

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**QUALITÉ DANS  
LES INDUSTRIES  
ALIMENTAIRES ET LES  
BIOINDUSTRIES**

**Annales  
Sessions  
2006-2007**

**UPBM Édition  
Publications de l'UPBM**

Les Annales du **BTS Qualité dans les Industries alimentaires et les bioindustries** ont été réalisées par Gisèle RIGARD (Clermont-Ferrand) et Jean-Noël JOFFIN (Saint Denis).

Madame Françoise ARTAUD-DUMOULIN en assure la diffusion.

Tous nos remerciements à Lucie FENIES, Jean-François BRUN, Christine MAZZIA, Annick CLEMENT, Philippe SUCHET, Pierre BAYARD, Frédérique BRUN (Clermont-Ferrand), Gabriella MOLINA, Martine CHARRIN (ENCPB Paris), Bernard HUGELÉ, Annie CARÊME, Steeve COPPÉ, Benoît COURANJOU, Sandrine De MONGOLFIER, Jean-Louis ROHAUT et Christiane JOFFIN (Saint-Denis) pour le recueil des sujets et les corrigés.

La numérisation des textes a été faite sur Macintosh.

### **Photographie de couverture :**

Site de production de la société *ishigakinoshio* ("le sel d'Ishigaki") sur l'Île d'Ishigakijima, archipel d'Okinawa, Japon - photographie d'Antoine GAUDIN - (août 2006).

### **AVERTISSEMENT**

Tous les sujets ne figurent pas dans les annales, en particulier pour les techniques de production (partie pratique). Il n'a pas en effet été possible de les rassembler tous.

Nous espérons les erreurs limitées par une relecture aussi attentive que possible...

Le prix de ces annales peut paraître élevé : nous aurions souhaité qu'il soit moindre mais un tirage inévitablement limité conduit à des frais de fabrication particulièrement élevés et nous oblige à un prix de vente en rapport.

Nous avons cette année ajouté des **corrigés** : ils sont réalisés **bénévolement** par les collègues sous leur responsabilité. Des erreurs ou des divergences d'appréciation peuvent conduire d'autres collègues ou les étudiants à ne pas être en accord avec le corrigé. Pouvez-vous adresser vos remarques à **[jnjoffin@ac-creteil.fr](mailto:jnjoffin@ac-creteil.fr)** ou/et **[gisele.rigard@wanadoo.fr](mailto:gisele.rigard@wanadoo.fr)** ?

Les sujets de Techniques d'atelier du génie industriel sont spécifiques des installations : ils ne figurent pas dans cette édition. Des exemples pourront être trouvés dans les annales antérieures.

Vous pourrez consulter les erratums ou les remarques transmises sur le site internet **<http://www.upbm.net>** à la rubrique annales.

ISBN 978-2-910069-53-7



# Sommaire

---

|  |            |
|--|------------|
| <b>Sommaire .....</b>  | <b>3</b>   |
| <b>Règlement d'examen.....</b>   | <b>4</b>   |
| <b>Sujets 2006 .....</b>   | <b>7</b>   |
| E1- ANGLAIS 2006 .....   | 7          |
| E2-U21 MATHÉMATIQUES 2006 .....  | 8          |
| E2-U22 SCIENCES PHYSIQUES 2006.....  | 11         |
| E3-U3 BIOCHIMIE - BIOLOGIE-2006.....   | 14         |
| E4-U4 SCIENCES APPLIQUÉES 2006.....  | 20         |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet A -2006.....  | 25         |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet B -2006.....  | 32         |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet C -2006 ..... | 39         |
| E6-U62 QUALITÉ APPLIQUÉE AUX INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET AUX BIOINDUSTRIES - ÉTUDE DE CAS-2006 .....      | 44         |
| <b>Sujets 2007 .....</b>   | <b>55</b>  |
| E1- ANGLAIS 2007 .....   | 55         |
| E2-U21 MATHÉMATIQUES 2007 .....  | 56         |
| E2-U22 SCIENCES PHYSIQUES 2007.....  | 58         |
| E3-U3 BIOCHIMIE - BIOLOGIE-2007.....   | 60         |
| E4-U4 SCIENCES APPLIQUÉES 2007 .....   | 68         |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet A -2007.....  | 74         |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet B -2007.....  | 82         |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet C -2007 ..... | 89         |
| E6-U62 QUALITÉ APPLIQUÉE AUX INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET AUX BIOINDUSTRIES - ÉTUDE DE CAS-2007 .....      | 97         |
| <b>Éléments de corrigés .....</b>  | <b>109</b> |
| <b>Corrigés sujets 2006 .....</b>  | <b>110</b> |
| Mathématiques 2006 .....   | 110        |
| Sciences physiques 2006 .....  | 111        |
| Biochimie-Biologie 2006 .....  | 114        |
| Sciences appliquées 2006.....  | 117        |
| Étude de cas 2006.....   | 120        |
| <b>Corrigés sujets 2007 .....</b>  | <b>125</b> |
| Mathématiques 2007 .....   | 125        |
| Sciences physiques 2007 .....  | 128        |
| Biochimie-Biologie 2007 .....  | 131        |
| Sciences appliquées 2007 .....   | 137        |
| Étude de cas 2007 .....  | 142        |

# Règlement d'examen

## Tableau des épreuves

| Code | Épreuve  | Code   | sous-épreuves                            | Forme              | Durée | Coefficient |
|------|--|--------|--|--------------------|-------|-------------|
| E.1  | Anglais  |        |  | Écrite             | 2 h   | 2           |
| E.2  | Mathématiques et Physique Chimie                                   | E.2.A  | Mathématiques                            | Écrite             | 2 h   | 2           |
|      |  | E.2.B  | Physique Chimie                          | Écrite             | 2 h   | 3           |
| E.3  | Biochimie-Biologie   |        |  | Écrite             | 4 h   | 5           |
| E.4  | Sciences appliquées  |        |  | Écrite             | 4 h   | 5           |
| E.5  | Techniques d'analyse et de production                              | E.5.A  | Techniques d'atelier du génie industriel | Pratique           | 4 h   | 3           |
|      |  | E.5.B  | Techniques d'analyses et de contrôles    | Pratique           | 6 h   | 3           |
| E.6  | Qualité appliquée aux industries alimentaires et aux bioindustries | E.6.A. | Soutenance de projet                     | Orale (soutenance) | 1 h   | 3           |
|      |  | E.6.B. | Étude de cas                             | Écrite             | 4 h   | 4           |
|      |  |        |  |                    | Total | 30          |

## MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA CULTURE DIRECTION DES LYCÉES ET COLLÈGES

S/Direction des enseignements et des diplômes

Bureau des enseignements post-baccalauréat DLC5

Arrêté portant création et définition du brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bioindustries et fixant les modalités de la formation sanctionnée par ce diplôme.

## LE MINISTRE D'ÉTAT, MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA CULTURE

- VU le code de l'enseignement technique;
- VU le code du travail, notamment ses livres I et IX;
- VU la loi n° 71.577 du 16 juillet 1971 d'orientation sur l'enseignement technologique;
- VU la loi n° 75.620 du 11 juillet 1975 relative à l'Éducation;
- VU la loi n° 84.52 du 26 janvier 1984 sur l'enseignement supérieur;
- VU la loi de programme n° 85.1371 du 23 décembre 1985 sur l'enseignement technologique et professionnel;
- VU la loi n° 89.486 du 10 juillet 1989 d'orientation sur l'éducation
- VU le décret n° 59.57 du 6 janvier 1959 portant réforme de l'enseignement public, notamment son article 35;
- VU le décret n° 76.1304 du 28 décembre 1976 relatif à l'organisation des formations dans les lycées;
- VU le décret n° 86.496 du 14 mars 1986 portant règlement général du brevet de technicien supérieur, modifié par le décret n° 87.829 du 9 octobre 1987;
- VU le décret n° 90.484 du 14 juin 1990 relatif à l'orientation et à l'affectation des élèves;
- VU le décret n° 91.372 du 16 avril 1991 relatif à l'orientation et à l'affectation des élèves dans les établissements d'enseignement privés sous contrat;
- VU l'arrêté du ..... portant création et définition du brevet de technicien supérieur qualité dans les industries alimentaires et les bio industries et fixant les modalités de la formation sanctionnée par ce diplôme;
- VU l'avis de la Commission professionnelle consultative du 11 décembre 1992;
- VU l'avis du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche du ...
- VU l'avis du Conseil Supérieur de l'Éducation du ...

## ARRÊTE

### ARTICLE 1<sup>er</sup>

Les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur qualité dans les industries alimentaires et les bioindustries créé par l'arrêté du susvisé sont fixées conformément aux dispositions du

décret n° 86.496 du 14 mars 1986 modifié portant règlement général du brevet de technicien supérieur et des annexes I (règlement d'examen) et II (définition des épreuves) du présent arrêté.

### ARTICLE 2

Pour se présenter à l'examen les candidats doivent justifier d'une des conditions d'inscription fixées à l'article 7 du décret n° 86.496 du 14 mars 1986 modifié susvisé.

### ARTICLE 3

Une seule session est organisée chaque année scolaire. La date de début des épreuves, les dates d'ouverture et de clôture des registres d'inscription sont fixées par le Ministre d'État, Ministre de l'Éducation Nationale et de la Culture. La liste des pièces à fournir lors de l'inscription est fixée par les Recteurs.

### ARTICLE 4

Le brevet de technicien supérieur qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries est délivré aux candidats ayant subi avec succès l'examen défini par le présent arrêté conformément aux dispositions de l'article 10 ou aux dispositions de l'article 13 du décret n° 86.496 du 14 mars 1986 modifié susvisé.

Chaque candidat précise au moment de son inscription s'il souhaite subir l'examen dans sa forme globale tel que le prévoit l'article 10 du décret précité ou épreuve par épreuve conformément à l'article 13 de ce décret. Dans ce dernier cas il précise en outre les épreuves qu'il souhaite subir à la session pour laquelle il s'inscrit.

### ARTICLE 5

La première session du brevet de technicien supérieur qualité dans les industries alimentaires et les bioindustries organisée conformément aux dispositions du présent arrêté aura lieu en 1995.

### ARTICLE 6

Le Directeur des Lycées et Collèges est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal Officiel de la République française et au Bulletin Officiel de l'Éducation nationale.(1)

Fait à Paris, le

(1) Le présent arrêté et son annexe I seront publiés au Bulletin Officiel du Ministère de l'Éducation Nationale du vendu au prix de

12,50 F, disponible au centre national de documentation pédagogique, 13 rue du Four- 75006 Paris. ainsi que dans les centres régionaux et départementaux de documentation pédagogique.

L'arrêté et ses annexes seront diffusés par les centres précités.

## Définition des épreuves

### 1. Anglais

- Épreuve écrite
- Durée : 2 heures
- Coefficient : 2

L'épreuve doit permettre de vérifier les capacités du candidat à :

- exploiter correctement des documents à caractère technique (articles de presse ou extraits d'ouvrages spécialisés, notices et modes d'emploi, diagrammes et schémas en anglais concernant des matériels étrangers, lettres, communications);

- proposer des éléments de rédaction simples en anglais sur un sujet touchant à la spécialité

Cette épreuve comprendra d'abord la traduction ou le compte rendu en français d'un texte extrait d'un document technique ou d'une revue spécialisée; lui fera suite la rédaction en anglais d'un texte se rapportant au sujet précédemment étudié.

### 2. Mathématiques et Sciences physiques

- Épreuve écrite
- Durée : 4 heures (2 h pour les mathématiques, 2 h pour le physique-chimie)
- Coefficient : 5 (2 pour les mathématiques, 3 pour le physique-chimie)

#### 1. Objectifs de l'épreuve.

L'enseignement des mathématiques a pour triple objectif de fournir un outil efficace pour les sciences physiques et biologiques et la technologie, de développer la formation scientifique et de contribuer à la formation personnelle et relationnelle de l'étudiant. Les sciences physiques et la chimie ont les mêmes objectifs généraux : ils fournissent en outre les bases scientifiques nécessaires aux enseignements technologiques et professionnels. Par suite l'épreuve qui sanctionne ces enseignements a pour objectifs :

- d'apprécier la solidité des connaissances des étudiants et leur capacité à les mobiliser dans des situations variées :

- de vérifier leur aptitude au raisonnement et leur capacité à analyser correctement un problème, à justifier les résultats obtenus et à apprécier leur portée;

- d'apprécier leurs qualités dans le domaine de l'expression écrite et de l'exécution soignée de tâches diverses (calculs avec ou sans instrument, tracés graphiques).

#### 2. Nature de l'épreuve

C'est une épreuve écrite d'une durée de 4 heures (2 h pour les mathématiques - 2 h pour les sciences physiques) et de coefficient 5 (2 pour les mathématiques - 3 pour les sciences physiques et la chimie).

Les sujets comportent : deux exercices de mathématiques et deux exercices de sciences physiques et chimie. Ces exercices porteront sur des parties différentes du programme et devront rester proches de la réalité professionnelle .

L'épreuve porte à la fois sur des applications directes des connaissances du cours et sur leur mobilisation au sein de problèmes plus globaux.

Il convient d'éviter toute difficulté théorique et toute technicité mathématique excessives. La longueur et l'ampleur du sujet doivent permettre à un candidat moyen de traiter le sujet et de le rédiger posément dans le temps imparti.

L'utilisation des calculatrices pendant l'épreuve est définie par la circulaire n° 86.228 du 28 juillet 1986 publiée au Bulletin officiel n° 34 du 2 octobre 1986.

En tête des sujets doivent figurer les deux rappels suivants :

- la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

- l'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

Chacune des parties de l'épreuve sera corrigée par un professeur de la discipline.

### 3. Biochimie - Biologie

- Épreuve écrite
- Durée : 4 heures
- Coefficient : 5

Le sujet comportera une ou plusieurs questions liées ou indépendantes et pourra faire appel à l'utilisation de documents.

L'épreuve permet d'apprécier :

- la compréhension et l'assimilation des connaissances fondamentales en biochimie, microbiologie générale et appliquée, toxicologie

- l'aptitude à la réflexion et au raisonnement scientifique

- la clarté et la rigueur de l'expression écrite et de la composition.

Elle se réfère au programme de biochimie-biologie.

### 4. Sciences appliquées

- Épreuve écrite
- Durée : 4 heures
- Coefficient : 5

L'épreuve comportera au minimum deux questions : une question se rapportant au programme de sciences des aliments et une question se rapportant au programme du cours de génie industriel. Elle pourra faire appel à l'utilisation de documents.

Elle permet d'évaluer

- les connaissances fondamentales en sciences des aliments et génie industriel

- ses capacités à utiliser ses connaissances dans un contexte qualité

- sa maîtrise des problèmes de sécurité

- ses qualités d'analyse et de synthèse.

### 5. Techniques d'analyse et de production

- Épreuve écrite
- Durée : 10 heures
- Coefficient : 6

Cette épreuve porte sur les techniques d'analyses biochimiques, les techniques d'analyses microbiologiques, les techniques d'analyses immunologiques, les techniques d'analyses toxicologiques, sur l'analyse sensorielle et sur les travaux d'atelier du génie industriel. Trois de ces domaines au moins devront être évalués.

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable de :

- mettre en œuvre un protocole opératoire dans des conditions satisfaisantes de sécurité et d'efficacité en respectant les exigences des Bonnes Pratiques de Fabrication ou des Bonnes Pratiques de Laboratoire

- s'organiser rationnellement dans le temps et dans l'espace - traiter et exploiter des résultats.

- évaluer et valider ses résultats

Elle doit permettre d'évaluer tout ou partie des capacités et compétences terminales suivantes du référentiel de certification du domaine professionnel :

C31 : préparer les produits, réactifs et milieux

C32 : vérifier les produits, réactifs et milieux

C33 : vérifier le bon fonctionnement de l'appareillage d'analyses au laboratoire ou de mesures en fabrication

C34 : pratiquer des interventions simples de maintenance sur les appareils du contrôle qualité; déclencher des interventions de maintenance sur les appareils du contrôle qualité

C35 : conduire les analyses. les essais et les mesures

C41 : recueillir et présenter les résultats des essais ou des mesures

C42 : déterminer un intervalle de confiance d'une méthode et valider la mesure

C43 : interpréter les résultats des essais et des mesures en vue de l'évaluation des procédés, des matières premières, du conditionnement, de l'emballage, et du produit fini

C44 : évaluer les risques liés à l'activité professionnelle

C45 : identifier les dysfonctionnements des appareils d'analyse et de mesure

Cette épreuve pourra se dérouler en plusieurs étapes.

Elle donnera lieu à la rédaction de comptes rendus et pourra éventuellement faire appel aux techniques de l'informatique.

Des documents techniques annexes peuvent être distribués aux candidats avec le sujet.

## **6. Épreuve professionnelle de synthèse, étude de cas se rapportant à la qualité**

- Épreuve écrite et orale
- Durée : 5 heures
- Coefficient : 7

Cette épreuve est caractéristique des activités professionnelles du technicien supérieur en «Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries».

Elle a pour but de vérifier que le candidat est capable :

- de présenter une analyse rigoureuse d'une situation relative à la qualité
- de proposer des solutions argumentées
- de traiter et d'exploiter des informations techniques réglementaires
- de mobiliser ses connaissances théoriques et pratiques pour analyser et/ou résoudre un problème relatif à la qualité

Cette épreuve doit permettre d'évaluer tout ou partie des capacités et compétences terminales suivantes du référentiel de certification du domaine professionnel:

C11 : Analyser tout ou partie d'un cahier des charges

C12 : Concevoir un auto-contrôle ou un contrôle en cours de production

C13 : Proposer des actions préventives et correctives pour réduire les écarts entre objectifs et résultats (notamment des ajustements ou des modifications des procédures et/ou des modes opératoires )

C14 : Proposer de nouvelles procédures de fabrication ou d'analyses ou adapter des procédures existantes

C21 : Inventorier les contraintes d'exploitation et les contraintes de l'environnement

C22 : Définir et faire appliquer les mesures d'hygiène particulières à chaque production;

Dans le but d'assurer la qualité de la production :

- proposer les mesures et les moyens de prévention des risques vis à vis des personnels
- proposer les moyens permettant de préserver les matières, les produits, les matériels et l'environnement

C23 : Proposer les circuits relatifs aux personnels, aux matériels, aux matières, aux produits et aux déchets en prenant en compte les contraintes d'exploitation, les contraintes d'environnement et les objectifs de qualité

C24 : Prévoir l'approvisionnement des postes de travail des laboratoires de contrôle de qualité en produits, réactifs, milieux et matériels.

C25 : Organiser les activités d'auto-contrôle et de contrôle en cours de production

C41 : Recueillir et présenter les résultats des essais ou des mesures

C42 : Déterminer un intervalle de confiance d'une méthode et valider un résultat

C43 : Interpréter les résultats des essais ou des mesures en vue de l'évaluation des procédés, des matières premières, du conditionnement, de l'emballage et du produit fini

C44 : Évaluer les risques liés à l'activité professionnelle

C51 : Recenser et sélectionner les différentes sources documentaires professionnelles et réglementaires :

- Repérer les différentes sources d'information sur le sujet donné
- Utiliser un fichier bibliographique pour une recherche d'information
- Consulter une banque de données

C52 : Référencer et stocker l'information :

- Référencer un article ou un périodique ou une notice technique ou un texte réglementaire
- Mettre à jour un fichier manuel ou automatisé

C53 : Traiter l'information

C54 : Décoder des informations techniques

C61 : Produire et transmettre un message

C63 : Rendre compte des opérations effectuées et des résultats attendus

Cette épreuve porte sur les programmes de «Qualité» et sur l'expérience acquise durant les stages en milieu professionnel. Elle fait également appel aux connaissances de biochimie-biologie, sciences des aliments, génie industriel, techniques d'analyse, sécurité et économie-gestion. Elle fait appel en outre aux qualités d'expression et de communication développées en particulier dans l'enseignement du français. Elle peut comporter des documents en anglais.

L'épreuve se déroulera en deux phases complémentaires :

a) La première phase consiste à analyser une situation relative à la qualité.

Au cours de cette phase, le candidat exposera un travail personnel réalisé pendant son deuxième stage en milieu professionnel ou, pour un candidat qui se présente au titre de la promotion sociale ou de la formation continue, pendant son activité professionnelle. Ce travail personnel doit donc porter sur l'analyse d'une situation relative à la qualité. Il fait l'objet d'un document écrit de 5 pages maximum présentant succinctement la problématique étudiée, les éléments de réflexion et d'analyse qui seront développés au cours d'un exposé oral et une bibliographie sommaire.

Le document écrit sera communiqué au jury quelques jours avant l'examen à une date fixée par le recteur.

La présentation du travail personnel ne doit pas excéder 30 minutes. Cette présentation est suivie d'une interrogation par le jury d'une durée de 30 minutes. Cette interrogation porte sur le travail présenté

b) La deuxième phase consiste à résoudre un problème relatif à la qualité : cette résolution aboutit à des propositions concrètes qui complètent le travail d'analyse conduit pendant la première phase. L'étude est conduite à partir d'un dossier technique fourni au candidat. Le candidat dispose de 4 heures pour traiter ce problème.

Le jury de cette épreuve devra comporter :

- un enseignant de la spécialité
- un professionnel
- un enseignant susceptible d'apprécier les qualités de communication du candidat
- un enseignant d'Économie-Gestion si le contenu du rapport l'impose.

# Sujets 2006

## E1- ANGLAIS 2006

Durée : 2 heures Coefficient: 2

L'usage de la calculatrice est interdit. L'usage d'un dictionnaire bilingue est autorisé  
30 fewer illnesses.

### Children teach their parents a lesson in hygiene Luke Harding

It is 11am, and the students of Marachipatti elementary school are queueing up in their courtyard. Girls and boys in two neat lines stand outside the school's white-painted latrine block. They disappear inside. There is some vigorous hand washing. One by one they emerge into the sunlight before filing back to the classroom.

This is, of course, the toilet break. On the face of it there is nothing remarkable here - until you remember that this is rural India where there are few facilities of any kind, let alone toilets. The lack of proper sanitation is one of many obstacles Indian children face in their struggle for an education. Other factors include too few books, teachers who fail to turn up, and the requirement for children to work - like their parents - in the fields.

Until recently Marachipatti primary didn't have a latrine - nearly 85% of Indian schools are in the same dismal situation. Instead, the pupils would dash across the road and squat down in the thorn bushes. It could be a scary experience: "Sometimes snakes would come and disturb us. I would run away as quickly as possible", one 10-year-old girl, Vasanthi, explained.

The lack of sanitation brought other problems too. Pupils frequently suffered from diarrhoea. They also got hookworm. "In the past as many as 10 - 15 children would be absent because of illness," the school's assistant headteacher Mr Krishnan recalls.

This lamentable situation ended three years ago when the British charity WaterAid came up with an ingenious solution: it built a sanitation block for the school's 104 pupils - at the cost of \$410. More importantly, it asked the five-to-10-year-old pupils to manage the block themselves.

The students organised themselves into different committees responsible for keeping the toilets clean, fetching water from the hand-pump outside and ensuring all pupils washed their hands with soap. Other students on the "tidy committee" looked after the school's modest grounds.

And it worked. "I tell the students to cut their nails, make sure their clothes are clean and to brush their teeth and comb their hair," Vasanthi, a member of the personal hygiene committee, explains.

The initiative brought striking results: pupils became healthier and suffered from fewer illnesses.

But, crucially, the pupils of Marachipatti primary took the message of hygiene awareness back into their homes. WaterAid's local health workers discovered it was far quicker, and more effective, to teach adults good hygiene practices via their children than to target them directly. "I told my mother and now she washes her hands with soap before cooking vegetables," Vasanthi pointed out.

It will take a long time before every Indian school enjoys the facilities that the children of Marachipatti now use during their twice-a-day breaks. In many other rural areas of India

the government education system has virtually collapsed. School buildings are falling apart, teachers are absent or do not exist, and the dropout rates, especially among girls, are depressingly high. And yet the success of the WaterAid scheme points the way forward to a better future in which there is not just education for some of the world's poorest children, but sanitation too.

Adapted from The Guardian Weekly December 26, 2002-January 1, 2003

## QUESTIONS

### PREMIÈRE PARTIE : COMPREHENSION (10 points)

1. Faire un compte rendu de l'article en français en mettant en évidence les idées essentielles. (environ 120 mots  $\pm$  10%)
2. Traduire en français le texte de la ligne 36 ('It will take ....') à la ligne 42 (' .... but sanitation too.')

### DEUXIÈME PARTIE : EXPRESSION EN LANGUE ANGLAISE (10 points)

1. According to the article, teaching hygiene to the young is more effective than to adults. Why? Use your own words to answer the question. (60-80 words)
2. What should our priorities be for helping the world's poorest children? Give your opinion. (130 words  $\pm$  10%).

## E2-U21 MATHÉMATIQUES 2006

Durée: 2 heures      Coefficient: 2

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.  
L'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.  
Le formulaire de mathématiques est joint au sujet.

### EXERCICE 1 (12 points)

Les quatre parties de cet exercice peuvent être traitées de façon indépendante.

Une usine produit de l'eau minérale en bouteilles. Lorsque le taux de calcium dans une bouteille dépasse 6,5 mg par litre, on dit que l'eau de cette bouteille est calcaire.

Dans cet exercice, les résultats approchés sont, sauf indication contraire, à arrondir à  $10^{-3}$

#### A. Loi binomiale et loi de Poisson

Dans un stock important de bouteilles, 7,5 % des bouteilles contiennent de l'eau calcaire.

On prend au hasard 40 bouteilles dans le stock pour vérification du taux de calcium. Le stock est assez important pour que l'on puisse assimiler ce prélèvement à un tirage avec remise de 40 bouteilles.

On considère la variable aléatoire  $X$  qui, à tout prélèvement de 40 bouteilles, associe le nombre de bouteilles de ce prélèvement qui contiennent de l'eau calcaire.

1° Justifier que la variable aléatoire  $X$  suit une loi binomiale dont on déterminera les paramètres

2° On considère que la loi suivie par  $X$  peut être approchée par une loi de Poisson.

Déterminer le paramètre  $\lambda$  de cette loi de Poisson.

3° On désigne par  $X_1$  une variable aléatoire suivant la loi de Poisson de paramètre  $\lambda$ , où  $\lambda$  est la valeur obtenue au 2°.

Calculer  $P(X_1 \leq 4)$ .

Traduire le résultat obtenu à l'aide d'une phrase.

## B. Loi normale

L'eau minérale provient de deux sources, notées « source 1 » et « source 2 ». On rappelle que lorsque le taux de calcium dépasse 6,5 mg par litre dans une bouteille, l'eau de cette bouteille est dite calcaire.

