

Contenu : composition chimique d'une eau de consommation

Compétences : analyse qualitative d'une eau

I – Les différentes eaux

L'eau minérale naturelle possède des propriétés favorables à la santé et officiellement reconnues, mais certaines eaux contiennent des éléments qui pris en grande quantité ou quotidiennement peuvent être néfastes. L'ensemble des critères de qualité (débit, température, composition minérale, aspect et goût) doit être constant. Elle subit de nombreux contrôles quotidiens et ne peut provenir que d'une seule source (il en existe 1200 en France). Lorsque l'eau a été reconnue d'intérêt public, elle se voit attribuer un périmètre de protection dans lequel les travaux souterrains sont quasiment interdits. Les valeurs thérapeutiques de certaines eaux minérales sont utilisées lors de cures thermales.

L'eau de source provient de sources différentes, même de régions éloignées. Elle doit être conforme aux normes de l'eau potable mais l'ensemble de ses critères de qualité n'est pas obligatoirement constant. L'exploitation d'une source nécessite une autorisation préfectorale et un avis du conseil départemental d'hygiène.

Toutes les eaux de consommation n'ont pas la même composition chimique, c'est à dire qu'elles ne contiennent pas toutes les mêmes substances minérales. Pour que l'eau s'imprègne de minéraux et se charge parfois en gaz carbonique (dioxyde de carbone), elle doit séjourner de nombreuses années dans le sous-sol. Dans les couches profondes, il existe des eaux qui datent de plus de 10000 ans. Chaque eau acquiert sa composition minérale spécifique selon la constitution des couches rocheuses traversées. Les substances minérales sont très importantes pour l'organisme humain, malheureusement il ne peut les produire lui-même et doit donc les rechercher dans la nourriture.

Les compositions moyennes des eaux minérales sont données en milligramme par litre (mg/L) :

Eau minérale \ Ions	Arvie	Carola bleue	Contrex	Courmayeur	Évian	Vichy St-Yorre	Vittel	Volvic
Sodium Na ⁺	650	114	9,1	1	5	1708	3,8	9,4
Potassium K ⁺	130	7	3,2	2	1	132		5,7
Calcium Ca ²⁺	170	83	486	517	78	90	202	9,9
Magnésium Mg ²⁺	92	24	84	67	24	11	36	6,1
Chlorure Cl ⁻	387	57	8,6	<1	4,5	322		8,4
Nitrate NO ₃ ⁻	0	1	2,7	<2	3,8		4,6	6,3
Hydrogénocarbonate HCO ₃ ⁻	2195	414	403	168	357	4368	402	65,3
Sulfate SO ₄ ²⁻	31	136	1187	1371	10	174	306	6,9
pH	6,3			7,4	7,2	6,6		7

Remarque : Les ions hydrogénocarbonates sont parfois appelés ions bicarbonates.

Questions

- 1) Quelle est la principale différence entre une eau minérale et une eau de source ?
- 2) Pourquoi ce terme de « minéral » ?

3) Comment expliquer la différence de minéralisation entre deux eaux ?

4) Parmi les différentes eaux, quelle est l'eau la plus minéralisée ? La moins minéralisée ?

II – Analyse qualitative d'une eau

L'observation des étiquettes de bouteilles d'eaux minérales met en évidence la présence, dans des quantités diverses, de différents ions dans ces eaux. Votre mission est d'identifier trois eaux minérales grâce à quelques tests chimiques caractéristiques de leurs ions.

Vous disposez de trois béchers notés A, B et C, contenant trois eaux minérales dont les étiquettes qui ont été décollées sont celles sur les photos ci-contre

Aide : tests de caractérisation des ions

L'hydroxyde de sodium forme un précipité bleu en présence d'ions **cuivre** Cu^{2+} , vert en présence d'ions **fer** Fe^{2+} et blanc en présence d'ions **magnésium** Mg^{2+} .


