

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
Épreuve scientifique et technique
Sous- Épreuve de SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

SUJET 0 – Groupements 3 et 4

Le dossier-sujet est constitué :

De documents destinés à l'examineur comprenant :

Pages E1/5 à E5/5

- une fiche descriptive de l'épreuve ***Page E1/5***
- une fiche de préparation du matériel expérimental ***Page E2/5***
- une proposition de protocole à fournir au candidat si nécessaire ***Page E3/5***
- une grille chronologique d'évaluation pendant l'épreuve ***Page E4/5***
- la grille nationale d'évaluation adaptée à l'épreuve et au sujet ***Page E5/5***

De documents destinés au candidat comprenant :

Pages C1/7 à C7/7

- les informations destinées au candidat ***Page C1/7***
- la présentation du contexte de l'expérimentation ***Page C2/7***
- le travail à réaliser ***Pages C2/7 à C6/7***
- un dossier documentaire ***Page C7/7***

Les paginations des documents destinés à l'examineur et au candidat sont distinctes.

INSTALLATION D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
Épreuve scientifique et technique
Sous- Épreuve de SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES
SUJET
INSTALLATION D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE

Fiche descriptive de l'épreuve

1 – ACCUEIL DES CANDIDATS

Avant que les candidats ne composent, leur rappeler de lire attentivement les « **informations destinées au candidat** » de la première page du sujet qui précisent notamment la signification du symbole « **appeler l'examineur** ».



S'assurer que le sujet tiré au sort par le candidat correspond bien au groupement auquel appartient sa spécialité de baccalauréat professionnel.

2 – STRUCTURE DU SUJET

Le sujet porte sur les contenus des modules **CME5** et **CME6** du programme de baccalauréat professionnel. Il s'adresse aux candidats des spécialités de baccalauréat professionnel des **groupements 3 et 4**, en référence à la liste actualisée fournie avec les sujets.

Les capacités, connaissances et attitudes évaluées sont :

Capacités	- Mettre en évidence expérimentalement la présence d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} dans une solution aqueuse. - Déterminer expérimentalement le degré hydrotimétrique d'une eau. - Calculer une vitesse moyenne d'écoulement. Calculer un débit volumique. - Appliquer l'équation de conservation du débit. - Appliquer l'équation de conservation de l'énergie mécanique dans un fluide en mouvement.		
Connaissances	- Savoir que les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} sont responsables de la dureté d'une eau. - Connaître le principe de conservation du débit volumique d'un fluide en écoulement permanent.		
Attitudes	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> - sens de l'observation - imagination raisonnée - rigueur et précision </td><td style="vertical-align: top;"> - ouverture à la communication, au dialogue et au débat argumenté - respect des règles de sécurité </td></tr> </table>	- sens de l'observation - imagination raisonnée - rigueur et précision	- ouverture à la communication, au dialogue et au débat argumenté - respect des règles de sécurité
- sens de l'observation - imagination raisonnée - rigueur et précision	- ouverture à la communication, au dialogue et au débat argumenté - respect des règles de sécurité		

3 – ÉVALUATION ET NOTATION

Pendant l'épreuve, l'examineur veille à l'avancement raisonnable des travaux. Si le candidat reste bloqué trop longtemps sur une question, il pourra intervenir, prendre en compte le temps d'attente ou lui fournir, si besoin, notamment lors de l'appel n°1, la « proposition de protocole » (page E3/5).

Les appels permettent à l'examineur d'apprécier le niveau d'acquisition et de juger, en référence à la **grille chronologique d'évaluation pendant l'épreuve** (page E4/5), de la prestation du candidat en cochant, dans la **colonne (a)** :

- **2** quand il la juge **conforme aux attendus**,
- **1** quand il la juge **partiellement conforme aux attendus**,
- **0** quand il la juge **non conforme aux attendus**.

Lors des appels incluant un échange oral, l'examineur doit prendre en compte de manière équilibrée la production écrite du candidat ainsi que sa capacité à la justifier et à y apporter des précisions.

En fin d'épreuve, l'examineur :

- reporte dans la **colonne (b)** de la **grille nationale d'évaluation adaptée à l'épreuve et au sujet** (page E5/5), les évaluations réalisées pendant l'épreuve,
- finalise la notation en fonction de la répartition des points précisée.

