

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## INDUSTRIES CÉRAMIQUES

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie A

Durée : 1 heure 30

Coefficient : 1

### LES CONTRÔLES DE FABRICATION

On vous demande de mettre en œuvre un contrôle de fabrication.

Différents contrôles ont été sélectionnés.

Un tirage au sort déterminera la nature du contrôle que vous devez réaliser.

#### ON DONNE :

- fiche technique fournisseur,
- matière d'œuvre ou matériau,
- le poste de contrôle et ses accessoires :
  - petits matériels nécessaires à l'étude,
  - documentation technique,
  - normes ou procédures d'essai.

#### ON DEMANDE DE :

- situer le contrôle dans le processus ;
- mettre en œuvre le contrôle :
  - donner la valeur des paramètres d'essai,
  - réaliser l'essai,
  - collecter les résultats ;
- rendre compte : rédaction du procès verbal d'essai.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES CÉRAMIQUES

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie A

Durée : 1 heure 30

Coefficient : 1

### **SUJETS -1-**

Rhéométrie : rhéomat Rotovisco 1

Résistance mécanique à la flexion 3 points

Dilatométrie : dilatomètre ADAMEL

Granulométrie : granulomètre laser

Mesure de la surface spécifique : perméabilimètre de Blaine

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIES CÉRAMIQUES

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie A

Durée : 1 heure 30

Coefficient : 1

**SUJETS -2-**

Rhéométrie : rhéomat Physica

Thermogravimétrie

Dilatométrie : dilatomètre Netzsch

Colorimétrie

Granulométrie : pipette d'Andréasen

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
INDUSTRIES CÉRAMIQUES  
Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie  
U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie A

**Fiche évaluation partie pratique**

|              |                 |                |
|--------------|-----------------|----------------|
| <b>NOM :</b> | <b>Prénom :</b> | <b>Sujet :</b> |
|--------------|-----------------|----------------|

|  | Barème              | Note | Commentaires |
|--|---------------------|------|--------------|
| <b>SITUER LE CONTRÔLE DANS LE PROCESSUS</b>  | 1,5                 |      |              |
| <b>METTRE EN ŒUVRE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les informations contenues dans les documents remis sont correctement exploitées</li> <li>- paramètres de procédure</li> <li>- réalisation du contrôle</li> </ul>  | 1<br><br>1<br><br>5 |      |              |
| <b>RENDRE COMPTE</b><br><br>le procès verbal d'essai rapporte avec clarté et exactitude <ul style="list-style-type: none"> <li>* les différentes mesures</li> <li>* les résultats obtenus</li> <li>* les conclusions : la synthèse des résultats est effectuée.</li> </ul> | 1,5                 |      |              |
| <b>NOTE GLOBALE</b>  | 10                  |      |              |

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
INDUSTRIES CÉRAMIQUES  
Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie B

Durée : 1 heure 30

Coefficient : 1

**CALORIMÉTRIE**

***I) Détermination de la capacité thermique  $\mu$  du calorimètre :***

1. Peser le calorimètre et ses accessoires.  $m_0 =$
2. Verser dans ce calorimètre un volume  $V$  d'eau froide d'environ 200 mL. Déterminer avec précision la masse d'eau introduite.  $m_1 =$  et relever la température d'équilibre de ce système.  $\theta_1 =$
3. Verser maintenant environ 150 mL d'eau préalablement chauffée avec un chauffe-ballon. Relever la température de l'eau chaude avant introduction dans le calorimètre.  $\theta_2 =$
4. Mesurer avec précision la masse d'eau chaude introduite.  $m_2 =$
5. Relever la température du système à l'équilibre.  $\theta_3 =$
6. Écrire l'équation calorimétrique. En déduire l'expression de la capacité calorifique du calorimètre, puis sa valeur numérique.

Donnée :  $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

Dans la suite, on prendra pour  $\mu$  : 140 USI ( unité à préciser ).