Le chlorure de baryum forme un précipité blanc en présence d'ions **sulfate** SO_4^{2-} .


Le nitrate d'argent forme un précipité blanc qui noircit à la lumière en présence d'ions chlorure Cl^- .


L'oxalate d'ammonium forme un précipité blanc en présence d'ions calcium Ca^{2+} .

Mode opératoire

Proposez un protocole permettant d'identifier l'eau minérale contenue dans chacun des béchers et présentez-le au professeur avant réalisation. Complétez le tableau.

	Minéralisation en mg/L			
	Calcium	9.9	Bicarbonates	65.3
Magnésium	6.1	Chlorures	8.4	
Sodium	9.4	Sulfates	6.9	
Potassium	5.7	Nitrates	6.3	
Résidu sec	109	pH	7	

	Minéralisation en mg/L			
	Calcium	90	Bicarbonates	4368
Magnésium	11	Chlorures	322	
Sodium	1708	Sulfates	174	
Potassium	132	Fluorures	9	
Résidu sec	4774	pH	6.6	

	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	

Tableau

Réactif	Hydroxyde de sodium	de	Chlorure de baryum	de	Nitrate d'argent	Oxalate d'ammonium
Ions mis en évidence						
Bécher A						
Bécher B						
Bécher C						

Exploitation des résultats

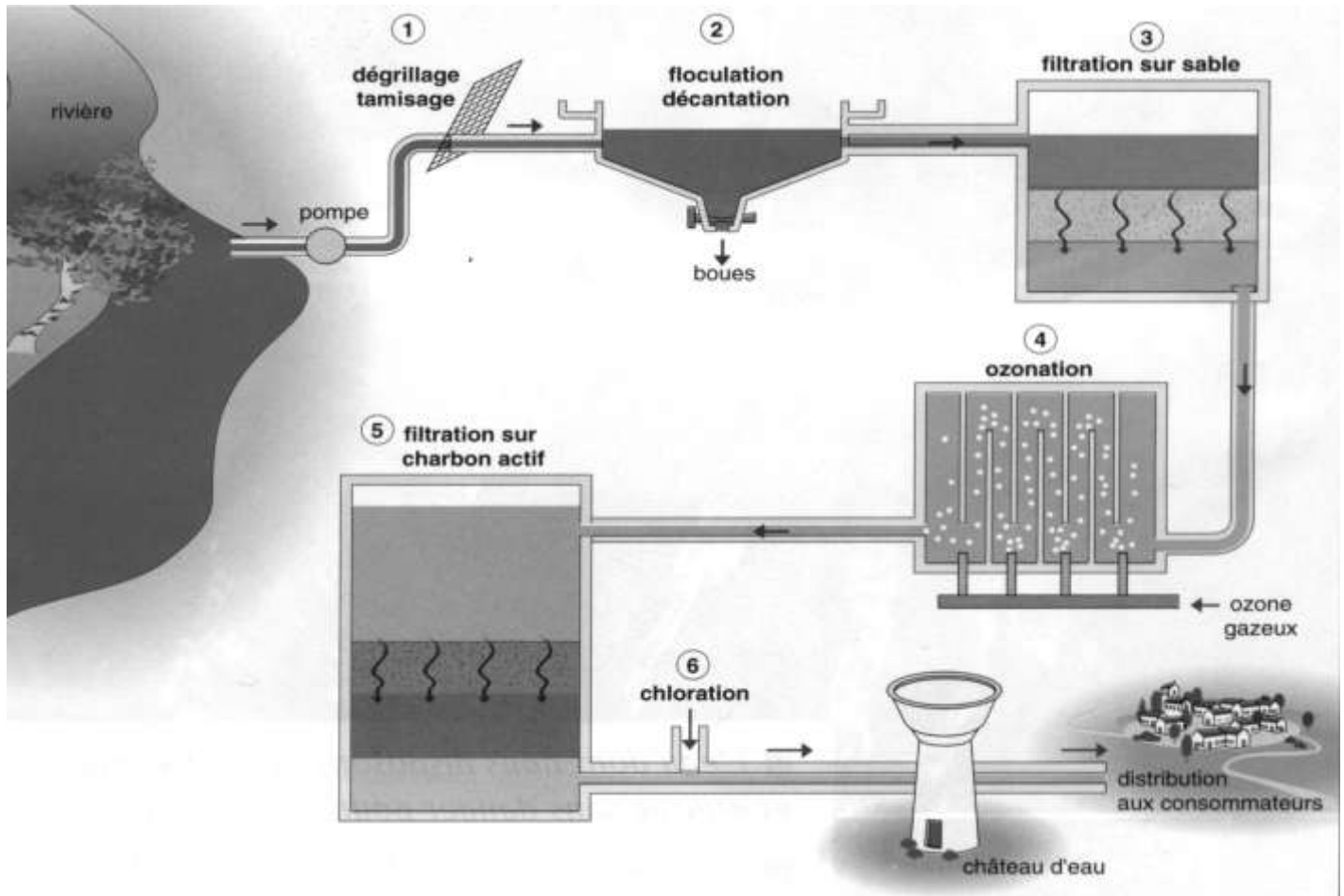
À l'aide des étiquettes dire quelle est l'eau de chacun des béchers :