Les notes attribuées doivent refléter une évaluation du niveau global d'acquisition de chacune des compétences.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
Épreuve scientifique et technique
Sous- Épreuve de SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES
SUJET
INSTALLATION D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE

Fiche de préparation du matériel expérimental

Lorsque le matériel disponible dans le centre d'examen n'est pas identique à celui proposé dans le sujet, l'examineur doit adapter ces propositions à condition que cela n'entraîne pas une modification du sujet et par conséquent du travail demandé aux candidats et des compétences mises en œuvre.

PAR POSTE CANDIDAT

Pour le protocole de fonctionnement de l'adoucisseur :

- un flacon compte-gouttes de chaque réactif du dossier documentaire ;
- des tubes à essai ;
- un support ;
- un bécher contenant de l'eau dure (type Contrex) étiqueté eau A ;
- un bécher contenant de l'eau adoucie (type Volvic) étiqueté eau B ;
- du détergent ;
- un agitateur ;
- du matériel de chimie pour qu'il puisse faire son choix.

Pour le dosage titrimétrique à l'EDTA

- une burette graduée remplie d'une solution d'EDTA de concentration 0,001 mol/L prête à l'emploi ;
- un bécher rempli d'eau adoucie étiqueté eau A ;
- un agitateur magnétique et son barreau ;
- un erlenmeyer de 100 mL ;
- du papier filtre ;
- une éprouvette graduée de 20mL minimum ;
- au moins 50 mL ;
- au moins 20 mL d'ammoniaque à environ 0,5 mol/L ;
- un flacon compte-goutte de N.E.T.

POSTE EXAMINATEUR

Le matériel ci-dessus en réserve, en un exemplaire.

REMARQUES

Le dosage par l'E.D.T.A. en tampon ammoniacal mesure indistinctement la concentration en Ca^{2+} et Mg^{2+} selon la réaction globale : $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + 2 \text{Y}^{4-} = \text{CaY}^{2-} + \text{MgY}^{2-}$

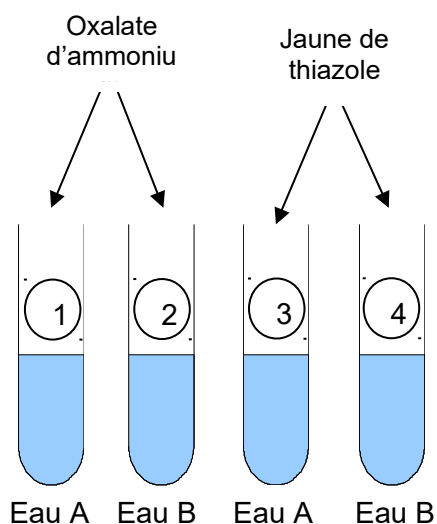
On peut donc écrire que $n_{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}} = n_{\text{Y}^{4-}}$ soit $C_{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}} = V_{\text{eq}}/V_{\text{eau}} \times 0,001$ et donc $V_{\text{eq}} = 1\text{mL}$ et $V_{\text{eau}} = 10\text{ mL}$: $C_{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}} = 0,001 \times 1/10 = 10^{-4}\text{ mol/L}$ soit 1°f.

C'est donc la valeur exacte de 1 mL d'E.D.T.A. qui correspond à un degré français.
Il est apparu plus simple de procéder de cette manière pour déterminer la dureté totale de l'eau.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL**Épreuve scientifique et technique - Sous-Épreuve de SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES****SUJET: INSTALLATION D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE**

Centre d'examen : Date de l'évaluation / /

NOM et Prénom du CANDIDAT N° d'inscription :

Proposition de protocole**Document à ne fournir au candidat, à l'issue de l'appel n°1, qu'en cas de nécessité pour la poursuite de l'épreuve.****Exemple de protocole permettant de vérifier que l'adoucisseur joue bien son rôle.**Schéma du dispositifMatériel :

4 tubes à essai

Un flacon compte-goutte d'oxalate d'ammonium

Un flacon compte-goutte de jaune de thiazole

Echantillons d'eau A et B

Protocole

- Numéroté les tubes de 1 à 4.
- Verser environ 5 mL d'eau prélevée avant l'adoucisseur (eau A) dans un tube à essai.
- Verser quelques gouttes du réactif oxalate d'ammonium dans le tube.
- Verser environ 5 mL d'eau prélevée après l'adoucisseur (eau B) dans un tube à essai.
- Verser quelques gouttes du réactif oxalate d'ammonium dans le tube.
- Réaliser la même expérience avec le jaune de thiazole.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL**Épreuve scientifique et technique - Sous-Épreuve de SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES****SUJET: INSTALLATION D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE**

