

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES**  
**ET LES BIO-INDUSTRIES**

**E4 – SCIENCES APPLIQUÉES – U4**

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

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

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

Document à rendre avec la copie : annexe 2 page 8/9

Ce sujet comporte 9 pages, numérotées de 1 à 9  
Assurez-vous qu'il est complet dès qu'il vous est remis.

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

## **E4 – SCIENCES APPLIQUÉES**

### **ÉTUDE DE LA COMPOSITION ET DE LA FABRICATION DE PAINS SURPRISE SURGELÉS EN PÂTE À BRETZEL**

L'entreprise « X », PME régionale spécialisée dans l'activité « traiteur », fabrique entre autres des pains surprise surgelés en pâte à bretzel.

Le diagramme de fabrication de ce type de produit vous est donné en annexe 1.

La pâte à bretzel est réalisée selon la recette suivante :

- ½ litre de lait,
- 75 g de beurre,
- 75 g de sucre,
- 500 g de farine 45,
- 20 g de levure de boulangerie,
- sel.

#### **PREMIÈRE PARTIE : SCIENCES DES ALIMENTS (50 points)**

Le pain surprise est un pain reconstitué dont la croûte extérieure cache de petites tranches de pain fourrées de diverses garnitures salées. De nombreuses contraintes sont imposées dans la fabrication du pain :

- limiter au maximum le différentiel d'humidité entre les deux éléments pain et garniture ;
- optimiser la conservation bactériologique du pain surprise ;
- assurer une bonne cohésion de la mie et sa résistance au déchirement au moment du garnissage ;
- limiter le rancissement du pain qui est accentué par le processus de surgélation et le stockage.

#### **1. ÉTUDE DE QUELQUES MATIÈRES PREMIÈRES ET PROCÉDÉS TECHNOLOGIQUES (36 points)**

##### **1.1. Farine et pâte à bretzel**

La farine utilisée pour la fabrication du pain à pâte à bretzel est une farine de type 45. Cependant les industriels utilisent fréquemment des « prémix » (mélanges de farines additionnées de glucose, de farine de fèves, de mono et diglycérides d'acides gras, d'amylases fongiques, de fibres alimentaires).

- 1.1.1. Donner deux des différentes variétés commerciales de blé utilisées et indiquer pour chacune d'elles une application alimentaire.
- 1.1.2. Préciser le critère permettant de classer les farines en « type ». Le définir.
- 1.1.3. Donner les composants du gluten. Expliquer leurs rôles dans les qualités plastiques de la pâte à bretzel.
- 1.1.4. Préciser la ou les fonctions respectives de chacun des agents améliorants susceptibles d'être ajoutés dans les « prémix ».
- 1.1.5. Dans la fabrication d'une pâte boulangère classique, on utilise habituellement de l'eau. Le pain de bretzel est un pain à consistance briochée. Donner l'intérêt d'utiliser du lait.
- 1.1.6. Compléter le tableau de l'annexe 2.

## 1.2. Fromage blanc

Les tranches de pain sont tartinées d'une préparation à base de fromage blanc présenté en seau operculé.

L'emballage comporte une liste d'ingrédients qui précise : lait pasteurisé écrémé 74%, crème fraîche 26%, ferments lactiques.

- 1.2.1. Préciser les mécanismes biochimiques de coagulation du lait dans la fabrication du fromage blanc utilisé.
- 1.2.2. Le lait utilisé comme matière première subit au préalable une ultrafiltration. Souligner l'intérêt de réaliser cette opération.
- 1.2.3. Dans certains procédés de fabrication, une faible proportion de présure est ajoutée aux ferments à raison de 1 à 10 mL pour 100 L de lait. Expliquer l'avantage de cette forme de coagulation.

## 1.3. Jambon cuit

Le jambon cuit entrant dans la composition des garnitures est un jambon répondant aux spécifications du jambon cuit supérieur (marque NF agroalimentaire jambon cuit).

Il est fabriqué à partir de cuisse de porc, garantie en teneur élevée en protéines dont la seule origine est animale, sans addition de phosphates et avec un ajout limité d'additifs.

La cuisse de cochon est désossée, dénervée, dégraissée, mise en saumure, puis enveloppée d'un torchon et cuite en bouillon.

- 1.3.1. Donner la fonction des polyphosphates dans la fabrication des jambons.
- 1.3.2. Préciser les rôles des sels nitrités dans la fabrication des produits de charcuteries.

