

Durée: 4 heures Coefficient : 5

Calculatrice autorisée

**FABRICATION DE LASAGNES****SCIENCES DES ALIMENTS (50 points)**

Les lasagnes sont une spécialité italienne complexe constituée d'un assemblage de fines abaisses de pâtes entre lesquelles sont disposés divers ingrédients: sauce tomate, sauce béchamel, viande de boeuf hachée, jambon cuit, fromages, champignons en lamelles et basilic.

L'étude proposée porte sur les ingrédients constitutifs.

**1. LA PÂTE (15 points)**

Elle est constituée d'un mélange de semoule de blé dur et d'eau, malaxé, laminé, séché et enfin conditionné. Le blé utilisé pour l'extraction de la semoule est préalablement humidifié.

- 1.1. Justifier l'humidification du blé avant broyage.
- 1.2. Préciser l'intérêt du travail sous vide lors du malaxage.
- 1.3. Citer les noms des constituants protéiques du gluten en précisant pour chacun leurs principales caractéristiques.

Depuis quelques années, de nouvelles pâtes au blé complet ont fait leur apparition.

- 1.4. Préciser l'intérêt de l'utilisation de semoule de blé complète par rapport à une semoule traditionnelle d'un point de vue industriel et d'un point de vue nutritionnel.
- 1.5. Justifier l'étape de séchage de la pâte laminée.

Lors d'un séchage mal maîtrisé, la pâte peut être affectée par un phénomène de brunissement non enzymatique.

- 1.6. Donner les noms des principales molécules impliquées (substrats et produits) dans ce brunissement et préciser les conséquences sur le produit.

**2. LE JAMBON CUIT (8 points)**

- 2.1. Justifier l'ajout de sel lors de l'étape de saumurage du jambon cuit.

Le saumurage peut être réalisé à l'aide de sel nitrité additionné de salpêtre (nitrate de potassium), d'acide ascorbique et de glutamate de sodium.

- 2.2. Préciser l'intérêt de chacun de ces additifs.

**3. LA VIANDE HACHÉE (8 points)**

La viande hachée est reçue conditionnée soit sous atmosphère protectrice (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>), soit sous vide.

- 3.1. Préciser le rôle du CO<sub>2</sub> dans le cas des emballages sous atmosphère protectrice.
- 3.2. Expliquer la couleur rouge foncée de la viande dans les conditionnements sous vide.
- 3.3. Expliquer la modification de couleur apparaissant après ouverture de l'emballage de cette viande.

**4. LES FROMAGES (8 points)**

Dans la recette considérée ici, deux types de fromage sont utilisés : Ricotta (fromage élaboré à partir de lactosérum) et Emmental.

- 4.1. Décrire les caractéristiques d'un gel lactique (type Ricotta) et d'un gel présure (type Emmental).
- 4.2. Citer les modifications organoleptiques du produit apparaissant lors de l'affinage de l'Emmental.

## **5. LES LÉGUMES ET LES HERBES AROMATIQUES (7 points)**

Les lamelles de champignon utilisées dans la fabrication du produit sont très sensibles au brunissement enzymatique.

- 5.1. Décrire ce phénomène en indiquant les substrats impliqués et les moyens de prévention applicables.
- 5.2. Préciser le type de rayonnement ionisant utilisé dans le procédé de conservation du basilic.
- 5.3. Préciser l'intérêt de l'utilisation des radiations sur les denrées alimentaires et donner leur mode d'action.

## **6. LA SAUCE BÉCHAMEL (4 points)**

La sauce béchamel est une émulsion constituée de lait, beurre, farine, sel et poivre.

- 6.1. Rappeler la définition d'une émulsion en précisant à quel type d'émulsion appartient la sauce béchamel.
- 6.2. Préciser l'additif qui permet de stabiliser toute émulsion.
- 6.3. Expliquer l'augmentation de la viscosité au cours de la fabrication de la sauce béchamel.

## **GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)**

L'étude de la fabrication des trois composants principaux (pâtes, sauce tomate, viande de boeuf hachée) des lasagnes est réalisée.

### **1. BROYAGE DU BLÉ DUR ET MÉLANGE (9 points)**

- 1.1. Après élimination des corps étrangers, le blé dur est broyé. Schématiser un appareil permettant le broyage du blé et expliquer son fonctionnement.