On note  $Y$  la variable aléatoire qui, à chaque bouteille prélevée au hasard dans la production de la source 1, associe le taux de calcium de l'eau qu'elle contient. On suppose que la variable aléatoire  $Y$  suit la loi normale de moyenne 5 et d'écart type 1,5.

1° Calculer  $P(Y \leq 6,5)$ .

2° En déduire la probabilité que l'eau d'une bouteille prélevée au hasard dans la production de la source 1 soit calcaire.

## C. Probabilités conditionnelles

On suppose que la probabilité qu'une bouteille prélevée au hasard dans la production d'une Journée de la source 1 contienne de l'eau calcaire est  $p_1 = 0,16$  et que la probabilité qu'une bouteille prélevée au hasard dans la production de cette journée de la source 2 contienne de l'eau calcaire est  $p_2 = 0,10$ .

La source 1 fournit 70 % de la production totale des bouteilles d'eau et la source 2 le reste de cette production.

On prélève au hasard une bouteille d'eau parmi la production totale de la journée.

Toutes les bouteilles d'eau ont la même probabilité d'être tirées.

On définit les événements suivants :

A : « la bouteille d'eau provient de la source 1 » ;

B : « la bouteille d'eau provient de la source 2 » ;

C : « l'eau contenue dans la bouteille est calcaire ».

1° Déduire des informations figurant dans l'énoncé :  $P(A)$ ,  $P(B)$ ,  $P(C/A)$ ,  $P(C/B)$ .

(On rappelle que  $P(C/A) = P_A(C)$  est la probabilité de l'évènement C sachant que l'évènement A est réalisé).

2° Calculer  $P(C \cap A)$  et  $P(C \cap B)$ .

3° Déduire de ce qui précède  $P(C)$ .

4° Calculer la probabilité que l'eau contenue dans une bouteille provienne de la source 1 sachant qu'elle est calcaire.

## D. Intervalle de confiance

Dans cette question on s'intéresse au taux de calcium de l'eau d'une grande quantité de bouteilles devant être livrée à une chaîne d'hypermarchés

On prélève au hasard et avec remise un échantillon de 100 bouteilles dans cette livraison.

Soit  $\bar{Z}$  la variable aléatoire qui, à tout échantillon de 100 bouteilles prélevées au hasard et avec remise dans la livraison, associe la moyenne des taux de calcium de l'eau contenue dans chacune des bouteilles de cet échantillon.

On suppose que  $\bar{Z}$  suit la loi normale de moyenne inconnue  $\mu$  et d'écart type  $\sigma/10$  avec  $\sigma = 0,99$ .

Pour l'échantillon prélevé la moyenne obtenue, arrondie à  $10^{-2}$  est  $\bar{x} = 5,37$

1° À partir des informations portant sur cet échantillon donner une estimation ponctuelle de la moyenne  $\mu$  des taux de calcium de l'eau contenue dans chacune des bouteilles de la livraison.

2° Déterminer un intervalle de confiance centré sur  $\bar{x}$  de la moyenne  $\mu$  des taux de calcium de l'eau contenue dans chacune des bouteilles de la livraison, avec le coefficient de confiance 95 %. Arrondir les bornes à  $10^{-2}$ .

## EXERCICE 2 (8 points)

Les parties A et B de cet exercice peuvent être traitées de façon indépendante.

### A. Résolution d'une équation différentielle

On considère l'équation différentielle (E) :  $y' + 0,01 y = 24$ , où  $y$  est une fonction de la variable réelle  $t$ , définie et dérivable sur  $[0, +\infty[$  et  $y'$  sa fonction dérivée.

1° Déterminer les solutions sur  $[0, +\infty[$  de l'équation différentielle (E<sub>0</sub>) :  $y' + 0,01 y = 0$ .

2° Déterminer la constante réelle  $a$  pour que la fonction  $g$  définie sur  $[0, +\infty[$  par :  $g(t) = a$  soit une solution particulière de l'équation différentielle (E).

3° En déduire l'ensemble des solutions de l'équation différentielle (E).

4° Déterminer la solution  $v$  de l'équation différentielle (E) qui vérifie la condition initiale  $v(0) = 0$ .

### B. Étude d'une fonction et calcul intégral

Soit  $v$  la fonction définie sur  $[0, +\infty[$  par  $v(t) = 2400(1 - e^{-0,01t})$ .

1° Déterminer  $\lim_{t \rightarrow +\infty} v(t)$ .

2° On désigne par  $v'$  la fonction dérivée de la fonction  $v$ .

Calculer  $v'(t)$  pour tout  $t$  de  $[0, +\infty[$ .

3° Déduire de ce qui précède le sens de variation de la fonction  $v$  sur  $[0, +\infty[$ .

4° Résoudre sur  $[0, +\infty[$  l'équation  $v(t) = 1200$ .

Donner la valeur exacte de la solution, puis une valeur approchée arrondie à  $10^{-1}$ .

### C. Application des résultats de la partie B

Un réservoir contient  $60 \text{ m}^3$  d'eau destinée à abreuver du bétail.

Dans ce qui suit,  $t$  est le temps exprimé en heures.

À l'instant  $t = 0$ , se déverse dans le réservoir une eau polluée par une substance  $M$ .

Un système de trop plein permet de conserver à tout instant à partir de l'instant  $t = 0$  un volume de  $60 \text{ m}^3$  dans le réservoir.

On admet, qu'à l'instant  $t$  (exprimé en heures), le volume, exprimé en litres, de substance polluante  $M$  présente dans le réservoir est  $v(t)$ , où  $v$  est la fonction définie dans la partie B.

1° La santé du bétail est menacée lorsque le volume de substance  $M$  dans le réservoir atteint 2 % du volume total du réservoir. Déduire d'un résultat obtenu à la partie B la valeur de  $t$  à partir de laquelle la santé du bétail est menacée par la présence dans le réservoir de substance  $M$ .

2° Le volume de substance  $M$  dans le réservoir peut-il dépasser 4 % du volume du réservoir ? Justifier la réponse à l'aide d'un résultat de la partie B.

## PARTIE PHYSIQUE

### I. ÉTALONNAGE D'UN THERMOCOUPLE

Un thermocouple est un dispositif simple consistant en deux fils de métaux différents soudés ensemble à une extrémité. Il apparaît à la jonction des deux métaux une tension  $U$  faible (quelques mV) dont la valeur dépend de la température de la jonction. Ce phénomène est mis à profit pour mesurer des températures. Le montage schématisé sur le document n°1 (voir annexe) permet d'étalonner le thermocouple.

I.1 Indiquer le nom de l'élément entouré en pointillé sur le document 1.

I.2 Indiquer sa fonction dans cet étalonnage.

I.3 Pour le montage représenté, appelé montage inverseur, démontrer que  $U_s = -(R_2/R_1) \cdot U$  (on suppose l'A.O. parfait et fonctionnant en régime linéaire).

I.4 On veut avoir une tension de sortie 100 fois plus grande que la tension d'entrée, en valeur absolue. Indiquer les deux résistances à choisir pour ce faire parmi les suivantes dont on dispose : 33  $\Omega$ ; 100  $\Omega$ ; 1 k $\Omega$ ; 10 k $\Omega$ .

I.5 On chauffe l'eau du bécher et on relève les mesures suivantes, pour le thermocouple Fer / Constantan :

|            |    |     |      |      |      |
|------------|----|-----|------|------|------|
| T (°C)     | 21 | 33  | 52   | 63   | 86   |
| $U_s$ (mV) | 30 | -21 | -107 | -154 | -258 |
| U (mV)     |    |     |      |      |      |

Compléter la dernière ligne du tableau et justifier l'emploi du montage pour la détermination de  $U$ .

### II. SPECTROPHOTOMÉTRIE

II.1 Nommer les éléments (1) et (2) du spectrophotomètre schématisé sur le document n°2 et indiquer brièvement leur rôle.

II.2 On enregistre le spectre de transmission dans le domaine visible d'une substance dissoute en solution aqueuse à  $5 \cdot 10^{-3}$  mol/L dans une cuve de largeur 10 mm, grâce à un spectrophotomètre d'absorption visible (voir document n°3).

Indiquer à 10 nm près la longueur d'onde de la radiation la moins absorbée et la longueur d'onde de la radiation la plus absorbée.

II.3 Déterminer que  $A_{600 \text{ nm}} = 0,824$  en sachant que  $T_{600 \text{ nm}} (\%) = 15 \%$ .

II.4 Rappeler l'expression de la loi de Beer-Lambert en précisant la signification des grandeurs et leurs unités.

II.5 En déduire la valeur du coefficient d'absorption molaire  $\varepsilon_{600 \text{ nm}}$ , de la substance à 600 nm.

### III. POLARIMÉTRIE

III.1 Expliquer brièvement le principe d'un polarimètre et son utilité.

III.2 Rappeler la loi de Biot, en précisant la signification des grandeurs et leurs unités.

III.3 On dose une solution de saccharose de concentration inconnue par polarimétrie. On mesure l'angle de rotation de la lumière polarisée, avec une source à 589 nm, la solution étant placée dans un tube de 20 cm thermostaté à 20°C.

On mesure l'angle de rotation 5 fois avec la même solution.

|           |      |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|------|
| Mesure    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
| Angle (°) | +5,3 | +5,4 | +7,1 | +5,3 | +5,3 |

Commenter ces résultats puis calculer la concentration de la solution de saccharose. On l'exprimera en g/L.

Donnée : pouvoir rotatoire spécifique du saccharose  $[\alpha]_{20}^D = +66,5^\circ \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{mL}$

## PARTIE CHIMIE

### IV. STRUCTURE DE L'ACIDE LACTIQUE

L'acide lactique a pour formule  $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ .

IV.1 Nommer ce composé suivant la nomenclature officielle.

IV.2 Expliquer ce qu'est un atome de carbone asymétrique.

IV.3 Marquer d'un astérisque l'atome de carbone asymétrique de l'acide lactique.

IV.4 L'un des isomères de l'acide lactique est représenté sur le document n°4. Recopier cet isomère et indiquer en justifiant très brièvement la réponse s'il s'agit de l'isomère R ou S.

IV.5 Représenter de la même manière l'autre isomère.

### V. OBTENTION DE L'ACIDE POLYLACTIQUE OU PLA

Les matières plastiques usuelles (polyéthylène, polypropylène, polystyrène, etc...) sont obtenues par polymérisation de molécules issues du pétrole. Depuis quelques années, on produit des bioplastiques à partir de plantes, entre autres le PLA (poly acide lactique) et le PHA (poly hydroxyalcanoate). Ils sont également appelés «plastiques verts» car ils sont biodégradables et ne nécessitent pas de matière première à base de pétrole. Cependant, leur élaboration nécessite de l'énergie (consommation de charbon et de gaz naturel) et leur dégradation conduit à l'émission de dioxyde de carbone.

Le PLA est produit à partir des parties inutilisées de la plante de maïs : des microorganismes transforment les sucres du maïs en acide lactique et celui-ci, après extraction de la plante, est polymérisé en macromolécules dont les propriétés sont semblables à celles du téréphtalate de polyéthylène (ou PET), un plastique d'origine pétrochimique très utilisé pour les bouteilles d'eau minérale.

V.1 Écrire la formule semi-développée de l'acide lactique et nommer les groupes fonctionnels de la molécule.

V.2 Une solution d'acide lactique de concentration  $C = 8,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  a un  $\text{pH} \approx 3$ . L'acide lactique est-il un acide fort ou faible?

V.3 Écrire l'équation de la réaction de l'acide lactique avec l'eau.

V.4 Indiquer comment évolue le pH lors de la transformation des sucres du maïs par les microorganismes.

V.5 Indiquer le nom de la réaction qu'on peut observer lorsqu'un alcool réagit avec un acide carboxylique. Donner les caractéristiques de cette réaction. En déduire l'équation de la réaction entre deux molécules d'acide lactique.

V.6 Entourer sur la molécule obtenue les deux groupes d'atomes qui vont permettre que cette réaction se poursuive pour donner le PLA par polycondensation.

Pour fabriquer une matière plastique, il faut de la matière première et de l'énergie. Le document n°5 permet de comparer les consommations de combustibles fossiles pour la production de divers plastiques. L'énergie nécessaire à la fabrication peut être tirée par exemple de la combustion du méthane, constituant principal du gaz naturel.

V.7 Écrire l'équation de la combustion du méthane dans le dioxygène.

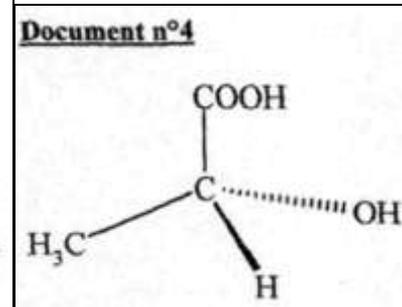
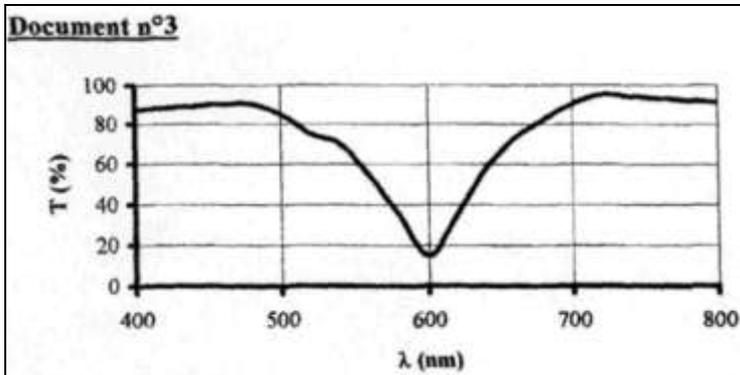
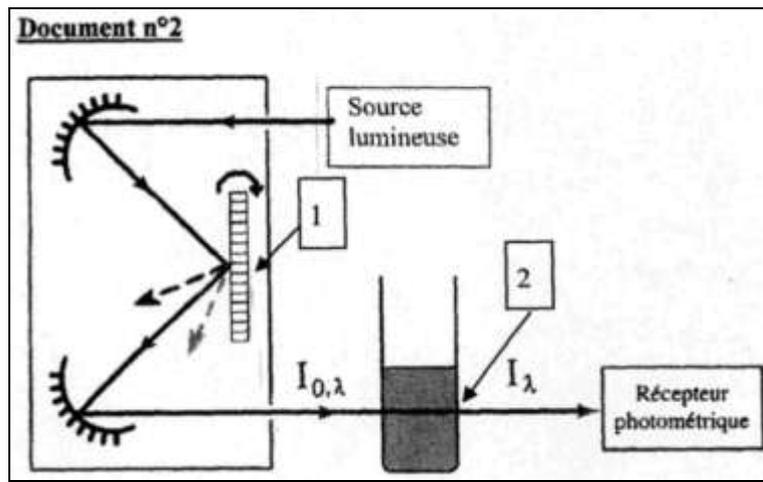
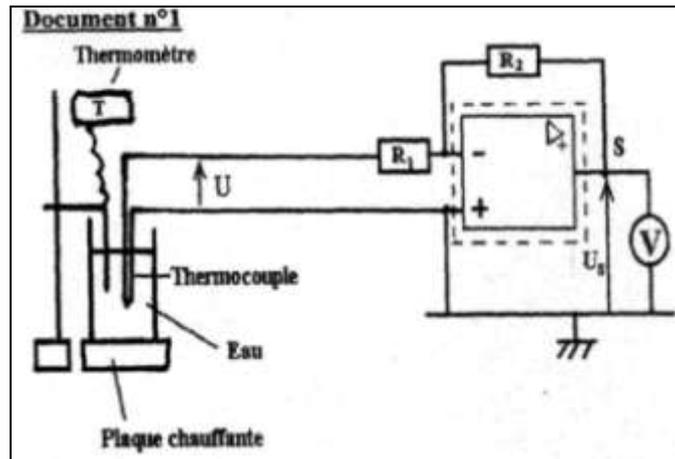
V.8 L'enthalpie standard de cette réaction, lorsque réactifs et produits sont à l'état gazeux, est  $\Delta H^\circ = -802 \text{ kJ/mol}$ . En déduire la masse de méthane nécessaire pour produire 1 kg de PLA.

Données :

$M_{\text{H}} = 1 \text{ g/mol}$  ;  $M_{\text{C}} = 12 \text{ g/mol}$ .

$\text{pK}_a$  (acide lactique/ion lactate) = 3,86.

# ANNEXE



**Document n°5**

Consommation de combustibles fossiles en MJ par kg de plastique produit (1 MJ = 10<sup>6</sup> J)

| Plastiques à base de matières fossiles | Energie | Matière première |
|--|---------|------------------|
| Polyéthylène (PE)                      | 29      | 52               |
| Téréphthalate de polyéthylène (PET)    | 37      | 39               |

**Plastiques fondés sur les plantes**

|                           |    |   |
|---------------------------|----|---|
| Poly acide lactique (PLA) | 56 | 0 |
|---------------------------|----|---|

## PROBIOTIQUES ET PRÉBIOTIQUES

Un **probiotique** est défini comme une préparation intégrant une ou plusieurs espèces de microorganismes vivants, qui exercent un rôle bénéfique sur la flore intestinale de l'hôte.

Un **prébiotique** est un ingrédient non digestible par l'hôte, qui l'affecte positivement en agissant sur sa flore intestinale.

Certains aliments traditionnels fermentés répondant aux définitions ci-dessus sont déjà reconnus comme bénéfiques à la santé : tel est le cas des yoghourts, dont la fabrication est largement industrialisée, tel est le cas également du kéfir, boisson fermentée acidulée et légèrement alcoolisée originaire des pays d'Europe de l'Est.

Le protocole de préparation du kéfir de lait est présenté en annexe 1.

Les grains de kéfir, ferments originels de la boisson, sont constitués d'une microflore complexe (annexe 2) envasée dans une matrice polysaccharidique, le kéfirane. La préparation peut être réalisée à partir d'une solution de saccharose aromatisée par des fruits (kéfir de fruit) ou à partir du lait (kéfir de lait).

Quelques propriétés biochimiques et microbiologiques du kéfir sont étudiées ici.

### BIOCHIMIE (46 points)

1. Le kéfirane est un mucopolysaccharide (MPS) synthétisé et excrété par certains composants de la microflore. Il présente une structure variable suivant les conditions de culture et les souches utilisées. On connaît bien le polymère de D-glucopyranose libéré par *Leuconostoc mesenteroides*, exopolysaccharide de type  $\alpha$  1-3,  $\alpha$  1-4 et  $\alpha$  1-6. Les liaisons  $\alpha$  1-6 sont prédominantes.

1.1. Écrire la formule chimique d'un fragment d'au moins 4 résidus de cette molécule, en représentant les trois types de liaison présents.

1.2. Dans la définition du prébiotique, apparaît l'expression "non digestible par l'hôte". Expliquer comment le polymère ci-dessus répond à cette définition.

2. La boisson fermentée présente une teneur en galactose de l'ordre de 20 à 25 g.L<sup>-1</sup>. Pour optimiser les conditions de culture, on étudie l'évolution en cours de fermentation de la concentration en lactose et en galactose dans le milieu.

2.1. Le protocole de dosage est donné en annexe 3.

2.1.1. Écrire la première réaction en précisant le nom de l'enzyme et en indiquant la nature de X. Les formules sont attendues.

2.1.2. Justifier:

- la lecture à 340 nm,
- l'utilisation de deux tampons différents,
- la nécessité de réaliser des témoins.

2.1.3. Préciser la différence entre l'essai lactose et l'essai galactose.

2.1.4. Justifier les coefficients multiplicateurs utilisés dans les relations littérales permettant le calcul des concentrations massiques en galactose et en lactose dans l'échantillon.

2.2. Le suivi de fermentation a donné les résultats présentés en annexe 4.

2.2.1. Sachant qu'on a effectué une dilution au 1/50<sup>ème</sup> du milieu de culture, reproduire et compléter le tableau. Tracer les courbes représentant les variations des concentrations dans le milieu de culture en fonction du temps pour les deux glucides.

2.2.2. Interpréter les courbes obtenues.

3. Au cours de la fabrication du kéfir, les souches de *Lactobacillus* et *Leuconostoc* utilisent essentiellement la fermentation hétérolactique présentée en annexe 5.

3.1. Durant la première phase, les voies A et B sont actives, la voie A étant cependant prédominante. Compléter le document.

3.2. Au cours de la deuxième phase de préparation, une légère alcoolisation du kéfir a lieu. À l'aide de l'annexe 5, justifier l'incubation en récipient hermétiquement fermé.

4. Pour faire proliférer le ferment dans un objectif de conservation, on travaille au contraire en fermenteur, avec agitation et aération. Préciser quelle est la voie privilégiée dans ce cas. Justifier le choix de ce protocole de fabrication.

## TOXICOLOGIE (9 points)

Les probiotiques apparaissent aujourd'hui comme une alternative à l'utilisation systématique des antibiotiques en tant qu'accélérateurs de croissance chez les animaux d'élevage. En effet, une prise de conscience des dangers de cette pratique a conduit à leur interdiction progressive, avec interdiction définitive en 2006.

1. Préciser quelles sont les conséquences pour l'homme de la présence d'antibiotiques dans l'alimentation animale.
2. D'autres substances peuvent être présentes dans les produits d'origine animale provenant soit d'une contamination industrielle, soit d'une contamination agricole, soit d'une contamination biologique. Donner un exemple pour chacun de ces cas.
3. On utilise alors un paramètre spécifique, la Limite Maximale de Résidus (LMR).
  - 3.1. Donner sa définition.
  - 3.2. Indiquer l'intérêt de sa prise en compte dans l'entreprise.

## MICROBIOLOGIE (45 points)

1. Le tableau de l'annexe 2 présente les différents microorganismes isolés à partir du kéfir de lait; ce sont des bactéries et des levures.

- 1.1. Donner les principales différences entre les cellules procaryotes et les cellules eucaryotes.
- 1.2. Compléter le schéma de l'annexe 6 à rendre avec la copie.

2. Le rôle bénéfique des probiotiques sur la flore intestinale est interprété de deux manières :

- synthèse de facteurs de croissance activateurs de la flore intestinale,
- compétition avec des microorganismes pathogènes.

2.1. Les facteurs de croissance

- 2.1.1. Définir un facteur de croissance.
- 2.1.2. Donner deux exemples différents de facteur de croissance.
- 2.1.3. Expliquer le rôle bénéfique des facteurs de croissance sur la flore intestinale.

2.2. Le pouvoir pathogène

La présence des probiotiques dans l'intestin permet de lutter contre certains microorganismes pathogènes notamment *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*.

- 2.2.1. Ces deux bactéries sont responsables de toxi-infections alimentaires. Définir ces termes.
- 2.2.2. Pour que *Escherichia coli* s'installe dans l'intestin, il lui faut se fixer sur des sites d'adhésion aux cellules épithéliales. Nommer deux structures bactériennes responsables de l'adhésion.
- 2.2.3. Les toxi-infections à *Listeria monocytogenes* sont consécutives à la consommation de produits réfrigérés. Classer cette bactérie en fonction de sa température optimale de croissance et préciser la valeur de celle-ci.
- 2.2.4. Expliquer le rôle des probiotiques dans la lutte contre les micro-organismes pathogènes.

3. La consommation de probiotiques, comme par exemple le kéfir, permet de prévenir l'apparition de certaines diarrhées d'origine microbienne suite à une antibiothérapie.

3.1. Les  $\beta$ -lactamines (pénicilline par exemple) sont des antibiotiques couramment utilisés en médecine humaine.

Expliquer le mécanisme d'action de cette famille d'antibiotiques sur une bactérie à Gram positif. Préciser si l'antibiotique est bactériostatique ou bactéricide et justifier la réponse.

3.2. L'étude de l'effet de cet antibiotique sur deux microorganismes M1 et M2 de la flore commensale d'un enfant a été réalisée. La concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'antibiotique a été déterminée en milieu liquide. Le tableau de l'annexe 7 propose les résultats obtenus pour les souches M1 et M2 après 24 heures d'incubation à 37°C.

3.2.1. Définir la CMI d'un antibiotique.

3.2.2. Déterminer la valeur de la CMI pour chaque souche M1 et M2.

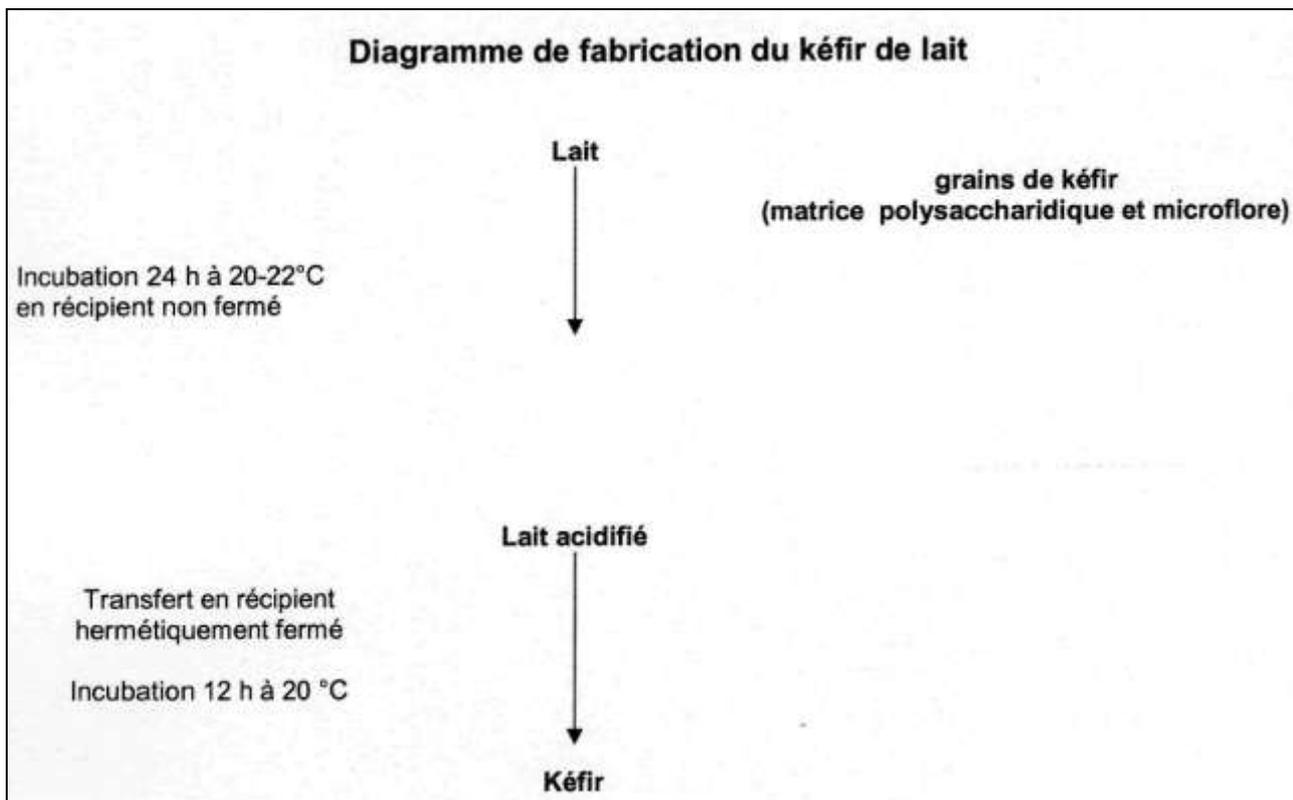
3.2.3. Lors d'un traitement par cet antibiotique, la concentration utilisée est de  $100 \text{ g.mL}^{-1}$  et l'antibiotique se trouve dilué au 1/10 dans l'intestin. Indiquer quel sera l'effet de cet antibiotique sur les souches M1 et M2. Conclure sur l'effet de la prise d'antibiotique sur la flore commensale de l'enfant.