## 1.4. Saumon fumé

Le saumon est un poisson carnassier soit d'origine sauvage (pêché en pleine mer), soit issu de l'aquaculture.

- 1.4.1. Préciser l'organisation des muscles du poisson.
- 1.4.2. Le muscle de saumon peut comporter des parties assez importantes de muscles bruns qui peuvent générer des sensations organoleptiques désagréables (odeur de rance), en particulier si le saumon fumé a été préparé à partir de filets de poissons congelés. Indiquer la particularité de ces muscles bruns. Expliquer l'apparition de l'odeur de rance.

## 2. ASSEMBLAGE DU PAIN SURPRISE ET QUALITÉ DU PRODUIT FINI (14 points)

- 2.1. Lors de l'assemblage du pain de bretzel avec ses différentes garnitures, un certain nombre de contraintes sanitaires sont imposées. À l'aide de l'annexe 1, en préciser trois et argumenter.
- 2.2. Proposer trois familles de contrôles à réaliser avant l'assemblage du pain et des garnitures.
- 2.3. Après assemblage, le pain surprise est emballé sous film rétractable.
  - 2.3.1. Donner l'avantage de ce type d'emballage.
  - 2.3.2. Indiquer l'obligation réglementaire imposée à tout type de film au contact du produit.
- 2.4. Industriellement, le produit après assemblage subit une surgélation à  $-30^{\circ}\text{C}$  durant 12h suivie par un stockage à  $-20^{\circ}\text{C}$ . Si un particulier réalisait chez lui un pain surprise, il le stockerait au réfrigérateur après assemblage.
  - 2.4.1. Discuter des avantages et inconvénients du procédé industriel.
  - 2.4.2. Exposer trois contraintes imposées à un consommateur de pain surprise industriel.

## SECONDE PARTIE : GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)

### 1. TRAITEMENT DES MATIÈRES PREMIÈRES (30 points)

#### 1.1. Saumon fumé

- 1.1.1. Citer deux avantages et deux inconvénients d'une opération de fumage.
- 1.1.2. Lors du fumage du saumon, le fournisseur de l'entreprise « X » utilise la méthode dite du « fumage à froid ». Expliquer la raison de ce choix.

#### 1.2. Bacon sous atmosphère modifiée

Le fournisseur de cette matière première indique que son produit est conditionné de la manière suivante : 70% de N<sub>2</sub> et 30% de CO<sub>2</sub>.

- 1.2.1. Donner la signification du terme « atmosphère modifiée » et en montrer l'intérêt général.
- 1.2.2. Dans le cas présent, citer les objectifs recherchés par les proportions de 70% de N<sub>2</sub> et 30% de CO<sub>2</sub>.

#### 1.3. Mélange de la pâte à bretzel

- 1.3.1. Citer un type de mélangeur à utiliser pour réaliser cette opération. Justifier votre réponse.
- 1.3.2. Représenter schématiquement ce type d'appareil en montrant bien le mouvement à l'origine du parfait mélange de la pâte.

#### 1.4. Cuisson de la pâte à bretzel

Cette opération est réalisée dans un four ventilé à 175-180°C pendant 20-22 minutes, sous humidité régulée, la pâte étant déposée sur des plateaux métalliques.

- 1.4.1. Expliquer l'intérêt de conserver une ambiance humide pendant toute la cuisson du point de vue « culinaire » et du point de vue thermodynamique.
- 1.4.2. Si on devait effectuer un calcul pour évaluer la température à cœur, on pourrait négliger la résistance thermique du plateau. Justifier.
- 1.4.3. Schématiser le profil des températures allant de l'air de l'intérieur du four jusqu'au cœur du produit, sans rien négliger. Préciser en justifiant les différents types de transfert thermique mis en jeu dans les différentes couches.

#### 1.5. Déconditionnement du jambon

Le jambon est stocké à +2 °C et est déconditionné dans la salle de découpe et de fourrage des pains surprises à une température régulée de +10°C.

Le bloc de jambon est très rapidement tranché et séparé en petits carrés.

Il s'écoule à peu près 10 minutes entre le déstockage du jambon et sa mise en place dans le pain surprise.