Les particules de semoule obtenues sont ensuite triées par tamisage.

- 1.2. Expliquer le principe de fonctionnement du plansichter et préciser sa principale différence avec un sasseur.

L'eau est pulvérisée sur la semoule. L'ensemble est homogénéisé dans des malaxeurs (formation de boulettes de pâte), puis envoyé dans des extrudeurs.

- 1.3. Justifier l'intérêt de ces deux étapes.

### **2. SÉCHAGE DE LA PÂTE (10 points)**

Il se déroule dans des séchoirs à tunnel d'air chaud. L'air ambiant est aspiré par des ventilateurs et chauffé avant d'être envoyé dans les tunnels.

- 2.1. Déterminer la capacité évaporatoire théorique du séchoir pour passer d'une humidité de la pâte de 32 % à 13 % si le débit d'alimentation est d'une tonne par heure.
- 2.2. À l'aide du diagramme de Mollier fourni en annexe I et à rendre, déterminer le débit d'air nécessaire pour atteindre cette valeur de capacité évaporatoire.

#### Données

air ambiant :  $T_{\text{humide}} = 15^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{sèche}} = 20^{\circ}\text{C}$

air entrée séchoir:  $T_{\text{sèche}} = 80^{\circ}\text{C}$

séchage isenthalpique

air sortie séchoir:  $T_{\text{sèche}} = 40^{\circ}\text{C}$

- 2.3. Définir la consommation énergétique spécifique (CES). La calculer.

### **3. ÉVAPORATION (11 points)**

Les tomates sont broyées. Le jus est séparé de la peau et des pépins par raffinage et est ensuite préconcentré avant d'être pasteurisé.

- 3.1. Légender le schéma de principe de l'annexe 2 et expliquer le fonctionnement de cet évaporateur. Préciser comment évoluent la température et la pression dans les effets.

Des essais de pré-concentration par osmose inverse sont testés par l'entreprise.

- 3.2. Définir cette technique et préciser un avantage et un inconvénient par rapport à l'évaporation.

#### 4. PASTEURISATION (10 points)

- 4.1. Définir la pasteurisation et expliquer pourquoi un tel traitement suffit pour la sauce tomate.
- 4.2. Calculer la valeur pasteurisatrice et le nombre de microorganismes restants après traitement.

##### Données

barème de pasteurisation :  $T^{\circ}\text{C} = 75^{\circ}\text{C}$ ; durée = 2 min  
 $T_{\text{référence}} = 70^{\circ}\text{C}$   
 $z = 7^{\circ}\text{C}$   
 $D_{70^{\circ}\text{C}} = \text{temps de réduction décimal du germe de référence} = 2,95 \text{ min}$   
charge microbienne initiale de la sauce tomate =  $5 \cdot 10^4 \cdot \text{g}^{-1}$

Lors d'un audit, il a été reproché à l'entreprise que les enregistreurs de température du pasteurisateur n'étaient pas assez précis ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ).

- 4.3. Déterminer la valeur pasteurisatrice et la charge microbienne si la pasteurisation a lieu à  $74^{\circ}\text{C}$  au lieu de  $75^{\circ}\text{C}$ . Conclure sur la pertinence de la remarque de l'auditeur.

#### 5. HACHAGE (6 points)

- 5.1. Légender le schéma du hachoir présenté en annexe 3.
- 5.2. Nommer un autre appareil industriel pouvant également être utilisé pour le broyage de la viande.

#### 6. ASSEMBLAGE (4 points)

Les lasagnes sont réalisées par assemblage des pâtes, de sauce tomate, de béchamel et de viande hachée dans des barquettes pesant 1 kg après cuisson.