4. Dans le but d'industrialiser la production de kéfir, les différents microorganismes le composant sont produits séparément en fermenteur industriel : l'étude porte sur la production de biomasse de *Saccharomyces kefir*. Cette levure a les caractéristiques suivantes : aéro-anaérobie, mésophile.

4.1. Préciser les conditions de pression partielle en dioxygène et de température optimales pour cette production. Justifier les réponses.

4.2. Deux principes de fermenteurs différents peuvent être utilisés: fermenteur en discontinu (milieu non renouvelé) ou fermenteur en continu (milieu renouvelé). Indiquer le principe de chaque fermenteur et préciser celui qui est le plus adapté à la production de biomasse, en justifiant la réponse.

## ANNEXE 1 : Diagramme de fabrication du kéfir de lait



## ANNEXE 2 : Microorganismes isolés à partir du kéfir de lait

| Lactobacilles                                  | Streptocoques lactiques          | Levures                         |
|--|----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Lb. alactosus</i>                           | <i>Streptococcus cremoris</i>    | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| <i>Lb. brevis</i>                              | <i>Str. faecalis</i>             | <i>S. kefir</i>                 |
| <i>Lb. casei</i> subsp. <i>casei</i>           | <i>Str. lactis</i>               | <i>S. florentinus</i>           |
| <i>Lb. casei</i> subsp. <i>pseudoplatantum</i> | <i>Leuconostoc mesenteroides</i> | <i>S. pretoriensis</i>          |
| <i>Lb. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i>       | <i>Pediococcus damnosus</i>      | <i>Candida valida</i>           |
| <i>Lb. casei</i> subsp. <i>tolerans</i>        |                                  | <i>Candida lambica</i>          |
| <i>Lb. coryneformis</i> subsp. <i>torquens</i> |                                  | <i>Kloeckera apiculata</i>      |
| <i>Lb. fructosus</i>                           |                                  | <i>Hansenula yalbensis</i>      |
| <i>Lb. hilgardii</i>                           |                                  |                                 |
| <i>Lb. homohiochi</i>                          |                                  |                                 |
| <i>Lb. plantarum</i>                           |                                  |                                 |
| <i>Lb. pseudoplatantum</i>                     |                                  |                                 |
| <i>Lb. yamanashiensis</i>                      |                                  |                                 |

Lb. : Lactobacillus      Str. : Streptococcus      S. : Saccharomyces

## ANNEXE 3 : Dosage du lactose et du galactose par méthode enzymatique

**ANNEXE 3**  
**Dosage du lactose et du galactose par méthode enzymatique**  
**D'après Kit ENZYTEC Lactose/D-galactose ID-N° 1 002 784**

**1. Principe**  

$$\text{lactose} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{hydrolase}} \text{X} + \text{D-galactose}$$

$$\text{D-galactose} + \text{NAD}^+ + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{D-galactosedéshydrogénase}} \text{acide galacturonique} + \text{NADH} + \text{H}^+$$

**2- Réactifs**  
**Flacon 1** : tampon citrate pH 6,6 ; 35 mg de NAD<sup>+</sup>  
**Flacon 2** : 1,7 mL d'hydrolase (environ 100 UI) en suspension  
**Flacon 3** : 34 mL de tampon phosphate pH 8,6  
**Flacon 4** : 1,7 mL de D-galactose déshydrogénase (environ 40 UI) en suspension

**3- Mode opératoire**  
longueur d'onde : 340 nm  
trajet optique : 1 cm  
température : 20-25°C  
zéro contre l'air ou contre l'eau désionisée  
domaine de linéarité : de 0,1 à 1 g/L de lactose et galactose dans l'échantillon

| Introduire dans les semi microcuvettes :                                 | Témoin lactose | Essai lactose | Témoin galactose | Essai galactose |
|--|----------------|---------------|------------------|-----------------|
| <b>Flacon 1</b> : tampon citrate pH 6,6 (mL)                             | 0,200          | 0,200         | 0,200            | 0,200           |
| <b>Flacon 2</b> : β-hydrolase (mL)                                       | 0,050          | 0,050         | -                | -               |
| <b>Echantillon</b> (mL)  | -              | 0,100         | -                | 0,100           |
| <i>Homogénéiser et incubé 20 minutes à 20-25 °C.</i>                     |                |               |                  |                 |
| <b>Flacon 3</b> : tampon phosphate pH 8,6 (mL)                           | 1,000          | 1,000         | 1,000            | 1,000           |
| <b>Eau désionisée</b> (mL)   | 2,000          | 1,900         | 2,050            | 1,950           |
| <i>Homogénéiser puis lire l'absorbance A1 après 3 minutes.</i>           |                |               |                  |                 |
| <b>Flacon 4</b> : D-Galactose déshydrogénase (mL)                        | 0,050          | 0,050         | 0,050            | 0,050           |
| <i>Homogénéiser. Incuber 30 minutes à 20-25°C. Lire l'absorbance A2.</i> |                |               |                  |                 |

Pour le galactose :  

$$\Delta A_{\text{galactose}} = (A2 - A1)_{\text{essai galactose}} - (A2 - A1)_{\text{témoin galactose}}$$

Pour le lactose :  

$$\Delta A_{\text{lactose}} = [(A2 - A1)_{\text{essai lactose}} - (A2 - A1)_{\text{témoin lactose}}] - [(A2 - A1)_{\text{essai galactose}} - (A2 - A1)_{\text{témoin galactose}}]$$

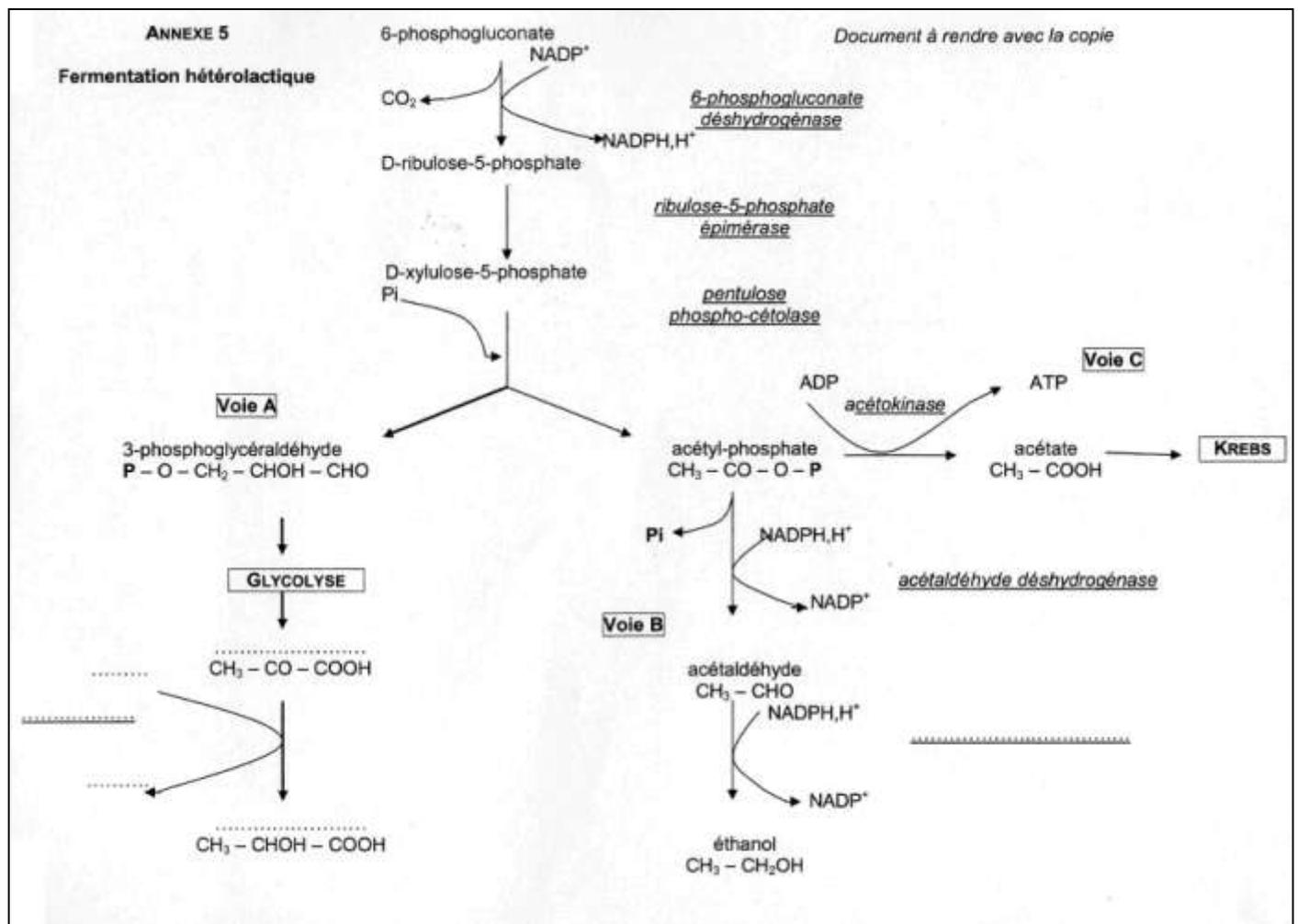
**4. Résultats**  
galactose : C (g.L<sup>-1</sup>) = 0,9436 x ΔA  
lactose : C (g.L<sup>-1</sup>) = 1,793 x ΔA

*Données : ε<sub>NADH 340 nm</sub> = 630 m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup>      M<sub>lactose</sub> = 342,3 g.mol<sup>-1</sup>      M<sub>galactose</sub> = 180,16 g.mol<sup>-1</sup>*

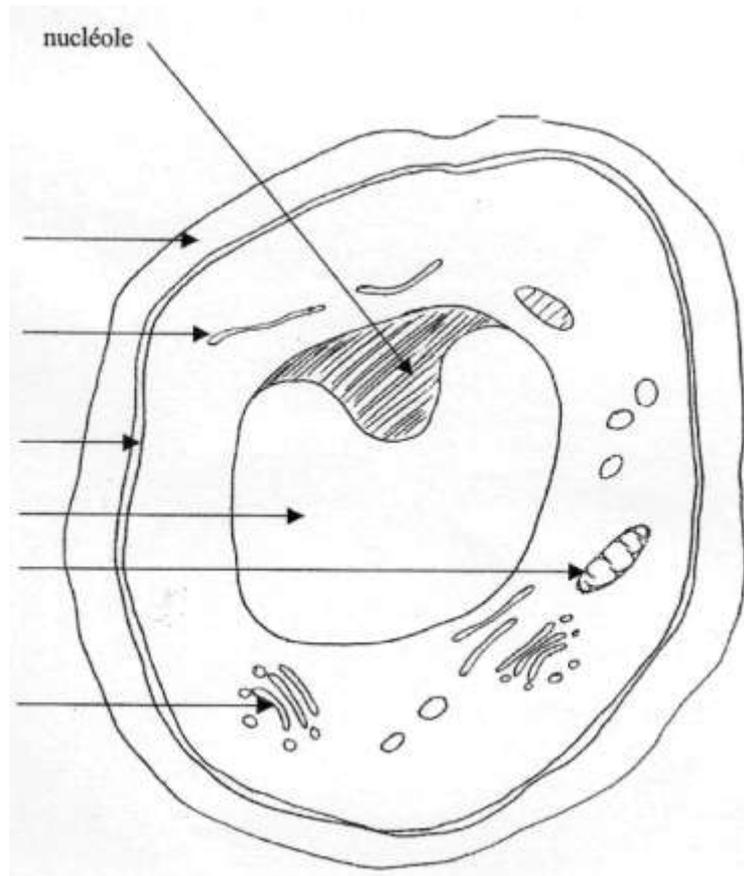
## ANNEXE 4 : tableau de résultats

| Temps (h) | Galactose                     |                                       |   | Lactose                     |                                       |   |
|-----------|-------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------------|---|
|           | $\Delta A_{\text{galactose}}$ | C (g.L <sup>-1</sup> )<br>échantillon | C (g.L <sup>-1</sup> )<br>milieu de culture | $\Delta A_{\text{lactose}}$ | C (g.L <sup>-1</sup> )<br>échantillon | C (g.L <sup>-1</sup> )<br>milieu de culture |
| 0         | 0,000                         |                                       |   | 0,468                       |                                       |   |
| 5         | 0,170                         |                                       |   | 0,346                       |                                       |   |
| 10        | 0,297                         |                                       |   | 0,245                       |                                       |   |
| 15        | 0,403                         |                                       |   | 0,178                       |                                       |   |
| 20        | 0,487                         |                                       |   | 0,134                       |                                       |   |

## ANNEXE 5 :



## ANNEXE 6 : structure schématique d'une levure



## ANNEXE 7 : Détermination de la CMI en milieu liquide pour les souches M1 et M2. Aspect après 24 heures de culture à 37°C

| [Antibiotique]<br>en $\mu\text{g.mL}^{-1}$ | 0 | 0,5 | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 |
|--|---|-----|---|---|---|---|----|----|
| Souche M <sub>1</sub>                      | + | +   | - | - | - | - | -  | -  |
| Souche M <sub>2</sub>                      | + | +   | + | + | + | + | +  | -  |

Légendes: + croissance visible

- absence de croissance visible

### **Étude d'un gâteau de semoule**

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

Les informations apportées sur l'étiquette d'un gâteau de semoule sont données ci-dessous: Ingrédients: Lait, sucre, semoule de blé, jaune d'oeuf, caramel, raisins macérés dans du rhum, amidon transformé, pectine, gomme de xanthane, arôme vanille, conservateur: nisine.

Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 g:

- Valeur énergétique 726 kJ (172 kcal)
- Protéines = 4,4 g
- Glucides = 28,3 g
- Lipides 4,6 g

#### **1. LES MATIÈRES PREMIÈRES (17 points)**

##### **1.1. La semoule de blé**

- 1.1.1. La semoule de blé est-elle l'ingrédient principal du gâteau de semoule? Justifier la réponse.
- 1.1.2. À partir de quel type de blé fabrique-t-on la semoule? Quelle est sa caractéristique majeure?
- 1.1.3. Citer une autre variété de blé utilisée dans l'industrie alimentaire ainsi qu'un exemple de son utilisation.
- 1.1.4. Décrire succinctement les différentes étapes permettant d'obtenir des semoules.

##### **1.2. Le lait**

Citer les différentes phases physiques du lait. Préciser succinctement les constituants principaux de chaque phase.

##### **1.3. Les additifs**

Établir la liste des ingrédients alimentaires et celle des additifs alimentaires entrant dans la composition du gâteau de semoule. Justifier la réponse.

##### **1.4. Le sucre**

Le sucre utilisé dans la préparation provient de la betterave sucrière. Citer une présentation commerciale de ce sucre. Présenter sous forme de diagramme la fabrication de ce sucre à partir de la betterave sucrière.

#### **2. FABRICATION DU GÂTEAU (15 points)**

##### **2.1. Agents de texture**

2.1.1. Citer les agents de texture utilisés dans la fabrication du gâteau de semoule. Préciser leur rôle technologique.

2.1.2. Il existe de nombreux agents de texture utilisés en industrie alimentaire. En citer deux qui n'entrent pas dans la composition du gâteau de semoule. Préciser leur origine.

##### **2.2. Le jaune d'oeuf**

Quel est l'apport du jaune d'oeuf dans la préparation du gâteau de semoule?

##### **2.3. Conservateur**

2.3.1. Parmi les additifs, on trouve les conservateurs. Définir leur rôle.

2.3.2. Citer deux conservateurs différents de la nisine. Préciser leur utilisation en industrie alimentaire.

## 2.4. Gratinage

Après cuisson, les gâteaux de semoule sont dorés au four. Préciser l'intérêt organoleptique de cette étape. Expliquer la réaction à la base de ce phénomène.

## 3. LE PRODUIT FINI (18 points)

### 3.1. L'emballage

Citer deux types d'emballage envisageables pour le gâteau de semoule. Préciser les avantages et les inconvénients de chacun d'eux.

### 3.2. L'étiquetage

L'étiquette contient diverses informations.

3.2.1. Citer cinq mentions obligatoires pour un produit de type gâteau de semoule.

3.2.2. L'étiquette comporte également des indications nutritionnelles.

Donner l'intérêt de ce type d'information.

3.2.3. L'étiquette précise également que le produit conditionné contient « lait, oeuf, gluten ». Expliquer l'intérêt de ce type d'information.

### 3.3. Contrôle qualité

Citer un contrôle microbiologique, un contrôle organoleptique et un contrôle physicochimique réalisés sur le produit fini. Préciser clairement l'intérêt de chacun d'eux.

## DEUXIÈME PARTIE GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)

### 1. LE LAIT (24 points)

Pour assurer une qualité physico-chimique constante du produit fini, il est nécessaire de traiter le lait dès son arrivée à l'usine. Parmi les traitements effectués, la standardisation en matière grasse et en protéines est réalisée.

#### 1.1. Standardisation du lait en matière grasse

L'annexe 1 représente le diagramme d'obtention du lait standardisé en matière grasse.

1.1.1. Déterminer le débit massique de la crème à la sortie de l'écumeuse.

1.1.2. Calculer le pourcentage de matière grasse (MG) de la crème.

1.1.3. En déduire les débits massiques du lait standardisé et du surplus de crème.

1.1.4. L'écumeuse est une centrifugeuse à assiettes. Donner le principe de séparation de cet appareil en vous aidant d'un schéma.

#### 1.2. Traitement thermique

Le lait subit un traitement thermique à son arrivée. Deux traitements thermiques sont envisageables :

- Traitement 1: couple temps-température, 12 minutes, 72°C

- Traitement 2 : couple temps-température, 2 secondes, 90°C

Données :  $T^* 70^\circ\text{C}$   $z = 7^\circ\text{C}$

$D_{70}$  = temps de réduction décimale du germe de référence = 0,75 min

1.2.1. Déterminer pour les deux traitements la valeur pasteurisatrice (en minutes).

1.2.2. Comparer les deux traitements sur le plan organoleptique.

1.2.3. Déterminer la flore résiduelle après les deux traitements thermiques.

Donnée : la charge microbienne du lait de départ est de  $5 \cdot 10^6$  U.F.C. par litre.

### 2. LE RHUM (16 points)

L'annexe 2 représente le diagramme de fabrication du rhum blanc.

#### 2.1. Étude de la distillation

Le vin de canne débarrassé des levures est préchauffé dans une cuve appelée « chauffe vin », puis dirigé vers la colonne à distiller. La colonne est constituée d'un empilement de plateaux perforés. Cette distillation s'opère en

continu, la colonne est alimentée en vin de canne à mi-hauteur. De la vapeur d'eau est introduite par le bas de la colonne. Les vapeurs recueillies en tête de colonne sont refroidies par un condenseur. Le résidu est exempt d'éthanol, il s'écoule par débordement au niveau du bouilleur.

2.1.1. En vous aidant d'un diagramme isobare, expliquer le principe de la distillation en considérant que le mélange à distiller (dans ce cas le vin de canne) est un mélange binaire.

2.1.2. Préciser l'intérêt de l'injection de vapeur en bas de la colonne.

2.1.3. Préciser l'intérêt du préchauffage du vin de canne avant son introduction dans la colonne.

2.1.4. Préciser l'évolution de la température dans la colonne de distillation (de bas en haut). Justifier la réponse.

2.1.5. Déterminer le débit du rhum blanc obtenu en litre par heure.

Données :

- débit d'alimentation en vin de canne préchauffé =  $60 \text{ L.h}^{-1}$
- % volumique en éthanol du vin de canne 10%
- % volumique en éthanol du rhum blanc 49%

## 2.2. Le condenseur

Le refroidissement réalisé au niveau du condenseur est effectué en utilisant de l'eau froide. Établir un bilan thermique en considérant que l'échange thermique se limite à la condensation du rhum dont on négligera le refroidissement.

Déterminer le débit minimum d'eau froide du condenseur.

Données:

- température de l'eau froide entrante =  $18^\circ\text{C}$
- température de l'eau froide sortante =  $30^\circ\text{C}$  maximum
- la chaleur massique spécifique de l'eau est de  $4.18 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- enthalpie massique de vaporisation de l'eau =  $2235 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- enthalpie massique de vaporisation de l'éthanol =  $838 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- masse volumique de l'éthanol  $793,6 \text{ kg.m}^{-3}$
- masse volumique de l'eau =  $1000 \text{ kg.m}^{-3}$

## 3. LES RAISINS (10 points)

Les raisins sont déshydratés par séchage pour pouvoir les conserver.

### 3.1. Conservation

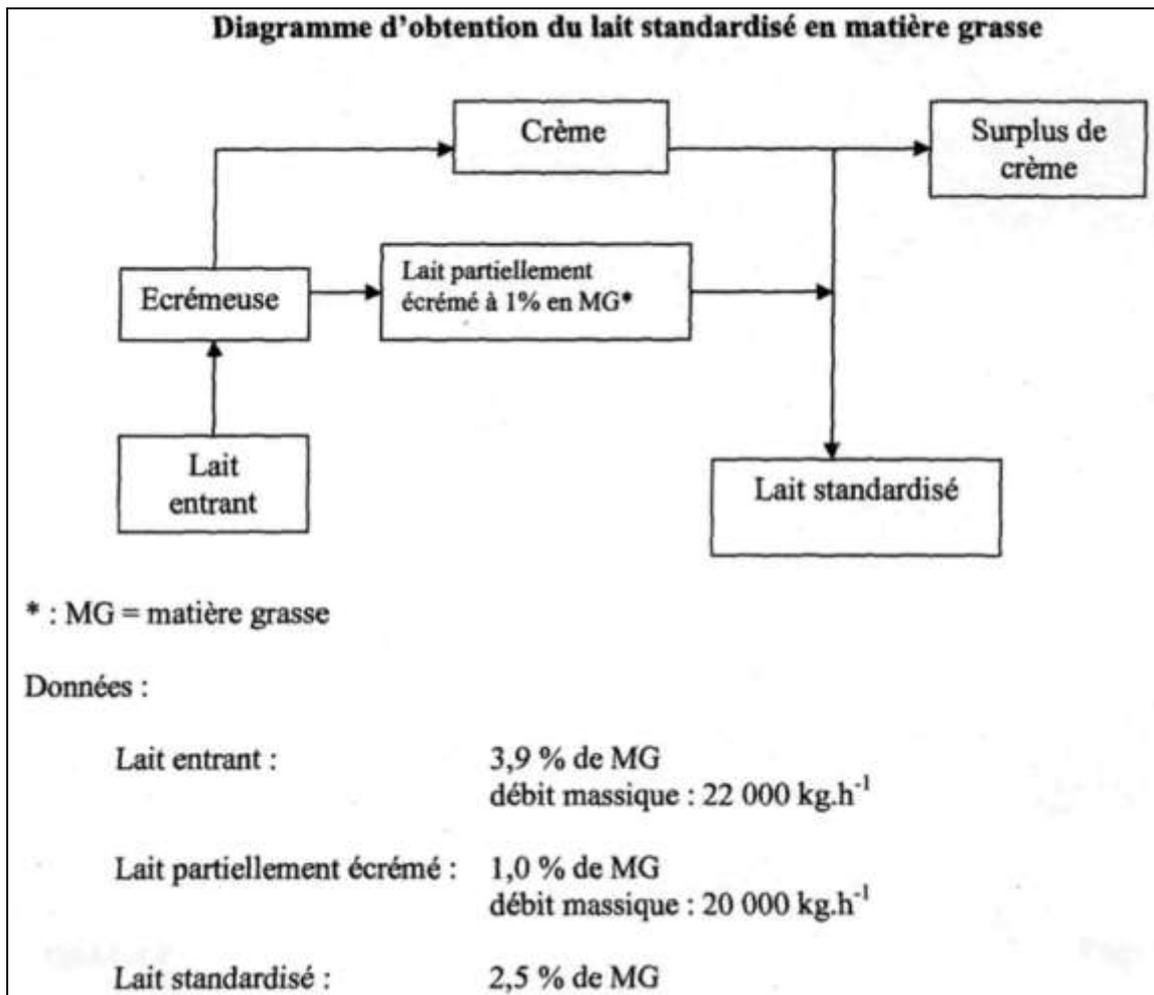
Expliquer en quoi la déshydratation des raisins augmente la durée de conservation.