Calculer la température à cœur des morceaux de jambon à ce moment. L'évolution de la température à cœur d'un produit, en mode de transfert mixte, se fait selon la relation suivante :

$$\log \theta = \frac{1}{f_h} \cdot t - \log j$$

$$\text{Variable thermique : } \theta = \frac{T_\infty - T_0}{T_\infty - T}$$

- Avec : température du milieu ambiant :  $T_\infty$   
température initiale :  $T_0$   
température à cœur :  $T$   
taux de chauffage :  $f_h = 10,3 \text{ min}$   
facteur de latence :  $j = 1,14$
- $R_p$  : les valeurs de  $f_h$  et de  $j$  sont calculées pour ces morceaux de jambon particuliers.

## 2. SURGÉLATION DU PAIN SURPRISE (20 points)

Les pains surprise fourrés et emballés sous film plastique sont surgelés dans un tunnel à air pulsé à  $-30^\circ\text{C}$ , dont le coefficient de convection est de  $30 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

La température initiale des pains est voisine de  $10^\circ\text{C}$  et ils seront entreposés à  $-20^\circ\text{C}$ . La durée du traitement est de 12 h, mais on peut considérer que la température à cœur de  $-20^\circ\text{C}$  est atteinte en 11 h.

Les pains sont assimilés à des parallélépipèdes rectangles de  $50 \times 50 \text{ cm}$  de côté et de  $20 \text{ cm}$  d'épaisseur. Ils sont posés sur une grille. On rappelle qu'ils sont emballés dans un film plastique fin rétractable et ont été passés dans un tunnel chauffant (rétractation du film).

Dans ces conditions on peut utiliser la relation de Nagaoka qui relie la durée de congélation à différents paramètres :

$$t = \frac{\rho \cdot \Delta H_c}{T_c - T_\infty} \left[ \frac{P \cdot e}{h_c} + \frac{R \cdot e^2}{\lambda} \right] \cdot [1 + 0,008 (T_i - T_c)]$$

avec :

durée de congélation :  $t$

$P = 0,278$  et  $R = 0,079$  pour ces parallélépipèdes

masse volumique :  $\rho = 320 \text{ kg.m}^{-3}$

température de congélation commençante :  $T_c = -1^\circ\text{C}$

température du milieu ambiant réfrigérant :  $T_\infty$

température initiale :  $T_i$

variation d'enthalpie de la fraction d'eau congelée :  $\Delta H_c = 120 \text{ kJ.kg}^{-1}$

coefficient de convection du milieu ambiant réfrigérant :  $h_c$

épaisseur du produit traité :  $e$

conductivité thermique du produit congelé :  $\lambda$

- 2.1. Calculer la conductivité thermique moyenne  $\lambda$  d'un pain surprise congelé et emballé. Préciser son unité.
- 2.2. La valeur de la conductivité thermique pour le pain congelé est voisine de  $0,2 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  et celle de la viande de  $1,5 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Le résultat obtenu en 2.1. est en accord avec ces données. Justifier.

**2.3.** Calculer la puissance frigorifique (P) minimale nécessaire pour congeler dans ces conditions un lot de 100 pains surprise, en utilisant la relation ci-dessous :

$$P = \frac{m \cdot \Delta H_e}{t}$$

Avec : variation d'enthalpie de la fraction d'eau congelée :  $\Delta H_e = 120 \text{ kJ.kg}^{-1}$

masse d'eau contenue dans le produit traité : m

le taux d'humidité moyen des pains est de 27 %.

durée de congélation : t

**2.4.** Les pains sont posés sur une grille pendant la congélation. S'ils l'avaient été sur un plateau isolant, il aurait fallu utiliser d'autres valeurs pour les coefficients P et R de la relation de Nagaoka.

Indiquer si ces valeurs auraient été plus grandes ou plus petites que celles utilisées ici. Justifier.

**2.5.** La représentation graphique de l'évolution de la température en fonction du temps à cœur et en surface du produit en cours de congélation est donnée en annexe 3.

2.5.1. Préciser, des courbes (1) et (2), laquelle correspond à la température à cœur et à la température en surface. Justifier votre réponse.

2.5.2. Exploiter l'ensemble des informations précédentes pour donner les valeurs numériques des températures  $T_{b0}$ ,  $T_p$ ,  $T_{bf}$  et  $T_{af}$ .