Bécher	A	B	C
eau			

Rédigez une courte conclusion justifiant vos choix.

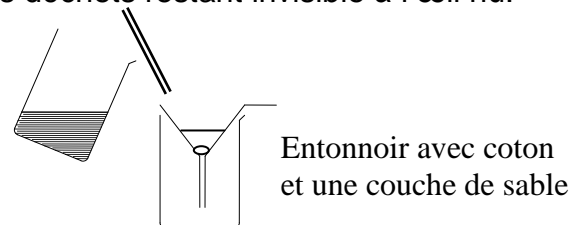
III - Traitement d'une eau

Le document ci-dessous schématise les différents traitements subis par une eau de surface pour la rendre potable. Il est possible de reproduire expérimentalement ces traitements en partant d'une eau boueuse contenant des feuilles, branches et autres débris...

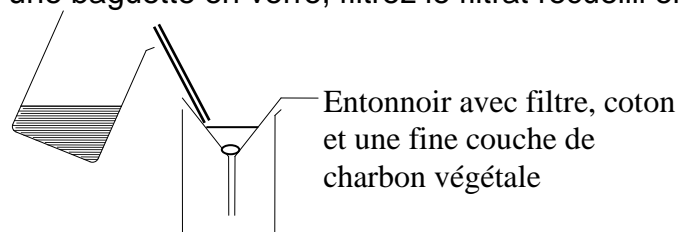


Exemples d'expérience simple simulant les différentes étapes de traitement

- 1 Dégrillage et tamisage** : l'eau traverse une grille puis un tamis fin pour éliminer les plus gros déchets.
- 2 Floculation** : à l'eau recueillie en 1, sont ajoutés environ 5 mL de sulfate d'aluminium (coagulant ou floculant). Il sert à agglomérer des déchets plus fins (poussière, terre,...).
- 2 Décantation** : l'eau repose dans le bécher un certain temps pour laisser les particules plus lourdes (formées par floculation) se déposer dans le fond du bécher, puis sa phase supérieure uniquement est transvasée avec précaution dans un autre bécher.
- 3 Filtration sur lit de sable** : En vous aidant d'une baguette en verre, filtrer la phase supérieure recueillie en 2 sur un lit de sable pour éliminer les déchets restant invisible à l'œil nu.



- 4 Oxydation par l'ozone ou ozonation** : ce traitement par l'ozone permet d'éliminer les organismes vivants (bactéries, virus...) et les matières organiques dissoutes.
- 5 Filtration sur charbon actif** : En vous aidant d'une baguette en verre, filtrez le filtrat recueilli en 4 sur du charbon actif pour retenir les micropolluants tels que les pesticides.