### 3.2. Séchage

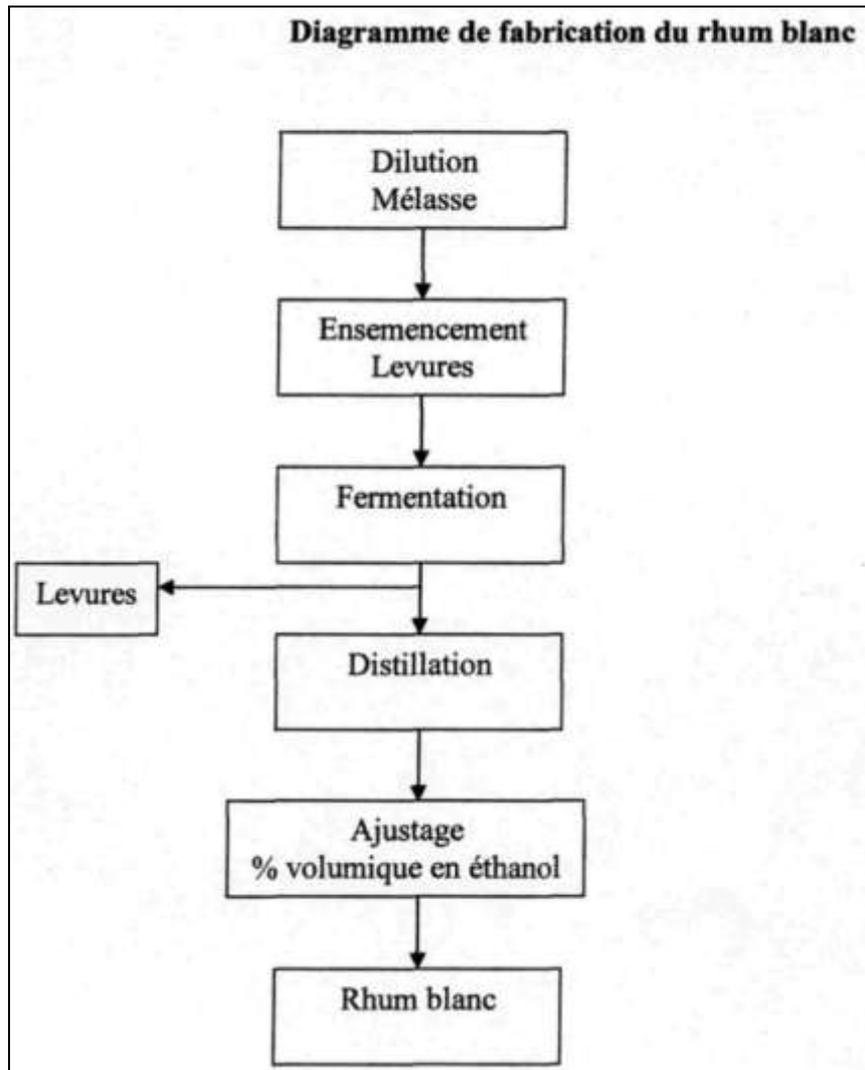
3.2.1. Expliquer le(s) principe(s) du séchage.

3.2.2. Proposer un type de sécheur permettant de réaliser le séchage des raisins. Indiquer son principe de fonctionnement.

## Annexe 1



## Annexe 2



# **E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES   Sujet A - 2006**

Durée : 6 heures      Coefficient : 3

## **Sujet A : Contrôles sur un miel**

**Premier jour : 4 h 30**

### **CONTRÔLES BIOCHIMIQUES DE LA QUALITÉ D'UN MIEL (30 points)**

Le miel que l'on se propose d'analyser est un miel polyfloral, dit : "toutes fleurs ", destiné à la consommation.

#### ***1. DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PAR RÉFRACTOMÉTRIE***

La diminution de la teneur en eau du miel correspond à une étape de maturation qui a lieu dans la ruche avant l'operculation des alvéoles.

Les miels doivent, à part quelques exceptions (miel de bruyère, miels destinés à l'industrie), respecter la norme suivante : teneur en eau  $\leq$  21% ; au-delà, il y a risque de fermentation rapide par des levures.

Plus précisément, pour les miels polyfloraux :

- le miel est dit « d'excellente qualité » si sa teneur en eau est inférieure à 18 % ;
- il est de « bonne qualité » pour une teneur en eau comprise entre 18 % et 18,5 % ;
- de 18,5 à 19 %, il est de « qualité moyenne » ;
- de 19 à 21%, la qualité est « médiocre » ;
- enfin, au dessus de 21 %, c'est un produit de mauvaise qualité qui d'après la législation, ne peut être commercialisé que sous les dénominations « miel de pâtisserie » ou « miel d'industrie ».

#### **1.1. Principe**

L'indice de réfraction du miel parfaitement liquéfié est fonction de sa teneur en eau.

#### **1.2. Mode opératoire**

##### ***1.2.1. Contrôle de l'étalonnage du réfractomètre par mesure de l'indice de réfraction de l'eau désionisée (à réaliser en présence d'un examinateur).***

Déposer une goutte d'eau désionisée sur le prisme du réfractomètre. Fermer l'appareil. Lire l'indice de réfraction et noter la température. Se reporter à la table 1 de l'annexe 1 et vérifier si le résultat est conforme à la valeur attendue.

##### ***1.2.2. Préparation de l'échantillon***

L'échantillon fourni a été préparé de la manière suivante : le miel a été placé à l'étuve à  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  en récipient fermé pendant un temps suffisant pour assurer la disparition des cristaux de sucre. Puis il a été homogénéisé et refroidi.

##### ***1.2.3. Mesure de l'indice de réfraction du miel (2 essais)***

À l'aide d'une baguette de verre, déposer rapidement une goutte de miel sur le prisme du réfractomètre. Fermer l'appareil. Lire l'indice de réfraction et noter la température.

#### **1.3. Résultats**

Se reporter à la table 2 de l'annexe 1 pour obtenir la teneur en eau du miel analysé, exprimée en pourcentage pondéral. Effectuer si nécessaire une correction de température, selon les indications données en annexe 1.

Conclure.

Compléter la feuille de résultats de l'annexe 3.

## 2. DÉTERMINATION DE L'ACIDITÉ LIBRE PAR POTENTIOMÉTRIE

Une autre caractéristique de composition exigée, en vue de la commercialisation d'un miel, est la teneur en acides libres ; celle-ci doit être inférieure à 40 mmol d'ions  $H^+ \cdot kg^{-1}$  ; une valeur plus élevée pourrait correspondre à une acidité modifiée artificiellement et notamment indiquer un résidu d'acide oxalique ou formique venant d'un traitement anti-varroa (acarien parasite de l'abeille).

### 2.1. Principe

On entend par acidité libre, l'acidité titrable par l'hydroxyde de sodium jusqu'au pH du point équivalent. Elle est obtenue en traçant la courbe de titration du miel par une solution titrée d'hydroxyde de sodium et en déterminant à partir de cette courbe le volume équivalent de solution titrante.

### 2.2. Mode opératoire

#### 2.2.1. Préparation de l'échantillon

Peser, au centigramme près, une masse  $m$  voisine de 5 g de miel ; dissoudre dans quelques mL d'eau désionisée puis transférer quantitativement dans une fiole jaugée de 50 mL et compléter à 50 mL avec de l'eau désionisée.

#### 2.2.2. Dosage (1 essai)

Réaliser un montage potentiométrique avec une sonde pHmétrique et étalonner le dispositif en utilisant la procédure fournie.

Dans un bécher de contenance appropriée, introduire

- E = 25 mL de la dilution obtenue précédemment,
- un barreau aimanté.

Noter le pH.

Placer le bécher sur un agitateur magnétique et régler celui-ci de façon à obtenir une agitation modérée qui sera maintenue pendant toute la durée du dosage. Verser la solution d'hydroxyde de sodium contenue dans une semi-microburette de 10 mL, par fractions de 0,2 mL réduites à 0,1 mL dès que les variations de pH deviendront plus importantes. Noter le pH immédiatement après chaque addition d'hydroxyde de sodium.

### 2.3. Résultats

Compléter la feuille de résultats de l'annexe 3.

Construire la courbe de titration  $pH = f(V_{NaOH})$ . Joindre le graphe à la copie.

Déterminer graphiquement le point d'équivalence; noter ses coordonnées (pH,  $V_{NaOH}$ ).

Calculer la teneur du miel en acides libres, exprimée en  $mmol/kg^{-1}$ . Conclure.

Donnée : Concentration de la solution d'hydroxyde de sodium : voisine de  $0,05 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  La valeur exacte sera communiquée au cours de l'épreuve.

## 3. DOSAGE ENZYMATIQUE DU GLYCÉROL

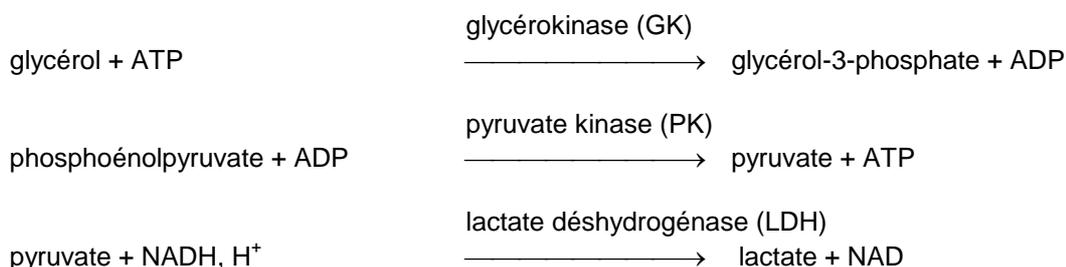
Le dosage du glycérol par méthode enzymatique constitue un procédé efficace et rapide pour mettre en évidence la fermentation d'un miel. En effet, le glycérol est naturellement présent en faible quantité dans les miels, mais il s'en forme en quantité appréciable au cours du processus de fermentation du miel; la corrélation est parfaite entre le taux de glycérol dans le miel et l'importance de la fermentation subie par celui-ci.

Si le taux mesuré dépasse  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  la fermentation est certaine mais imperceptible à la gustation et ceci jusqu'à  $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

A partir de  $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , des anomalies sensorielles et gustatives deviennent perceptibles.

Au-delà de  $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , ces anomalies sont évidentes et le miel n'est alors plus commercialisable.

### 3.1. Principe de la méthode



## 3.2. Mode opératoire

### 3.2.1 Préparation de la solution « S »

La solution « S » fournie a été obtenue de la manière suivante:

Une masse  $m = 4,896$  g de miel a été pesée et additionnée de quelques mL d'eau désionisée. Après homogénéisation, la solution obtenue a été transférée quantitativement dans une fiole jaugée de 10 mL que l'on a ajusté avec de l'eau désionisée.

### 3.2.2. Dosage du glycérol de la solution « S » et du contrôle « C »

Se reporter à l'annexe 2 (réactifs et mode opératoire).

Effectuer un essai sur la solution « S » et un essai sur le contrôle « C ».

La concentration en glycérol du contrôle C sera communiquée au cours de l'épreuve.

## 3.3. Résultats

Calculer les variations d'absorbance  $\Delta A = A_1 - A_2$  pour chaque cuve.

Calculer la variation d'absorbance nette de chaque essai :  $\Delta A_E = \Delta A_{\text{essai}} - \Delta A_{\text{témoin}}$ .

Établir la relation littérale donnant la concentration molaire du glycérol dans les solutions S et C. Faire les applications numériques de façon à obtenir les concentrations molaires puis massiques du glycérol dans chacune de ces 2 solutions.

Interpréter le résultat obtenu pour la solution contrôle.

Calculer la teneur en glycérol, exprimée en  $\text{mg.kg}^{-1}$ , du miel analysé. Conclure.

Compléter la feuille de résultats de l'annexe 3.

Données:

$$\varepsilon_{\text{NADH}} \text{ à } 340 \text{ nm} = 6300 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$$

$$M \text{ glycérol} = 92,10 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{CV de la méthode} = 2,5\%.$$

## MICROBIOLOGIE (30 points)

### ASPECTS MICROBIOLOGIQUES DU MIEL

Les microorganismes présents dans le miel sont essentiellement des levures et des bactéries sporulantes. Les formes végétatives de ces bactéries sont absentes. Le miel présente en effet des propriétés antimicrobiennes qui empêchent la croissance de nombreux microorganismes. On se propose de mesurer l'activité bactériostatique d'un miel « toutes fleurs » du commerce.

#### 1. ÉVALUATION DE L'ACTIVITÉ BACTÉRIOSTATIQUE D'UN MIEL

L'activité antibactérienne du miel peut être caractérisée par une note de 0 à 5 en fonction de la dilution nécessaire pour obtenir l'inhibition de la croissance d'une culture de *Bacillus subtilis* (souche Pasteur).

##### 1.1 Vérification de la pureté de la souche test de *Bacillus subtilis*

Isoler la souche sur une gélose normale ordinaire. Incuber 24h à 37°C.

##### 1.2 Mise en culture de la souche test sur un milieu contenant différentes dilutions du miel

###### 1.2.1. Matériel et réactifs

6 Tubes à essai (témoin de croissance et n°1 à n°5) contenant différents volumes (voir tableau ci-après) d'un milieu de culture de composition :

- Peptone            10g
- Agar                25g
- Eau distillée      qsp 1 L

Solution de miel (solution à 50% (masse/volume) en eau physiologique)

Culture de *Bacillus subtilis* en suspension en eau physiologique

Bain thermostaté à 50°C

6 boîtes de Petri stériles  
Pipettes stériles de 10 mL  
Pipettes Pasteur stériles

### 1.2.2. Mode opératoire

Maintenir à une température voisine de 50°C les tubes contenant le milieu de culture d'une part et le miel de l'autre. À l'aide d'une pipette, prélever la solution de miel et la mélanger au milieu dans les proportions suivantes :

| Tubes n°   | 1   | 2  | 3    | 4  | 5    | Témoin de croissance |
|--|-----|----|------|----|------|----------------------|
| Milieu de culture (mL)                                 | 7,5 | 9  | 10,5 | 12 | 13,5 | 15                   |
| Solution de miel (mL)                                  | 7,5 | 6  | 4,5  | 3  | 1,5  | 0                    |
| Proportion du miel dans le milieu de culture final (%) | 25  | 20 | 15   | 10 | 5    | 0                    |

Agiter au vortex et couler chaque mélange en boîte de Pétri stérile. Après refroidissement, étaler à la surface de chaque boîte 4 gouttes de suspension bactérienne. Incuber 24 h à 35°C.

## **2. NUMÉRATION DES LEVURES PRÉSENTES DANS LE MIEL**

Les levures que l'on peut trouver dans le miel sont des levures osmophiles, capables de se multiplier dans des solutions très concentrées en sucre. Elles peuvent être responsables d'une fermentation du miel, processus naturel, exploité par l'homme pour obtenir une boisson alcoolisée, l'hydromel. Ce processus débute lorsque la teneur en eau du miel est trop élevée. La production d'hydromel reste un débouché intéressant pour les apiculteurs dont les miels ont commencé une fermentation.

On souhaite dénombrer les levures dans le miel.

### **2.1. Matériel et réactifs**

2 mL d'une dilution au 1/10 du miel à analyser  
deux tubes de 9 mL de diluant stérile (eau peptonée à 0,1% + saccharose à 20%)  
6 géloses à l'extrait de malt contenant 50% de saccharose  
2 pipettes graduées de 1 mL  
1 P100 ou 1 pipette graduée de 1 mL (pour distribuer 0,1 mL)

### **2.2. Préparation des échantillons**

Une dilution au 1/10 du miel a été préparée en introduisant de façon aseptique 25 g de miel dans 225 ml du diluant.

Préparer les dilutions  $10^{-1}$  et  $10^{-2}$  de cette solution de miel en eau peptonée avec saccharose.

### **2.3. Ensemencement**

Ensemencer 0,1 mL de la solution de miel initiale ou 0,1 mL de chacune de ses dilutions à la surface de géloses d'extrait de malt contenant 50 % (m/m) de saccharose.

Prévoir deux essais par dilution.

Incuber 48 heures à 25°C.

## **3. ASPECTS MACROSCOPIQUE ET MICROSCOPIQUE DES LEVURES PRÉSENTES DANS LE MIEL**

Les levures présentes dans le miel ont été isolées sur un milieu Sabouraud-chloramphénicol.

Réaliser l'examen macroscopique de la culture. Réaliser un examen microscopique (état frais). Présenter les résultats de vos observations dans un compte rendu.

## ANNEXE 1

TABLE 1 : correspondance entre l'indice de réfraction de l'eau et la température

| °C | $n_D$   | °C | $n_D$   | °C | $n_D$   |
|----|---------|----|---------|----|---------|
| 15 | 1,33339 | 22 | 1,33280 | 29 | 1,33206 |
| 16 | 1,33331 | 23 | 1,33271 | 30 | 1,33194 |
| 17 | 1,33324 | 24 | 1,33261 | 31 | 1,33182 |
| 18 | 1,33316 | 25 | 1,33250 | 32 | 1,33170 |
| 19 | 1,33307 | 26 | 1,33240 | 33 | 1,33157 |
| 20 | 1,33299 | 27 | 1,33229 | 34 | 1,33144 |
| 21 | 1,33290 | 28 | 1,33217 | 35 | 1,33131 |

TABLE 2 :

| INDICE<br>de réfraction à 20 °C. | POURCENTAGE<br>réel d'eau. | INDICE<br>de réfraction à 20 °C. | POURCENTAGE<br>réel d'eau. |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1,5041.....                      | 13,0                       | 1,4910.....                      | 18,2                       |
| 1,5035.....                      | 13,2                       | 1,4905.....                      | 18,4                       |
| 1,5030.....                      | 13,4                       | 1,4900.....                      | 18,6                       |
| 1,5025.....                      | 13,6                       |                                  |                            |
| 1,5020.....                      | 13,8                       | 1,4895.....                      | 18,8                       |
| 1,5015.....                      | 14,0                       | 1,4890.....                      | 19,0                       |
| 1,5010.....                      | 14,2                       | 1,4885.....                      | 19,2                       |
| 1,5005.....                      | 14,4                       | 1,4880.....                      | 19,4                       |
| 1,5000.....                      | 14,6                       | 1,4876.....                      | 19,6                       |
|                                  |                            | 1,4871.....                      | 19,8                       |
| 1,4995.....                      | 14,8                       | 1,4866.....                      | 20,0                       |
| 1,4990.....                      | 15,0                       | 1,4862.....                      | 20,2                       |
| 1,4985.....                      | 15,2                       | 1,4858.....                      | 20,4                       |
| 1,4980.....                      | 15,4                       | 1,4853.....                      | 20,6                       |
| 1,4975.....                      | 15,6                       | 1,4849.....                      | 20,8                       |
| 1,4970.....                      | 15,8                       | 1,4844.....                      | 21,0                       |
| 1,4965.....                      | 16,0                       | 1,4828.....                      | 21,5                       |
| 1,4960.....                      | 16,2                       | 1,4815.....                      | 22,0                       |
| 1,4955.....                      | 16,4                       | 1,4802.....                      | 22,5                       |
| 1,4950.....                      | 16,6                       | 1,4789.....                      | 23,0                       |
| 1,4945.....                      | 16,8                       | 1,4777.....                      | 23,5                       |
| 1,4940.....                      | 17,0                       | 1,4764.....                      | 24,0                       |
| 1,4935.....                      | 17,2                       | 1,4752.....                      | 24,5                       |
| 1,4930.....                      | 17,4                       | 1,4739.....                      | 25,0                       |
| 1,4925.....                      | 17,6                       | 1,4726.....                      | 25,5                       |
| 1,4920.....                      | 17,8                       | 1,4714.....                      | 26,0                       |
| 1,4915.....                      | 18,0                       | 1,4702.....                      | 26,5                       |

### Correction de température

Si la mesure a été effectuée à une température différente de 20°C, l'indice de réfraction lu doit être corrigé de façon à obtenir l'indice à 20°C.

Le terme correctif est de 0,00023 par °C ; la correction est additive si la mesure a été faite à une température inférieure à 20°C, soustractive dans le cas contraire.

## ANNEXE 2 : DOSAGE ENZYMATIQUE DU GLYCÉROL (d'après Boehringer)

### RÉACTIFS:

Solution 1: tampon glycine pH 7,4; NADH ; ATP ; phosphoénolpyruvate ; sulfate de magnésium ; stabilisateurs

Suspension 2 : pyruvate kinase ; lactate déshydrogénase

Suspension 3 : glycérokinase

### MODE OPÉRATOIRE:

#### Conditions de mesure :

Longueur d'onde : 340 nm

Trajet optique: 1 cm

Température: 20-25 °C

Lire contre l'air ou l'eau désionisée

#### Réalisation du test

| Introduire dans les cuves   | Témoin   | Essai    |
|---|----------|----------|
| Solution 1  | 1,000 mL | 1,000 mL |
| Échantillon à analyser  |          | 0,100 mL |
| Eau désionisée  | 2,000 mL | 1,900 mL |
| Suspension 2  | 0,010 mL | 0,010 mL |
| Mélanger.<br>Attendre 5 à 7 minutes et lire l'absorbance $A_1$ .<br>Déclencher la réaction principale par addition de : |          |          |
| Suspension 3  | 0,010 mL | 0,010 mL |
| Mélanger.<br>Attendre 10 minutes et lire l'absorbance $A_2$ .   |          |          |

## ANNEXE 3 Feuille de résultats BIOCHIMIE (à compléter et à joindre à la copie)

### 1. Détermination de la teneur en eau d'un miel

| Tubes n°       | nD | température |
|----------------|----|-------------|
| Eau désionisée |    |             |
| Miel essai 1   |    |             |
| Miel essai 2   |    |             |

### 2. Détermination de l'acidité libre

Tableau de résultats

|                        |  |
|------------------------|--|
| $V_{\text{NaOH}}$ (mL) |  |
| pH                     |  |

|                        |  |
|------------------------|--|
| $V_{\text{NaOH}}$ (mL) |  |
| pH                     |  |

Point d'équivalence: pH = .....  $V_{\text{NaOH}}$  (mL) = .....

### 3. Dosage du glycérol

| Absorbance à 340 nm | Témoin | Solution « S » | Contrôle « C » |
|---------------------|--------|----------------|----------------|
| A <sub>1</sub>      |        |                |                |
| A <sub>2</sub>      |        |                |                |

## ASPECTS MICROBIOLOGIQUES DU MIEL

### Deuxième jour : 1 heure 30

#### I. ÉVALUATION DE L'ACTIVITÉ BACTÉRIOSTATIQUE DU MIEL

##### 1.1 Contrôle de pureté de la souche de *Bacillus subtilis*

Réaliser les observations macroscopique et microscopique de l'isolement réalisé sur gélose normale ordinaire. Conclure.

##### 1.2 Influence de la concentration en miel sur la croissance du *Bacillus subtilis*

Observer le développement bactérien de *Bacillus subtilis* sur les différentes boîtes après incubation 24 h à 35°C. L'inhibition peut être totale (pas de culture) ou partielle (le développement bactérien peut couvrir un quart, un demi ou trois quarts de la boîte). Noter vos résultats dans un tableau.

##### Expression des résultats

Noter l'activité anti-bactérienne (de 0 à 5 suivant la convention ci-dessous :

- Inhibition avec 5 % de miel dans le milieu ..... 5
- Pas d'inhibition avec 5 % mais inhibition avec 10% ..... 4
- Pas d'inhibition avec 10 % mais inhibition avec 15% ..... 3
- Pas d'inhibition avec 15 % mais inhibition avec 20% ..... 2
- Pas d'inhibition avec 20 % mais inhibition avec 25% ..... 1
- Pas d'inhibition même avec 25% ..... 0

On peut atteindre une précision de 0,25 entre ces notes lorsque l'inhibition n'est pas totale et que le développement bactérien couvre un quart, un demi ou trois quarts de la surface gélosée dans une boîte.

#### 2 NUMÉRATION DES LEVURES DU MIEL

Compter les colonies sur les différentes boîtes et rendre les résultats sous forme de tableau.

Choisir, si possible, les boîtes qui contiennent de 10 à 300 colonies.

Calculer le nombre de levures par gramme de miel selon la formule recommandée par la norme AFNOR :

$$N = \frac{\Sigma C}{v.(n_1 + 0,1.n_2).d}$$

$\Sigma C$  est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives dont au moins une contient au minimum 15 colonies et au maximum 300 ;

$n_1$  est le nombre de boîtes retenues à la première dilution ;

$n_2$  est le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ;

$d$  est la dilution correspondant à la première dilution retenue ;

$v$  est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en mL.

Arrondir le résultat calculé à deux chiffres significatifs.

Retenir comme résultat un nombre compris de préférence entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance appropriée de 10.

# E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet B - 2006

Durée : 6 heures Coefficient : 3

## CONTRÔLES DE QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES FROMAGÈRES

Premier jour : 4 h 30

En fabrication fromagère, la qualité des produits dépend:

- des matières premières (lait et ferments lactiques utilisés),
- des processus de fabrication.

## MICROBIOLOGIE (30 points)

### *I. CONTRÔLES DES MATIÈRES PREMIÈRES*

Il s'agit de contrôler à la réception certaines caractéristiques d'un lait entier cru afin de vérifier sa conformité aux critères suivants :

- flore totale:  $< 10^5$  microorganismes aérobies mésophiles mL<sup>-1</sup>
- antibiotique: absence

#### **1.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile**

La technique utilisée est un dénombrement dans la masse en gélose glucosée à 1% au lait écrémé.

##### 1.1.1. Matériel à disposition

- 1 tube de 5 mL de lait cru noté «LC» (à conserver dans la glace)
- 6 tubes de 9 mL de tryptone-sel stérile
- 6 tubes ou un flacon de gélose glucosée à 1% au lait écrémé en surfusion (à demander à l'examineur)
- 6 grandes boîtes de Petri stériles
- 7 pipettes de 1 mL stériles

##### 1.1.2. Réalisation des dilutions

Réaliser les dilutions successives et montrer à un examinateur la réalisation d'une dilution.

Choisir trois dilutions pour le dénombrement.

##### 1.1.3. Dénombrement en milieu solide dans la masse en simple couche

Ensemencer les dilutions choisies; faire 2 essais par dilution.

Incuber à 30°C pendant 24 h.

#### **1.2 Recherche d'antibiotique par la méthode des disques sur milieu gélosé**

La présence d'antibiotique dans le lait lors du traitement d'une mammite chez la vache est une cause très fréquente d'inhibition de la fermentation du lait par le levain lactique.

### 1.2.1. Matériel

- 1 tube de 2 mL de culture jeune de *Bacillus stearothermophilus* variété *cadidolactis*
- 1 tube de 2 mL de lait témoin positif (lait stérile + 0,5 µg/mL de pénicilline), noté « T+ »
- 1 tube de 2 mL de lait témoin négatif (lait stérile sans pénicilline), noté « T- »
- 1 tube de 8 mL de gélose Mueller-Hinton en surfusion (à demander à l'examineur)
- 1 grande boîte de Petri stérile
- 1 pipette de 1 mL stérile
- 3 disques de papier filtre stériles
- 2 feuilles de papier filtre
- 1 feuille de papier d'aluminium

### 1.2.2. Ensemencement de la souche sensible

Introduire 1 mL de la culture de *Bacillus stearothermophilus* dans 8 mL de gélose Mueller-Hinton en surfusion. Homogénéiser et couler dans une boîte de Pétri stérile.

### 1.2.3. Dépôt des disques

Plonger un disque de papier filtre dans chacun des laits suivants

- témoin négatif,
- témoin positif,
- lait cru à tester.

Bien égoutter le disque contre la paroi du tube.