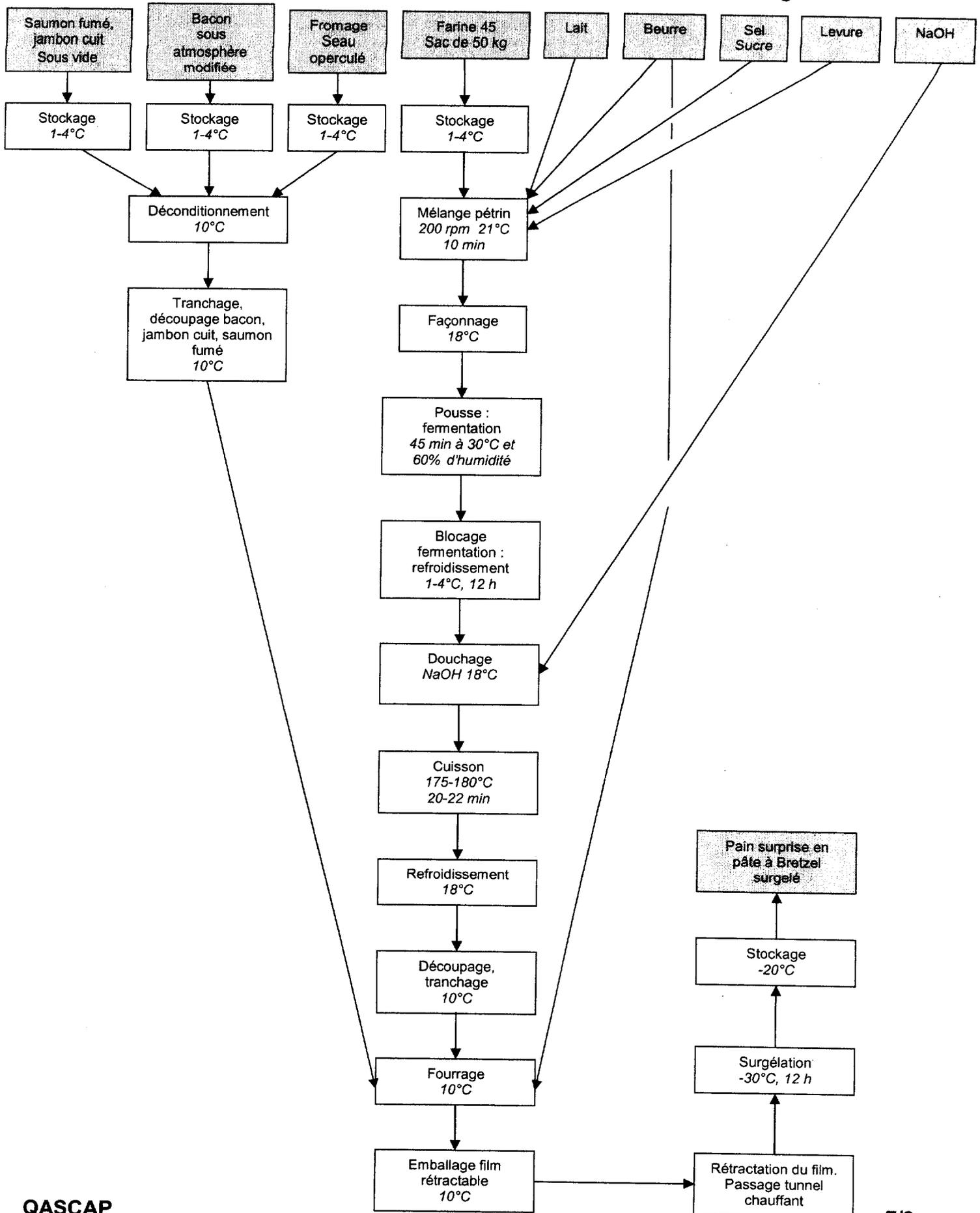
2.5.3. Justifier la différence entre  $T_{a0}$  et  $T_{b0}$  en tenant compte des opérations unitaires conduites avant la surgélation.

2.5.4. Expliquer les changements physiques au sein du produit quand la température atteint la valeur  $T_p$ .

2.5.5. Expliquer pourquoi la température décroît légèrement pendant ce pseudo-palier (zone de TP).

# ANNEXE 1

## Diagramme de fabrication : pain surprise en pâte à bretzel surgelé



Examen ou concours :

Série\* :

Spécialité/option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

*(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)*

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Note :

20

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

## ANNEXE 2

## TABLEAU À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

Mécanismes de la panification			
	Éléments biologiques concernés (molécules et/ou micro-organismes)	Réactions et phénomènes mis en jeu	Caractéristiques de la pâte
Pétrissage			
Levée			

### ANNEXE 3

#### Profils de température lors de la surgélation du pain surprise