6 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.

Travail : refaites un schéma récapitulant les différentes étapes de traitement de l'eau en respectant la chronologie. Notez en dessous le rôle de chacune.

IV - Adoucissement d'une eau dure

Définition et généralités

La dureté de l'eau (ou titre hydrotimétrique) TH, est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} . La dureté s'exprime en °TH (degré hydrotimétrique) également appelé degré français (symbole : °f) en France. 1 degré français correspond à 4 milligrammes de calcium et à 2 milligrammes de magnésium par litre d'eau

Plage de valeurs pour le titre hydrotimétrique

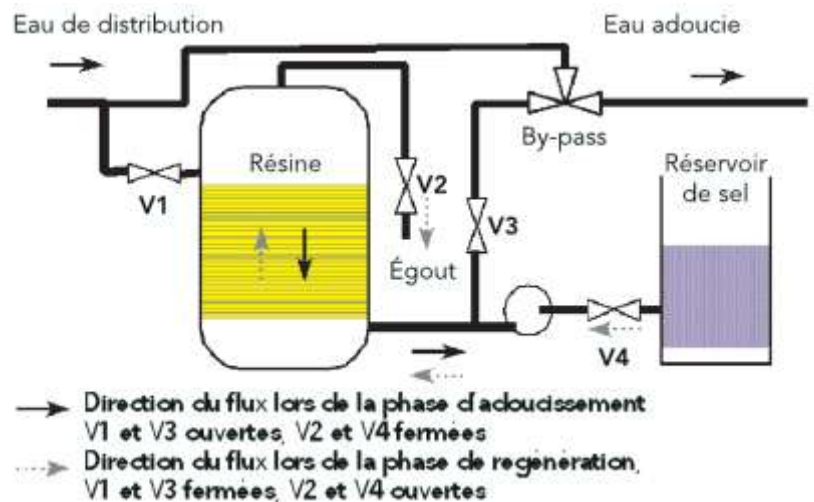
TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 25	25 à 42	supérieur à 42
Eau	très douce	douce	moyennement dure	dure	très dure

Étude de document : À quoi sert un adoucisseur d'eau et comment fonctionne-t-il ?



Un adoucisseur d'eau permet de limiter les problèmes liés au calcaire dans l'eau. En effet, l'adoucisseur retire le calcium et le magnésium de l'eau. Comme ceux-ci sont indispensables pour pouvoir former le calcaire, il ne s'en constitue donc plus. À la place du calcium et du magnésium, du sodium est relâché dans l'eau. Cet échange se déroule dans la résine de l'adoucisseur. Il arrive un moment où la résine ne peut plus réaliser l'échange car tout le sodium qu'elle contient est passé dans l'eau. À ce moment-là, on doit procéder à une régénération. À la fin

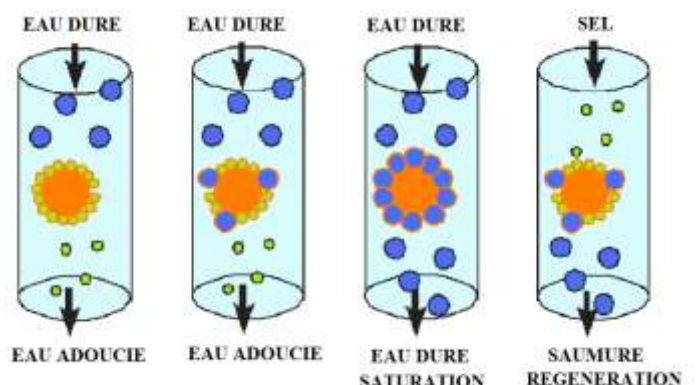
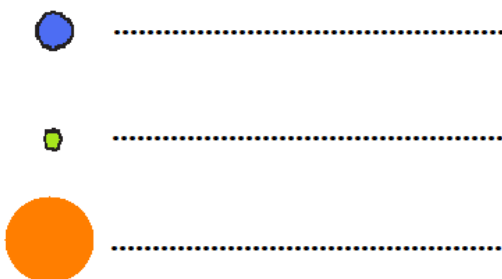
de la régénération, l'appareil fonctionne de nouveau normalement. L'eau qui passe au travers d'un adoucisseur est entièrement adoucie. Toutefois, il est possible de maintenir un certain degré de dureté résiduelle. C'est la raison pour laquelle les appareils sont munis d'un by-pass permettant de mélanger de l'eau non adoucie à l'eau traitée.