Déposer chaque disque sur la gélose Mueller-Hinton ensemencée.

Incuber en chambre humide à 55°C pendant 24 h.

## **2. CONTRÔLES EN COURS DE FABRICATION**

Lors des contrôles en cours de fabrication des fromages, l'apparition d'un goût de savon dans la pâte a conduit à la recherche d'un contaminant bactérien lipolytique. La feuille de résultats microbiologie (annexe 1) doit être remplie à chaque étape et rendue avant l'heure indiquée. Ce contaminant a été repiqué sur une gélose trypticase-soja notée «GTS ».

À partir de cette souche, réaliser une coloration de Gram. Montrer à un examinateur le résultat obtenu.

Réaliser devant un examinateur le test enzymatique utile à l'orientation de la souche.

Proposer par écrit une orientation justifiée du contaminant bactérien à identifier.

Indiquer par écrit le(s) milieu(x) et la galerie miniaturisée nécessaires à l'identification du contaminant bactérien. Rendre la feuille de résultats. Les milieux seront distribués par les examinateurs.

Ensemencer les milieux fournis par le centre.

Incuber les milieux ensemencés 24 h à 30°C.

## **BIOCHIMIE (30 points)**

Certaines caractéristiques des matières premières utilisées en industrie fromagère sont vérifiées.

### **I. CONTRÔLE DE L'ACTIVITÉ ACIDIFIANTE DU FERMENT LACTIQUE**

La réussite des fabrications fromagères dépend de la qualité du lait et de celle des ferments lactiques utilisés. Le ferment lactique est choisi par l'industriel en particulier pour son activité acidifiante. Cette activité est exprimée en unité (U). Sa détermination nécessite l'utilisation de la soude Dornic.

Donnée : une unité (U) est la quantité de ferment en grammes nécessaire pour produire 150 mmoles d'acide lactique en 4 h dans du lait.

#### **1.1. Étalonnage de la soude Dornic**

##### 1.1.1. Mode opératoire

Peser une masse d'environ 0,120 g d'hydrogénéphthalate de potassium.

Procéder à la semi-microburette, au dosage de la soude Dornic «NaOH Dornic» en présence de phénolphtaléine ; sa concentration est d'environ 1/9 mol.L<sup>-1</sup>.

Réaliser deux essais.

### 1.1.2. Résultats

Compléter la feuille de résultats biochimie (annexe 2).

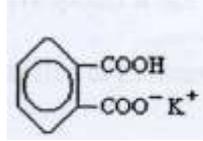
Calculer la concentration de la soude Dornic.

Données:

hydrogénophthalate de potassium:

$M_{\text{hydrogénophthalate de potassium}} = 204,22 \text{ g.mol}^{-1}$

CV de la méthode = 0,5%



## **1.2. Détermination de l'activité spécifique acidifiante du ferment lactique**

### 1.2.1. Détermination de la quantité d'acide lactique apparu

#### 1.2.1.1 Mode opératoire

On dispose:

- d'une fiole d'Erlenmeyer noté « t = 0 » contenant 70 mL de lait écrémé stérile dont 5 mL de la préculture du ferment correspondant au temps t = 0 (à conserver dans la glace),
- d'une fiole d'Erlenmeyer noté « t = 4h » contenant 70 mL de lait écrémé stérile dont 5 mL de la préculture du ferment correspondant au temps t = 4 h (à conserver dans la glace).

Pour chaque fiole d'Erlenmeyer « t = 0 » et « t = 4 h »:

- prélever 10 mL de lait (si le lait est caillé, bien vortexer pour pouvoir prélever correctement les 10 mL) ;
- ajouter 10 gouttes de phénolphaléine ;
- verser la soude Dornic jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistant pendant une dizaine de secondes.

#### 1.2.1.2. Résultats

Compléter la feuille de résultats biochimie (annexe 2).

Calculer la quantité d'acide lactique produit en 4h.

Donnée : acide lactique :  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$

### 1.2.2. Détermination de la quantité de ferment présent dans les fioles d'Erlenmeyer

Dans une manipulation préalable, l'absorbance d'une dilution au 1/20 de la préculture de ferment introduite dans les fioles d'Erlenmeyer a été mesurée à 600 nm.

On a trouvé :  $A_{600 \text{ nm}} = 0,35$

Donnée : 1 unité d'absorbance à 600 nm correspond à  $0,7 \text{ g.L}^{-1}$

Calculer la quantité de ferment présent dans les fioles d'Erlenmeyer.

### 1.2.3. Détermination de l'activité acidifiante du ferment

Calculer l'activité acidifiante du ferment exprimée en U.

Donnée: CV de la méthode = 1,5 %

## **2. DOSAGE DU CALCIUM DU LAIT**

La teneur en calcium du lait est un critère déterminant la coagulation du lait.

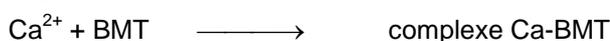
Cette teneur est de  $1,05$  à  $1,40 \text{ g.kg}^{-1}$  de lait.

La masse volumique du lait écrémé utilisé est de  $1,0369 \text{ kg.L}^{-1}$ .

### **2.1. Principe**

Le Ca-Kit permet le dosage colorimétrique du calcium.

L'ion calcium réagit en milieu alcalin avec l'indicateur bleu de méthylthymol (BMT)



L'intensité de la coloration du complexe Ca-BMT mesurée à 612 nm est proportionnelle à la quantité de calcium présent dans l'échantillon.

L'hydroxy-8-quinoléine élimine l'interférence du magnésium.

## 2.2 Réactifs et matériel

### 2.2.1. Réactifs

Réactif 2: bleu de méthylthymol à 0.092 mmol/L (en distributeur)  
hydroxy-8-quinoléine à 11 mmol/L

Réactif 3 : réactif pH 11 (en distributeur)

Le dosage est réalisé sur un minéralisat de lait qui a été obtenu selon le mode opératoire suivant : une prise d'essai E de 1 mL de lait a été minéralisée en milieu sulfonitrique. La totalité du minéralisat obtenu a été transférée dans une fiole jaugée U de 20 mL. La fiole jaugée est ajustée avec de l'eau désionisée. On obtient le minéralisat de lait « Lm ».

### 2.2.2. Matériel

- 4 tubes Eppendorf
- 8 semi-microcuves visibles
- pipette automatique P1000
- pipette automatique P20
- 1 flacon de solution de calcium à 0,100 g/L notée « Ca »
- 1 flacon de minéralisat de lait noté « Lm »

## 2.3. Mode opératoire

### 2.3.1. Préparation des solutions étalons de calcium.

Préparer en tubes Eppendorf, sous un volume de 1 mL, 5 solutions étalons de calcium de concentration de 0,02 à 0,10 g.L<sup>-1</sup>. Le diluant utilisé est l'eau désionisée.

20 µL de chaque solution ainsi préparée dans des semi-microcuves selon le protocole en page suivante.

### 2.3.2. Réaction colorée (gamme d'étalonnage et essais)

Introduire en semi-microcuves 20 µL de chaque solution étalon de 0,02 à 0,10 g.L<sup>-1</sup> ou 20 µL de minéralisat de lait « Lm » (deux essais).

Réaliser un blanc réactif (tube 6) avec 20 µL d'eau désionisée

Ajouter 1 mL de réactif R2 puis 1 mL de réactif R3.

Mélanger et mesurer l'absorbance à 612 nm après 1 minute.

## 2.4. Résultats

Compléter le tableau de préparation des solutions étalons (Annexe 2).

Calculer la masse de calcium dans chaque cuve de la gamme d'étalonnage (en µg).

Effectuer la régression linéaire à la calculatrice et en donner les paramètres caractéristiques.

Calculer la quantité (le calcium dans chaque essai).

Déterminer la concentration massique en calcium dans le minéralisat de lait « Lm ».

Déterminer la concentration massique en calcium dans le lait étudié puis la teneur en calcium de ce lait exprimée en g.kg<sup>-1</sup> de lait.

Conclure.

Donnée : CV de la méthode 2%

## Annexe 1 : FEUILLE DE RÉSULTATS: MICROBIOLOGIE

À compléter et à rendre avec la copie

N° de poste du candidat:

À remplir avant:

### Étude du contaminant bactérien

Observation microscopique:

Résultat du test enzymatique:

Orientation proposée (justifiée):

Milieu(x) et galerie miniaturisée demandés:

## Annexe 2 : FEUILLE DE RÉSULTATS: BIOCHIMIE

A compléter et à rendre avec la copie

### 1. Activité acidifiante du ferment

#### 1.1 Étalonnage de la soude Dornic

|         | Masse pesée (g) | Ve <sub>q</sub> (mL) |
|---------|-----------------|----------------------|
| Essai 1 |                 |                      |
| Essai 2 |                 |                      |

#### 1.2 Détermination de l'activité acidifiante du ferment

|                            | « t = 0 »        | « t = 4 h »      |
|----------------------------|------------------|------------------|
| volume de soude versé (mL) | V <sub>0</sub> = | V <sub>4</sub> = |

### 2. Dosage du calcium du lait

#### - Préparation des solutions étalons

| Tube   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5           |
|--|------|------|------|------|-------------|
| volume de solution à 0,100 g.L <sup>-1</sup> (mL) de calcium |      |      |      |      | <del></del> |
| volume d'eau désionisée (mL)                                 |      |      |      |      | <del></del> |
| concentration en calcium (g.L <sup>-1</sup> )                | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10        |

#### - Résultats de la colorimétrie

| Cuve                               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | E1 | E2 |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|----|----|
| masse de calcium dans la cuve (µg) |   |   |   |   |   |    |    |
| A à 612 nm                         |   |   |   |   |   |    |    |

## ***I. CONTRÔLE DES MATIÈRES PREMIÈRES***

### **1.1. Dénombrement de la flore aérobique mésophile**

Dénombrer les colonies.

Présenter les résultats dans un tableau.

Calculer le nombre de microorganismes aérobies mésophiles présents selon la formule recommandée par la norme AFNOR :

$$N = \frac{\sum C}{v.(n_1 + 0,1.n_2).d}$$

$\sum C$  est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives dont au moins une contient au minimum 15 colonies et au maximum 300 ;

$n_1$  est le nombre de boîtes retenues à la première dilution ;

$n_2$  est le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ;

$d$  est la dilution correspondant à la première dilution retenue ;

$v$  est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en mL.

Arrondir le résultat calculé à deux chiffres significatifs.

Retenir comme résultat un nombre compris de préférence entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance appropriée de 10.

Conclure.

Donnée : flore totale < 10<sup>5</sup> microorganismes aérobies mésophiles/mL

### **1.2 Recherche d'antibiotique**

Mesurer les diamètres d'inhibition (en mm).

Conclure.

## ***2. CONTRÔLES EN COURS DE FABRICATION***

Effectuer la lecture de la galerie d'identification.

Identifier le contaminant à l'aide des tableaux fournis, du code API ou du logiciel.

## ***3. CONTRÔLES DU PRODUIT FINI***

Lors des contrôles, une moisissure contaminante a été retrouvée sur la croûte des fromages. Cette moisissure est présentée sur milieu gélosé noté « M ».

Réaliser l'observation macroscopique.

Réaliser l'observation microscopique et montrer la préparation à un examinateur en même temps que le compte rendu correspondant.

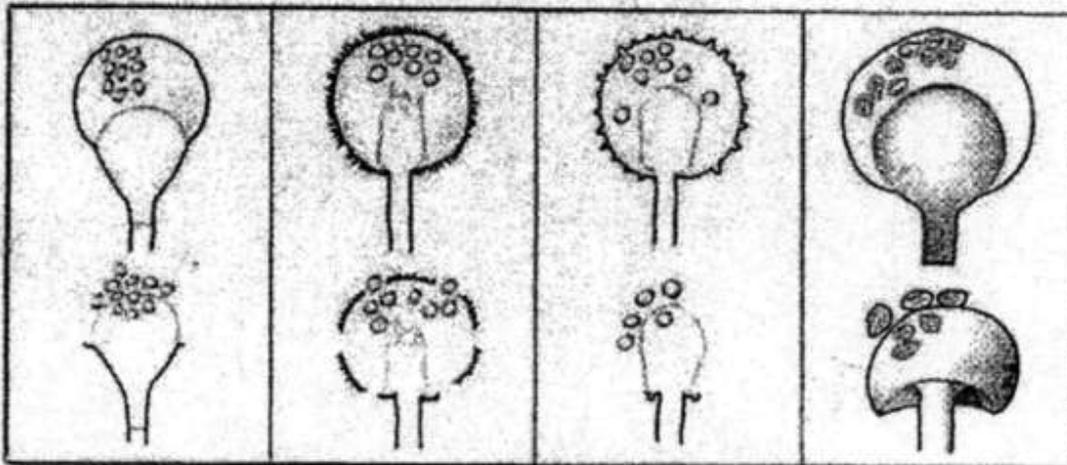
Proposer une identification jusqu'au genre à l'aide du document fourni en annexe.

Matériel :

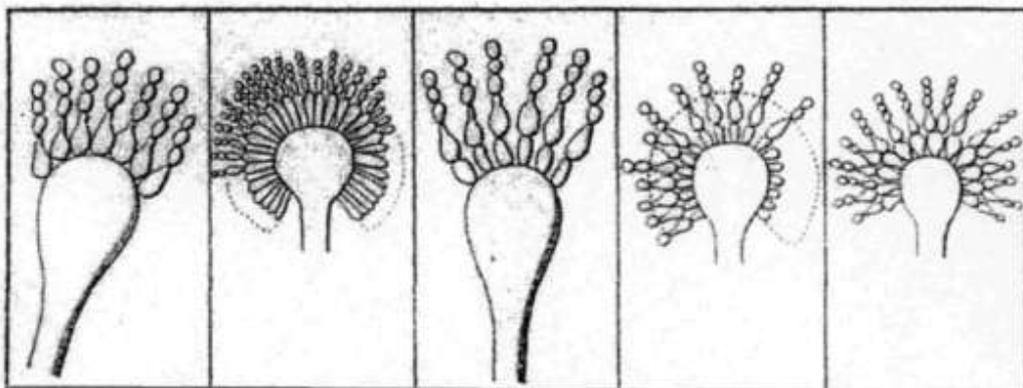
- Flacon de bleu coton
- Rouleau de ruban adhésif transparent

## ANNEXE : DOCUMENT D'IDENTIFICATION DES MOISSURES

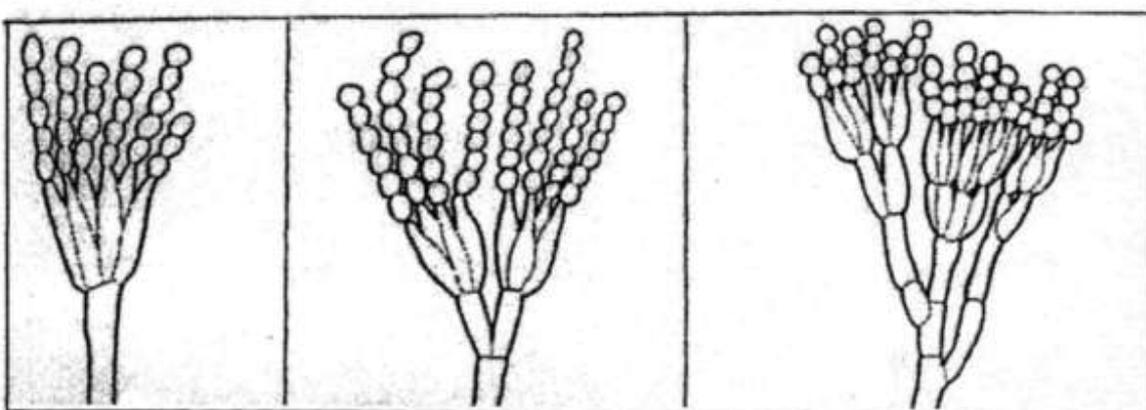
Aspect microscopique de différentes mucorales :



Aspect microscopique de différents *Aspergillus* :



Aspect microscopique de différents *Penicillium* :



# E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet C -2006

Durée : 6 heures Coefficient : 3

## CONTRÔLE D'UN JUS D'ORANGE

Premier jour : 4 heures 45

Un jus d'orange a été extrait sur le lieu de récolte des fruits puis concentré afin de limiter les coûts de transport. Une fois sur le lieu de conditionnement, il est reconstitué avec de l'eau.

Des contrôles biochimiques sont réalisés lors de la reconstitution : analyse des nitrites présents dans l'eau utilisée, contrôle de la quantité d'eau ajoutée par mesure du degré Brix et dosage de la vitamine C dans le jus. Deux accidents microbiologiques de fabrication sont également analysés.

### 1. CONTRÔLES BIOCHIMIQUES LORS DE LA RECONSTITUTION (30 points)

#### 1.1. Contrôle de la qualité de l'eau : dosage des nitrites

Les nitrites proviennent de la transformation de la matière organique azotée sous l'action de bactéries. Ils peuvent être toxiques. D'après la législation française, la concentration en nitrites d'une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas dépasser  $0.1 \text{ mg.L}^{-1}$

##### 1.1.1. Réactifs

- solution de nitrite de sodium de concentration  $0,3 \text{ g.L}^{-1}$
- eau X à analyser

##### 1.1.2. Préparation de la solution étalon

À l'aide de la solution de nitrite de sodium de concentration  $0,3 \text{ g.L}^{-1}$ , préparer par dilution 100 mL d'une solution étalon contenant  $2 \text{ mg.L}^{-1}$  de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).

Données :  $M(\text{NaNO}_2) = 69 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{NO}_2^-) = 46 \text{ g.mol}^{-1}$

##### 1.1.3. Réalisation de la gamme d'étalonnage et des essais

Dans une série de 9 cuves, préparer la gamme d'étalonnage et les essais selon le tableau de colorimétrie ci-dessous :

| N° cuve  | 0                      | 1    | 2   | 3 | 4   | 5 | 6   | X1  | X2  |
|--|------------------------|------|-----|---|-----|---|-----|-----|-----|
| Volume (mL) de solution étalon à 2 mg de nitrites /L | 0                      | 0,25 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 |     |     |
| Eau X, à analyser (mL)                               |                        |      |     |   |     |   |     | 2,5 | 2,5 |
| eau désionisée qsp 2,5 mL                            |                        |      |     |   |     |   |     |     |     |
| Réactif phénol-sulfanilique (PS)                     | < ----- 0,5 mL ----- > |      |     |   |     |   |     |     |     |
| Ammoniaque (mL)                                      | < ----- 0,5 mL ----- > |      |     |   |     |   |     |     |     |
| Masse de nitrites ( $\mu\text{g}$ )                  |                        |      |     |   |     |   |     |     |     |

Lire l'absorbance à 435 nm après une attente de 10 min.

##### 1.1.4. Résultats

Compléter le tableau de la feuille de résultats biochimie (Annexe 1).

À l'aide d'une régression linéaire, déterminer la concentration massique en nitrites de l'eau X à analyser.

Conclure sur sa potabilité.

Donnée : CV de la méthode = 2%

## 1.2. Contrôle de la quantité d'eau ajoutée par mesure du degré Brix.

### 1.2.1. Teneur en matière sèche réfractométrique et contrôle de la quantité d'eau ajoutée.

La teneur en matière sèche réfractométrique (ou extrait sec réfractométrique) est la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé dans des conditions déterminées de préparation et de température. Cette concentration est exprimée en pourcentage en masse ou en degré Brix. La mesure du degré Brix est extrêmement utile pour l'entreprise car elle permet de contrôler la quantité d'eau ajoutée lors de la reconstitution du jus.

### 1.2.2 Matériel et réactifs

- Réfractomètre (il a été préalablement étalonné).
- Jus d'orange (10 mL).

### 1.2.3 Manipulation et résultats

Effectuer 3 mesures du degré Brix du jus d'orange (à 0,25 % près).

Compléter la feuille de résultats biochimie (annexe 1).

Retenir comme résultat la moyenne arithmétique des valeurs obtenues.

Après reconstitution, le degré Brix du jus d'orange doit être compris dans une fourchette de valeurs qui sera donnée par un examinateur. Conclure sur la qualité de la reconstitution.

## 1.3 Dosage de la vitamine C

Le fabricant veut s'assurer que le produit n'a pas perdu trop de vitamine C (L-ascorbate) lors de la concentration, du transport et de la reconstitution du jus d'orange.

### 1.3.1. Principe

La vitamine C du jus d'orange est dosée par méthode enzymatique. Les réactions mises en jeu sont les suivantes :

En présence de PMS  $L\text{-ascorbate} + \text{MTT} \rightarrow \text{déhydroascorbate} + \text{MTT-formazan} + \text{H}^+$

On détermine la quantité de MTT-formazan formée en mesurant l'absorbance à 578 nm en fin de réaction.

Pour le blanc, la fraction de L-ascorbate est oxydée par l'ascorbate oxydase (AAO) en présence de dioxygène :

AAO

$L\text{-ascorbate} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{déhydroascorbate} + \text{H}_2\text{O}$

Le déhydroascorbate ne réagit pas avec le MTT.

### 1.3.2. Réactifs

|            |                                |
|------------|--------------------------------|
| Solution 1 | Tampon citrate, MTT            |
| Tube 2     | Spatules AAO                   |
| Solution 3 | PMS (transporteur d'électrons) |

### 1.3.3. Mode opératoire

#### 1.3.3.1. Préparation de la solution à doser

Diluer le jus d'orange au 1/10.

#### 1.3.3.2. Protocole du dosage

| Introduire dans des cuves :  | Blanc     | Essai (à doubler) |
|--|-----------|-------------------|
| Solution 1   | 1,000mL   | 1,000mL           |
| Eau désionisée   | 1,500mL   | 1,500mL           |
| Jus d'orange dilué au 1/10   | 0,100mL   | 0,100mL           |
| Tube 2 (spatules AAO)  | 1 spatule | -                 |
| Mélanger (bien remuer la spatule pour le blanc et la laisser en place) et incuber 6 min à 37°C . Après avoir à nouveau mélangé (et retiré la spatule pour le blanc), lire l'absorbance $A_1$ . |           |                   |
| Déclencher la réaction par addition de :   |           |                   |
| Solution 3   | 0,100mL   | 0,100mL           |
| Mélanger et incuber 15 min à 37°C à l'obscurité. Lire l'absorbance $A_2$ immédiatement après avoir sorti la cuve de l'obscurité.   |           |                   |

### 1.3.3.4 Résultats

Compléter le tableau de la feuille de résultats biochimie (Annexe 1).

La variation d'absorbance de chaque échantillon est déterminée de la façon suivante :

$$\Delta A = (A_2 - A_1) \text{ essai} - (A_2 - A_1) \text{ blanc.}$$

Déterminer les concentrations molaire et massique de vitamine C dans le jus d'orange.

Conclure sachant que le jus après concentration-reconstitution doit encore contenir de 200 à 300 mg de vitamine C par litre.

Données :  $\epsilon$  du MTT - formazan à 578 nm =  $16\,900 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$   $M_{\text{vitamineC}} = 176,13 \text{ g.mol}^{-1}$   
CV de la méthode = 4 %

## ANNEXE 1 : Feuille de résultats Biochimie à rendre avec la copie

### 1. Dosage des nitrites

| N° cuve  | 0                      | 1    | 2   | 3 | 4   | 5 | 6   | X1  | X2  |
|--|------------------------|------|-----|---|-----|---|-----|-----|-----|
| Volume de solution étalon à 2mg de nitrites/L (mL) | 0                      | 0,25 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 |     |     |
| Eau X, à analyser (mL)                             |                        |      |     |   |     |   |     | 2,5 | 2,5 |
| eau désionisée qsp 2,5 mL                          |                        |      |     |   |     |   |     |     |     |
| Réactif phénol-sulfanilique (PS) (mL)              | < ----- 0,5 mL ----- > |      |     |   |     |   |     |     |     |
| Ammoniaque (mL)                                    | < ----- 0,5 mL ----- > |      |     |   |     |   |     |     |     |
| Masse de nitrites ( $\mu\text{g}$ )                |                        |      |     |   |     |   |     |     |     |
| Absorbance à 435 nm                                |                        |      |     |   |     |   |     |     |     |

Régression linéaire :

### 2. Mesure du degré Brix du jus

$^{\circ}\text{B1} =$

$^{\circ}\text{B2} =$

$^{\circ}\text{B3} =$

$^{\circ}\text{Bmoy} =$

### 3. Dosage de la vitamine C

|       | Blanc | Essai 1 | Essai 2 |
|-------|-------|---------|---------|
| $A_1$ |       |         |         |
| $A_2$ |       |         |         |

## 2. ANALYSE DE DEUX ACCIDENTS MICROBIOLOGIQUES DE FABRICATION (30 points)

Du fait de son pH acide, le jus d'orange est naturellement préservé du développement de nombreuses bactéries, exception faite des micro-organismes acidophiles. Les accidents de fabrication sont donc en général dûs à des contaminations fongiques. On se propose d'analyser deux types d'accidents microbiologiques.

### 2.1. Contamination par des levures

Après conditionnement, certaines bouteilles plastiques gonflent du fait du développement de levures produisant du gaz.

#### 2.1.1. Dénombrement des levures

Un échantillon (noté Ld) issu d'une bouteille gonflée est analysé.

Dans un tube à hémolyse stérile, introduire 0,5 mL de cet échantillon et 0,5 mL de bleu de méthylène.

Monter la préparation en cellule de Malassez décrite en annexe 2.

Réaliser la numération et déterminer la concentration en levures de cet échantillon.

Vérifier ce résultat par un dénombrement dans la masse d'une gélose Sabouraud.

Ensemencer en double les 3 dilutions appropriées par la technique de la simple couche. Le choix des dilutions est à justifier sur la copie.

### 2.1.2. Identification des levures

Un isolement (noté Li) sur gélose Sabouraud a été réalisé à partir d'une bouteille gonflée. Identifier cette levure grâce à une galerie miniaturisée Api 20CAux et un isolement sur milieu RAT.

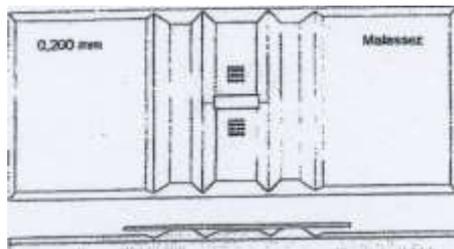
### 2.2. Contamination par des moisissures

L'entreprise est confrontée de temps en temps à la contamination de ses chaînes de fabrication par des moisissures. Afin de rechercher un désinfectant efficace permettant d'éliminer ces champignons, l'identification du genre de la moisissure incriminée doit être réalisée.

