

EXAMEN : OPERATIONS UNITAIRES 1

Durée : 1 h : 30 minutes

Nom et Prénom : **CORRECTION** Groupe :

Exercice 1 (7.5 Points)

QCM : Choisissez la bonne réponse.

1. L'objectif principal de la pasteurisation est :

- a) Éliminer tous les micro-organismes
- b) Réduire les enzymes responsables du brunissement
- c) Détruire les micro-organismes pathogènes**

2. L'évaporation est utilisée pour :

- a) Séparer les phases solides et liquides
- b) Réduire la teneur en eau d'un liquide pour le concentrer**
- c) Détruire les enzymes

3. Une opération unitaire est couramment utilisée pour préparer les légumes avant leur congélation :

- a) Lyophilisation
- b) Blanchiment**
- c) Stérilisation

4. La stérilisation détruit :

- a) Uniquement les micro-organismes pathogènes
- b) Tous les micro-organismes, y compris les spores**
- c) Les enzymes responsables de l'oxydation

5. Le blanchiment est une étape préalable qui sert principalement à :

- a) Augmenter la durée de conservation des aliments en détruisant les micro-organismes
- b) Inactiver les enzymes responsables de la détérioration des aliments**
- c) Réduire la teneur en eau

6. La lyophilisation permet de :

- a) Passer de l'état solide à l'état liquide
- b) Sécher les extraits solides
- c) Passer de l'état solide à l'état vapeur**

7. Lors de la surgélation, la formation de cristaux de glace dans les aliments est :

- a) Plus lente et les cristaux sont grands
- b) Plus rapide et les cristaux sont petits**
- c) Identique à celle de la congélation classique

8. Une méthode est couramment utilisée pour concentrer les jus de fruits avant leur conditionnement :

- a) Évaporation sous vide**
- b) Blanchiment
- c) Séchage convectif

9. La pasteurisation HTST est réalisée à :

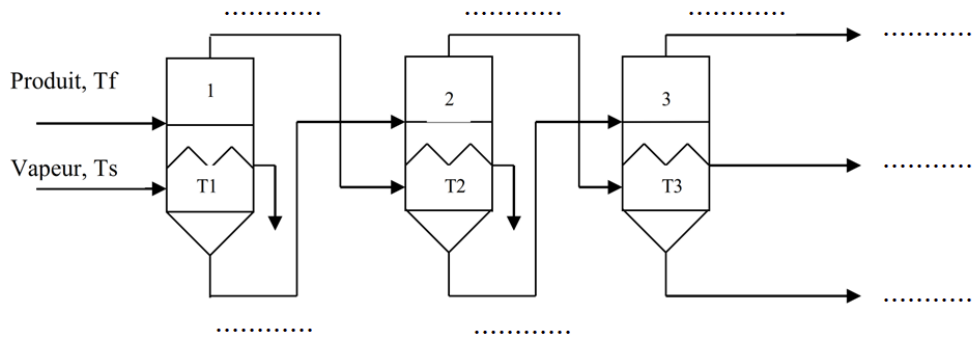
- a) 71-75 °C pendant 15 à 40 secondes.**
- b) 90 °C pendant 10 minutes.
- c) 121 °C pendant 15 secondes.

10. Lors du séchage des aliments, quel type de transfert est prédominant ?

- a) Transfert de matière sans transfert de chaleur
- b) Transfert de masse uniquement
- c) Transfert de chaleur suivi d'un transfert de masse**

Exercice 2 (05 Points)

Selon le schéma d'un Evaporateur à multiple effet :



1. Interpréter et compléter les données de schéma ?

Titre : Evaporateur à multiple effet à alimentation directe

Le produit entre à partir du dernier effet le plus froid, et continue jusqu'à la sortie du concentré dans le 1 effet.

Cette méthode est utilisée lorsque le produit est froid, puisqu'une petite quantité de liquide est chauffée dans le 2 et 1 effet.

Cependant le pompage de liquide est utilisé dans chaque effet, puisque le flux circule de faible à haute pression.

Consiste à ajouter le produit frais et l'élimination du concentré de chaque effet.

La vapeur sortante de chaque effet est encore utilisée pour chauffer le prochain effet.

2. Ecrire Le bilan de chaleur établit sur le système ?

$$M_f.H_f + M_s.H_{vs} = M_v.H_v + M_p.H_p + M_s.H_{cs}$$

M_s : débit de vapeur (kg/s)

H_f , H_p : enthalpie du produit ; du concentré (kJ/kg)

H_{vs} , H_v : enthalpie de la vapeur saturée à température T_s et à température T_1 (kJ/kg)

H_{cs} : enthalpie du condensat (kJ/kg)

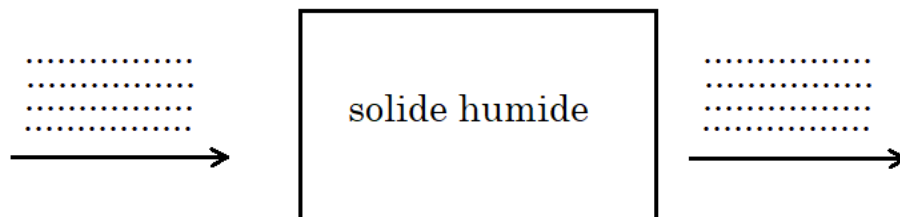
T_s , T_f : température de vapeur entrante, du produit entrant (°C)

T_1 : température d'ébullition à l'intérieur de l'évaporateur (°C)

Exercice 3 (7.5 Points)

Le schéma ci-dessous présente le processus de séchage :

1. Compléter le processus :



2. Ecrire le bilan matière et chaleur :

$$M_a W_2 + M_p w_1 = M_a W_1 + M_p w_2$$

3. Quelle est la différence entre la période à taux constant et la période à taux décroissant dans le processus de séchage ?

Période à taux constant : L'eau libre à la surface du produit s'évapore rapidement, et le taux de séchage est stable.

Période à taux décroissant : Le taux de séchage diminue parce que l'eau interne migre lentement vers la surface, nécessitant plus de temps pour s'évaporer.

4. Quelles sont les principales méthodes de séchage basées sur le mode de transfert de chaleur ?

Séchage par conduction, le solide humide étant mis en contact avec une paroi chauffée

Séchage par convection, le solide humide étant mis en contact avec un gaz (en général de l'air chaud) qui sert à entraîner le liquide vaporisé (le séchage est alors **isenthalpique**)

Séchage par rayonnement (c.-à-d. par utilisation des rayons lumineux : ondes électromagnétiques) générées soit par des dispositifs électroniques (micro-ondes) soit par élévation de la température d'un émetteur infrarouge.