Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS Bioqualité, veuillez visiter :
btsbioqualite.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

U22 – SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2012

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Matériel autorisé :
Les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire N°99-186 du 16 novembre 1999).

Documents à rendre avec la copie :

- Annexes 1 et 2 page 6/7
- Annexes 3 et 4 page 7/7

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES
Session 2012

U22-SCIENCES PHYSIQUES

Durée: 2 heures **Coefficient: 3**

FONCTIONNEMENT D'UNE STATION D'EAU POTABLE

Une station d'eau potable, située dans une commune agricole du sud de la France a fourni 1 468 593 m^3 d'eau potable à ses clients en 2009. L'eau brute provient d'un barrage avec un débit d'environ 700 m^3/h. À l'arrivée dans la station, l'eau doit passer par plusieurs grilles possédant des ouvertures de plus en plus petites afin de la débarrasser de ses plus grosses impuretés telles que les feuilles.
Puis, elle arrive dans le bassin de pré-ozonation pour une première désinfection. En effet, l'ozone, oxydant puissant, permet la destruction de micro-organismes, il élimine des odeurs, améliore le goût et permet l'oxydation du manganèse et du fer dissous.

1. OXYDATION DU FER PAR L'OZONE (sur 5 points)

La dissolution de l'ozone dans l'eau doit permettre d'éliminer les traces d'ions fer II Fe^{2+} afin de le transformer en précipité d'hydroxyde de fer(III) $Fe(OH)_{3(s)}$ de couleur orange foncé, qui sera ensuite filtré sur bacs à sable.

L'ozone O_3 appartient au couple $O_{3(aq)}/O_{2(aq)}$ de potentiel rédox standard $E° = 2,07V$ à 298K.

1.1. Écrire la demi-équation électronique en milieu acide pour ce couple rédox.

1.2. Exprimer son potentiel de Nernst E à 298K. Ce potentiel dépend-t-il du pH ? Justifier.

1.3. On a tracé la droite frontière correspondant à ce couple rédox sur le diagramme potentiel-pH du fer. ***(annexe 1, page 6/7)***. Faire apparaitre les zones de prédominance de l'oxydant et du réducteur du couple.

1.4. L'ozone peut-il oxyder les ions fer II Fe^{2+} ? Justifier.
Pourquoi dit-on que c'est un "puissant oxydant" ?

1.5. Écrire la demi-équation électronique en milieu acide pour le couple $Fe(OH)_{3(s)}/Fe^{2+}_{(aq)}$

1.6. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre les ions fer II $Fe^{2+}_{(aq)}$ et l'ozone $O_{3(aq)}$.

Rappel :
Soit la demi-équation : $a\,OX + n.e^- + p\,H^+ = b\,RED + qH_2O$

Relation de Nernst à 298K : $E(OX/RED) = E°(OX/RED) + \frac{0,06}{n} \log\left(\frac{[OX]^a\,[H^+]^p}{[RED]^b}\right)$

Par convention, sur la droite frontière, on posera: [OX]=[RED]

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

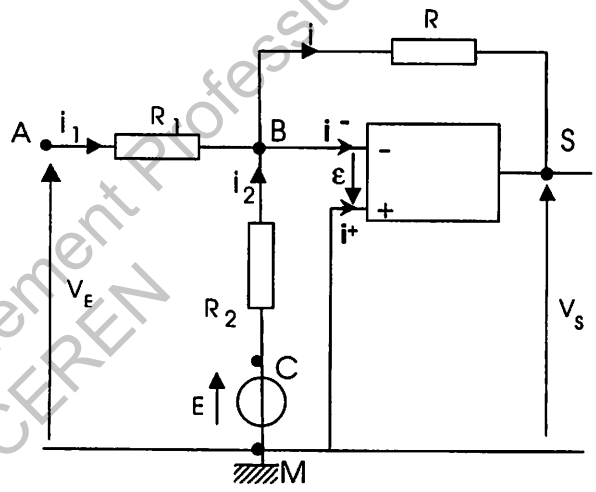
2. MESURE DE pH (sur 3 points)

L'eau doit ensuite passer dans le floculateur avant d'être filtrée dans les bacs à sable.
Pour que la floculation (phénomène qui rassemble les très petites particules pour en former de beaucoup plus grosses) soit efficace, le pH de l'eau doit être compris entre 8,4 et 8,9.
Il faut donc effectuer une mesure du pH de l'eau après ozonation et effectuer, s'il y a lieu, les corrections nécessaires.
Le pH-mètre utilisé comprend une électrode combinée reliée à un boîtier électronique permettant l'affichage numérique du pH mesuré.

