

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

E2 – MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

U22 – Sciences physiques

SESSION 2004

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Calculatrice autorisée

Document à rendre avec la copie : Annexe 2 page 5/5.

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 6 pages numérotées de 0 à 5.**

Le lait dans tous ses états

I. Identification de bactéries dans un yaourt : (7 points)

Un microscope optique comportant différents objectifs $\times 10$ et $\times 100$ et un oculaire $\times 10$ est utilisé pour réaliser un contrôle qualité sur un yaourt.

1.1 Faire le schéma de principe du microscope dans le cas d'une observation à l'infini (représenter avec soin le trajet d'au moins deux rayons lumineux issus d'un point de l'objet).

1.2 Le grossissement commercial d'un microscope est donné par la relation : $G_C = |\gamma_1| G_{C2}$

1.2.1. Nommer les grandeurs utilisées.

1.2.2. Calculer le grossissement commercial du microscope lorsqu'on utilise l'objectif $\times 10$.

1.3 On appelle θ' l'angle sous lequel on voit l'image définitive à travers le microscope.

Sachant que la puissance intrinsèque du microscope est donnée par la relation $P_i = \theta'/AB$, montrer que l'on a $P_i = G_C/d_m$. (distance minimale de vision distincte pour un œil normal : $d_m=25$ cm).

Calculer la valeur de la puissance intrinsèque du microscope lorsqu'on utilise l'objectif $\times 10$.

1.4 Calculer l'angle θ' , en minute, sous lequel on voit, à travers le microscope utilisant l'objectif $\times 10$, un streptocoque de $0,5 \mu\text{m}$ de diamètre. La limite de séparation angulaire de l'œil étant d'une minute, l'œil peut-il séparer les différents points constituant le streptocoque ? Justifier.
(Rappel : $1^\circ = 60'$)

1.5

1.5.1. Calculer la limite de séparation du microscope utilisé en immersion avec de l'huile d'indice $n_d = 1,515$ avec l'objectif $\times 100$ pour lequel on a un angle d'ouverture $u = 60^\circ$ avec une lumière monochromatique jaune de longueur d'onde $\lambda = 580$ nm sachant que :

$$AB_{\min} = (0,6.\lambda)/(n.\sin u).$$

Définir l'angle d'ouverture u sur un schéma.

Qu'appelle-t-on ouverture numérique ?

1.5.2. Discuter l'intérêt pour la limite de séparation et pour le pouvoir séparateur :

- de l'immersion dans l'huile plutôt que dans l'air,

- du choix de l'objectif $\times 100$ plutôt que $\times 10$, (on rappelle que $|\gamma_1| = \frac{\Delta}{f'_1}$ où Δ est l'intervalle optique du microscope et f'_1 la distance focale de l'objectif).

- de l'utilisation d'une lumière ultraviolette plutôt que d'une lumière jaune.

II. Production d'acide lactique dans les muscles : (7 points)

Durant les exercices physiques, une enzyme, la lactate-déshydrogénase, réduit l'acide pyruvique $\text{CH}_3\text{-CO-COOH}$ dans le muscle en acide (S)-lactique $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$; le processus est inversé lorsque le muscle est au repos.

- 2.1. On dit que cette réduction est stéréospécifique. Pourquoi ?
- 2.2. Donner le couple d'oxydoréduction et écrire la demi-équation d'oxydoréduction correspondante.
- 2.3. Nommer l'acide lactique en nomenclature systématique.
- 2.4. Écrire la formule développée de l'acide lactique et noter le (ou les) carbone(s) asymétrique(s) avec un astérisque.
- 2.5. Donner la représentation en perspective de l'acide (S)-lactique. Justifier la représentation faite en donnant l'ordre de priorité des substituants.
On donne les numéros atomiques : $Z_{\text{O}} = 8$ $Z_{\text{C}} = 6$ $Z_{\text{H}} = 1$
- 2.6. On réalise les spectres infrarouges A et B de deux composés, un arène et l'acide lactique en les plaçant successivement dans des cellules dont les fenêtres sont en chlorure de sodium (voir annexe 1).
 - 2.6.1. Pourquoi utilise-t-on du chlorure de sodium ?
L'eau est-elle un solvant adapté à la spectroscopie infrarouge ? Pourquoi ?
 - 2.6.2. Définir les grandeurs physiques $T(\%)$ et $\sigma (\text{cm}^{-1})$ utilisées sur les axes des spectres.

