

**Session 2008**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES  
BIO-INDUSTRIES**

**U22 – SCIENCES PHYSIQUES**

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

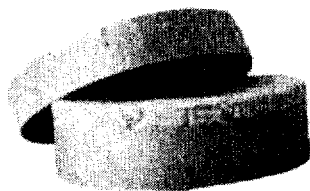
Tout autre document est interdit.

La clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction interviennent pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Ce sujet comporte 8 pages, numérotées de 1 à 8  
Assurez-vous qu'il est complet dès qu'il vous est remis.

## EXERCICE I : DOSAGE DU SEL DANS LE CAMEMBERT

(6 points)



« Ce fromage est fabriqué à partir de lait de vache caillé et égoutté (on élimine le petit lait) » ... « les camemberts, une fois démoulés, sont salés sur les deux faces et le pourtour.

Le salage a un triple rôle :

Il permet la sélection des micro-organismes nécessaires à l'affinage.

Il complète l'égouttage du caillé.

Il relève la saveur du fromage. »

Ce sont les ions sodium du chlorure de sodium qui donnent la saveur salée au fromage.

On se propose de doser les ions chlorure dans une solution de camembert par la méthode de Charpentier-Volhard. Cette méthode consiste à doser les ions  $\text{Ag}^+$  restant en excès après qu'on a fait réagir les ions  $\text{Cl}^-$  du fromage avec une grande quantité d'ions  $\text{Ag}^+$ .

### Préparation de la solution de camembert :

On mixe 5,00 g de cœur de camembert dans 50 mL d'eau distillée bouillante. On laisse refroidir le mélange afin de pouvoir retirer la couche de matières grasses qui surnage. Tout le chlorure de sodium présent dans le fromage est dissout dans l'eau. On place toute la phase aqueuse dans une fiole jaugée de  $V_0 = 250$  mL et on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge (solution A).

### Étapes du dosage :

- Prélever  $V = 25,0$  mL de la solution (A) de camembert préparée et la placer dans un erlenmeyer.
- Ajouter 2 mL d'acide nitrique à 50%,
- Ajouter  $V_1 = 10,0$  mL de solution de nitrate d'argent ( $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$ ) de concentration  $C_1 = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- Ajouter 2 mL d'une solution d'ions fer III ( $\text{Fe}^{3+}$ ), indicateur de fin de réaction.
- La solution titrante est une solution de thiocyanate de potassium ( $\text{K}^+ + \text{SCN}^-$ ) de concentration  $C_2 = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . On l'introduit dans une burette.

Après avoir versé  $V_{2\text{eq}} = 16,8$  mL de solution de thiocyanate de potassium, une coloration rose orangée persistante apparaît.

### Données à 25°C :

Masses molaires atomiques : Na :  $23 \text{ g.mol}^{-1}$  Cl :  $35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

Produits de solubilité : Précipité entre  $\text{Ag}^+$  et  $\text{Cl}^-$  : précipité blanc.  $\text{p}K_{s1} = 9,7$   
Précipité entre  $\text{Ag}^+$  et  $\text{SCN}^-$  : précipité blanc.  $\text{p}K_{s2} = 12,0$

Complexe thyocyanatofer III :

$[\text{FeSCN}]^{2+}$  rose orangé. Dissociation du complexe :  $\text{p}K_{D3} = 3,0$

1. a) Écrire l'équation de la réaction (1) qui a lieu quand on ajoute la solution de nitrate d'argent à la solution de camembert.  
 b) L'excès d'ions argent réagit avec les ions thiocyanate  $\text{SCN}^-$  lors du dosage. Écrire l'équation de cette réaction (2).  
 c) Expliquer la coloration rose orangé persistante qui apparaît lorsque l'on atteint un volume versé de 16,8 mL.  
 Écrire l'équation de la réaction (3) qui a lieu.
2. Montrer que la quantité de matière en ion chlorure dans la solution de camembert est donnée par :  $n_{\text{Cl}^-} = C_1 \cdot V_1 - C_2 V_{2\text{eq}}$ . Calculer la concentration  $c$  en ions chlorure de la solution de camembert.
3. Calculer la masse de sel (NaCl) présente dans 5,00 g de camembert. En déduire la teneur en sel du camembert (c'est-à-dire le pourcentage massique de sel dans le fromage).