Centre d'examen : Date de l'évaluation / /

NOM et Prénom du CANDIDAT N° d'inscription :

Grille chronologique d'évaluation pendant l'épreuve

Appels	Questions	Compétences	Attendus	(a)		
				0	1	2
n°1	A.1	S'approprier	– Les réactifs proposés sont l'oxalate d'ammonium et jaune de thiazole ou proposition d'utiliser du détergent pour faire mousser			
		Analyser	– Le protocole expérimental est suffisamment précis pour répondre à la problématique			
		Communiquer	– Écrit : l'expression écrite est claire (vocabulaire utilisé, schématisation) – Oral : les explications et justifications sont clairement énoncées			
n°2	A.2	Réaliser	– Le protocole validé est réalisé correctement – Attention : préciser au candidat qu'il doit réaliser un dosage mL par mL			
	A.3	Valider	– La conclusion est cohérente avec les résultats expérimentaux			
		Communiquer	– Écrit : la conclusion est exprimée de façon correcte			
	B.1	S'approprier	– Les informations sont correctement extraites du document DRASS pour donner la dureté minimale (entre 15°f et 20°f) – Les inconvénients listés sont conformes			
	B.2	Analyser	– Les valeurs sont comprises entre 15 mL et 20 mL – Le changement de couleur de l'indicateur est compris			
		Valider	– La méthode pour déterminer le volume équivalent est expliquée (la question est dans l'appel)			
		Communiquer	– Oral : le principe du dosage est clairement expliqué			
n°3	B.3	Réaliser	– le dosage a été réalisé correctement : $V_e \approx 6\text{mL}$			
	B.4	Valider	– les résultats de l'expérience sont bien exploités pour indiquer la dureté totale de l'eau adoucie.			
	B.5	Valider	– La conclusion est conforme aux résultats expérimentaux (l'adoucisseur fonctionne)			
		Communiquer	– Écrit : la conclusion est exprimée de façon claire et correcte			
	C.1	Analyser	– Réponse attendue : la pression			
	C.2	S'approprier	– Le débit est $Q_1 = 2,03.10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$			
	C.3	Réaliser	– La conservation des débits est appliquée pour calculer la vitesse d'écoulement			
	C.4	Réaliser	– Le calcul de la pression est effectué correctement $p_2 = 2,5 \text{ bars}$			
	C.5	Valider	– les résultats sont utilisés pour répondre à la problématique : il n'est pas nécessaire d'installer un surpresseur.			
C.1 à C.5	Communiquer	– Écrit : les résultats sont présentés correctement				

Colonne (a) : appréciation du niveau d'acquisition

2: conforme aux attendus**1: partiellement conforme aux attendus****0: non conforme aux attendus**

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL**Épreuve scientifique et technique - Sous-Épreuve de SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES****SUJET: INSTALLATION D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE**

Centre d'examen : Date de l'évaluation / /

NOM et Prénom du CANDIDAT N° d'inscription :

Grille nationale d'évaluation adaptée à l'épreuve et au sujet

Compétences	Aptitudes à vérifier	Questions	(b)			Aide à la traduction chiffrée (c)	
			0	1	2		
S'approprier	- rechercher, extraire et organiser l'information utile, - comprendre la problématique du travail à réaliser, - montrer qu'il connaît le vocabulaire, les symboles, les grandeurs, les unités mises en œuvre.	A.1				/ 2	/ 14
		B.1					
		C.2				/ 1	
Analyser	- analyser la situation avant de réaliser une expérience, - <i>analyser la situation avant de résoudre un problème,*</i> - formuler une hypothèse, - proposer une modélisation, - choisir un protocole ou le matériel / dispositif expérimental.	A.1				/ 3	
		B.2					
		C.1				/ 0,5	
Réaliser	- organiser son poste de travail, - mettre en œuvre un protocole expérimental, - <i>mettre en œuvre une ou plusieurs grandeurs et relations entre elles,</i> - utiliser le matériel choisi ou mis à sa disposition, - manipuler avec assurance dans le respect des règles élémentaires de sécurité.	A.2				/ 2	
		B.3					
		C.3				/ 2	
		C.4					
Valider	- exploiter et interpréter des observations, des mesures, - vérifier les résultats obtenus, - valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi ...	A.3				/ 3	
		B.2					
		B.4					
		B.5				/ 0,5	
		C.5					
Communiquer	- rendre compte d'observations et des résultats des travaux réalisés, - présenter, formuler une conclusion, expliquer, représenter, argumenter, commenter.	A.1				/ 4,5	
		A.3					
		B.2					
		B.5					
		C.1 à C.5				/ 1	
NOTE							/ 20