La souche fongique est présentée en boîte de Petri.

Effectuer un examen microscopique (technique du scotch) et à l'aide du document fourni en annexe 3, identifier le genre de la moisissure. Réaliser un schéma légendé.

## ANNEXE 2 : Hématimètre de Malassez



C'est une épaisse lame de verre, creusée de rigoles qui délimitent des plates-formes :

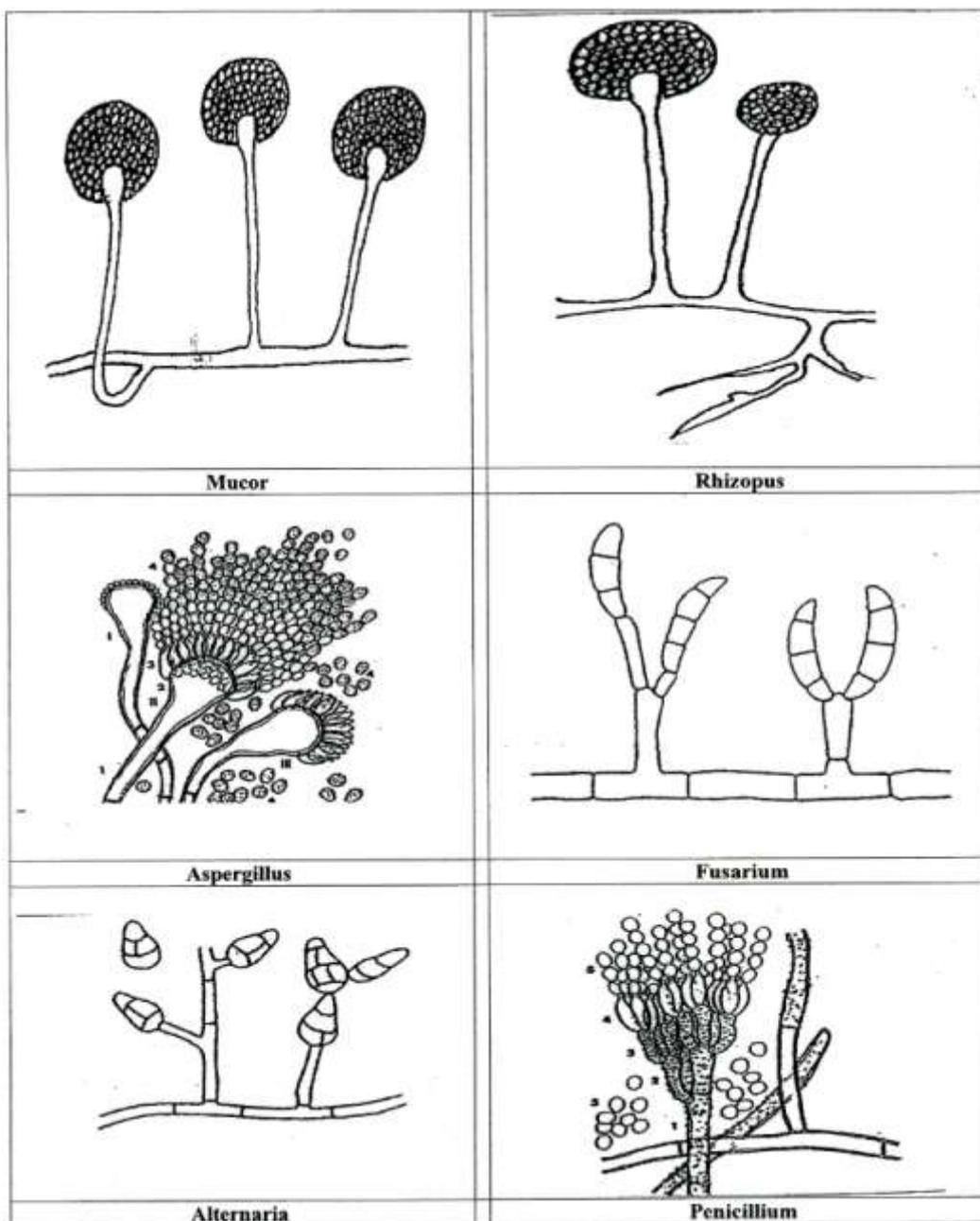
-Deux plates-formes latérales élevées qui supporteront une lamelle épaisse et plane

-Une plate-forme centrale légèrement abaissée, sur laquelle est gravé un quadrillage (ou deux quadrillages)

Le quadrillage de l'hématimètre de Malassez est conçu de la façon suivante :

|  |  |
|--|--|
|  | <p>Il est constitué d'un grand rectangle (A'B'C'D') de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 2,5 mm de longueur</li><li>- 2 mm de largeur</li></ul> <p>Il est divisé en 100 rectangles égaux:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 25 rectangles sont clairs</li><li>- 50 rectangles sont divisés en bandes</li><li>- 25 rectangles (ABCD) sont divisés en 20 petits carrés (abcd)</li></ul> <p>Lorsque la lamelle plane est déposée sur la plate-forme centrale, la distance entre cette plate-forme centrale et la face inférieure de la lamelle est de 0,2 mm.</p> <p>La chambre parallélépipédique correspondant au grand rectangle a un volume total de :</p> $v = 2,5 \cdot 2 \cdot 0,20 = 1 \text{ mm}^3$ <p>Le parallélépipède correspondant à chaque rectangle a un volume de :</p> $v = 0,25 \cdot 0,20 \cdot 0,20 = 0,01 \text{ mm}^3$ |
|--|--|

## Annexe 3 : Schémas d'organes de fructification de moisissures



## CONTRÔLE D'UN JUS D'ORANGE

Deuxième jour : 1heure15

### 1. Dénombrement des levures

Numérer les colonies obtenues sur gélose Sabouraud.

Calculer la concentration en levures du jus d'orange en suivant les recommandations de la formule AFNOR citée ci-dessous :

$$N = \frac{\Sigma C}{v.(n_1 + 0,1.n_2).d}$$

$\Sigma C$  est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives dont au moins une contient au minimum 15 colonies et au maximum 300 ;

$n_1$  est le nombre de boîtes retenues à la première dilution ;

$n_2$  est le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ;

d est la dilution correspondant à la première dilution retenue ;

v est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en mL.

Arrondir le résultat calculé à deux chiffres significatifs.

Retenir comme résultat un nombre compris de préférence entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance appropriée de 10.

Comparer les résultats obtenus par numération en milieu solide avec ceux obtenus par comptage direct en hématimètre. Les résultats de votre comptage en hématimètre vous seront rappelés par un examinateur.

## 2. Identification des levures

Réaliser un état frais d'après l'isolement sur milieu RAT afin de détecter la présence éventuelle de pseudomycélium.

Lire la galerie Api et identifier la souche de levures.

# E6-U62 QUALITÉ APPLIQUÉE AUX INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET AUX BIOINDUSTRIES - ÉTUDE DE CAS-2006

Durée : 4 heures      Coefficient : 4

Calculatrice interdite

L'entreprise « Pizz » fabrique diverses variétés de pizzas. Elle possède en France 3 sites de production. Chacune de ces usines fonctionne de 6 heures le matin à 22 heures le soir, 6 jours sur sept (du lundi au samedi).

La fabrication débute par la pesée et le mélange des différents ingrédients nécessaires à la confection de la pâte. La pâte est pétrie, les pâtons sont découpés et étalés. Les fonds de pâte ainsi constitués sont garnis (la garniture étant préparée au préalable). Les pizzas sont alors mises au four et cuites 1 minute à haute température. Après leur défournement, elles sont emballées dans un film plastique et conditionnées en cartons individuels. Leur poids est contrôlé et elles gagnent le tunnel de surgélation. En sortie, elles passent devant un détecteur de métaux et sont mises en colis dirigés sur des palettes et stockés en chambre froide (froid négatif) jusqu'à leur livraison à diverses grandes surfaces.

L'ensemble de cette fabrication est presque entièrement automatisé : du pétrissage de la pâte jusqu'à la cuisson en passant par la garniture jusqu'à la mise des colis sur palette. Deux étapes sont réalisées manuellement par quatre employés :

- l'étalement manuel de la garniture à l'aide d'une spatule,
- l'addition de quatre olives.

La qualité des pizzas nécessite :

- une maîtrise des matières premières,
- une maîtrise du procédé de fabrication,
- une hygiène rigoureuse,
- une traçabilité précise.

## 1. MAITRISE DES MATIERES PREMIERES (29 POINTS)

Elle nécessite :

- une sélection des fournisseurs et la rédaction de cahiers des charges rigoureux,
- un contrôle et une analyse des matières premières à chaque réception.

1.1. Définir ce qu'est un cahier des charges, préciser ses différentes rubriques et indiquer son intérêt.

1.2. Le fromage gorgonzola vient d'Italie, bénéficie d'une AOP (Appellation d'origine protégée), il est râpé sur place dans l'entreprise.

1.2.1. Définir ce qu'est une AOP et présenter les caractéristiques d'un tel produit. `

1.2.2. Outre la conformité à la commande, indiquer, à l'aide de l'annexe 1, les éléments qui devront être vérifiés à réception.

1.3. La viande de bœuf utilisée dans la garniture arrive hachée et congelée en sacs de 10 kg. Elle est fournie par 3 fournisseurs différents à raison chacun d'un lot de 30 sacs par semaine. Un contrôle à réception est réalisé sur chaque lot arrivé, selon un plan d'échantillonnage simple ayant les caractéristiques présentées dans le tableau ci-dessous :

| Caractéristiques du contrôle pour les fournisseurs 1 et 2                                | Caractéristiques du contrôle pour le fournisseur 3   |
|--|--|
| n = 8<br>NQA = 1,5<br>P <sub>95</sub> = 0,64<br>P <sub>10</sub> = 25,0<br>A = 0<br>R = 1 | n = 13<br>NQA = 1,0<br>P <sub>95</sub> = 0,394<br>P <sub>10</sub> = 16,1<br>A = 0<br>R = 1 |

1.3.1. Faire un schéma représentant le principe d'un échantillonnage simple

1.3.2. Définir le terme NQA : niveau de qualité acceptable.

1.3.3. Définir le risque fournisseur et le risque client.

Analyser toutes les caractéristiques des 2 plans de contrôle.

Comparer ensuite ces deux plans.

## **2. MAITRISE DU PROCEDE DE FABRICATION (32 POINTS)**

Une des étapes fondamentales est le conditionnement ; une vingtaine d'employés veille :

- au respect de la qualité,
- au réglage des détecteurs de métaux,
- au bon fonctionnement de l'étiqueteuse,
- à la conformité de la température de surgélation.

### ***2.1. Maîtrise de la détection de métaux***

Une démarche HACCP a été mise en place pour les dangers microbiologique, chimique et physique. La présence éventuelle de métaux dans les pizzas doit être détectée. Un employé vérifie le bon fonctionnement du détecteur en faisant passer à son niveau, toutes les 1/2 heures, une barre d'essai de 2,0 mm de métal non ferreux.

2.1.1. Donner la signification du sigle HACCP et présenter l'intérêt de cette démarche.

2.1.2. Définir ce qu'est un CCP. Montrer que le passage au détecteur de métal est un CCP par rapport au danger physique.

2.1.3. Reproduire et compléter le tableau ci-dessous après avoir justifié l'intérêt de chacune des quatre colonnes de droite.

| CCP  | Étape                                     | Danger | Limite critique ou option de maîtrise | Surveillance | Actions correctives |
|------|---|--------|---------------------------------------|--------------|---------------------|
| N° x | Passage de la pizza au détecteur de métal |        |                                       |              |                     |

### ***2.2. Maîtrise des informations données au consommateur***

Lors du conditionnement, les opérateurs vérifient que, sur l'emballage pré-imprimé, s'ajoutent bien les informations obligatoires et utiles au consommateur. L'ensemble des informations trouvées figure en annexe 2

2.2.1. À l'aide de l'annexe 2, de l'extrait du Lamy Dehove fourni en annexe 3 et de vos connaissances personnelles, analyser l'ensemble des informations fournies aux consommateurs et commenter.

2.2.2. Il est noté sur l'emballage « à consommer de préférence avant ..... ». Indiquer s'il s'agit d'une DLC ou d'une DLUO. Définir ces deux termes et les comparer.

### **2.3. Maîtrise de la surgélation**

Les pizzas doivent être portées très rapidement à une température de  $-18^{\circ}\text{C}$  et cette température doit être maintenue à  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  jusqu'à ce qu'elles parviennent chez le consommateur. La température des chambres froides dans lesquelles elles sont stockées est donc contrôlée quotidiennement le matin, lors de la prise de travail de la première équipe, et le soir avant que ne parte la deuxième équipe. La fiche d'enregistrement est recueillie à la fin de chaque semaine par le responsable qualité.

- 2.3.1. Définir le terme « enregistrement » et en dégager l'intérêt. Indiquer à quel document, la fiche d'enregistrement est généralement associée.
- 2.3.2. Rédiger la fiche d'enregistrement correspondante.
- 2.3.3. Il a été défini à cette étape un CCP par rapport au danger microbiologique si la chambre froide viendrait à ne plus fonctionner correctement. Remplir, par rapport à ce CCP, un tableau similaire à celui présenté en 2.1.3.

### **3. HYGIENE DU PERSONNEL (10 POINTS)**

Dans l'entreprise il n'y a pas de livret d'hygiène réellement élaboré. Le responsable qualité constatant des dérives relatives au port de la tenue se propose d'en rédiger un.

- 3.1. Indiquer l'intérêt d'un livret d'hygiène
- 3.2. Présenter les points essentiels à faire figurer dans ce livret.

### **4. TRAÇABILITE (9 POINTS)**

- 4.1. Définir les termes « traçabilité », « traçabilité ascendante », « traçabilité descendante ».
- 4.2. Indiquer les objectifs de la traçabilité.
- 4.3. Proposer une démarche pour mettre en place une traçabilité efficace dans l'entreprise.

# Annexe 1 : Lamy Dehove Denrées alimentaires animales et d'origine animale - Laites et produits laitiers 370-300

## SECTION III

### Dispositions internationales Commerce extérieur

#### SOUS-SECTION I

##### Convention de Stresa

###### 370-300 Compatibilité avec le droit communautaire

La Convention de Stresa a été conclue antérieurement à l'entrée en vigueur du Traité instituant la GEE. Parmi les États membres actuels, seuls le Danemark, la France, l'Italie et les Pays-Bas sont parties à cette Convention.

Dès lors que les droits des États tiers ne sont pas en cause, un État membre ne saurait invoquer les dispositions d'une telle Convention antérieure en vue de justifier des restrictions de la commercialisation des produits provenant d'un autre État membre, lorsqu'une telle commercialisation est licite en vertu de la libre circulation des marchandises prévue par le Traité (CJCE, 22 sept. 1988, aff. 286/86).

La Cour de justice des Communautés Européennes a jugé que l'obligation d'une teneur minimale en matière grasse résultant de la Convention de Stresa était incompatible avec le principe de libre circulation des marchandises dans la Communauté.

En l'absence d'une réglementation commune de la commercialisation de ces produits, les articles 30 et suivants du Traité de Rome s'opposent à ce qu'une réglementation nationale soumette l'utilisation d'une dénomination d'un type de fromages au respect d'une teneur minimale en matières grasses par des fromages de même type qui sont :

- importés d'un autre État membre où ils sont légalement fabriqués et commercialisés sous cette même dénomination;
- présentés avec un étiquetage adéquat assurant l'information du consommateur.

Le problème pourrait se poser de savoir si la même règle doit être appliquée lorsqu'un produit présenté sous une même dénomination s'écarte tellement, du point de vue de sa composition ou de sa fabrication, qu'il ne saurait être considéré comme relevant de la même catégorie. Les principes dégagés dans l'arrêt de la Cour tendant à assurer la libre circulation intracommunautaire des fromages sont applicables à tous les produits de l'espèce en provenance des États membres de la Communauté.

En cas de présence sur le marché de fromages dont la teneur minimale en matières grasses est inférieure à celle retenue en France pour les fromages relevant de la même dénomination, l'Administration vérifie s'ils sont légalement fabriqués et commercialisés dans le pays d'origine et apprécie si leur teneur différente en matière grasse est de nature à leur faire perdre le bénéfice de la dénomination en cause (NS DGCCRF

n° 5630, 13 août 1990 et NS DGCCRF n° 5727, 30 mai 1991).

##### § 1 Définitions et caractéristiques

###### 370 - 305 Fromage

Le mot fromage est réservé au produit, fermenté ou non, obtenu par égouttage après coagulation du lait, de la crème, du lait partiellement ou totalement écrémé, ou de leur mélange, ainsi qu'au produit obtenu par concentration partielle du lactosérum ou du babeurre, à l'exclusion, dans tous les cas, de toute addition de matière grasse étrangère au lait (D. n° 52-663, 6 juin 1952, art. 2, al. IC).

###### 370-306 Fromages fondus

Le mot fromage, de même que toute appellation d'origine ou dénomination de fromage employée pour désigner le produit de la fonte du fromage, doivent être accompagnés du qualificatif fondu

L'expression Fromage fondu est réservée au produit de la fonte d'un fromage ou d'un mélange de fromages avec addition éventuelle d'autres produits laitiers, y compris lait en poudre, caséine ou concentré de petit-lait avec ou sans adjonction de sels minéraux, épices et aromates ou encore, lorsqu'elle est autorisée par la législation nationale, avec adjonction éventuelle de vitamines; enfin, peuvent être ajoutés des sels dissolvants et émulsionnants, dans une proportion ne pouvant dépasser 3 % du poids total.

L'adjonction de jambon maigre au fromage fondu est autorisée, à condition que le fromage soit clairement dénommé Fromage fondu au jambon.

Les fromages fondus ne doivent pas présenter les formes, et en même temps, les caractéristiques des fromages visés par la présente convention; cette réserve ne s'applique pas à la forme rectangulaire qui peut être donnée aux fromages fondus qui ne présentent pas les caractéristiques des fromages naturels (Cony. Stresa, 1<sup>er</sup> juin 1951, art. 7, al. 1Cr, 2, 3 et 6).

##### § 2 Dénominations et caractéristiques

###### 370-310 Catégories de fromages

En application de cette Convention, ratifiée par la France le 19 mai 1952 et entrée en vigueur le 12 juillet 1953, les fromages français et étrangers sont classés en deux catégories: annexe A et annexe B.

###### 370-311 Fromages à appellation d'origine

Les appellations d'origine qui font l'objet d'une réglementation nationale de la part des Pouvoirs publics réservant leur emploi, sur le territoire d'une partie contractante, aux fromages fabriqués ou affinés dans les régions traditionnelles, en vertu d'usages locaux, loyaux et constants, sont énumérés, par pays ci-dessous; elles sont réservées à titre exclusif à ces fromages, employées seules ou accompagnées, soit d'un qualificatif, soit même d'un correctif tel que type, genre, façon ou autre (Cony. Stresa, 1<sup>er</sup> juin 1951, art. 3):

- roquefort (France) ;
- pecorino romano (Italic);
- gorgonzola (Italic);
- parmigiano reggiano (Italic) (Cony. Stresa, juin 1951, Annexe A).

### 370-312 Fromages définis

Les dénominations qui font l'objet d'une réglementation nationale de la part des Pouvoirs publics sur le territoire de la partie contractante les ayant utilisées la première et dont l'emploi est réservé pour des fromages de caractéristiques définies, sont énumérées par pays ci-dessous (Cony. Stresa, art. 4, al. 1e5).

Les dénominations de fromages portées ci-dessous peuvent être employées par les autres parties contractantes pour désigner exclusivement des fromages fabriqués sur leur territoire et répondant aux caractéristiques définies, à condition que la dénomination soit accompagnée de l'indication du pays de fabrication, en caractères identiques dans leurs types, dimensions et couleurs, à ceux utilisés pour la dénomination (Cony. Stresa, art. 4, al. 3):

- camembert (France);
- brie (France) ;
- saint-paulin (France)
- provolone (Italie) ;
- caciocavallo (Italie) ;
- emmenthal (Suisse);
- sbrinz (Suisse)
- danbo (Danemark);
- fontina (Italie)
- fiore sardo (Italie)
- asiago (Italie) ;
- sveciaost (Suède);
- herrgardsost (Suède);
- pinzgauer Berkaese (Autriche);
- gouda (Pays-Bas) ;
- mycelle (Danemark);
- gruyère (Suisse et France);
- gudbrandsdalsost (Norvège);
- noekelost (Norvège);
- samsøe (Danemark);
- danablu (Danemark) ;
- marmora (Danemark);
- maribo (Danemark);
- edam (Pays-Bas) ;
- fromage de Leyde (Pays-Bas);
- fromage de Frise (Pays-Bas);
- fynbo (Danemark);
- elbo (Danemark);
- tybo (Danemark);
- havarti (Danemark);
- adelost (Suède) (Noblecheese);
- esrom (Danemark)

(Cony. Stresa, Annexe B).

La liste et la teneur en matière grasse des fromages définis sont les suivantes:

### Liste et teneur en matière grasse des fromages définis

| Nom du fromage   | Pays déposant    | Teneur minimale en matière grasse (en %) |
|------------------|------------------|--|
| Asiago           | Italie           | 30                                       |
| Caciocavallo     | Italie           | 44                                       |
| Provolone        | Italie           | 44                                       |
| More Sardo       | Italic           | 40                                       |
| Samsøe           | Danemark         | 30 (1) ou 45 (1) (2)                     |
| Danbo            | Danemark         | 20(1) ou 30(1) ou 45(1) (2)              |
| Maribo           | Danemark         | 20 (1) ou 30(1) ou 45(l) (2)             |
| Havarti          | Danemark         | 30(1) ou 45(1) (2)                       |
| Danablu          | Danemark         | 50                                       |
| Flbo             | Danemark         | 20(1) ou 30(l) ou 40(1) (2) ou 45(1) (2) |
| Fynbo            | Danemark         | 30(1) ou 40(1) ou 45(1) (2)              |
| Tybo             | Danemark         | 20(1) ou 30(1) ou 40(1) (2) ou 45(1) (2) |
| Esrom            | Danemark         | 45                                       |
| Emmental         | France           | 45                                       |
| Sbrinz           | Suisse           | 45                                       |
| Saint-Paulin     | France           | 40                                       |
| Fromage de Frise | Pays-Bas         | 20 ou 40                                 |
| Edam             | Pays-Bas         | 40                                       |
| Gruyère          | France et Suisse | 45                                       |
| Fontina          | Danemark         | 45                                       |
| Mycella          | Danemark         | 50                                       |
| Camembert        | France           | 40                                       |
| Brie             | France           | 40                                       |
| Gouda            | Pays-Bas         | 48 (3) et 46 (4)                         |

(1) Sur le marché intérieur.

(2) Pour l'exportation.

(3) Pour les fromages fabriqués en laiterie.

(4) Pour les fromages fermiers garantis fabriqués avec du lait entier.

(Cony. Stresa, 1<sup>er</sup> juin 1951, Annexe).

### § 3 Protection de dénominations étrangères en France

#### 370-315 Fromages italiens

En application de la Convention franco-italienne, certains fromages italiens sont protégés en France.

En conséquence l'utilisation, dans l'exercice du commerce, de l'une des dénominations dont la liste est donnée ci-après, est réservée au fromage italien bénéficiant de cette appellation d'origine.

Cette disposition s'applique même lorsque les dénominations figurant sur cette liste sont utilisées soit en traduction, soit avec l'indication de la

provenance véritable, soit avec l'adjonction de termes tels que genre , type, façon, imitation ou similaires (Cony., art. 5).

La liste des appellations d'origine italienne et des dénominations des fromages qui sont protégés en France est la suivante:

- parmigiano reggiano (1);
- grana padano;
- grana;
- gorgonzola;
- fontina
- fontal;
- asiago;
- montasio;
- taleggio;
- italico;
- caciocavallo;
- pecorino canestrato-siciliano;
- pecorino di Moliterno;
- fiore sarde,
- mozzarella
- scamorza;
- crescenza;
- pannerone provola;
- pressato
- bra
- toma (2)
- bitto; - provolone;
- robbiola;
- robiola
- stracchino
- mascherpone;
- pecorino romano;
- robiolina;
- canestrato pugliese;
- cotroneuse;
- provatura;
- quartirolo;
- ragusano.

(1) et aussi: Parmesan

(2) mais non: Tome

Le produit commercialisé en Italie sous la dénomination « Parmesan » est un fromage râpé obtenu par mélange, le plus souvent, de fromages durs qui ne proviennent pas obligatoirement des régions de production du « Parmigiano Reggiano » et du « Grana Padano ». Ce terme doit être considéré comme une dénomination générique.

En conséquence, il n'y a pas lieu de s'opposer à son utilisation pour désigner du fromage râpé obtenu à partir de fromage dur tel que le grana ou d'un mélange de fromages durs (BID 1995, n°3, p. 9, n°95-082).

#### 370-316 Fromages hollandais

En vertu du traité de commerce et de navigation conclu entre le Royaume des Pays-Bas et la République Française le 28 mai 1935, est notamment interdit l'emploi des marques, noms, inscriptions ou

signes quelconques comportant de fausses appellations d'origine.

L'interdiction de se servir d'une appellation d'origine pour désigner les produits autres que ceux qui y ont réellement droit subsiste, alors même que la véritable origine des produits serait mentionnée ou que les appellations fausses seraient accompagnées de certains correctifs tels que genre , « type », « façon », « rival », etc., ou d'une autre indication spécifique ou autre (D. 29 mai 1935).

Le Gouvernement hollandais a notifié au Gouvernement français son appellation Fromage de Hollande en vue d'une protection efficace.

La protection dont il s'agit n'interdit pas de fabriquer et de mettre en vente des fromages du même genre que celui des fromages de Hollande, mais elle ne permet pas de vendre ou de mettre en vente des fromages sous l'appellation Fromage de Hollande ou une dénomination rappelant celle de cette appellation (Circ. 1<sup>er</sup> août 1937).

## **SOUS-SECTION II**

### **Commerce extérieur**

#### §.1 Importation

##### 370-325 Caractéristiques exigées

Il est interdit d'importer en France des fromages étrangers d'une teneur en matière grasse inférieure à 40 % (L. 2 juill. 1935, art. 12).

Il y a lieu de ne pas appliquer lors du contrôle à l'importation des fromages provenant des pays membres de la CEE ou des pays tiers, les dispositions précitées imposant un minimum de matière grasse, qui peuvent être considérées comme restrictives ou discriminatoires vis-à-vis des productions étrangères (Circ. 18 mars 1965).