***II) Détermination de la capacité thermique massique du fer :***

1. Placer dans le calorimètre environ 300 mL d'eau froide. Déterminer avec précision la masse d'eau introduite.  $M_1 =$
2. Relever la température d'équilibre de ce système :  $\theta_4 =$
3. Peser le cylindre de fer sur la balance électronique.  $M_2 =$
4. Faire bouillir de l'eau (  $\theta_5 =$  ) dans un récipient en inox où on place également le cylindre de fer suspendu.
5. Retirer le cylindre, le placer dans le calorimètre et relever la température d'équilibre thermique.  
 $\theta_6 =$
6. Écrire l'équation calorimétrique. En déduire l'expression puis la valeur numérique de la capacité thermique massique du fer.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
INDUSTRIES CÉRAMIQUES**

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie B

**Fiche évaluation : Calorimétrie**

| <b>MANIPULATION</b>  |           |  |
|--|-----------|--|
| Partie 1 : Masse du calorimètre  | 1,5       |  |
| Relevé des températures : température eau froide, chaude, équilibre<br>Rapidité d'action – Assurance - Agitation   | 2,5       |  |
| Masse d'eau froide et d'eau chaude introduites   | 2         |  |
| Partie 2 : Masse d'eau froide + Masse laiton   | 1,5       |  |
| Relevé des températures : température eau froide, laiton, équilibre<br>(Pas de contact du laiton avec le vase inox, transfert rapide du laiton dans le calorimètre, agitation) | 3,5       |  |
| <b>EXPLOITATION ET QUESTIONS</b>   |           |  |
| Équation calorimétrique pour détermination de $\mu$  | 2,5       |  |
| Expression et calcul de $\mu$  | 2         |  |
| Équation calorimétrique pour le laiton   | 2,5       |  |
| Calcul de la capacité thermique massique du laiton   | 2         |  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>20</b> |  |

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## INDUSTRIES CÉRAMIQUES

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie B

Durée : 1 heure 30

Coefficient : 1

### **Dosage des ions $Fe^{2+}$ par potentiométrie puis par manganimétrie**

#### **A. Généralités**

- 1) Écrire la demi-équation électronique associée au couple  $Hg_2Cl_2(s)/Hg(l)$  (couple mis en jeu dans l'ECS).
- 2) Écrire la relation de Nernst à  $25^\circ C$  pour le couple cité ci-dessus. Le potentiel standard redox à  $25^\circ C$  est  $E^0(Hg_2Cl_2/Hg)=0,244 V$ .
- 3) Calculer la valeur de ce potentiel si la concentration des ions  $Cl^-$  est de  $0,1 mol.L^{-1}$ .

#### **B. Dosage des ions $Fe^{2+}$**

##### **1. Par potentiométrie avec les ions $Ce^{4+}$**

Dans le dosage potentiométrique à réaliser, on utilisera, comme électrode indicatrice, une électrode de platine (inattaquable) et comme électrode de référence, une électrode au calomel saturé notée ECS ( $0,244 V$  à  $25^\circ C$ ).

On prélèvera un volume de  $100 mL$  d'une solution contenant des ions  $Fe^{2+}$  de concentration inconnue  $C_1$  de  $pH=2$ . La solution titrante sera une solution de sulfate de cérium à  $0,01 mol.L^{-1}$  et de  $pH=0$ .

On suivra l'évolution de la f.e.m  $E$  de la pile réalisée en fonction du volume  $V$  de solution titrante versé.

- Tracer sur Regressi  $E=f(V)$ .
- Par la méthode des tangentes, déterminer le volume équivalent  $V_1$ .

## 2. Par colorimétrie avec les ions permanganates $\text{MnO}_4^-$ .

Dans un bécher, on placera un volume de 20 mL de la solution contenant les ions  $\text{Fe}^{2+}$  et on utilisera comme solution titrante une solution de permanganate de potassium de concentration molaire égale à  $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Afin d'obtenir cette solution titrante vous devrez la préparer à partir d'une solution mère de permanganate de potassium de concentration molaire égale à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

- Relever le volume équivalent  $V_2$ .