## EXERCICE II : DOSAGE DU SEL DANS LE LAIT

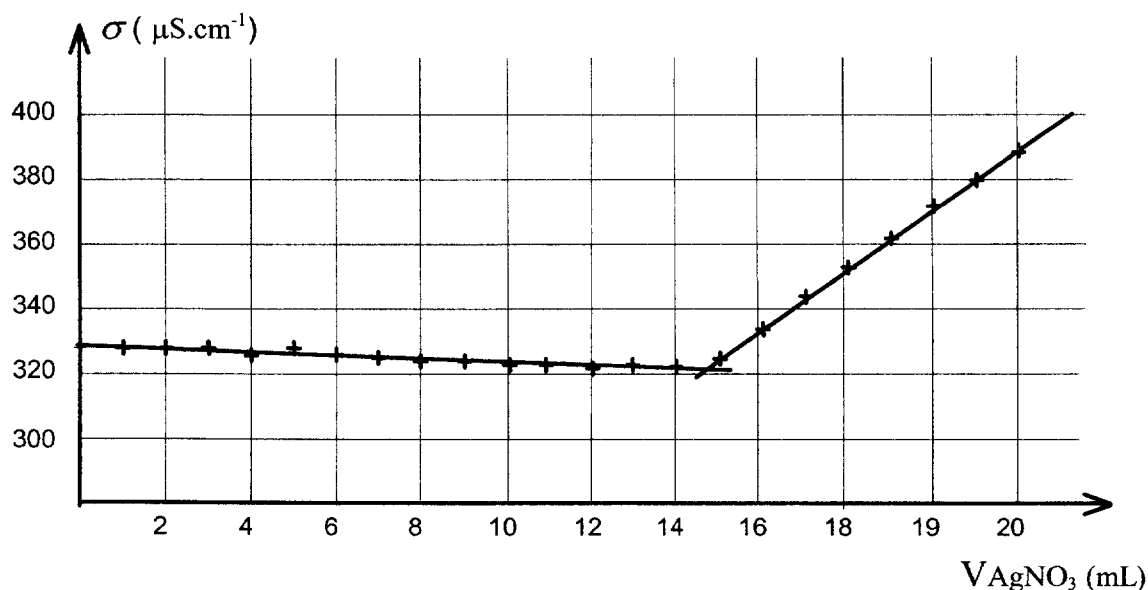
(4,5 points)

On se propose maintenant de comparer la teneur en sel du camembert avec celle de sa matière première, le lait de vache. Pour cela on réalise un dosage conductimétrique des ions chlorure dans le lait.

### Étapes du dosage :

- Prélever  $m = 25,0$  g de lait, les introduire dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- Dans un bécher, verser 20,0 mL de lait dilué de la fiole et ajouter 250 mL d'eau distillée.
- Verser à l'aide d'une burette, millilitre par millilitre, la solution titrante de nitrate d'argent de concentration  $C_{\text{AgNO}_3} = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- Relever pour chaque ajout de solution titrante la conductivité de la solution.