- Dans la colonne (b), l'examineur reporte les évaluations de la colonne (a) de la **grille chronologique d'évaluation pendant l'épreuve**.
- La répartition des points dans la colonne (c) d'aide à la traduction chiffrée est fonction du sujet. Les notes attribuées doivent refléter une **évaluation globale** du niveau d'acquisition dans chacune des compétences.
- **Les parties grisées sont relatives aux questions complémentaires notées sur 5 points.**

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
Épreuve scientifique et technique
Sous- Épreuve de SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Centre d'examen : Date de l'évaluation / /

NOM et Prénom du CANDIDAT N° d'inscription :

SUJET

INSTALLATION D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE

Informations destinées au candidat

- Dans la suite du document, les symboles suivants signifient :



Appeler l'examineur afin de répondre aux attendus précisés dans le sujet.



Consulter la ressource documentaire précisée dans le sujet.

- L'examineur intervient à la demande du candidat ou quand il le juge utile.
- Les appels permettent à l'examineur d'évaluer le candidat. Il convient donc de les respecter scrupuleusement.
- Pour établir la **note finale sur 20**, il sera consacré :
 - **15 points sur 20** à l'évaluation des capacités expérimentales du candidat, observées au travers des questions :
A.1, A.2, A.3, A.4, B.1, B.2, B.3, B.4 et B.5.
 - **5 points sur 20** aux questions complémentaires suivantes :
C.1, C.2, C.3, C.4 et C.5.
- La clarté des raisonnements, la qualité de la rédaction et de la communication orale interviendront dans l'appréciation de la prestation du candidat.
- L'usage des calculatrices électroniques est autorisé.

Présentation du contexte de l'expérimentation

Installation d'un chauffe-eau solaire

Monsieur Hélios envisage de réaliser des travaux sur son installation sanitaire. Il contacte un professionnel pour la pose d'un chauffe-eau solaire. Celui-ci lui indique que ce type de chauffe-eau nécessite un contrôle de la dureté de l'eau.

Contrôle de la dureté de l'eau à la sortie de l'adoucisseur



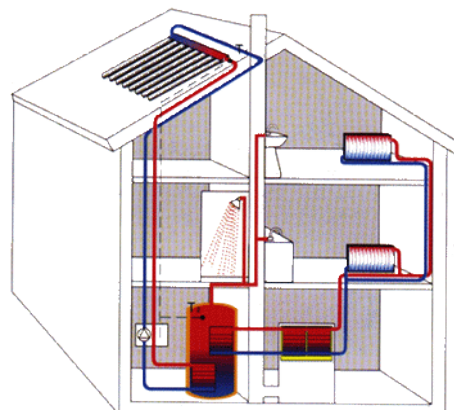
M. Hélios possède déjà un adoucisseur, mais il souhaiterait, toutefois, savoir si celui-ci joue bien son rôle et s'il est correctement réglé sachant que le rendement du chauffe-eau solaire en serait très affecté si l'eau est trop dure.



Installation d'un surpresseur

Par ailleurs, un ami lui suggère de monter un surpresseur pour obtenir une pression confortable au robinet du lavabo situé à l'étage. Il demande conseil à l'installateur qui lui répond « Vous n'en avez pas besoin, la pression sera supérieure à 2 bar donc suffisante ».

On voudrait vérifier que l'installateur a effectivement raison.



Travail à réaliser

Partie A L'adoucisseur d'eau de l'installation joue-t-il bien son rôle ?



Consulter le dossier documentaire page C7/7.

A.1 Proposer un protocole expérimental permettant de vérifier si l'adoucisseur d'eau joue bien son rôle. On dispose du matériel suivant :

- deux échantillons d'eau :
Eau A « eau prélevée avant l'adoucisseur » ; **Eau B** « eau prélevée après l'adoucisseur »,
- des réactifs d'identification des ions et du détergent,
- un ensemble de verrerie : tubes à essai, béchers et agitateurs en verre.