### **C. Exploitation des résultats et questions**

#### 1. Dosage potentiométrique

- 1) Écrire les demi-équations électroniques des couples mis en jeu dans ce dosage sachant que  $E^0(\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+})=1,44 \text{ V}$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  à  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ ) et  $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})=0,67 \text{ V}$  puis l'équation-bilan du dosage.
- 2) Calculer la constante d'équilibre de cette réaction en partant des potentiels standards et de la relation de Nernst.
- 3) À l'équivalence, donner la relation existant entre la quantité d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  initialement présente et la quantité d'ions  $\text{Ce}^{4+}$  versée.
- 4) En déduire la concentration des ions  $\text{Fe}^{2+}$  dans la solution titrée.
- 5) Proposer une méthode visant à déterminer graphiquement la valeur des potentiels standards des deux couples mis en jeu.

#### 2. Dosage colorimétrique

- 1) Déterminer le nombre d'oxydation de l'élément manganèse Mn dans l'ion permanganate.
- 2) Donner la demi-équation électronique du couple  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  puis l'équation-bilan du dosage sachant que  $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})=1,51 \text{ V}$ .
- 3) En déduire la relation à l'équivalence entre la quantité d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  initialement présente et la quantité d'ions  $\text{MnO}_4^-$  versée.
- 4) En déduire la concentration des ions  $\text{Fe}^{2+}$  dans la solution titrée.



**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
INDUSTRIES CÉRAMIQUES**

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie B

**Fiche évaluation : Dosage des ions  $Fe^{2+}$**

| <b>Manipulation</b>   |             |               |
|---|-------------|---------------|
|   | Note<br>max | Note<br>élève |
| <b>Potentiométrie</b>   |             |               |
| Réalisation du montage + ECS + Pt + voltmètre                 | 1           |               |
| Prélèvement des 100 mL + remplissage burette                  | 1           |               |
| Repérage du saut de tension                                   | 1           |               |
| <b>Manganimétrie</b>  |             |               |
| DILUTION AU 1/5   | 2           |               |
| Rinçage + préparation burette                                 | 1           |               |
| Repérage de l'équivalence à la goutte près                    | 1           |               |
| <b>TOTAL</b>  | <b>7</b>    |               |
| <b>EXPLOITATION ET QUESTIONS</b>                              |             |               |
| <b>Potentiométrie</b>   |             |               |
| ½ Equation du couple $Hg_2Cl_2/Hg$                            | 1           |               |
| Relation de Nemst + calcul à 0,1 M                            | 1,5         |               |
| Tracé de la courbe $E=f(V)$ + méthode des tangentes           | 1,5         |               |
| ½ Equation des couples $Ce^{4+}/Ce^{3+}$ et $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ | 1           |               |
| Equation bilan + constante d'équilibre                        | 1,5         |               |
| A l'équivalence relation entre $Ce^{4+}$ et $Fe^{2+}$         | 0,5         |               |
| Calcul de la concentration de $Fe^{2+}$                       | 1           |               |
| Méthode de détermination des $E^0$                            | 1,5         |               |
| <b>Manganimétrie</b>  |             |               |
| Nombre d'oxydation de Mn dans $MnO_4^-$                       | 0,5         |               |
| ½ Equation $MnO_4^-/Mn^{2+}$                                  | 1           |               |
| Relation à l'équivalence entre $MnO_4^-$ et $Fe^{2+}$         | 1           |               |
| Calcul de la concentration de $Fe^{2+}$                       | 1           |               |
| <b>TOTAL</b>  | <b>20</b>   |               |

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## INDUSTRIES CÉRAMIQUES

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie B

Durée : 1 heure 30

Coefficient : 1

### Titration par différence

#### A. Généralités

On souhaite doser un mélange contenant de l'acide chlorhydrique HCl (acide fort) de concentration  $C_1$  et de l'acide sulfurique  $H_2SO_4$  (diacide fort). Pour cela, on effectuera un premier dosage du mélange avec de l'hydroxyde de sodium en présence d'indicateur coloré acido-basique : le bleu de bromothymol (le virage correspond au passage du jaune au bleu). Le deuxième dosage consiste à doser par une solution de nitrate d'argent les ions chlorure  $Cl^-$  provenant de l'acide chlorhydrique en utilisant une solution de chromate de potassium ( $2 K^+ + CrO_4^{2-}$ ) : l'équivalence est obtenue lorsque l'on voit apparaître un précipité rouge de chromate d'argent  $Ag_2CrO_4$ .

