexes très stables avec des cations (Mg^{2+} , Ca^{2+} , ...).



Conditions pour le dosage

- Le pH est maintenu à 10 par une solution tampon ;

- L'équivalence est repérée par un indicateur complexométrique, le NET :
- ❖ rose quand dans le milieu il y a présence d'ions libres Mg^{2+} , Ca^{2+}
- ❖ bleu quand tous les éléments Mg et Ca se trouvent sous forme de complexes et ne sont plus présents à l'état d'ions libres



Document 2 Montage et protocoles expérimentaux

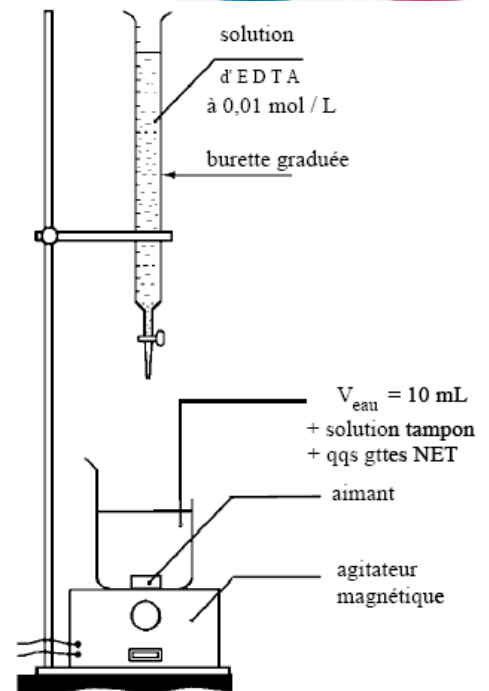
Le montage est schématisé ci-contre.

Dosage de l'eau d'Hépar

- Prélever $V_{\text{Hépar}} = 10,0$ mL d'eau minérale. Les introduire dans un bécher.
- Introduire 10 mL de la solution tampon dans le bécher.
- Ajouter une pointe de spatule de NET dans le bécher.
- Doser avec l'EDTA ($1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$). Faire un dosage rapide puis un dosage précis. Relever le volume équivalent V_{E1} .

Dosage de l'eau déminéralisée

- Prélever $V_{\text{filtrat}} = 10,0$ mL d'eau filtrée. Les introduire dans un bécher.
- Introduire 10 mL de la solution tampon dans le bécher.
- Ajouter une pointe de spatule de NET dans le bécher.
- Doser avec l'EDTA ($1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$). Faire un dosage rapide puis un dosage précis. Relever le volume équivalent V_{E2} .



Dosage acido-basique de la solution filtrée

Pour un ion Ca^{2+} ou Mg^{2+} retenu par la colonne, 2 ions H^+ doivent être libérés. On se propose de vérifier ce raisonnement.

- Prélever $V_{\text{filtrat}} = 10,0$ mL d'eau filtrée. Les introduire dans un bécher de 100 mL.
- Introduire quelques gouttes de BBT.
- Doser avec une solution d'hydroxyde de sodium ($1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$). Faire un dosage rapide puis un dosage précis. Relever le volume équivalent V_{E3} .

Exploitation des résultats

1. Dureté de l'eau Hépar

- 1.1 Sachant que les ions Mg^{2+} et Ca^{2+} sont dosés lors du virage du NET, donner une relation entre $n(\text{EDTA})_{\text{versé à l'équivalence}}$, $n(\text{Ca}^{2+})$ et $n(\text{Mg}^{2+})$.
 - 1.2 En déduire la concentration totale C_1 en ions magnésium et calcium.
 - 1.3 Exprimer la dureté de l'eau Hépar en degré français
 - 1.4 En supposant le dosage à 5 %, donner l'intervalle de confiance sur la concentration totale C_1 .
 - 1.5 Calculer les concentrations molaires des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} annoncées par l'étiquette. Calculer la concentration totale. Cette valeur appartient-elle à l'intervalle de confiance ?
- Données : $M(\text{Ca}) = 40,1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$

2. Dureté de l'eau filtrée

- 2.1 Calculer la concentration C_2 en ions magnésium Mg^{2+} et calcium Ca^{2+} de l'eau filtrée.
- 2.2 Calculer pour un volume $V_0 = 10,0$ mL, la quantité n_1 d'ions Mg^{2+} et Ca^{2+} présents dans l'eau Hépar, la quantité n_2 d'ions Mg^{2+} et Ca^{2+} présents dans l'eau filtrée et la quantité n_{retenue} d'ions Mg^{2+} et Ca^{2+} retenus par la résine.
- 2.3 Quel pourcentage d'ions a été retenu par la résine. En déduire l'efficacité de cette résine cationique.

3. Acidité de la solution filtrée

- 3.1 Calculer la concentration C_3 en ions H^+ de l'eau filtrée.
- 3.2 Calculer pour un volume $V_0 = 10,0$ mL, la quantité n_{H^+} des ions H^+ présents dans l'eau filtrée.
- 3.3 Existe-t-il une relation entre n_{H^+} et n_{retenue} . En déduire la nature de la résine.