Il est incompatible avec l'article 30 du Traité instituant la CEE et les objectifs d'un marché commun d'étendre l'application de règles nationales subordonnant l'utilisation d'une dénomination de fromage au respect d'une teneur traditionnelle minimale en matière grasse aux fromages importés du même type lorsque ceux-ci ont été légalement fabriqués et commercialisés dans un autre État membre sous la même dénomination générique mais avec une teneur minimale différente en matières grasses. L'État membre d'importation ne saurait faire obstacle à l'importation et à la commercialisation de tels fromages, si l'information du consommateur est assurée (GJCE, 22 sept. 1988, aff. 286/86).

Les dispositions des articles 30 et 36 du traité de Rome doivent être interprétées en ce sens qu'elles s'opposent à ce que, sous réserve des règles particulières qui peuvent être applicables aux fromages bénéficiant d'une protection spéciale telle que celle qui peut s'attacher à une appellation d'origine ou à une indication de provenance, un État membre applique une réglementation nationale exigeant le respect d'une teneur minimale en matières grasses, à la généralité des fromages importés d'un autre État membre, lorsque ces fromages sont légalement produits et commercialisés dans ce dernier État et qu'une information convenable des

consommateurs est assurée (CJCE, 11 oct. 1990, aff. C-196/89 et aff. C-210/89).

#### 370-330 Fromages découpés et préemballés

Les fromages importés qui, après leur entrée en France, sont découpés en tranches ou morceaux et préemballés, sont soumis à l'ensemble des dispositions fixées (voir 370-150).

Les fromages importés déjà découpés et préemballés lors de leur entrée en France sont soumis aux dispositions d'étiquetage, sauf en ce qui concerne le numéro d'immatriculation (voir 370-200), ainsi qu'à celles relatives aux conditions de conservation et de transport jusqu'à la vente au détail (voir 370-161 ; D. n°70-559, 23 juin 1970, art. 9).

#### § 2 Exportation

##### 370-350 Étiquetage

Les fromages destinés à l'exportation doivent porter les mentions ci-après:

- l'indication du pays de fabrication;

- le pourcentage minimum de matière grasse sur sec, étant entendu que pour les fromages contenant au moins 45 % de matière grasse sur sec, l'indication du pourcentage pourra être remplacée par la mention gras.

Pour les fromages vendus emballés, ces mentions, lorsqu'elles ne peuvent être apposées sur le fromage même, le seront sur l'emballage du fromage dans l'état où celui-ci est présenté au consommateur.

En outre, les documents se rapportant aux fromages doivent porter la dénomination du fromage.

Les mentions devant figurer sur l'emballage des fromages fondus, outre celles prévues ci-dessus, sont la date de fabrication (sous forme de code ou non) et l'indication du poids net minimum du fromage départ usine sans aucun emballage.

Sur les emballages contenant plusieurs petites unités ou portions, le poids total et les autres mentions requises peuvent être apposées sur ces emballages seulement (Cony. Stresa, 1 juin 1951, art. 6 et 8).

## **Annexe 2 : information sur l'emballage**

### *Pizza géante : viande de bœuf hachée, tomates, fromage Gorgonzola*

Cette savoureuse pizza familiale est garnie d'une sauce cuisinée à la tomate, à la viande de bœuf et aux oignons et parsemée de fromage Gorgonzola.

Réchauffage 14 minutes au four à 210°C (thermostat 7) sans décongélation

Ingrédients :

- o Garniture : 50 % : sauce tomates, viande de bœuf, oignons, olives, fromage Gorgonzola, herbes aromatiques, sel ;
- o Pâte : 50 % : farine de blé, eau, levure, sel, huile de colza non hydrogénée, sucre .

À consommer de préférence avant 12 / 2006

Informations nutritionnelles moyennes pour 600 g

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| - Valeur énergétique ..... | 5096 kJ   |
| .....                      | 1219 kcal |
| - Protéines .....          | 51,6 g    |
| - Glucides .....           | 161,4 g   |
| - Lipides .....            | 40,8 g    |
| - Teneur en sodium .....   | 2,6 g     |

Lot n° : 53150 W

*Produit fabriqué en France*

Conservation :

- 24 heures dans un réfrigérateur
- 3 jours dans le compartiment à glace du réfrigérateur
- plusieurs mois à – 18°C.

Estampille sanitaire

## **Annexe 3 : extrait du Lamy Dehove**

### § 2 Liste des mentions obligatoires et conditions d'apposition

280-70 Liste des mentions obligatoires

Sans préjudice des dispositions relatives au contrôle métrologique (voir 170), l'étiquetage des denrées

alimentaires comporte, dans les conditions et sous réserve des dérogations prévues par les présentes dispositions, les mentions obligatoires suivantes

- 1 - la dénomination de vente;
- 2 - la liste des ingrédients;
- 3 - la quantité nette;
- 4 - la date jusqu'à laquelle la denrée conserve ses propriétés spécifiques ainsi que l'indication des conditions particulières de conservation;
- 5 - le nom ou la raison sociale, et l'adresse du fabricant ou du conditionneur, ou d'un vendeur établi à l'intérieur du territoire de la Communauté européenne;
- 6 - le lieu d'origine ou de provenance, chaque fois que l'omission de cette mention est de nature à créer une confusion dans l'esprit de l'acheteur sur l'origine ou la provenance réelle de la denrée alimentaire
- 7 - le mode d'emploi chaque fois que son omission ne permet pas de faire un usage approprié de la denrée alimentaire ainsi que, le cas échéant, les conditions particulières d'utilisation notamment les précautions d'emploi;
- 8 - le titre alcoométrique volumique acquis pour les boissons titrant plus de 1,2 % d'alcool en volume;
- 9 - l'indication du lot de fabrication;
- 10 - les autres mentions obligatoires prévues, le cas échéant, par les dispositions réglementaires relatives à certaines denrées alimentaires (C. consom., art. R. 112-9).

## SECTION II

### Dispositions nationales

#### SOUS-SECTION I

#### Étiquetage nutritionnel

##### § 1. Définitions et champ d'application

###### A- Champ d'application

###### 285-25 Denrées alimentaires destinées au consommateur final et aux collectivités

Les présentes dispositions s'appliquent aux denrées alimentaires destinées à être livrées en l'état au consommateur final.

Elles s'appliquent également aux denrées alimentaires destinées à être livrées aux restaurants, aux hôpitaux, aux cantines et autres collectivités similaires, dénommées dans les présentes dispositions collectivités (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 1<sup>er</sup>, al. 1<sup>er</sup> et 2).

###### *Observations*

*Les dispositions relatives à l'étiquetage nutritionnel ne s'appliquent donc pas aux ventes entre industriels, hors le cas des livraisons aux collectivités.*

###### 285-26 Denrées alimentaires non concernées

Elles ne s'appliquent pas aux eaux minérales (voir 545), aux autres eaux destinées à la consommation humaine (voir 545), aux compléments alimentaires

(voir 276 ; D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 1<sup>er</sup>, al. 3).

###### 285-27 Application des dispositions relatives à l'étiquetage et aux denrées, destinées à une alimentation particulière

Les dispositions relatives à l'étiquetage nutritionnel s'appliquent sans préjudice des dispositions relatives à l'étiquetage et la présentation des denrées alimentaires (voir 28050) et celles relatives aux aliments destinés à une alimentation particulière (voir 270-50 ; D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 1<sup>er</sup>, al. 4).

###### *Observations*

*Les dispositions relatives à l'étiquetage nutritionnel peuvent s'appliquer aux denrées destinées à une alimentation particulière.*

###### B - Définitions

###### 285-30 Allégation nutritionnelle

Au sens des présentes dispositions, on entend par allégation nutritionnelle toute représentation et tout message publicitaire qui énonce, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des propriétés nutritionnelles particulières

- soit en raison de l'énergie (valeur calorique) qu'elle fournit ou ne fournit pas, ou qu'elle fournit à un taux réduit ou accru
- soit en raison des nutriments qu'elle contient ou ne contient pas, ou qu'elle contient en proportion réduite ou accrue.

La mention qualitative ou quantitative d'un nutriment ne constitue pas une allégation nutritionnelle dans la mesure où elle est prescrite par une disposition législative ou réglementaire (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 4, al. 15).

###### 285-31 Étiquetage nutritionnel

Au sens des présentes dispositions, on entend par étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles toute information apparaissant sur l'étiquette au sens des dispositions relatives à l'étiquetage et à la présentation des denrées alimentaires (voir 280-50) et relative

- à la valeur énergétique
- aux nutriments suivants:
  - o protéines
  - o glucides - lipides
  - o fibres alimentaires - sodium;
  - o vitamines et sels minéraux, dont la liste est fixée (voir 285-43 D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 4, al. 2).

###### 285-32 Nutriments et valeur moyenne

Les nutriments tel que définis (voir 285-30 et 285-31) et la valeur moyenne de ceux-ci sont définis ainsi qu'il suit

- protéines : la teneur en protéines est calculée à l'aide de la formule protéine = azote total x 6,25, l'azote total est déterminé suivant la méthode de Kjeldahl
- glucides : le terme englobe tous les glucides métabolisés par l'homme, y compris les polyols;

- sucres : le terme englobe tous les monosaccharides et disaccharides présents dans un aliment, à l'exclusion des polyols;
- lipides : le terme englobe les lipides totaux, y compris les phospholipides
- acides gras saturés : le terme englobe tous les acides gras sans double liaison
- acides gras mono-insaturés : le terme englobe tous les acides gras avec double liaison cis
- acides gras polyinsaturés : le terme englobe tous les acides gras avec doubles liaisons interrompues cis, cis-méthylène
- fibres alimentaires: le terme concerne les substances dont les caractéristiques et les méthodes d'analyse sont fixées par voie d'arrêté
- valeur moyenne : cette notion s'entend de la valeur qui représente le mieux la quantité d'un nutriment contenu dans un aliment donné et qui tient compte des tolérances dues aux variations saisonnières, aux habitudes de consommation et aux autres facteurs pouvant influencer la valeur effective (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 4, al. 3). Un industriel laitier avait commercialisé des laits demi-écrémés stérilisés UHT avec un étiquetage faisant état d'une teneur en protéines de 31,5 g/l sous la mention valeurs nutritionnelles moyennes pour 100 ml. L'étiquetage était uniforme et concernait toute la production considérée. En apposant cette étiquette, l'industriel promettait un produit d'une qualité supérieure à celle décrite par les textes réglementaires applicables. Une telle mention n'est pas obligatoire sur l'étiquetage. En l'introduisant de lui-même, l'industriel la mentionnait bien pour attribuer une qualité nutritive à son produit. Il reconnaissait ainsi que le taux de protéine du lait caractérise bien une qualité substantielle du produit aux yeux du consommateur contemporain.

Mais la mention de l'étiquetage ne fait référence qu'à une valeur moyenne que l'industriel établissait à l'année. La valeur moyenne est définie par les dispositions reprises ci-dessus. La lettre de ce décret en ce qu'elle fait référence aux variations saisonnières, tend à valider assez précisément l'interprétation que l'industriel donne de la notion de valeur moyenne, rapportée à l'année. Au vu des pièces produites par l'administration et par le prévenu, il est constant que, sur plusieurs mois de l'année, le transformateur du lait n'est pas en mesure, pour des causes naturelles, de respecter cette valeur. Il apparaît également que la concurrence locale ne respecterait pas non plus ce taux. Les éléments versés aux débats à l'appui des poursuites ne concernent qu'un nombre limité d'analyses dont certaines sont conformes. Ils ne démontrent pas suffisamment précisément et certainement que, sur l'ensemble de l'année, l'industriel ne parviendrait pas à respecter la taux moyen qu'il annonce. La preuve de l'existence d'une tromperie n'est pas suffisamment rapportée au niveau de l'engagement déceptif supérieur au critère réglementaire (CA Toulouse, 23 oct. 1997, n° 97/00539).

*Observations*

*Dans le cas particulier du lait de consommation dont la teneur en protéines subit des variations naturelles, que déplus les industriels ne peuvent standardiser (voir 355), la notion de valeur moyenne rapportée à l'année a été admise par les juges. Il est également intéressant de remarquer que les juges n'ont pas demandé à l'industriel de justifier la conformité du lait à cette valeur moyenne sur une année. Il était, il est vrai, poursuivi dans une affaire de tromperie (et c'est à l'Administration alors de démontrer l'existence du délit) dont il a été relaxé.*

## **§ 2 Caractère optionnel ou non de l'étiquetage nutritionnel**

### **285-35 Caractère optionnel en général, sauf allégation nutritionnelle**

Les règles définies par les présentes dispositions sont obligatoires dès lors qu'une allégation nutritionnelle, telle que celle-ci est définie (voir 285-30), figure dans l'étiquetage d'une denrée alimentaire destinée au consommateur final ou aux collectivités (voir 285-25), ou est utilisée dans la présentation de cette denrée, ou fait l'objet d'une mesure de publicité toutefois, les campagnes publicitaires collectives ne sont pas considérées comme de la publicité au sens des présentes dispositions (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 3, al. 1°).

### **285-36 Forme obligatoire de l'étiquetage nutritionnel, qu'il soit optionnel ou obligatoire**

Il est interdit de détenir en vue de la vente ou de la distribution à titre gratuit, de mettre en vente, de vendre ou de distribuer à titre gratuit des denrées alimentaires dont l'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles n'est pas conforme aux présentes prescriptions (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 2).

## **§ 3 Nature des allégations et des informations nutritionnelles**

### **285-40 Allégations nutritionnelles autorisées**

Peuvent seules être mentionnées les allégations nutritionnelles concernant

- la valeur énergétique
- les nutriments prévus (voir 285-31) et les substances qui appartiennent à l'une des catégories de ces nutriments ou en sont des composants (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 5).

### **285-41 Informations nutritionnelles minimales**

En cas d'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles, il est obligatoire de faire figurer soit les informations du groupe 1 ci-après, soit les informations du groupe 2 dans l'ordre indiqué ci-dessous

- groupe 1 :
  - a. la valeur énergétique
  - b. la quantité de protéines, de glucides et de lipides
- groupe 2 :
  - a. la valeur énergétique
  - b. la quantité de protéines, de glucides, de sucres, de lipides, d'acides gras saturés, de fibres

alimentaires et de sodium (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 6).

Lorsque l'allégation nutritionnelle concerne les sucres, les acides gras saturés, les fibres alimentaires ou le sodium, les informations à donner sont celles du groupe 2 définies ci-dessus (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 7, § 2).

Lorsque les substances et nutriments mentionnés ci-dessus ou leurs composants font l'objet d'une allégation nutritionnelle, il est obligatoire de mentionner leur quantité.

En outre, lorsque la quantité d'acides gras polyinsaturés, mono-insaturés ou le taux de cholestérol est indiqué, la quantité d'acides gras saturés doit également être donnée, cette dernière indication ne constituant pas, dans ce cas, une allégation nutritionnelle telle que définie (voir 285-30 D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 7, § 4).

#### 285-42 Autres informations nutritionnelles possibles

L'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles peut également mentionner les quantités d'un ou de plusieurs des éléments suivants

- l'amidon
- les polyols
- les acides gras mono-insaturés
- les acides gras polyinsaturés
- le cholestérol
- tous les sels minéraux ou vitamines, dont la liste est fixée

(voir 285-43 ; D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 7, § 1).

#### 285-43 Règles applicables aux allégations et informations nutritionnelles relatives aux vitamines et sels minéraux

L'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles et les allégations nutritionnelles, tels que définis (voir 285-30 et 285-31), peuvent concerner les vitamines et les sels minéraux, sous réserve du respect des deux conditions suivantes

- les vitamines et les sels minéraux auxquels il est fait référence sont ceux qui figurent dans la liste fixée ci-après
- les vitamines et les sels minéraux auxquels il est fait référence doivent couvrir au moins 15 % des apports journaliers recommandés spécifiés ci-après pour 100 g ou 100 ml de la denrée alimentaire considérée ou par emballage, si celui-ci ne contient qu'une seule portion (Arr. 3 déc. 1993, art. 2).

| Vitamines et sels minéraux | Apport Journalier Recommandé (A.J.R.) |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Vitamine A (µg)            | 800                                   |
| Vitamine D (µg)            | 5                                     |
| Vitamine E (mg)            | 10                                    |
| Vitamine C (mg)            | 60                                    |
| Thiamine (mg)              | 1,4                                   |
| Riboflavine (mg)           | 1,6                                   |
| Niacine (mg)               | 18                                    |
| Vitamine B6 (mg)           | 2                                     |

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Folacine (gg)            | 200     |
| Vitamine B12 (µg)        | 1       |
| Biotine (mg)             | 0,15    |
| Acide pantothénique (mg) | ..... b |
| Calcium (mg)             | 800     |
| Phosphore (mg)           | 800     |
| Fer (mg)                 | 14      |
| Magnésium (mg)           | 300     |
| Zinc (mg)                | 15      |
| Iode (gg)                | 150     |

(Arr. 3 déc. 1993, Annexe I).

### §.4. Mode de présentation et d'expression des informations nutritionnelles

#### A - Exigences de présentation

##### 285-45 Conditions de visibilité et de lisibilité

Les informations requises par les présentes dispositions doivent être inscrites à un endroit bien visible en caractères lisibles et indélébiles (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 3, al. 2).

##### 285-46 Exigence de regroupement

Les mentions d'étiquetage relatif aux qualités nutritionnelles, prévues par les présentes dispositions, doivent être regroupées en un seul endroit. Si la place le permet, les mentions figurent dans un tableau avec inscription des chiffres sur la même colonne. Ce n'est qu'à défaut de place que les mentions sont inscrites sur une ou plusieurs lignes (Arr. 3 déc. 1993, art. 1°).

#### B - Exigences d'expression

##### 285-50 Déclaration pour 100 g ou 100 ml, par ration quantifiée et en pourcentage des apports journaliers recommandés

Les informations sont exprimées par 100 g ou 100 ml. A titre complémentaire, ces renseignements peuvent être déclarés par ration quantifiée sur l'étiquette ou par portion, à condition que le nombre de portions contenues dans l'emballage soit indiqué.

Les quantités mentionnées doivent se rapporter à l'aliment tel qu'il est vendu. En outre, il est possible de fournir ces informations pour la denrée alimentaire après préparation, à condition que le mode de préparation soit décrit avec suffisamment de détails et que l'information concerne l'aliment prêt à la consommation.

Les informations concernant les vitamines et les sels minéraux doivent être également exprimées en pourcentages des apports journaliers recommandés dans les conditions fixées (voir 285-43 ; D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 8, § 1).

Les pourcentages des apports journaliers recommandés prévus ci-dessus sont calculés pour 100 g ou 100 ml de la denrée alimentaire considérée. A titre complémentaire, ils peuvent être déclarés par ration quantifiée sur l'étiquette ou par portion, à condition que le nombre de portions contenues dans l'emballage soit indiqué (Arr. 3 déc. 1993, art. 3, al. 2).

##### 285-51 Forme numérique et unités de mesure

La déclaration de la valeur énergétique et de la teneur en nutriments ou leurs composants doit se présenter sous forme numérique.

Les unités à utiliser sont les suivantes

- énergie kJ et kcal
- protéines grammes (g)
- glucides grammes (g)
- lipides (à l'exception du cholestérol) : grammes (g)
- fibres alimentaires grammes (g)
- sodium grammes (g)
- cholestérol : milligrammes (mg)
- vitamines et sels minéraux les unités fixées ci-après (D. n° 93-1130, 27 sept. 1993, art. 8, § 2).

Les unités à utiliser pour déclarer les teneurs en vitamines et sels minéraux sont celles prévues au numéro 285-43 (Arr. 3 déc. 1993, art. 3, al. 1°).

#### 285.52 Modes d'établissement des valeurs numériques déclarées

Les valeurs déclarées sont des valeurs moyennes établies sur la base, selon le cas

- de l'analyse de l'aliment effectuée par le fabricant
- du calcul effectué à partir des valeurs moyennes connues ou effectives relatives aux ingrédients utilisés
- du calcul effectué à partir de données généralement établies et acceptées (D. n°93-1130, 27 sept. 1993, art. 8, § 5).

#### *Remarques*

*La valeur moyenne est définie (voir 285-32).*

# Sujets 2007

---

## E1- ANGLAIS 2007

Durée : 2 heures Coefficient: 2

L'usage de la calculatrice est interdit. L'usage d'un dictionnaire bilingue est autorisé

### **People must make lifestyle changes, says Blair**

Tony Blair urged the public today to take more responsibility for their own health as he warned the NHS<sup>1</sup> was under increasing pressure from the results of excessive drinking, eating and smoking.

5 The government could not make choices for people to improve their own well-being, Mr Blair said as he signalled a move away from the stereotypical image of a "nanny-state". But Mr Blair warned the "junk food" industry that if the voluntary code on limiting the advertising of unhealthy food to children didn't work the government would legislate next year to enforce the restrictions.

10 Mr Blair said: "In the future, healthcare cannot be just about treating the sick but must be about helping us to live healthily. This requires more from all of us, individuals, companies and government. And for government, it has to encourage, it has to inform, but, if necessary, in a tougher way than ever before, it has to be prepared to act."

Today's public health problems are "not, strictly speaking, public health problems at all", according to the prime minister.

15 "They are questions of individual lifestyle - obesity, smoking, alcohol abuse, diabetes, sexually transmitted disease. These are not epidemics in the epidemiological sense. They are the result of millions of individual decisions, at millions of points in time."

Mr Blair said obesity was rising rapidly, and the social effects of alcohol abuse were "widespread and worsening." Smoking may account for half of the "health gap" between social classes, he added.

20 "These individual actions lead to collective costs. The economic burden of chronic disease, including lost work, the early drawing down of pension entitlements and the need for palliative care, could be vast."

Mr Blair said a more "robust" approach to health was needed because everyone would pay the price for failure.

25 "That doesn't mean You stop treating people in the NHS who smoke, or force people to do what they don't choose to do," he said.

"But it does mean that government should play an active role by empowering people to choose responsibly."

30 Mr Blair said the government was acting by insisting school meals become healthier, and pledged that if voluntary initiatives limiting advertising of junk food to children have not worked by 2007, legislation would be brought in.

But providing good information so people can make the right choices is often as important as legislation.

He said: "In 10 years' time, and if possible long before, I want the health debate in Britain not to be confined to the excellent NHS that treats people when they are sick, but to the broader national health service that is about prevention as much as cure; about personal responsibility as much as collective responsibility, about the quality of living as much as life expectancy."

Adapted from The Guardian, July 26, 2006

<sup>1</sup>NHS (abbreviation of National Health Service) = équivalent britannique de notre 'Sécurité Sociale'

# QUESTIONS

## I. COMPRÉHENSION (10 points)

Faire un compte rendu de l'article en français en mettant en évidence les idées essentielles (environ 120 mots  $\pm$  10%).

Traduire en français le texte de la ligne 9 ('In the future ... ') à la ligne 12 ('...be prepared to act. ').

## II. EXPRESSION EN ANGLAIS (10 points) Answer the following questions in English.

Mr Blair says that excessive drinking, eating and smoking is a question of individual decision that generates a heavy cost for the rest of the population. Explain this statement (70 words  $\pm$  10%).

What is your opinion about the ban on smoking in all public places? (130 words  $\pm$  10%).

## E2-U21 MATHÉMATIQUES 2007

Durée: 2 heures

Coefficient: 2

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

L'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

Le formulaire de mathématiques est joint au sujet.

## EXERCICE 1 (10 points)

Dans cet exercice on s'intéresse à un flotteur réalisé en plastique allégé.

*Les deux parties de cet exercice peuvent être traitées de façon indépendante.*

### A. Résolution d'une équation différentielle

On considère l'équation différentielle (E):  $y' - y = -e^x$ ,

où  $y$  est une fonction de la variable réelle  $x$ , définie et dérivable sur  $\mathbb{R}$  et  $y'$  la fonction dérivée de  $y$ .

1° Déterminer les solutions sur  $\mathbb{R}$  de l'équation différentielle (E<sub>0</sub>):

$$y' - y = 0.$$

2° Soit  $h$  la fonction définie sur  $\mathbb{R}$  par  $h(x) = -x \cdot e^x$

Démontrer que la fonction  $h$  est une solution particulière de l'équation différentielle (E).

3° En déduire l'ensemble des solutions de l'équation différentielle (E).

4° Déterminer la solution de l'équation différentielle (E) qui vérifie la condition initiale  $f(0) = 2$ .

### B. Étude d'une fonction et calcul intégral

Soit  $f$  la fonction définie sur  $[-2, 2]$  par  $f(x) = (2 - x)e^x$ .

On désigne par  $C$  la courbe représentative de  $f$  dans un repère orthonormal  $(0, \vec{i}, \vec{j})$

où l'unité graphique est 2 centimètres.

1°

a) Calculer  $f'(x)$  pour tout  $x$  de  $[-2, 2]$ .

b) Étudier le signe de  $f'(x)$  lorsque  $x$  varie dans  $[-2, 2]$ .

c) Établir le tableau de variation de  $f$  sur  $[-2, 2]$ .

2° Construire la courbe  $C$  sur une feuille de papier millimétré.

3°

a) Résoudre algébriquement dans  $[-2, 2]$  l'inéquation  $f(x) \geq 2 - x$ .

b) Retrouver graphiquement le résultat du 3° a). On fera apparaître sur la figure du 2° les constructions utiles.

4°

a) Démontrer que la fonction  $F$  définie sur  $[-2, 2]$  par  $F(x) = (1/2 x^2 - 5/2 x + 13/4) e^{2x}$  est une primitive sur  $[-2, 2]$  de la fonction  $x \rightarrow [f(x)]^2$ .

b) Application:

On considère le solide  $S$  engendré par la rotation autour de l'axe des abscisses de la partie du plan limitée par la courbe  $C$ , l'axe des abscisses et la droite d'équation  $x = -2$ .

*Le solide obtenu est utilisé pour réaliser un modèle de flotteur en plastique allégé.*

On admet que le volume  $V$ , en unités de volume, du solide  $S$  est:

$$V = \pi \int_{-2}^2 [f(x)]^2 dx$$

Établir que  $V = \pi/4 (e^4 - 41e^{-4})$

c) Donner la valeur approchée de  $V$  en  $\text{cm}^3$  arrondie à  $10^{-3}$ .

## EXERCICE 2 (10 points)

*Les trois parties de cet exercice peuvent être traitées de façon indépendante.*

*Dans cet exercice, on s'intéresse au contrôle de la qualité de la fabrication du modèle de flotteur décrit dans l'exercice 1.*

### A. Loi binomiale

On considère un stock important de flotteurs.

Dans cette partie, les résultats approchés sont à arrondir à  $10^{-2}$  près.