- Donner la définition d'un acide selon Brønsted.
- Écrire la réaction totale de dissociation de HCl dans l'eau.
- Écrire la réaction totale de dissociation de  $H_2SO_4$  dans l'eau.

#### B. Protocole expérimental

##### 1. Dosage acido-basique en présence d'un indicateur coloré.

- Prélever un volume  $V=20$  mL du mélange et y ajouter quelques gouttes de bleu de bromothymol afin que la solution prenne une couleur jaune.
- Remplir la burette graduée d'hydroxyde de sodium ( $Na^+ + OH^-$ ) de concentration  $C_b=1,0 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. Afin d'obtenir cette solution titrante, il sera nécessaire de procéder à une dilution à partir de la solution mère d'hydroxyde de sodium de concentration molaire égale à  $5,0 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>.
- Effectuer le dosage et relever le volume équivalent que l'on notera  $V_{e1}$ .

a) Écrire la réaction de ce dosage acido-basique.

b) Montrer qu'à l'équivalence on a la relation  $C_1 \cdot V + 2 C_2 \cdot V = C_b \cdot V_{e1}$ .

## 2. Dosage par précipitation selon la méthode de Mohr

- Prélever un volume  $V=20$  mL du mélange et y ajouter 2 mL de chromate de potassium à  $50 \text{ g.L}^{-1}$  ( $2\text{K}^+ + \text{CrO}_4^{2-}$ )
- Remplir la burette graduée par une solution de nitrate d'argent de concentration  $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ .

L'équivalence est obtenue lorsqu'un précipité rouge apparaît. On notera le volume équivalent  $V_{e2}$ .

- Écrire les deux réactions mises en jeu dans ce dosage.
- Trouver la relation à l'équivalence entre la quantité d'ions  $\text{Cl}^-$  présents dans le mélange  $n(\text{Cl}^-)$  et la quantité d'ions  $\text{Ag}^+$  versée  $n(\text{Ag}^+)$ .
- Calculer la concentration des ions  $\text{Cl}^-$  présents dans le mélange. En déduire la concentration  $C_1$  d'acide chlorhydrique.

### C. Exploitations des résultats

- 1) Connaissant maintenant la concentration de l'acide chlorhydrique dans le mélange, en déduire la concentration de l'acide sulfurique.
- 2) Exprimer le produit de solubilité du chlorure d'argent ainsi que celui de chromate d'argent avec leurs réactions associées.
- 3) Calculer la concentration molaire de la solution de chromate de potassium ( $2\text{K}^+ + \text{CrO}_4^{2-}$ ) à  $50 \text{ g.L}^{-1}$  sachant que  $M(\text{K})=39 \text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(\text{Cr})=52 \text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(\text{O})=16 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- 4) Calculer la concentration des ions  $\text{CrO}_4^{2-}$  dans le mélange à l'équivalence (on considère que la fraction des ions chromates consommés par la réaction de précipitation est négligeable).
- 5) Calculer la concentration des ions  $\text{Cl}^-$  restants lorsque l'on voit apparaître le précipité de chromate d'argent à l'équivalence.

Données :  $K_s(\text{AgCl})=1,8 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_s(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=1,9 \cdot 10^{-12}$ .