Remarque : L'eau dure n'a pas d'effets nocifs sur la santé. La dureté de l'eau se constate principalement par l'entartrage des circuits d'eau chaude. L'eau dure est désagréable pour la peau et modifie le goût des aliments. En accord, avec les normes européennes, aucune valeur limite pour la dureté d'une eau n'est en vigueur dans les normes françaises. (CNRS)

Une eau trop douce entraîne la corrosion pour les canalisations et peut présenter des inconvénients pour la santé du fait de la formation d'ions métalliques à partir métaux des canalisations (fer ou plomb) qui seront alors ingérés par notre organisme.

D'après : <http://www.aquawal.be/fr/publications/generales/quelques-conseils-pour-l-utilisation-optimale-de-votre-adoucisseur-d-eau.html>



Questions

- 1) Légendez le schéma ci-dessus.
- 2) Expliquez la transformation subie par une eau dure dans un adoucisseur.
- 3) Expliquez ce qui se passe pendant la phase de régénération.
- 4) Le principe des résines échangeuses d'ions est caractérisé par les deux équations suivantes :
 $2 R^- Na + Ca^{2+} \rightarrow R_2^- Ca + 2 Na^+$ (1)
 $R_2^- Ca + 2 Na^+ \rightarrow 2 R^- Na + Ca^{2+}$ (2)
 La phase d'adoucissement correspond-elle à l'équation (1) ou (2) ? Justifiez votre réponse.
- 5) Pourquoi faut-il maintenir un degré de dureté résiduelle ?
- 6) Peut-on recommander l'eau adoucie quel que soit son consommateur ?

Application sur l'utilisation de lessive

Étude de document : dosage de la lessive

Voici les doses (exprimées en grammes) recommandées par différentes marques de lessives afin de nettoyer 5 kg de linge.

Marques/Etat du linge	Eau peu dure			Eau dure			Eau très dure		
	Peu sale	Sale	Très sale	Peu sale	Sale	Très sale	Peu sale	Sale	Très sale
Le Chat Bébé	37	56	94	56	75	113	75	94	132
Mir Couleurs (1.5L)	45	75	105	60	90	120	75	105	135
Mir Laine Perfect Machine (1.5L)	45	75	105	60	90	120	70	100	130
Le Chat Super Croix Xtra	60	90	150	90	120	180	120	150	210

Justifiez l'évolution des doses de lessives en fonction de la dureté de l'eau.

Bilan :

Une eau douce $D < \dots$ °Th mousse(beaucoup / peu) ce qui rend, par conséquent, le rinçage (facile/difficile). Il faut donc(beaucoup / peu) de lessive.

Une eau dure $D > \dots$ °Th mousse(beaucoup / peu) ce qui rend le rinçage..... (plus / moins) facile. Il faut donc(plus / moins) de lessive.

Remarque importante : le calcium et le magnésium apportés par l'eau sont nécessaires à notre équilibre physiologique.

V - L'eau potable

Étude de document : critères de potabilité

Une eau est dite "potable" si elle respecte les valeurs imposées par la loi. Il existe 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.



Question : Les eaux minérales précédemment étudiées sont-elles potables pour tous ? Justifiez.