Le potentiel V_E de l'électrode combinée d'un pH-mètre est une fonction linéaire du pH de la solution où trempe l'électrode. Son expression est la suivante : $V_E\ (enV) = -0,06\ pH + 0,40$.
Cette tension V_E est appliquée à l'entrée d'un amplificateur opérationnel supposé parfait, fonctionnant en régime linéaire.

Le montage comporte :

- trois résistances : $R_1 = 1,0\ k\Omega$, $R = 17\ k\Omega$ et $R_2 = 25\ k\Omega$
- une source de tension parfaite E = - 10 V,



2.1. La relation entre V_s, E, R, R_1, R_2 est donnée par :

$$V_s = -R\left(\frac{V_E}{R_1} + \frac{E}{R_2}\right)$$

Justifier l'appellation de ce montage « sommateur inverseur »

2.2. Sachant que $V_S = 6,9$ V, déterminer V_E, et en déduire le pH mesuré.

2.3. Quel est l'intérêt de ce montage ?

2.4. Conclure quant à la qualité de l'eau pour la floculation à suivre.

3. DÉCANTATION (sur 5 points)

L'ajustement du pH effectué, la floculation s'opère ce qui permet la décantation, c'est à dire la chute des grosses particules en suspension au fond du bassin sous l'action de la gravité.

On considère un bassin de décantation de section rectangulaire de longueur L = 10,0 m, de largeur l = 4,0 m et de profondeur h = 1,0 m (hauteur du liquide).

Une suspension contenant des particules de diamètre allant de 1 à 100 micromètres est alimentée en surface à l'une des extrémités du bassin avec un débit de 5,0 $m^3.h^{-1}$. Le liquide clarifié ressort par débordement à l'autre extrémité. ***(annexe 2, page 6/7)***.

On considère l'écoulement de liquide comme étant uniforme sur toute la section verticale du bassin.

3.1. Calculer la section et le volume du bassin.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

3.2. Déterminer la durée t de séjour moyen d'un élément du fluide (temps de décantation) dans le bassin et la vitesse horizontale v_L d'écoulement du liquide.

3.3. Calculer la vitesse de sédimentation limite $v_{S\,lim}$, c'est-à-dire la vitesse verticale que doit avoir une particule pour qu'elle se retrouve au fond du bassin, à l'aplomb du débordement (cette particule aura donc parcouru 10,0 m horizontalement et 1,0 m verticalement dans la même durée).

3.4.a. D'après la loi de Stokes, quels paramètres permettent d'augmenter la vitesse de sédimentation ?
3.4.b. Quel est l'intérêt de la floculation ?
3.4.c. Exprimer, puis calculer le diamètre minimal d des particules qui seront sédimentées dans ce bassin.
On prendra $v_{S\,lim} = 0{,}125 m.h^{-1}$.

Rappel : en régime laminaire, la vitesse de sédimentation d'une particule de diamètre d est donnée par la loi de Stokes : $v_S = (d^2.(\rho_S-\rho_L).g)/(18.\eta_L)$

Données : $g = 9.81\ N.kg^{-1}$
masses volumiques : des particules solides $\rho_S = 1700\ kg.m^{-3}$, de l'eau $\rho_L = 1000\ kg.m^{-3}$
viscosité de l'eau $\eta_L = 10^{-3}$ Pa.s.

L'eau est ensuite reminéralisée (ajout de CO_2) et mise à neutralité (pH amené à une valeur proche de 7). Puis, elle est désinfectée au dioxyde de chlore. Enfin, des prélèvements sont effectués pour l'analyser et vérifier qu'elle est conforme à la réglementation européenne pour la production et la distribution d'eau potable et donc prête à être consommée.