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
INDUSTRIES CÉRAMIQUES**

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie B

**Fiche évaluation : Titrage par différence**

| Manipulation  |           |            |
|---|-----------|------------|
| Dosage acido-basique  | Note max  | Note élève |
| Prélèvement des 20 mL : Utilisation pipette jaugée ainsi que de la propipette                                 | 1         |            |
| Utilisation de la burette graduée : Lecture burette, mise à zéro bien effectuée, rinçage burette              | 1         |            |
| Appréciation du virage à l'équivalence : mesure précise (goutte à goutte)                                     | 1,5       |            |
| Dosage par précipitation (méthode de Mohr)  |           |            |
| Préparation du mélange à titrer (20 mL du mélange + 2 mL de chromate de potassium)                            | 1,5       |            |
| Appréciation du virage à l'équivalence (Changement de couleur)  | 1         |            |
| Propreté et rangement   | 1         |            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>7</b>  |            |
| EXPLOITATION ET QUESTIONS   |           |            |
| Définition de l'acide   | 1         |            |
| Réaction totale de dissociation de HCl<br>Réaction totale de dissociation de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . | 1         |            |
| Ecriture de la réaction du dosage acido-basique   | 1         |            |
| Démonstration de la relation $C_1 \cdot V + 2 C_2 \cdot V = C_b \cdot V_{e1}$ .                               | 1         |            |
| Ecriture des 2 réactions mis en jeu dans le dosage par précipitation  | 1,5       |            |
| Relation à l'équivalence entre Cl <sup>-</sup> et Ag <sup>+</sup> .   | 1         |            |
| Concentration des ions Cl <sup>-</sup> ainsi que C <sub>1</sub> .   | 1         |            |
| Concentration de l'acide sulfurique C <sub>2</sub> .  | 1         |            |
| Produit de solubilité de AgCl et Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> .   | 1         |            |
| Calcul de la concentration molaire de la solution de chromate de potassium                                    | 1         |            |
| Calcul de [CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] à l'équivalence   | 1         |            |
| Concentration des ions Cl <sup>-</sup> restants à la fin du dosage  | 1,5       |            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>20</b> |            |

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## INDUSTRIES CÉRAMIQUES

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie B

Durée : 1 heure 30

Coefficient : 1

### Mesure des duretés totales, calciques et magnésiques d'une eau

#### A. Généralités

La dureté totale de l'eau est donnée par la concentration totale en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ . Elle s'exprime en degrés hydrotimétriques °TH (en France).

Une dureté totale égale à 1°TH correspond à une concentration en ions égale à  $10^{-4}$  mol.L<sup>-1</sup> c'est-à-dire à 4,0 mg.L<sup>-1</sup> d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  ou à 2,4 mg.L<sup>-1</sup> d'ions  $\text{Mg}^{2+}$ .

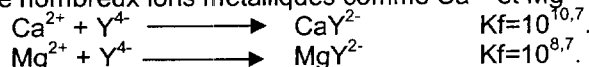
#### B. Principe du dosage

##### 1. Dureté totale :

L'acide éthylène diamine tétraacétate noté  $\text{H}_4\text{Y}$  possède 4 constantes d'acidité successives :

$$pK_{a1}=2,0 \quad pK_{a2}=2,7 \quad pK_{a3}=6,2 \quad pK_{a4}=10,3$$

L'ion  $\text{Y}^{4-}$  réalise avec de nombreux ions métalliques comme  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  des complexes :



L'indicateur de fin de réaction est le noir ériochrome (N.E.T).

Il s'ionise dans l'eau en donnant une couleur rouge en présence d'ions  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Ca}^{2+}$ , due aux complexes qu'il forme avec ces ions.

$\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  se complexent cependant préférentiellement avec l'EDTA. Quand on verse de l'EDTA dans une solution contenant des complexes de  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Ca}^{2+}$  avec le N.E.T., ces derniers disparaissent au profit des complexes avec l'EDTA. A l'équivalence les complexes avec le N.E.T. ont donc disparu et la solution devient bleue.

##### 2. Dureté calcique :

On ajoute à l'eau quelques grains de calcon de façon à obtenir, après agitation, une solution de couleur bordeaux. À l'équivalence on observe un virage au bleu.

#### C. Protocole expérimental

On dosera l'eau de Volvic.

##### 1. Dureté totale DT

- Pour le dosage de l'eau de Volvic on utilisera une solution d'EDTA de concentration molaire  $C'=10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup> préparée par dilution d'une solution d'EDTA de concentration  $C=1,0 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>.
- Le volume d'eau à prélever pour le dosage est  $V_1=20$  mL.
- Ajouter 2 à 3 mL de solution tampon à pH=10.
- Verser quelques grains de NET afin d'obtenir une couleur persistante.
- Effectuer le dosage et s'assurer à l'équivalence, que le virage du NET persiste. Noter le volume  $V_2$  d'EDTA versé à l'équivalence.

