

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

Session 2004

E4 – SCIENCES APPLIQUÉES – U4

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

Calculatrice autorisée

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 8 pages numérotées de 0 à 7.**

BTS QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

Session 2004

E4 – SCIENCES APPLIQUÉES – U4

Calculatrice autorisée

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

Étude d'une boisson aux jus de fruits et au lait, aromatisée, à teneur garantie en vitamine C

De nouvelles boissons au jus de fruit et au lait sont commercialisées depuis quelques années. Ces boissons pasteurisées et réfrigérées sont fabriquées à partir de lait écrémé et de concentrés de jus de fruits.

La composition d'un de ces produits figure sur l'annexe 1.

Un extrait du procédé de fabrication est présenté sur l'annexe 2.

PREMIÈRE PARTIE : SCIENCES DES ALIMENTS (50 points)

1. Étude de quelques ingrédients (36 points)

1.1 Les jus de fruits à base de jus concentrés.

1.1.1 Les jus de fruits utilisés ici ne sont pas des « purs jus ».

Définir un « pur jus de fruit ».

Expliquer la préférence du fabricant pour les jus concentrés.

1.1.2 La qualité d'un jus de fruit dépend des variétés de fruits choisies, des conditions de culture, de l'état de maturité, des méthodes de culture, de transport et de conservation.

1.1.2.1 Expliquer l'influence de l'état de maturité des fruits sur la qualité organoleptique d'un jus de fruit.

1.1.2.2 Des chocs physiques sur les fruits peuvent être responsables de brunissement enzymatique. Rappeler les réactions qui en sont à l'origine et préciser pourquoi un choc peut le favoriser.

1.1.3 Le procédé de fabrication du jus de pomme concentré comporte différentes opérations unitaires.

1.1.3.1 Les pommes sont des fruits que l'on peut conserver des mois dans de bonnes conditions, ce qui permet d'étaler la production de jus de pommes, concentré ou non, pendant toute l'année.

Citer et justifier les facteurs favorisant la conservation des pommes dans les entrepôts.

- 1.1.3.2 Citer les substances importantes à conserver jusqu'à l'obtention du jus final.
- 1.1.3.3 Le jus de pomme est extrait à froid alors que le jus de raisin est parfois extrait à chaud.
Donner les avantages et les inconvénients de l'extraction à chaud.
- 1.1.3.4 Le jus de pomme passe par concentration de 10 Brix à 65 Brix.
Cette concentration se fait dans des évaporateurs sous vide partiel. Montrer l'intérêt de ce vide partiel.
- 1.1.3.5 Le procédé de fabrication passe par une étape de dégradation de la pectine qui est un hydrocolloïde.
Rappeler ce qu'est un hydrocolloïde.
Expliquer pourquoi les pectines sont en grande partie responsables du trouble des jus de fruits.
Les pectines peuvent être éliminées en traitant le jus de fruit avec des auxiliaires de fabrication de type « pectinases » ; rappeler la définition d'un auxiliaire de fabrication.
- 1.1.4 Les jus de fruit à base de concentrés sont obtenus, entre autres, par restitution de la proportion d'eau extraite du jus lors de la concentration. L'eau employée doit être une eau « destinée à la consommation humaine ».
- 1.1.4.1 Citer deux types d'eau répondant à la dénomination « eaux destinées à la consommation humaine ».
- 1.1.4.2 Nommer les eaux embouteillées qui ne peuvent pas être utilisées systématiquement dans cette fabrication et justifier.

1.2 Le lait

- 1.2.1 Le lait est une suspension colloïdale de particules dans une phase aqueuse dispersante.
Schématiser les différentes phases constituants le lait, citer deux composants de chacune de celles-ci.
Schématiser la structure des « particules » en suspension.
- 1.2.2 Le lait incorporé dans la boisson étudiée est un lait écrémé.
Indiquer à quoi correspond cette appellation réglementaire.
- 1.2.3 Si l'on ajoute un jus de fruit pur dans un verre de lait (écrémé ou non) la formation d'un précipité est observée.
Donner la nature biochimique de ce précipité.
Décrire le mécanisme conduisant à sa formation.
- 1.2.4 Justifier la première place de l'eau dans la liste d'ingrédients de l'annexe 1.
- 1.2.5 Expliquer l'absence du phénomène décrit en 1.2.3., lors de la fabrication de la boisson aux jus de fruits et au lait, prise comme exemple.

2. Procédé de fabrication et qualité du produit (14 points)

2.1 Le mélange des différentes matières premières est stabilisé par de la pectine.

2.1.1 Indiquer deux sources industrielles de pectines.

2.1.2 Préciser le rôle de la pectine pour ce type de boisson.
Citer un additif qui pourrait jouer le même rôle.

2.1.3 Citer un autre produit alimentaire à base de fruit où la pectine est nécessaire.
Expliquer le rôle de la pectine dans l'aliment choisi.

2.2 Cette boisson est conditionnée en boîtes cartonnées multicouches.
Donner l'intérêt de ce type d'emballage par rapport à la stabilité du produit.

2.3 L'étiquetage nutritionnel n'est pas obligatoire sauf si une allégation nutritionnelle figure sur l'emballage.

2.3.1 Définir les termes : étiquetage nutritionnel, l'allégation nutritionnelle.

2.3.2 La boisson aux jus de fruits et au lait a une teneur garantie en vitamine C.
Donner les contraintes imposées de ce fait au niveau de l'emballage.

2.4 Préciser les contraintes de production imposées par la teneur garantie en vitamine C du produit final.

DEUXIÈME PARTIE : GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)

1. Extraction par pression de différents jus (8 points)

On utilise différentes sortes de pressoirs selon les fruits à presser.