Usage National de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

4. DOSAGE DES NITRATES PAR SPECTROPHOTOMÉTRIE (sur 3,5 points)

L'emploi d'engrais et l'épandage de lisiers ont provoqué une augmentation de la teneur en nitrates dans les eaux naturelles de cette commune. Des contrôles sont donc effectués régulièrement par le laboratoire de la station.

La norme européenne précise que la teneur de l'eau potable en ions nitrate ne doit pas excéder 50 $mg.L^{-1}$.

Un technicien effectue le prélèvement d'un échantillon d'eau après traitements. Afin de connaître sa teneur en ions nitrate, il va réaliser un dosage spectrophotométrique dans le domaine des rayonnements visibles. Il prépare donc une gamme étalon.

Préparation des solutions étalons
Il prépare la solution mère notée $S_{mère}$ de nitrate d'ammonium (de formule brute NH_4NO_3) de concentration massique 100 $mg.L^{-1}$ et contenant dix gouttes d'acide 2,4-phénoldisulfonique. La solution a une coloration jaune.

Il dilue ensuite cette solution afin d'obtenir quatre solutions filles notées S_1 à S_4 de concentrations respectives : 10, 25, 50 et 80 $mg.L^{-1}$.

Tracé de la courbe d'étalonnage
4.1. Compte-tenu de la coloration jaune des solutions, parmi les longueurs d'onde suivantes, quelle a été la longueur d'onde de travail ?

Valeurs proposées : 410 nm, 520 nm, 560 nm, 630 nm et 750 nm. Justifier. ***(annexe 3, page 7/7).***

4.2. Après réglage de l'absorbance à zéro pour un échantillon d'eau pure, le technicien mesure l'absorbance A de chaque solution ($S_{mère}$, S_1 à S_4) et trace la courbe d'étalonnage. ***(annexe 4, page 7/7)***

a) Compléter la figure (axes, courbe) afin de présenter correctement ce graphique.

b) Quelle loi est ainsi vérifiée ? Énoncer cette loi en précisant le nom et symbole des grandeurs.

c) Il mesure de même l'absorbance de l'échantillon d'eau prélevé à la station et trouve A = 0,50.
Déterminer la concentration en ions nitrate de l'échantillon.
Conclure quant à la potabilité de cette eau.

5. SUBSTANCE ORGANIQUE (sur 3,5 points)

Un laboratoire agréé par la DDASS venu faire des prélèvements a détecté la présence d'une substance organique toxique : le 1,2-dichloropropane, fongicide, solvant et décapant des vernis et peintures, dont la teneur ne doit pas dépasser 20 $\mu g.L^{-1}$ d'après les normes de l'OMS concernant l'eau potable.

5.1. Écrire la formule semi-développée de cette molécule.

5.2. Le 1,2-dichloropropane est obtenu par chloration du propane par le dichlore Cl_2 ; il se forme par ailleurs du chlorure d'hydrogène HCl.

a) Écrire l'équation de cette réaction.

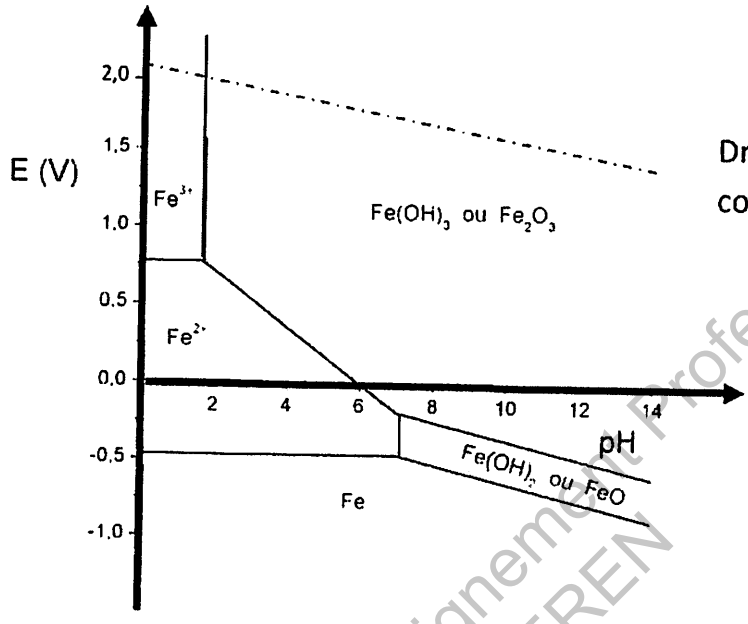
b) Donner la formule semi-développée de tous les isomères du 1,2-dichloropropane étant susceptibles d'être formés par cette réaction. Les nommer.