Schéma du dispositifDescription du protocole

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Appel N°1**

Appeler l'examineur afin de présenter et justifier oralement la proposition de protocole expérimental.

A.2 Réaliser l'expérience validée par l'examineur et conserver le résultat de l'expérience pour le faire contrôler ultérieurement.

A.3 Conclusion : Indiquer si l'adoucisseur d'eau de l'installation de M. Hélios joue bien son rôle. Justifier la réponse.

.....

.....

.....

Partie B *L'adoucisseur d'eau de l'installation est-il bien réglé ?*

Consulter le dossier documentaire page C6/6.

- B.1** Indiquer entre quelles valeurs limites, la dureté d'une eau peut être considérée comme idéale, d'après la DRASS.

.....

.....

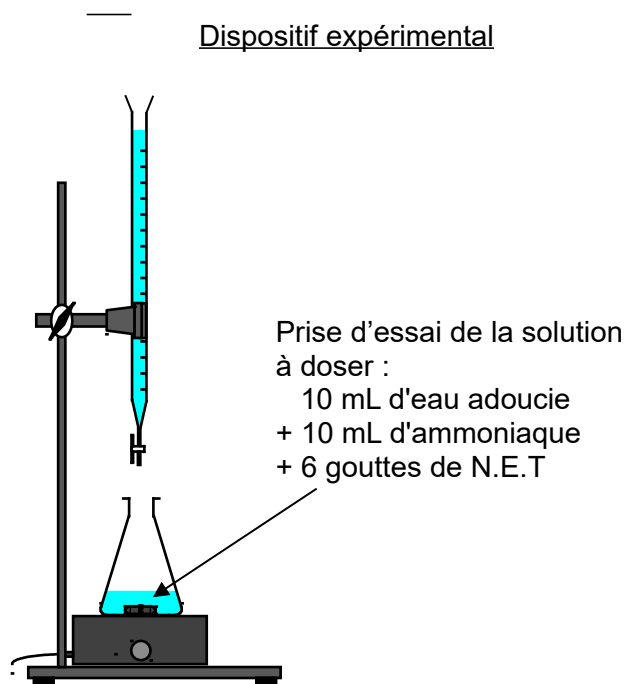
Préciser les inconvénients liés à l'utilisation d'une eau dont la dureté est hors de l'intervalle préconisé.

.....

.....

.....

- B.2** Pour déterminer la dureté de l'eau adoucie (Eau B), on réalise un dosage colorimétrique. L'indicateur d'équivalence utilisé est le N.E.T.



Exploitation

Dans les conditions de l'expérimentation, à l'équivalence, on considère que 1°f correspond à 1 mL d'EDTA versé.

Sans aucune manipulation, estimer l'encadrement du volume d'EDTA versé attendu à l'équivalence dans le cas d'une eau d'une dureté idéale.

$$..... < V_e <$$

Préparer le matériel nécessaire à la prise d'essai et organiser le poste de travail pour pouvoir la réaliser.



Appel N°2

Appeler l'examinateur afin de présenter les résultats expérimentaux de la question A.2 puis, préparer, devant lui, la prise d'essai de la solution à doser. Expliquer oralement la méthode pour déterminer le volume équivalent.

B.3 La burette est remplie et prête à l'emploi. Réaliser le dosage. Puis noter le volume à l'équivalence.

.....

B.4 Indiquer la dureté de l'eau adoucie (Eau B).

.....

B.5 Conclusion : Indiquer en rédigeant la réponse si l'adoucisseur d'eau de l'installation est bien réglé.

.....

.....

.....

Partie C Faut-il installer un surpresseur ?



Consulter la partie « Installation d'un surpresseur » de la présentation du contexte de l'expérimentation de la page C2/7.

La pression à l'entrée du chauffe-eau est $p_1 = 3.10^5$ Pa, avec une vitesse d'écoulement $v_1 = 1,01$ m/s. La section de la canalisation à l'entrée du chauffe-eau est $S_1 = 2,01.10^{-4}$ m².

La section à l'arrivée d'eau au niveau du lavabo est $S_2 = 1,13.10^{-4}$ m².

Données :

Équation de Bernoulli : $\rho v_1^2 + p_1 + \rho g z_1 = \rho v_2^2 + p_2 + \rho g z_2$ (unités S.I.)

Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000$ kg/m³

Accélération de la pesanteur : $g = 9,81$ m/s²

Débit (en m³/s) : $Q = v \times S$ où v représente la vitesse d'écoulement (en m/s) et S la section du tube (en m²)

1 bar = 10^5 Pa

C.1 M. Hélios veut savoir s'il doit suivre les conseils de l'installateur. Indiquer la grandeur physique dont il doit connaître la valeur.

.....

C.2 Calculer, en mètre cube par seconde, le débit Q_1 à l'entrée du chauffe-eau.

.....

.....

- C.3** On considère que l'écoulement est en régime permanent. Vérifier qu'à l'arrivée, au niveau du lavabo, la vitesse d'écoulement v_2 , arrondie au centième, vaut 1,80 m/s.

.....

.....

.....

- C.4** En utilisant l'équation de Bernoulli, calculer, en pascal, la pression p_2 à l'arrivée, au niveau du lavabo, situé 5 m plus haut. Convertir le résultat en bar, arrondi à 0,1.

.....

.....

.....

.....

- C.5 Conclusion :** Indiquer, en justifiant la réponse, si M. Hélios doit ou non installer un surpresseur.

.....

.....

**Appel N°3**

Remettre en état le poste de travail puis appeler l'examineur pour lui rendre l'ensemble des documents.

Dossier documentaire

Document 1: Mise en évidence de quelques ions dans une solution

Ions	Réactifs	Mode opératoire	Observations
Ca^{2+}	oxalate d'ammonium	Ajouter le réactif dans la solution à tester	précipité blanc
Mg^{2+}	jaune de thiazole		coloration rouge
Cu^{2+}	soude		précipité bleu
Cl^-	nitrate d'argent		précipité blanc
SO_4^{2-}	nitrate de baryum		précipité blanc

Document 2: Extraits de documents de la DRASS¹

[...]

Effets; nuisances de la dureté des eaux

Une eau douce ne permet pas l'instauration de la couche carbonatée assurant une protection des canalisations contre les risques de corrosion. Par contre, une dureté élevée constitue un risque important d'entartrage des canalisations. Au-delà de 20 °f; l'eau peut devenir entartrante et en dessous de 10 °f; elle risque de devenir agressive et susceptible de détériorer les canalisations. Ces phénomènes de corrosion entraînent la solubilisation d'éléments tels que le fer; le cuivre et plus grave; le plomb; le cadmium. Ils sont également fonction du pH; de l'alcalinité et de la concentration en oxygène dissous.

Une eau dure est plus agréable à boire mais présente certains inconvénients d'ordre domestique :

- utilisation accrue de savon ;
- entartrage des tuyaux d'eau chaude; des chaudières; etc. ;
- augmentation du temps de cuisson des légumes.

Une eau douce se remarque à un moussage important et à une absence de dépôts sur les récipients.

Normes; interprétation des résultats

Méthode de référence pour l'analyse : Dosage titrimétrique à l'EDTA.

L'eau destinée à la consommation humaine ne doit pas être agressive. En cas de dureté excessive et après un adoucissement, elle doit avoir une dureté résiduelle minimale de 15 °f. Pour tenir compte à la fois de l'intérêt de la consommation d'une eau dure pour la santé et des inconvénients liés à l'entartrage; il est admis qu'une dureté comprise entre 15°f et 20°f est idéale.

Recommandations; traitements

Face à « l'agressivité » de l'eau, des mesures doivent être prises : reminéralisation pour relever la dureté ou installation de conduites résistantes à la corrosion.

La dureté de certaines eaux naturelles est parfois telle qu'elle nécessite un traitement d'adoucissement :

- adoucissement à la soude, à la chaux ou sur échangeurs d'ions ;
- injection de polyphosphates.

Les eaux d'origine superficielles, compte tenu de leur faible dureté sont toujours reminéralisées à l'usine de traitement (dureté de l'eau distribuée comprise entre 10 et 15°f).

[...]

Les eaux peuvent être classées de la façon suivante :

Degrés français (°f)

Dureté de l'eau

- 0 à 9très douce (très peu calcaire)
- 10 à 19 douce à peu dure (peu calcaire)
- 20 à 24peu dure à moyennement dure (calcaire)
- 25 à 35moyennement dure à dure (calcaire à très calcaire)
- 35 et +dure à très dure (très calcaire)

¹ Direction Régionale des Administrations Sanitaires et Sociales