## 2. Dureté totale calcique

Pour doser uniquement les ions  $\text{Ca}^{2+}$ , il faut précipiter les ions  $\text{Mg}^{2+}$  et cela nécessite un  $\text{pH}=12$ . Dans 20 mL d'eau, on ajoute donc 2 à 3 mL d'hydroxyde de sodium de concentration molaire ainsi que quelques grains de calcon (indicateur coloré). La solution titrante est l'EDTA à  $1.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  utilisée dans la manipulation précédente.

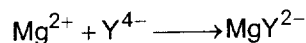
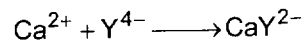
On repère le volume équivalent  $V_2$ .

### D) Exploitation :

#### 1. Dureté totale

L'EDTA est un tétraacide noté  $\text{H}_4\text{Y}$  ayant les  $\text{pK}_a$  suivants : 2,0 ; 2,7 ; 6,2 ; 10,3.

- Établir les domaines de prédominance de l'EDTA en fonction du pH.
- L'équation bilan du dosage est :



- Donner la relation existant entre les quantités d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  et celle en  $\text{Y}^{4-}$  à l'équivalence.
- Calculer la dureté totale de l'eau en degré TH.

#### 3. Duretés calcique et magnésique

- Écrire l'équation du dosage du C.2.
- Calculer le pH de début de précipitation pour  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  et pour  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Expliquer alors pourquoi on se place à  $\text{pH} = 12$ .

Données :  $\text{pK}_s(\text{Ca}(\text{OH})_2)=5,2$  ;  $\text{pK}_s(\text{Mg}(\text{OH})_2)=10,7$  ;  $\text{pK}_e=14$  à  $25^\circ\text{C}$

- Calculer la concentration des ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans l'eau.
- En déduire la dureté calcique ainsi que la dureté en magnésium.

#### 4. Comparaison avec les données fournies sur la bouteille :

- Relever les titres massiques en  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  indiquées sur l'étiquette. En déduire les concentrations molaires correspondantes, puis les duretés calciques, magnésiques et totales théoriques.
- Pour la dureté totale, calculer l'écart relatif du résultat expérimental par rapport à la donnée fournie au consommateur.
- Calculer les pH de début de précipitation des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  en respectivement  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  et  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  à  $25^\circ\text{C}$ . Conclure sur la validité du dosage.

Données : masses molaires atomiques :  $M(\text{Ca})=40 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{Mg})=24,3 \text{ g.mol}^{-1}$  ;

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
INDUSTRIES CÉRAMIQUES**

Session 2006

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux : Partie B

**Fiche évaluation : Mesure des duretés de l'eau**

| <b>Manipulation</b>                                    |             |               |
|--|-------------|---------------|
|  | Note<br>max | Note<br>élève |
| Rinçage +remplissage burette                           | 1           |               |
| Dilution au 1/10 <sup>e</sup>                          | 2           |               |
| <i>Ajout convenable de chaque indicateur</i>           | 1×2         |               |
| Repérage de l'équivalence/ Changement de couleur       | 1           |               |
| <b>Exploitation</b>                                    |             |               |
| Dureté totale  |             |               |
| Domaines de prédominance                               | 1           |               |
| Relation à l'équivalence                               | 1           |               |
| Concentration molaire                                  | 1,5         |               |
| Titre massique   | 1           |               |
| Dureté totale  | 1           |               |
| <b>Duretés calcique et magnésique</b>                  |             |               |
| Équation du dosage dureté calcique                     | 0,5         |               |
| Calcul de concentration                                | 1           |               |
| Dureté calcique  | 0,5         |               |
| Dureté magnésique par différence avec la dureté totale | 1           |               |
| <b>Comparaison avec l'étiquette</b>                    |             |               |
| Calcul des concentrations molaires                     | 1           |               |
| Titres correspondants                                  | 1,5         |               |
| Écart relatif dureté totale                            | 1           |               |
| pH de début de précipitation + validité dosage         | 2           |               |
| <b>TOTAL</b>   | <b>20</b>   |               |