c) Un des isomères du 1,2-dichloropropane obtenus par la chloration du propane a une activité optique. Lequel ? Justifier.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

ANNEXES (À RENDRE AVEC LA COPIE)

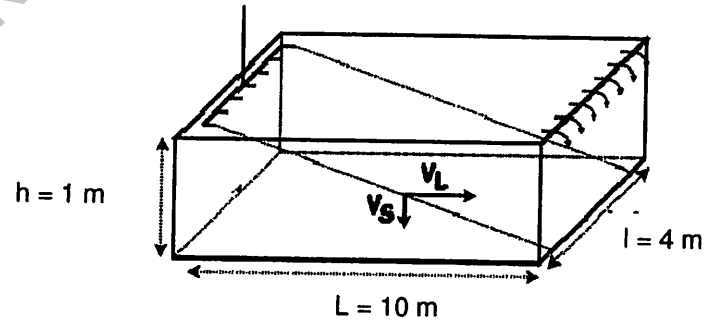
ANNEXE 1



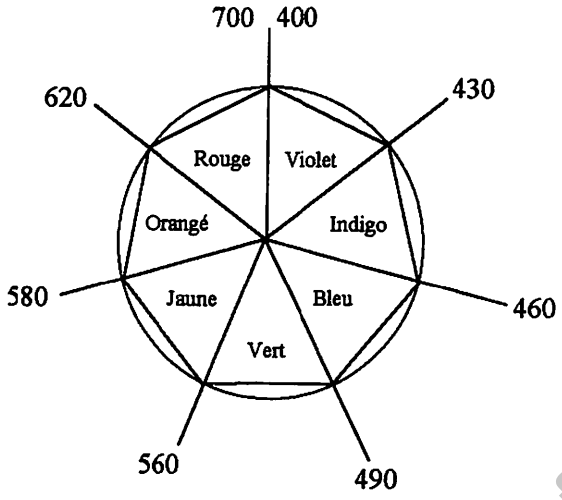
Droite frontière du couple O_3/O_2.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

ANNEXE 2

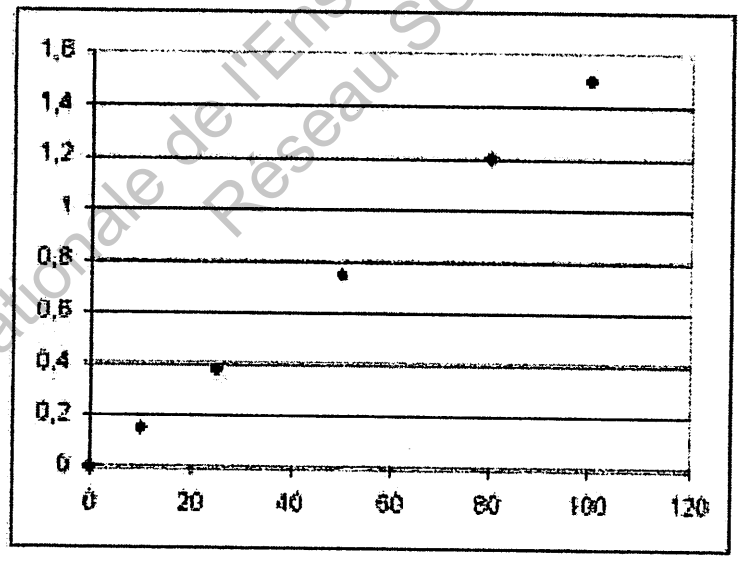


ANNEXE 3



Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

ANNEXE 4



Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.