

# BTS METIERS DE L'EAU

## SCIENCES PHYSIQUES – U. 32

Session 2005

Durée : 2 heures  
Coefficient : 2,5

**Matériel autorisé :**

Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

**Documents à rendre avec la copie :**

Une feuille de papier millimétrée.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Sciences physiques – U. 32		MTE3SC
Coefficient : 2,5	Durée : 2 heures	Page : 1/5

## A. CHIMIE (15 points).

Les trois parties peuvent être traitées séparément.

### 1<sup>ère</sup> partie : Traitement d'une eau naturelle (6 points).

Une eau naturelle de pH égal à 7,3 contient des ions manganèse,  $Mn^{2+}$ , à une concentration molaire  $c = 2,0 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ , donc supérieure à la norme de  $9,0 \times 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Pour éliminer les ions manganèse, on envisage de les oxyder en dioxyde de manganèse  $MnO_2$ , insoluble dans l'eau, au moyen d'ions permanganate,  $MnO_4^-$ . Le permanganate est lui aussi transformé en  $MnO_2$ . Le dioxyde de manganèse est ensuite séparé par filtration.

Les potentiels standard à 25°C des couples rédox mis en jeu sont les suivants :

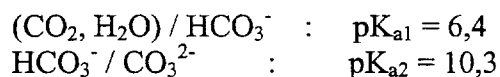


1. Ecrire les demi-réactions relatives à ces deux couples.
2. Si dans 1000 L d'eau à traiter, on ajoute  $10^{-3}$  mole de permanganate de potassium.
  - a. Calculer les potentiels rédox des deux couples mis en jeu dans les conditions de l'expérience. On donne à la température du traitement de l'eau :
$$\frac{RT}{F} \cdot \ln x = 0,06 \cdot \lg x$$
  - b. Après avoir justifié quelle réaction va avoir lieu, écrire son équation.
  - c. Montrer que la réaction peut être considérée comme quasi-totale.
  - d. Calculer la concentration molaire en ions  $Mn^{2+}$  résiduels en fin de réaction.  
Conclure.

### 2<sup>ème</sup> partie : pH d'une eau de piscine (6 points).

Après traitement, l'eau précédente sert à remplir une piscine. Par contact avec l'atmosphère, cette eau dissout du dioxyde de carbone, ce qui a pour effet d'abaisser son pH.

1. Le dioxyde de carbone et ses espèces dérivées participent aux deux couples acide-base suivants :



- a. Ecrire les équations des réactions mises en jeu lors de la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau.

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		<b>Session 2005</b>
<b>Sciences physiques – U. 32</b>		<b>MTE3SC</b>
<b>Coefficient : 2,5</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	<b>Page : 2/5</b>

b. Donner l'expression et la valeur de leurs constantes d'équilibre.

2. En raison de la présence permanente de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, la concentration molaire de  $\text{CO}_2$  dissous dans l'eau reste constamment égale à  $[\text{CO}_2]_{\text{dis}} = 9,9 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ .

En ne tenant compte, lors de la dissolution du dioxyde de carbone, que de la réaction dont la constante d'équilibre est la plus élevée :

a. établir une relation liant  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ,  $K_{a1}$  et  $[\text{CO}_2]_{\text{dis}}$ .

b. en déduire, dans ces conditions, le pH de cette eau de piscine, en considérant qu'il est déterminé par les seuls équilibres consécutifs à la dissolution du dioxyde de carbone dans de l'eau considérée pure.

3. Afin de relever le pH de cette eau à une valeur de 7,3, on décide d'y ajouter des ions carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$ .

a. Ecrire l'équation de la réaction qui se produit alors, et calculer sa constante de réaction  $K_r$ .

c. La concentration molaire en dioxyde de carbone dissous étant toujours égale à  $9,9 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ , justifier pourquoi l'addition d'ions carbonate permet de relever le pH.

**3<sup>ème</sup> partie : Action de l'ion du permanganate sur les composés organiques (3 points).**

Le permanganate est capable d'agir sur les matières organiques.