Représentation graphique : variations de la conductivité en fonction du volume  $V_{\text{AgNO}_3}$  versé de solution de nitrate d'argent :



**Données à 25 °C :**

Masses molaires atomiques : Na : 23 g.mol<sup>-1</sup> Cl : 35,5 g.mol<sup>-1</sup>  
pKs (AgCl) = 9,7

1. L'équation de la réaction du dosage est  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl(s)}$   
Exprimer la constante K, de la formation du précipité de chlorure d'argent, de cet équilibre en fonction du produit de solubilité Ks de AgCl. Calculer K.  
En déduire que cette réaction peut servir de support à un dosage.
2. Déterminer la concentration molaire en ions chlorure de la solution de lait.
3. En déduire la teneur en sel du lait (c'est-à-dire le pourcentage massique de sel dans le lait). On prendra pour masse volumique du lait : 1 g/cm<sup>3</sup>

**EXERCICE III : LES MOISSURES DU CAMEMBERT**

(5,5 points)

« Après le salage, les camemberts sont affinés pendant une douzaine de jours. Au bout du 8<sup>ème</sup> jour de l'affinage, on retourne les camemberts afin d'assurer une pousse homogène du *Penicillium Camembertii* (fine moisissure blanche) sur toute la surface du camembert. Ses filaments de mycélium se développent en un feutrage blanc qui transforme la surface en croûte, le cœur en pâte molle, voire coulante. »

On peut observer sa structure en pinceau au microscope. La préparation est colorée au bleu de méthylène.

Le microscope est formé d'un objectif de distance focale 4 mm et d'un oculaire de distance focale 2 cm. Son intervalle optique  $\Delta$  est de 16 cm.

1. Donner le schéma de principe du microscope pour une observation à l'infini (inutile de respecter l'échelle). On représentera le trajet d'au moins deux rayons lumineux issus de l'objet.
2. Calculer le grossissement commercial du microscope.
3. Calculer l'angle  $\theta$  sous lequel on voit à l'œil nu une spore du pénicillium de diamètre 4  $\mu\text{m}$ , située à 25 cm. Faire un schéma simple.
4. Calculer l'angle  $\theta'$  sous lequel on voit cette spore à travers le microscope.
5. Comparer  $\theta$  et  $\theta'$  au pouvoir de résolution de l'œil ( $3 \cdot 10^{-4}$  rad) ; conclure.

**Formulaire :**  $G_C = \frac{\Delta \cdot d_m}{f'_{\text{obj}} \cdot f'_{\text{oc}}}$        $G_C = \frac{\theta'}{\theta}$

$d_m = 25$  cm (distance minimale de vision distincte pour un œil normal)

## **EXERCICE IV : TRAÇABILITÉ D'UN FROMAGE.**

(4 points)

L'INRA développe des techniques de pointe visant à déterminer le territoire d'origine d'un produit et son année de production. La spectroscopie infra-rouge et la spectroscopie de masse sont utilisées pour refléter la composition des aliments analysés.

Les traceurs utilisés sont les terpènes, les carotènes et les acides gras (révélateurs de la composition du fourrage, les carotènes donnant la coloration jaune au fromage).