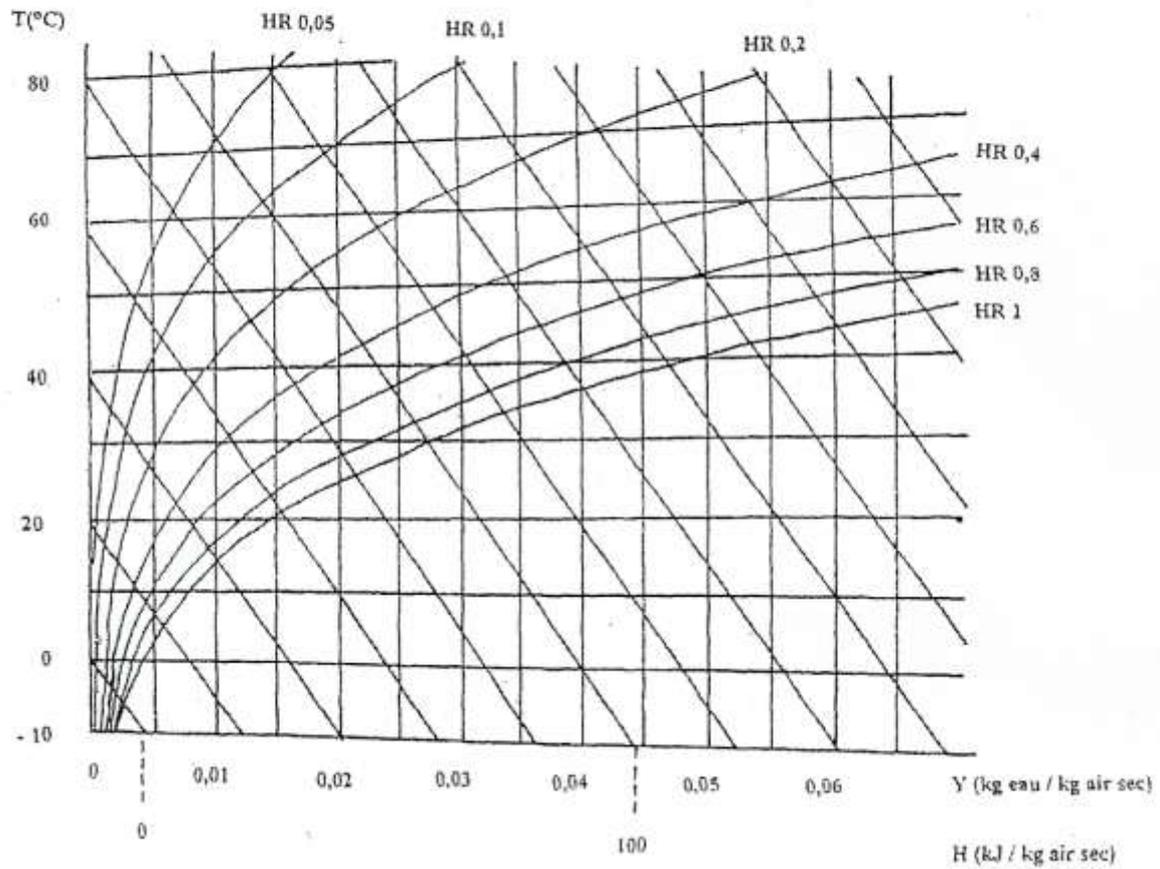
L'entreprise doit respecter les indications mentionnées sur l'étiquette produit: 20 % de pâtes, 40 % de sauce tomate, 25 % de viande de boeuf, le reste étant constitué de sauce béchamel et d'assaisonnement.

En vous aidant du tableau suivant, déterminer les quantités de blé, de tomates et de viande de boeuf à mettre en oeuvre pour réaliser une barquette de 1 kg de lasagnes cuites. Les pertes à la cuisson sont considérées comme identiques pour l'ensemble des constituants.

Opération	Rendement
Cuisson lasagnes	98%
Fabrication pâtes (broyage blé, mélange, séchage)	60%
Fabrication sauce tomate (broyage, raffinage, évaporation, pasteurisation)	50%
Hachage viande boeuf	96%