III. État de conservation d'un lait : (6 points)

L'acidité d'un lait augmente par fermentation lactique en cas de mauvaise conservation. Le dosage de l'acide lactique de formule $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ permet donc d'apprécier l'état de conservation du lait.

3.1. Écrire l'équation-bilan de la réaction du dosage de l'acide lactique par une solution d'hydroxyde de sodium.

3.2. On dose par pHmétrie $V_a = 20,0$ mL de lait que l'on dilue en ajoutant environ 200 mL d'eau, avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On trace la courbe de la variation du pH en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium versé (voir annexe 2).

3.2.1. Faire un schéma légendé (nom du matériel, nature des solutions) du montage utilisé.

3.2.2. Déterminer le point d'équivalence :

- placer le point d'équivalence sur l'annexe 2,
- en déduire ses coordonnées.

3.2.3. Justifier le choix d'un indicateur pour faire ce dosage parmi ceux proposés dans la liste suivante :

| Indicateur coloré | Zone de virage |
|-----------------------------|----------------|
| Hélianthine | 3,1 - 4,4 |
| Vert de bromocrésol | 3,8 - 5,4 |
| Rouge de méthyle | 4,2 - 6,2 |
| Bleu de bromothymol | 6,0 - 7,6 |
| α -naphtholphtaléine | 7,5 - 8,6 |
| Phénolphtaléine | 8,2 - 10 |

3.2.4. Définir avec soin l'équivalence acidobasique.

3.2.5. Établir la relation permettant de déterminer la concentration molaire C_a en acide lactique du lait en fonction de la prise d'essai du lait V_a , de la concentration molaire C_b de la solution d'hydroxyde de sodium et du volume V_{be} de la solution d'hydroxyde de sodium versée à l'équivalence.

Calculer la valeur de C_a .

3.2.6. La dilution du lait permet de mieux apprécier le virage de l'indicateur. Expliquer pourquoi cela ne modifie pas la valeur du volume équivalent V_{be} .