### **Partie A : La spectroscopie infrarouge**

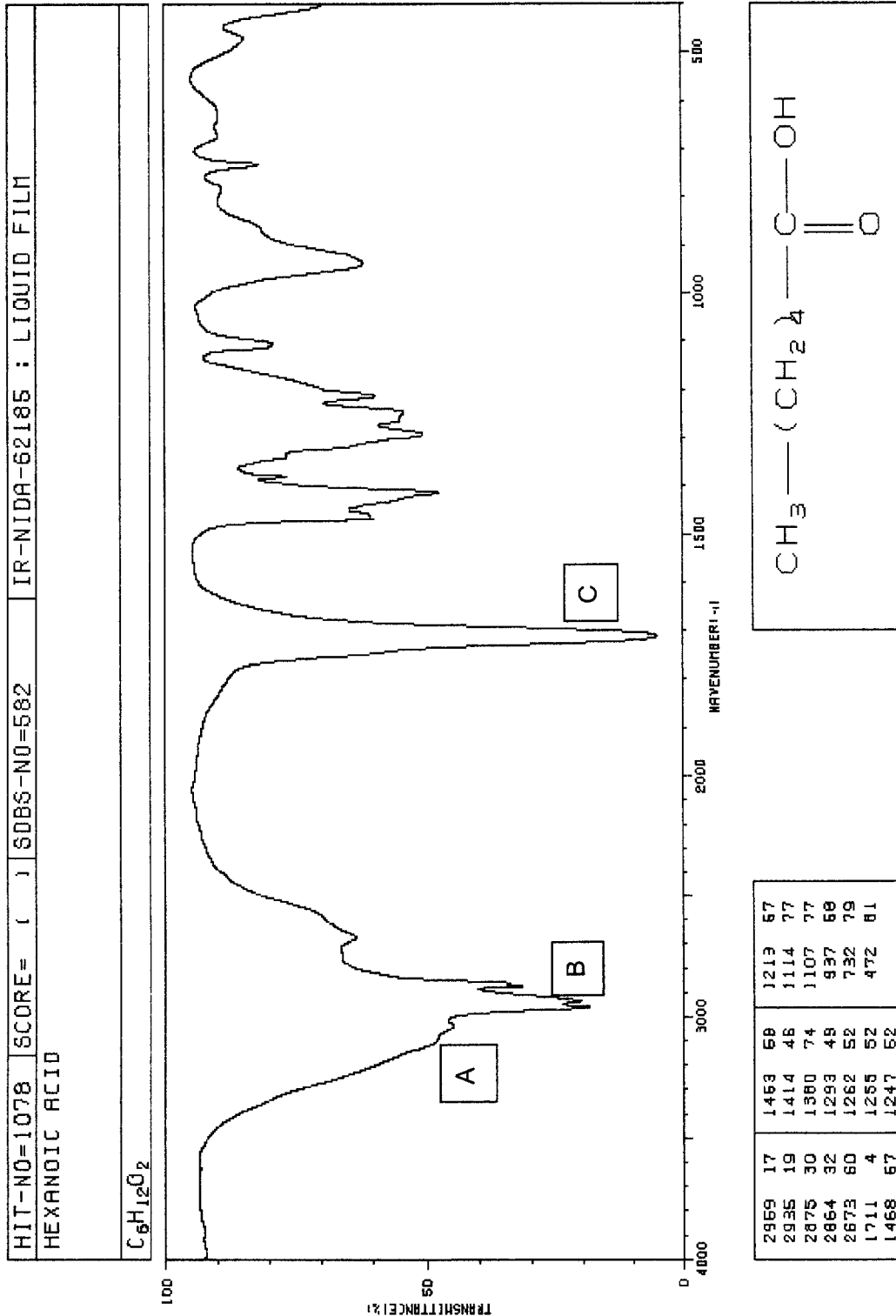
Vous trouverez ci-joint en **annexe 1** le spectre infrarouge de l'acide hexanoïque.

1. Quelle est la relation entre le nombre d'onde et la longueur d'onde ?  
En déduire l'unité du nombre d'onde, si la longueur d'onde est exprimée en cm.
2. La grandeur mesurée est-elle une transmittance ou une absorbance ?
3. Quel phénomène en jeu au sein de la molécule est responsable de l'absorption ?
4. Identifier les groupes d'atomes de la molécule d'acide hexanoïque qui sont responsables des pics A (environ  $3150\text{ cm}^{-1}$ ), B (environ  $2900\text{ cm}^{-1}$ ) et C (environ  $1710\text{ cm}^{-1}$ ) visibles sur le spectre infrarouge de l'acide hexanoïque (annexe 1). On pourra s'aider des spectres de la butan-2-one, et du 2,4,4-triméthylpentan-1-ol fournis en **annexe 2**.

### **PARTIE B - Spectroscopie visible des carotènes**

D'après le spectre en **annexe 3**, expliquer la couleur du fromage.

ANNEXE 1. Spectre Infrarouge de l'acide hexanoïque



ANNEXE 2.: Spectres infrarouge de la butan-2-one et du 2,4,4-triméthylpentan-1-ol