1.1 Pour extraire le jus du raisin on utilise souvent des presses à vis. Rendre un schéma annoté d'une presse à vis. Préciser le(s) rôle(s) de la vis. Donner un autre exemple de pressoir.

1.2 Les pommes après lavage et triage sont broyées avant d'être pressées. On souhaite obtenir 5 m³ de jus de pommes.

Calculer la masse de pommes lavées et triées à broyer sachant que les pertes massiques au broyage sont de 5 %, que le rendement massique en jus au pressage est de 80 % et que la masse volumique du jus est de 1050 kg. m⁻³.

Donner la masse de marc de pommes obtenue.

2. Filtration (20 points)

La filtration permet d'obtenir un jus limpide après enzymation et collage. Elle doit être associée à une pasteurisation.

On filtre un jus de fruit sur un filtre presse. La filtration est réalisée avec formation d'un gâteau en utilisant un adjuvant de filtration.

2.1 Expliquer le rôle d'un adjuvant de filtration. Indiquer les modalités de son utilisation lors d'une filtration. Enfin, donner un exemple d'adjuvant.

2.2 Indiquer les trois principales étapes d'un cycle d'utilisation d'un filtre presse.

2.3 Pour choisir la surface filtrante appropriée pour un filtre presse de taille industrielle, on réalise une filtration à perte de charge constante de 1 bar sur un filtre presse pilote, la surface filtrante étant de 1 m².

On mesure en fonction du temps le volume cumulé de filtrat (tableau ci-dessous).

t en min.	1	2	3	4	5	10
V de filtrat en L	10,9	15,5	19,0	21,9	24,5	34,6

Déterminer graphiquement le coefficient de filtrabilité F_k en s.m⁻² lors de cette étude. Joindre le graphe avec la copie.

On utilisera le modèle mathématique donné ci-dessous.

En filtration à pression constante et par alluvionnement on peut appliquer la relation suivante:

$$\frac{t}{V} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\beta C}{A^2 (1 - \varepsilon) \Delta P} \cdot V$$

$$\text{avec } F_k = \frac{\beta C}{(1 - \varepsilon) \Delta P}$$

t : durée de filtration, V : volume cumulé de filtrat, A : surface filtrante

β : résistance spécifique du gâteau, ΔP : perte de charge

C : % de sédiments (V/V), ε : porosité en %

2.4 En prenant $F_k = 1.10^6 \text{ s.m}^{-2}$, calculer la surface filtrante totale nécessaire pour filtrer 1000 L en 15 min. avec le filtre presse de taille industrielle.

Sachant que chaque toile filtrante est constituée d'un rectangle de 125 cm par 160 cm, indiquer le nombre de toiles filtrantes à placer dans les cadres.

3. Préchauffage d'un jus avant clarification (14 points)

Un jus de pommes est préchauffé de 25 à 50° C dans un échangeur à plaques avant l'étape de clarification. L'eau chaude circule à contre-courant. La température d'entrée de l'eau est de 60°C, elle ressort à 40°C.

3.1 Rappeler l'intérêt principal d'un fonctionnement à contre-courant par rapport à un fonctionnement à co-courant.

3.2 Calculer la puissance de l'échangeur en kW.

3.3 Déterminer le débit d'eau chaude nécessaire en L.h⁻¹.

3.4 Calculer la surface totale de l'échangeur.

Données :

- Masse volumique du jus $\rho = 1050. \text{ kg. m}^{-3}$
- Débit volumique de jus $J = 5000 \text{ L.h}^{-1}$
- Chaleur massique spécifique du jus $C_{p \text{ jus}} = 3,9 \text{ kJ. kg}^{-1} . \text{ K}^{-1}$,
- Chaleur massique spécifique de l'eau $C_{p \text{ eau}} = 4,18 \text{ kJ. kg}^{-1} . \text{ K}^{-1}$
- Coefficient global de transfert de chaleur $U = 2500 \text{ W. m}^{-2} \text{ K}^{-1}$,
- A = Surface de l'échangeur
- Puissance de l'échangeur $Q = U. A. \Delta T_m$
- $Q = C_p. M. (T_{\text{sortie}} - T_{\text{entrée}})$
- ΔT_m est la différence moyenne logarithmique de température.
- M = débit massique

4. Techniques membranaires (8 points)

L'utilisation de techniques membranaires comme la microfiltration tangentielle, l'ultrafiltration ou encore l'osmose inverse tend à se développer.

4.1 Construire un tableau concernant les trois techniques membranaires citées ci-dessus.

Préciser dans ce tableau :

- le type de séparation ;
- les molécules ou particules concernées ;
- la porosité des membranes ;
- la pression ;
- un exemple d'application.

4.2 On souhaite concentrer 1200 L d'un jus de fruits à 15 % de matières sèches par osmose inverse. On suppose que seul le solvant passe à travers la membrane. On souhaite obtenir un jus concentré à 45 % de matières sèches.

Calculer le volume final du jus concentré à obtenir.

On considèrera que les masses volumiques du jus et du retentât sont identiques et égales à 1032 kg. m^{-3} .

ANNEXE 1 et 2

ANNEXE 1 : boisson aux jus de fruits et au lait, aromatisée, à teneur garantie en vitamine C. (dénomination portée sur l'emballage).

INGRÉDIENTS : eau, jus de fruits à base de jus concentrés 30 % (pomme, raisin, fruit de la passion, ananas, abricot, banane, mangue, citron), lait écrémé 20 %, sucre, stabilisant : pectine, vitamine C, colorant : β carotène, arôme.

ANNEXE 2 : extrait du diagramme de fabrication d'une boisson aux fruits et au lait.