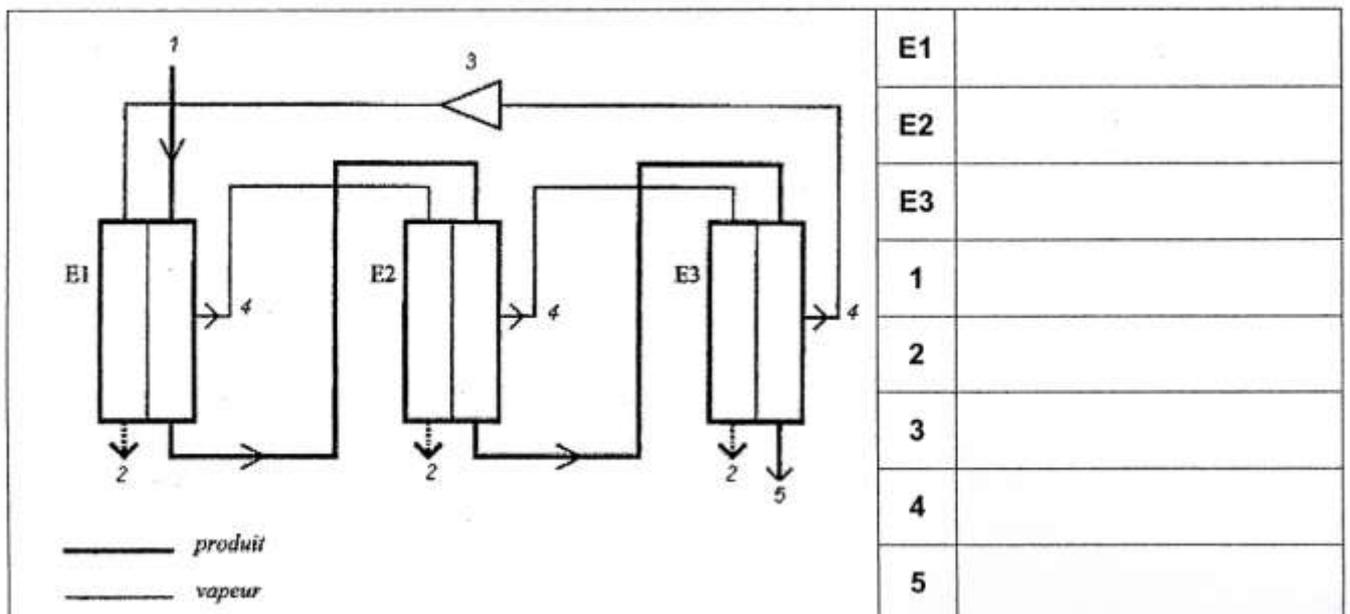
# ANNEXE 1

## À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE DIAGRAMME DE MOLLIER



# ANNEXE 2

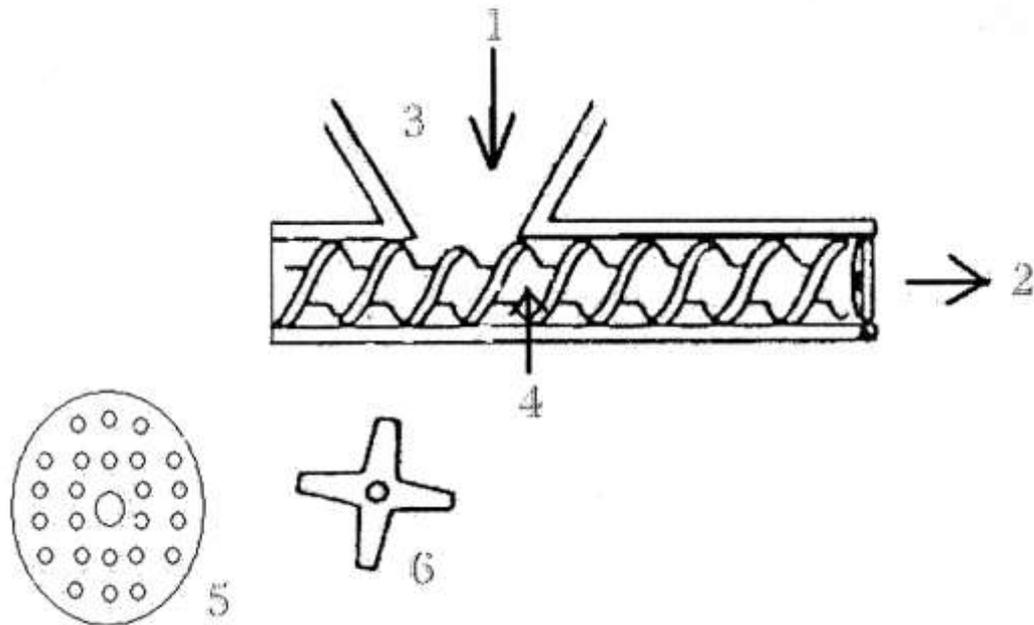
## ÉVAPORATEUR EN FONCTIONNEMENT



## ANNEXE 3

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

HACHOIR A FILIÈRE



d'après Lassoudry