On envisage les deux réactions suivantes :

\*Action de l'ion permanganate dilué et froid sur le but-1-ène ;

\*Action de l'ion permanganate concentré et chaud sur le 2-méthylbut-2-ène.

Ecrire les formules semi-développées :

a. du but-1-ène,

b. du 2-méthylbut-2-ène,

c. des principaux composés organiques formés lors de chacune des deux réactions avec l'ion permanganate.

<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		<b>Session 2005</b>
<b>Sciences physiques – U. 32</b>		<b>MTE3SC</b>
<b>Coefficient : 2,5</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	<b>Page : 3/5</b>

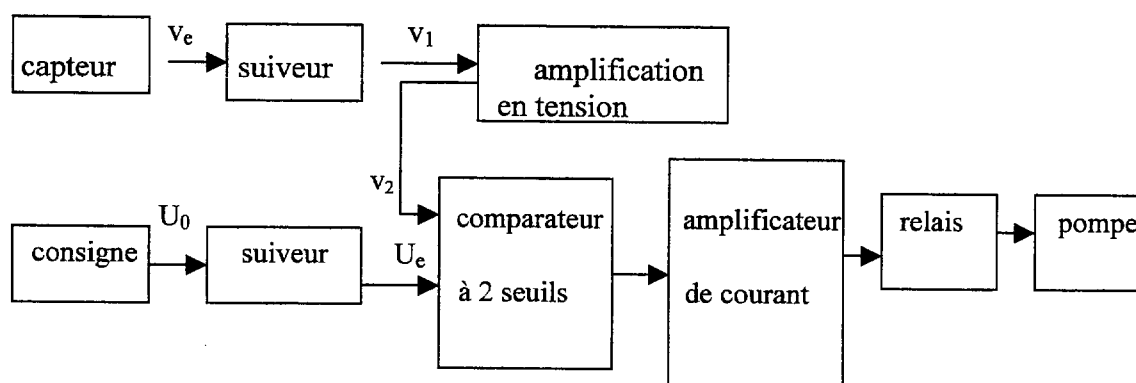
## B. PHYSIQUE (5 points).

Traitement des eaux de piscine.

Le traitement de désinfection des eaux de baignade fait appel à des procédés différents. Le procédé le plus couramment utilisé est celui du « chlore » et de ses dérivés. On utilise, par exemple, l'eau de Javel (hypochlorite de sodium). La concentration en « chlore » ne doit pas descendre en dessous de 0,3 gramme de « chlore » par  $\text{m}^3$  d'eau. Cette concentration doit être maintenue entre 0,3  $\text{g.m}^3$  et 0,7  $\text{g.m}^3$ . L'eau du bassin est aspirée en surface et en profondeur. Elle est alors filtrée et traitée, puis réinjectée dans le bassin. Le débit nécessaire est assuré par une motopompe.

### REGULATION DE LA TENEUR EN HYPOCHLORITE DE SODIUM

Le schéma fonctionnel de la régulation est le suivant :



Les amplificateurs opérationnels utilisés sont supposés idéaux et leur alimentation se fait sous une tension égale à + 12V. Seuls seront étudiés le capteur, le suiveur et l'amplificateur.

#### 1. Étalonnage du capteur.

Le capteur est une électrode qui délivre une tension  $V_e$  dont la valeur dépend de la concentration  $C$  en « chlore » dans l'eau.

$C$ (concentration en chlore, en $\text{g.m}^{-3}$ )	0,20	0,40	0,60	0,80
$V_e$ (tension en mV)	55	65	80	120

a. Tracer, sur une **feuille millimétrée à rendre avec la copie**, la courbe représentative de la variation de la tension  $V_e$  en fonction de la concentration  $C$  en « chlore » dans l'eau.

b. Déterminer les valeurs particulières de la tension  $V_e$  correspondant aux deux concentrations extrêmes en « chlore » de l'eau du bassin.

