

## BTS FEE 2015 : partie Chimie

### Partie 2 - Entretien de la cuve du chauffe-eau

**Document 2** : les bons réflexes pour entretenir un chauffe-eau thermodynamique.

Un chauffe-eau thermodynamique nécessite plus d'entretien qu'un ballon classique. En effet, il allie une résistance électrique et une PAC.

L'entretien de cet équipement est recommandé une fois par an pour assurer des performances optimales tout en allongeant sa durée de vie.

Lors de sa visite, un professionnel vérifiera tout particulièrement :

- la libre circulation de l'air autour du système (arrivée et sortie d'air bien dégagées) ;
- l'état général de l'appareil ;
- l'état des connexions électriques ;
- les paramètres de régulation ;
- l'encrassement des filtres ;
- l'étanchéité du réseau de fluide frigorigène afin de détecter d'éventuelles fuites néfastes pour l'environnement ;
- l'entartrage du chauffe-eau ;
- l'état de l'anode en magnésium protégeant la cuve de la corrosion.

Les parties A et B sont indépendantes.

#### A - Détartrage de la cuve

Le dépôt de tartre ou de calcaire sur les parois du chauffe-eau est plus ou moins important suivant la dureté de l'eau. Plus une eau contient des ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ , plus elle est dite « dure » et plus le dépôt de calcaire sera important. Inversement, une eau pauvre en ions calcium est dite « douce » et a moins d'impact sur les canalisations.

*Données :*

- élément calcium : numéro atomique :  $Z = 20$  ; nombre de nucléons :  $A = 40$ .

1. L'ion  $\text{Ca}^{2+}$  est formé à partir d'un atome de calcium qui perd deux électrons.

Donner la composition (nombre de protons, neutrons et électrons) de cet ion.

2. Citer un dispositif, qui, installé au niveau de l'arrivée d'eau, permet de réduire la dureté de l'eau.

Si le chauffe-eau est installé dans une région où l'eau est dure, il faut le détartrer régulièrement. Pour cela, on vidange la cuve pour évacuer les dépôts de calcaire et on brosse les parties les plus exposées (comme la résistance électrique) avec un mélange d'eau et de vinaigre. En effet, le vinaigre contient une espèce chimique acide, l'acide acétique, de formule  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , qui réagit avec les ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  présents dans le calcaire et permet donc de le dissoudre.

*Données :*

- couples acide / base :  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})}$  ;  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} / \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ .

3. Le vinaigre est une solution acide, son pH est-il inférieur, supérieur ou égal à 7 à 25 °C ?

4. Rappeler la définition d'un acide au sens de Brønsted.

5. Écrire l'équation de la réaction acido-basique se produisant entre l'acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et l'ion hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$ .

### B - Protection contre la corrosion

L'acier, principalement constitué de fer, est un matériau qui s'oxyde au contact du dioxygène.

Pour limiter la corrosion de la cuve en acier du chauffe-eau, on utilise une anode sacrificielle en magnésium. Le constructeur indique que ce dispositif n'est plus efficace dès que 80 % de la masse initiale de l'anode en magnésium a disparu. Il faut donc vérifier régulièrement l'état de cette pièce métallique et la changer lorsque cela devient nécessaire.

*Données :*

▪ potentiels standard de quelques couples oxydant/réducteur :

$$E^0(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V} ; E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V} ; E^0(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,36 \text{ V}.$$

▪ masse volumique du magnésium :  $\rho = 1,74 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

▪ masse molaire atomique du magnésium :  $M = 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

1. Écrire la demi-équation électronique traduisant l'oxydation du magnésium Mg.

2. A partir des valeurs des potentiels standard, expliquer pourquoi l'anode en magnésium empêche l'oxydation de la cuve en acier.

a) Initialement, l'anode de magnésium est un cylindre de volume  $V = 500 \text{ cm}^3$ .

Calculer la masse de magnésium oxydée au moment du remplacement de l'anode.

b) En moyenne, la vitesse de corrosion du magnésium est de  $v = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  par jour.

Déterminer le temps au bout duquel il faudra remplacer cette pièce.