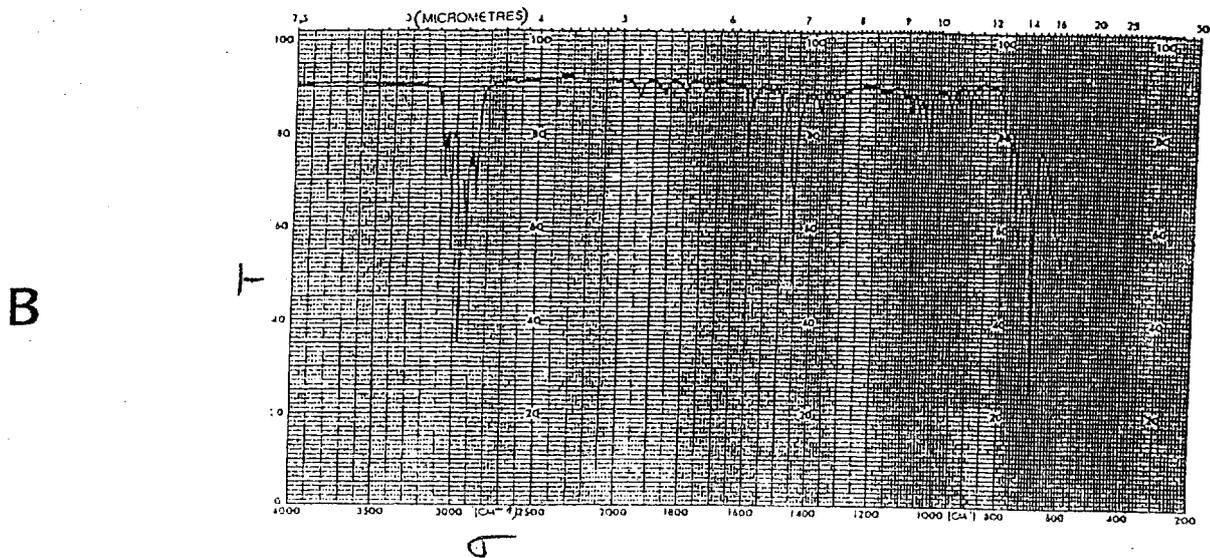
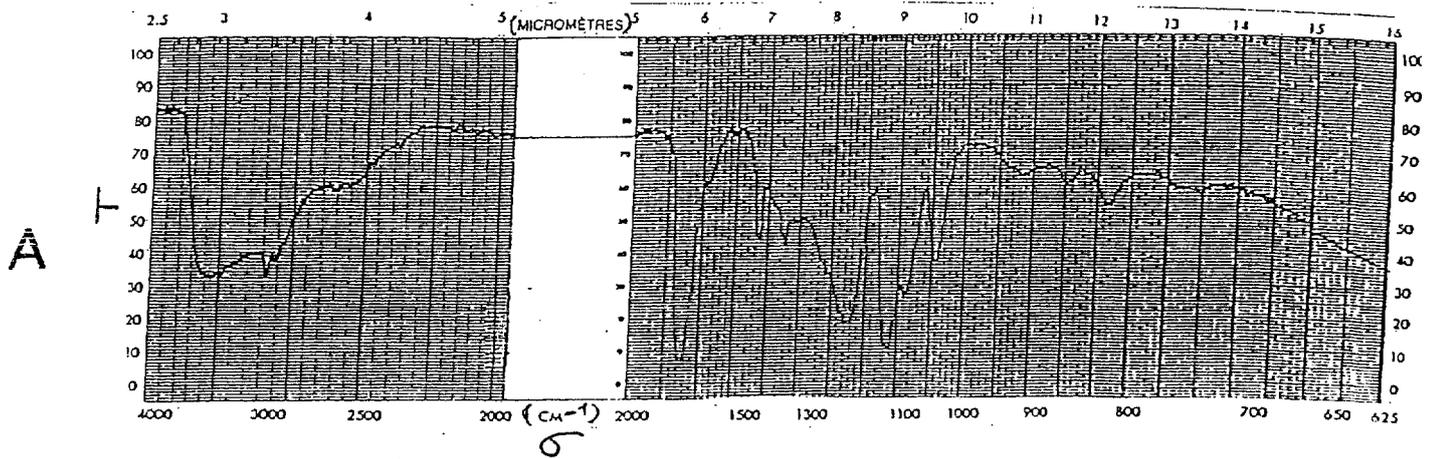
3.3. Comment détermine-t-on le pK_a de l'acide lactique ? Quelle est sa valeur ?

En déduire la détermination de la constante de la réaction de dosage. Calculer sa valeur. Discuter.

On donne : $K_c = 10^{-14}$ à 25 °C

3.4. Sachant que le lait ne doit pas contenir plus de $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ d'acide lactique, le lait dosé a-t-il été convenablement conservé ?

ANNEXE 1 : SPECTRES INFRAROUGES



Données infrarouges :

| Liaison | Fonction | σ (cm^{-1}) |
|----------------|------------------------------------|-------------------------------|
| C-C | Alcanes | 600 - 1400 |
| C=C | Alcènes | 1650 |
| C \equiv C | Alcynes | 2200 |
| C=C | Arènes | 1450 - 1600 |
| C-O | Alcools, acides, esters | 1000 - 1300 |
| C=O | Aldéhydes, cétones, acides, esters | 1700 - 1750 |
| C-H | Alcanes, alcènes | 2800 - 3100 |
| C \equiv C-H | Alcynes vrais | 3300 |
| O-H | Alcools | 3600 (ol libre) |
| | | 3300 (liaison H) |
| | Acides | 2500 - 3000 (large) |

$$\text{pH} = f(V_b)$$

(A COMPLÉTER ET À JOINDRE À VOTRE COPIE)