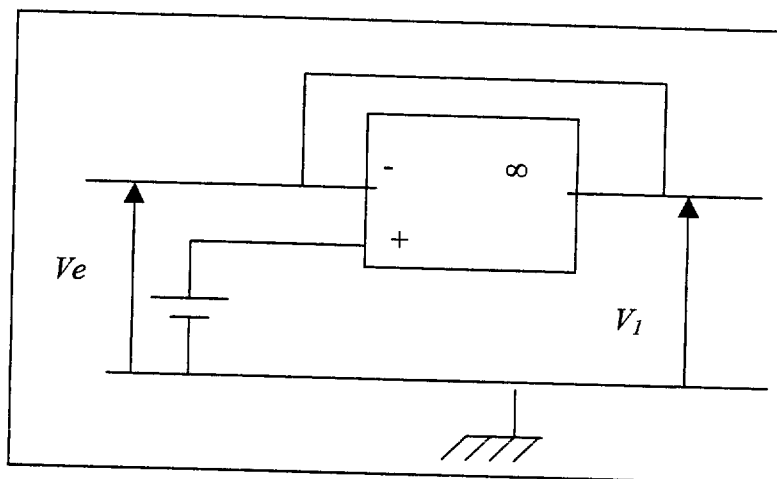
<b>BTS METIERS DE L'EAU</b>		<b>Session 2005</b>
<b>Sciences physiques – U. 32</b>		<b>MTE3SC</b>
<b>Coefficient : 2,5</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	<b>Page : 4/5</b>

## 2. Traitement du signal.

### 2.1. Le suiveur.

Le signal délivré par le capteur entre dans le montage suiveur, représenté en *figure n° 1*. Trouver la relation liant les tensions  $V_e$  et  $V_1$ .

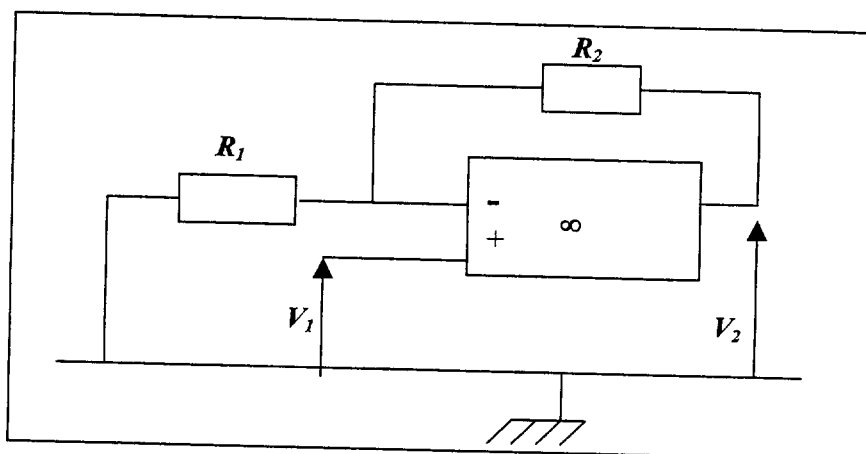
*figure n°1*  
montage suiveur



### 2.2. L' amplificateur.

Le signal  $V_1$  est le signal d'entrée du montage amplificateur, représenté en *figure n°2*. Pour une concentration en chlore de  $0,3 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ , on veut que la tension de sortie  $V_2$  ait une valeur égale à  $3,0 \text{ V}$ .

*figure n°2*  
montage amplificateur



- Quelle doit être la valeur de l'amplification en tension ?
- Montrer que la tension de sortie  $V_2$  et la tension d'entrée  $V_1$  sont reliées par la relation :

$$V_2 = V_1 \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

- Sachant que la résistance  $R_1$  a une valeur de résistance  $10 \text{ k}\Omega$ , trouver la valeur que doit avoir la résistance  $R_2$ .

BTS METIERS DE L'EAU		Session 2005
Sciences physiques – U. 32		MTE3SC
Coefficient : 2,5	Durée : 2 heures	Page : 5/5