On dit qu'un flotteur est acceptable si sa masse, exprimée en grammes, appartient à l'intervalle  $[24,5 ; 25,5]$ .

On prélève au hasard un flotteur dans le stock.

On note  $E$  l'événement: « le flotteur prélevé dans le stock est acceptable ».

On suppose que  $P(E) = 0,26$ .

On prélève au hasard  $n$  flotteurs dans le stock pour vérification. Le stock est assez important pour que l'on puisse assimiler ce prélèvement de  $n$  flotteurs à un tirage avec remise.

On considère la variable aléatoire  $X$  qui, à tout prélèvement ainsi défini, associe le nombre de flotteurs acceptables dans le prélèvement.

1° Justifier que la variable aléatoire  $X$  suit une loi binomiale dont on donnera les paramètres.

2° Dans cette question, on suppose  $n = 6$ .

a) Calculer la probabilité que, dans un tel prélèvement, deux flotteurs exactement soient acceptables.

b) Calculer la probabilité que, dans un tel prélèvement, au plus deux flotteurs soient acceptables.

3° Dans cette question, on considère un prélèvement de  $n$  flotteurs.

a) Donner, en fonction de  $n$  l'expression de  $P(X=0)$ .

b) Soit  $F$  l'événement : « dans le prélèvement, au moins un flotteur est acceptable ».

Calculer la valeur minimale  $n_0$  de  $n$  telle que  $P(F) \geq 0,95$ .

### B. Loi normale

Dans cette partie les résultats sont à arrondir à  $10^{-2}$  près.

On désigne par  $Y$  la variable aléatoire qui, à chaque flotteur prélevé au hasard dans la production d'une journée, associe sa masse exprimée en grammes.

On suppose que la variable aléatoire  $Y$  suit la loi normale de moyenne 25 et d'écart type 1,58.

1° Calculer la probabilité qu'un flotteur prélevé au hasard dans la production de la journée ait une masse inférieure ou égale à 27 grammes.

2° Calculer la probabilité qu'un flotteur prélevé au hasard dans la production de la journée ait une masse inférieure ou égale à 24,5 grammes.

### C. Probabilités conditionnelles

Dans cette partie, les résultats sont à arrondir à  $10^{-4}$  près.

Les flotteurs sont fabriqués par deux machines notées  $M_1$  et  $M_2$ .

60 % des flotteurs proviennent de la machine  $M_1$  et 40 % proviennent de la machine  $M_2$ .

On admet que 1,3 % des flotteurs provenant de la machine  $M_1$  sont défectueux et que 1,8 % des flotteurs provenant de la machine  $M_2$  sont défectueux.

On prélève au hasard un flotteur dans la production d'un mois.

On considère les événements suivants:

$A_1$  : « le flotteur provient de la machine  $M_1$  » ;

$A_2$  : « le flotteur provient de la machine  $M_2$  » ;

$D$  : « le flotteur est défectueux ».

1° Déterminer  $P(A_1)$ ,  $P(A_2)$ ,  $P(D/A_1)$  et  $P(D/A_2)$ .

On rappelle que  $P(D/A_1) = P_{A_1}(D)$  est la probabilité de l'événement  $D$  sachant que l'événement  $A_1$  est réalisé.

2°

a) Calculer les valeurs exactes des probabilités  $P(A_1 \cap D)$  et  $P(A_2 \cap D)$ .

b) En déduire la valeur exacte de la probabilité qu'un flotteur prélevé au hasard dans la production du mois soit défectueux.

3° Calculer la probabilité qu'un flotteur provienne de la machine  $M_1$  sachant qu'il est défectueux.

## E2-U22 SCIENCES PHYSIQUES 2007

Durée: 2 heures

Coefficient: 3

Calculatrice autorisée.

### I. LA FABRICATION DU YAOURT (8 POINTS)

Lors du processus de fabrication du yaourt, le lactose subit une fermentation qui conduit à sa transformation en acide lactique (nomenclature IUPAC: acide 2-hydroxypropanoïque). On donne la formule semi-développée de l'acide lactique  $H_3C-CHOH-COOH$ .

1. Après avoir défini le terme « chirale », indiquer si l'acide lactique est une molécule chirale et justifier votre réponse.

2. Classer les substituants selon la règle C.I.P. et représenter en perspective les deux stéréoisomères de configuration.

3. Préciser la configuration absolue (R ou S) de chacun des stéréoisomères.

4. Ces deux stéréoisomères de configuration agissent-ils sur la lumière polarisée rectiligne? Si oui, comment leurs comportements diffèrent-ils et comment les appelle-t-on?

5. Réaliser la projection de Fisher de l'acide R lactique. Est-il D ou L ? Justifier.

6. On réalise un dosage de l'acide lactique sur 10,0 mL de lait fermenté, grâce à une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ .

a) Écrire l'équation de la réaction de titration,

b) Indiquer, parmi les indicateurs colorés proposés dans le tableau suivant, lequel est le plus approprié.

| Nom usuel      | Couleur en milieu acide | Couleur en milieu basique | pH      |
|----------------|-------------------------|---------------------------|---------|
| Bleu de thymol | Rouge                   | Bleu                      | 1,2-2,8 |
| Hélianthine    | Rouge                   | Jaune-orangé              | 3,1-4,4 |
| Phénophtaléïne | Incolore                | Rouge-violacée            | 8-9,9   |

c) Pour obtenir le virage de l'indicateur coloré, il faut verser 9,5 mL de solution d'hydroxyde de sodium. Déterminer la concentration molaire en acide lactique du yaourt, puis sa concentration massique.

7. La teneur en acide lactique dans un lait est couramment donnée en Degré DORNIC.

Un degré Dornic correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

Réglementairement, la teneur en acide lactique d'un lait fermenté doit être au minimum de 80 °D.

Conclure sur les résultats obtenus.

Données: masse molaire en  $\text{g.mol}^{-1}$  : H: 1; C: 12 ; O: 16

## II. PRINCIPE ET UTILISATION D'UN SPECTROPHOTOMÈTRE D'ABSORPTION MOLÉCULAIRE. (7 POINTS)

La formation d'un caillé lors de la transformation du lait en fromage dépend du rapport Phosphore/ Calcium. En cas de déficit en phosphore chez une vache affectée d'une pathologie, ce rapport peut être modifié. Il est donc nécessaire de doser le phosphore total du lait avant sa transformation. La méthode consiste à mesurer par spectrophotométrie la teneur en phosphore total après minéralisation par voie sèche du lait et obtention d'un complexe mixte phosphomolybdeux-molybdique de couleur bleue.

1. Le schéma d'un spectrophotomètre peut être réduit à la figure suivante:



Indiquer brièvement la nature et le rôle de chaque partie.

2. Indiquer la loi qui régit l'absorption de la lumière (loi de Beer-Lambert) en indiquant pour chaque terme, sa signification et son unité.

3. Utilisation du spectrophotomètre :

a) Le complexe phosphomolybdeux-molybdique présente une bande d'absorption maximale à 820 nm. Donner le domaine d'onde dans lequel absorbe le complexe phosphomolybdeux-molybdique. Calculer la fréquence  $\nu$  correspondante.

*Données:* célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

b) A l'aide d'une solution de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , on réalise une gamme étalon en préparant des tubes de 2 mL de solution aqueuse contenant chacun de 0 à 40  $\mu\text{g}$  de phosphore. On mesure l'absorbance à 820 nm de ces solutions étalons.

Le lait, lui, est traité de la façon suivante : 10 mL de lait (soit 10,33 g) ont été minéralisés et les cendres ont été remises en solution dans 100 mL d'eau. La solution  $S_1$  obtenue est diluée au 1/10 avant que 2 mL soient prélevés pour réaliser le dosage.

À partir des données suivantes, par une méthode rigoureuse de votre choix, déterminer la quantité de phosphore pour chaque essai préparé à partir de  $S_1$ .

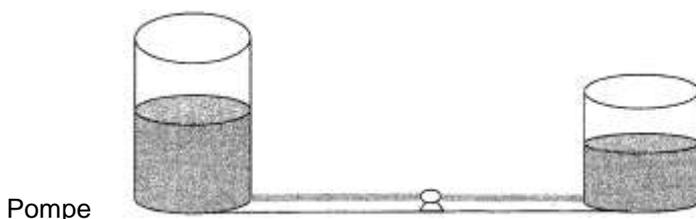
| Quantité de Phosphore en $\mu\text{g}/\text{tube}$ | 0 | 10   | 20   | 30   | 40   | Essai 1 | Essai 2 |
|--|---|------|------|------|------|---------|---------|
| Absorbance   | 0 | 0,19 | 0,37 | 0,55 | 0,73 | 0,48    | 0,47    |

c) Calculer le pourcentage en masse de phosphore (masse de phosphore pour 100 g de lait). Conclure sachant que la réglementation impose au lait utilisé pour préparer des fromages d'avoir un pourcentage en masse de phosphore total voisin de 0,1%.

## III. ÉTUDE DE LA CIRCULATION DU LAIT DANS DES CONDUITES. (5 points)

On désire transvaser un volume  $V = 2,9 \text{ m}^3$  de lait de vache d'une cuve cylindrique de 1,5 m de diamètre vers un tank double paroi.

On transvase le lait à l'aide d'une pompe centrifuge et d'une canalisation en inox de diamètre intérieur 50 mm et de longueur totale  $L = 20 \text{ m}$ .



On souhaite vider la cuve en 5,0 minutes avec un débit volumique constant.

1. Déterminer le débit volumique  $Q_v$
2. Déterminer la vitesse  $v$  de circulation du lait dans la canalisation.
3. Déterminer le type d'écoulement dans la canalisation.
4. Calculer le coefficient de perte de charge  $\lambda$ .
5. Calculer la perte de charge  $J$  en s/kg dans la canalisation.

Données :

$$- \mu_{\text{lait}} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s} \quad \rho_{\text{lait}} = 1033 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$- \text{Re} = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

$$- \text{Re} \leq 2000 \text{ Écoulement laminaire } \lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$

$$- \text{Re} \geq 3000 \text{ Écoulement turbulent } \lambda = 0.0054 + 0.395 \text{Re}^{-0.3}$$

$$- J = \lambda \frac{v^2}{2} \cdot \frac{L}{d} \text{ en J/kg où } \lambda \text{ désigne le coefficient de pertes de charge.}$$

## E3-U3 BIOCHIMIE - BIOLOGIE-2007

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

Calculatrice autorisée

### FABRICATION DE VIN ROUGE

L'élaboration d'un vin rouge est complexe. L'oenologue, par ses compétences, assure la qualité microbiologique et biochimique des fermentations ainsi que l'innocuité de son produit.

#### MICROBIOLOGIE (40 points)

Divers micro-organismes, présents naturellement sur les baies de raisins, interviennent successivement dans l'élaboration du vin

- des levures ; la fermentation alcoolique du jus de raisin est assurée d'abord par des levures apiculées non sporogènes des genres *Kloeckera*, *Hansenula*, *Hanseniaspora* : les espèces appartenant au genre *Saccharomyces* prennent ensuite le relais;
- des bactéries lactiques réalisant la fermentation malolactique.

D'autres microorganismes ont un rôle néfaste en provoquant des altérations plus ou moins importantes des bactéries acétiques et des moisissures.

#### 1. ÉTUDE DES LEVURES DU RAISIN

##### 1.1. Structure

L'annexe 1 présente une coupe transversale de levure.

1.1.1. Légender ce document (numéro et légendes à reporter sur la copie).

1.1.2. Indiquer en le justifiant si une cellule de levure est une cellule procaryote ou eucaryote.

##### 1.2. Reproduction des levures

Les levures du genre *Saccharomyces* peuvent, selon les conditions de culture, bourgeonner ou donner des ascospores présentes dans une asque.

1.2.1. Schématiser une asque et la légender.

1.2.2. Nommer le processus de reproduction correspondant à un bourgeonnement.

##### 1.3 Optimisation de la vinification

Afin d'optimiser la vinification, l'oenologue peut ajouter des levures sélectionnées et améliorées.

- 1.3.1. Citer un critère de sélection essentiel à la fermentation alcoolique.
- 1.3.2. Proposer une méthode utilisable pour améliorer les souches de levures.

## 2. ÉTUDE DES BACTÉRIES LACTIQUES

Les bactéries lactiques se différencient:

- par leur morphologie microscopique (bacilles, coques);
- par leur type fermentaire (homofermentaire ou hétérofermentaire).

*Oenococcus oeni* (anciennement *Leuconostoc oenos*) est un coque à Gram positif hétérofermentaire qui présente un intérêt particulier pour la fermentation malolactique.

### 2.1. Classification

- 2.1.1. Définir les bactéries lactiques. Différencier en le justifiant les deux types fermentaires de bactéries lactiques.
- 2.1.2. Citer deux autres genres de bactéries lactiques.

### 2.2. La paroi des bactéries à Gram positif

2.2.1. Représenter, par un schéma orienté et annoté, la structure de la paroi d'une bactérie à Gram positif en soulignant son principal composant.

2.2.2. Expliquer pourquoi la présence de lysozyme influencerait négativement la fermentation malolactique. Préciser le mode d'action du lysozyme.

### 2.3 Fermentation malolactique

Pour optimiser la fermentation malolactique, il est conseillé d'ensemencer « le vin » avec une préparation bactérienne sélectionnée de concentration connue d' *Oenococcus oeni*.

Ces bactéries, incapables de se développer sur milieu minimum, sont mises à cultiver sur un milieu spécifique, dont la composition est en annexe 2.

2.3.1. Donner le rôle des différents constituants de ce milieu.

2.3.2. Préciser les types trophiques de ces bactéries en fonction de leurs exigences nutritionnelles vis-à-vis de la source de carbone, de la source d'énergie et des facteurs de croissance. Justifier chacune des réponses.

L'annexe 3 présente les résultats du suivi de la population d'*Oenococcus oeni* au cours d'une fermentation malolactique en vinification.

2.3.3 Tracer, sur papier millimétré, la courbe de croissance  $\ln N = f(t)$ . Échelle : 2 cm pour 1 jour; 1 cm par unité de  $\ln$ .

2.3.4. Délimiter les différentes phases apparentes de la croissance et les interpréter.

2.3.5. Définir les paramètres de la croissance : vitesse spécifique et temps de génération.

2.3.6. Déterminer graphiquement ces deux paramètres; le mode de détermination devra apparaître sur la copie et sur la courbe.

### 2.4. Résistance des bactéries lactiques aux bactériophages

Les bactéries lactiques sélectionnées doivent répondre à un certain nombre de critères et notamment résister aux bactériophages virulents.

2.4.1. Expliquer l'expression « bactériophage virulent ».

2.4.2. A l'aide d'un schéma annoté, décrire le cycle de multiplication d'un bactériophage virulent.

2.4.3. Le mécanisme de résistance aux bactériophages peut être lié à la présence d'un plasmide. Définir un plasmide.

## 3. ALTÉRATIONS D'ORIGINE FONGIQUE

Des moisissures du genre *Aspergillus* et *Penicillium* parfois localisées sur les raisins, pourraient être à l'origine de la présence d'ochratoxine A dans le vin.

L'annexe 4 représente une structure cellulaire de moisissure.

Indiquer sur la copie les légendes des éléments désignés de a à e.

Préciser à quel genre appartient cette moisissure. Justifier la réponse.

# BIOCHIMIE (40 points)

## 1. LES ENZYMES DU RAISIN

De nombreuses enzymes participent à la vinification certaines proviennent des baies de raisin, d'autres des microorganismes fermentaires associés au fruit ou apportés par l'oenologue.

- 1.1. Indiquer la nature biochimique des enzymes.
  - 1.2. Les enzymes sont des catalyseurs de réaction ; définir un catalyseur.  
Parmi les enzymes trouvées dans les baies de raisin se trouvent des peptidases (se reporter à l'annexe 5).
  - 1.3. Construire un dipeptide en précisant les différentes fonctions chimiques et la nature de la liaison.
  - 1.4. Préciser l'action d'une endopeptidase, d'une aminopeptidase, d'une carboxypeptidase.
- Les baies de raisin apportent également une invertase.
- 1.5. Écrire la réaction catalysée par l'invertase.
  - 1.6. Justifier le terme invertase.
  - 1.7. Donner la représentation de Haworth d'un des produits de la réaction.

## 2. LE VIN EN COURS DE FABRICATION

Le jus de raisin subit des fermentations successives: la fermentation alcoolique et la fermentation malolactique.

### 2.1. Fermentation alcoolique

La fermentation alcoolique est assurée par des levures qui transforment le glucose et le fructose en éthanol.

2.1.1. Donner l'équation bilan de la transformation du glucose en pyruvate. Préciser le nom de cette voie métabolique.

2.1.2. À partir du pyruvate, écrire les réactions de fermentation éthanolique et préciser le nom des enzymes impliquées. Indiquer le rôle de la fermentation éthanolique.

2.1.3. Établir la réaction bilan de la fermentation alcoolique du glucose.

2.1.4. En présence de dioxygène, la fermentation alcoolique est immédiatement stoppée au profit de la respiration. Expliquer ce phénomène au niveau du transfert d'électrons.

### 2.2. Fermentation malolactique

Après la fermentation alcoolique, les vins contiennent en général 3 à 8 g/L d'acide malique. Une nouvelle fermentation se produit, la fermentation malolactique, au cours de laquelle l'acide malique est transformé en acide lactique par des bactéries lactiques (en général *Oenococcus oenos*). Cette fermentation diminue l'acidité totale du vin (annexe 5).

L'oenologue veut contrôler la concentration en cours de fabrication, et après la fermentation alcoolique, de l'acide L-malique du vin, forme naturelle des moûts et des vins.

Le principe et le mode opératoire du dosage enzymatique de l'acide L-malique sont donnés en annexe 6.

Les résultats suivants sont obtenus :

Les absorbances sont lues contre l'air à 340 nm.

$$\Delta A_T = A_2 - A_1 \text{ (témoin)} = 0,320$$

$$\Delta A_E = A_2 - A_1 \text{ (essai)} = 0,720$$

2.2.1. Le dosage présenté ici est une méthode en point final. La réaction (2) est présentée comme une réaction réversible. Expliquer la condition nécessaire pour que la réaction (2) catalysée par l'ASAT transforme la totalité d'oxaloacétate produit lors de la réaction (1).

2.2.2. Indiquer l'intérêt de la première mesure d'absorbance A1.

2.2.3. Expliquer l'évolution de l'absorbance A2 dans ce dosage.

2.2.4. Montrer que la dilution au 1/20 permet de respecter la quantité de L-malate à introduire dans la cuve. La concentration d'acide malique dans le vin est de l'ordre de 8 g/L.

Données :

La quantité de L-malate dans la cuve devant être comprise entre 2 µg et 50 µg, il convient de diluer le vin de telle manière que la concentration en malate soit comprise entre 0,02 et 0,5 g/L.

2.2.5. Établir l'expression littérale permettant de déterminer la concentration molaire de l'acide L-malique dans la cuve. Réaliser l'application numérique exprimée en mol/L.

2.2.6. En déduire l'expression littérale de la concentration massique de l'acide L-malique dans le vin. Effectuer l'application numérique.

2.2.7 Après la fermentation malolactique la totalité de l'acide malique a été transformée en acide lactique. Expliquer, d'après les formules des molécules des deux acides, la raison de l'augmentation du pH.

Données :

$$M_{\text{acide L-malique}} = 134,09 \text{ g/mol}$$

$l$  = trajet optique de la cuve 0,01 m

$$\epsilon_{\text{NADH,H}^+} \text{ à } 340 \text{ nm} = 630 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

## TOXICOLOGIE (20 points)

Une coopérative vinicole fabrique du vin rouge ordinaire destiné à une commercialisation sur le territoire français. Elle reçoit le résultat d'analyse du produit fini :

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| SO <sub>2</sub>           | 235 mg.L <sup>-1</sup> |
| Plomb                     | 0,1 mg.L <sup>-1</sup> |
| Acide sorbique            | 100 mg.L <sup>-1</sup> |
| Cadmium                   | 20 µg.L <sup>-1</sup>  |
| Carbamate d'éthyle        | 0,03 g.L <sup>-1</sup> |
| Cuivre                    | 0,9 mg.L <sup>-1</sup> |
| Histamine                 | 15 mg.L <sup>-1</sup>  |
| Sulfates                  | 1,00 g.L <sup>-1</sup> |
| Zinc                      | 3 mg.L <sup>-1</sup>   |
| Ferrocyanate de potassium | Absence                |

### 1. CONFORMITÉ TOXICOLOGIQUE D'UN VIN

Ce vin a été déclaré non conforme. D'après l'annexe 7, déterminer sur quels critères la non conformité a été établie.

### 2. LES PHASES DE L'INTOXICATION

Un phénomène d'intoxication se déroule en trois phases:

- la phase d'exposition,
- la phase toxicocinétique,
- la phase toxicodynamique.

Au cours de la deuxième phase, les molécules se distribuent dans l'organisme; au niveau du foie, les substances toxiques peuvent subir différentes modifications. Au cours de cette période, une partie de ces molécules peut être éliminée de l'organisme par les voies naturelles.

2.1. Écrire les réactions réalisées par la voie microsomiale. Indiquer les conséquences sur le plan toxique.

2.2. Préciser les deux voies principales d'élimination des molécules produites en 2.1.

2.3. D'après le tableau donné en annexe 7, deux molécules dosées dans le vin sont des métaux lourds. Ces métaux provoquent des maladies de surcharge (séquestration).

2.3.1. Donner les noms des deux métaux lourds dosés.

2.3.2. Expliciter la notion de maladie de surcharge.

### 3. LE DIOXYDE DE SOUFRE

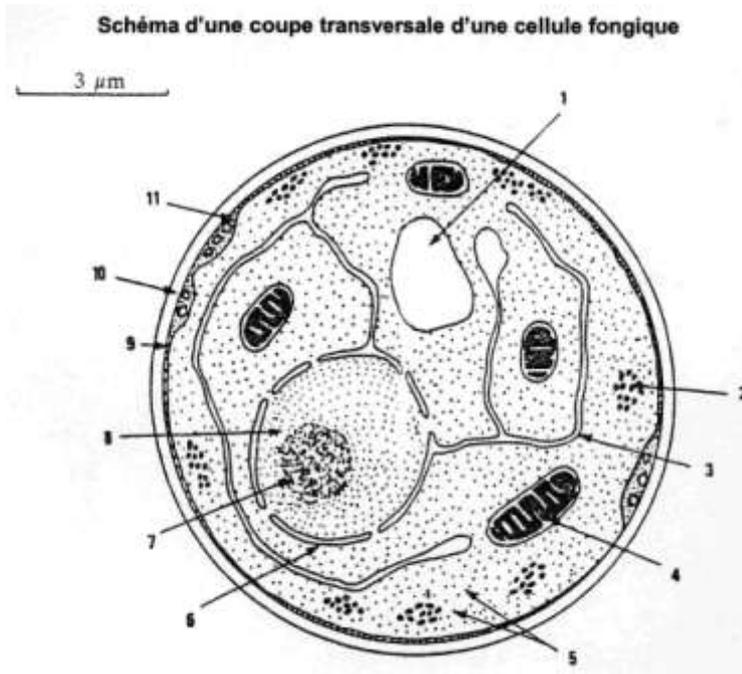
Le dioxyde de soufre est utilisé lors de la vinification essentiellement pour protéger le vin contre l'oxydation. Des études menées dans des conditions d'intoxication chronique ont montré que «par voie orale dans la nourriture du rat, de la souris, du cobaye et du singe, l'hydrogénosulfite HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> n'induit pas de toxicité jusqu'à la dose de 72mg/kg/j. Au delà, arrêt de la croissance, perte de poids, atrophie viscérale, osseuse et médullaire, inflammation de l'estomac, polynévrite et oedème testiculaire apparaissent.

3.1. Déterminer la dose journalière admissible en SO<sub>2</sub>.

3.2. Calculer la quantité de vin qu'un individu de 70 kg devrait consommer pour s'exposer à une intoxication chronique au SO<sub>2</sub>.

3.3. Indiquer le volume maximal du vin à analyser consommable pour ne pas dépasser la DJA. Conclure sur le facteur de sécurité à employer pour le calcul de la DJA.

## ANNEXE 1



## ANNEXE 2

Milieu de culture spécifique des bactéries lactiques

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| Acides aminés de caséine             | 5g          |
| Extrait de levure                    | 4g          |
| Glucose                              | 5 g         |
| Fructose                             | 3,5g        |
| Acide malique                        | 10g         |
| Tween 80                             | 1g          |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>      | 0,6g        |
| KCl                                  | 0,45g       |
| CaCl <sub>2</sub>                    | 0,13g       |
| MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O | 0,13g       |
| MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O  | 3mg         |
| Agar-agar                            | 20g         |
| Eau distillée                        | qsp 1 litre |

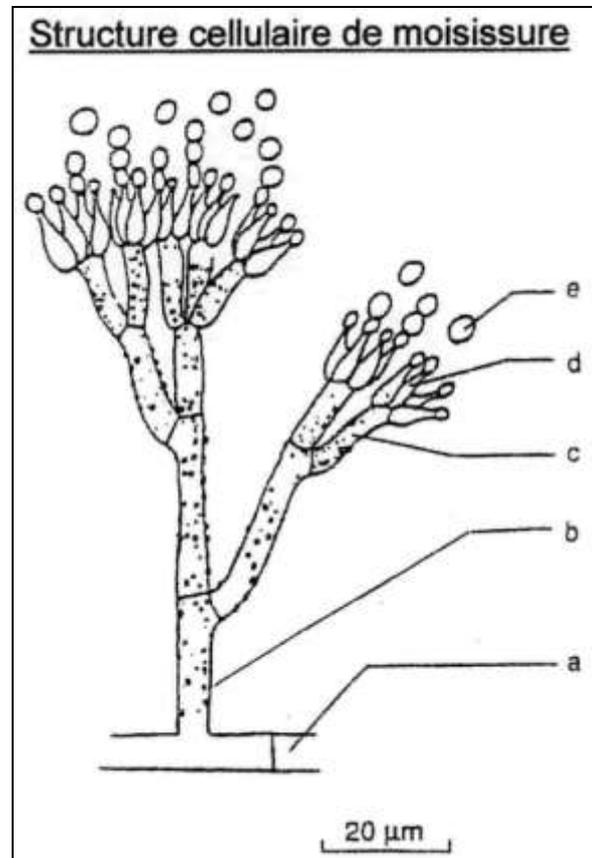
pH ajusté à 4,5

## ANNEXE 3

Suivi de la population d'*Oenococcus oeni*  
N= nombre de bactéries /mL

| Temps en jour | Ln N |
|---------------|------|
| 0             | 4.6  |
| 1             | 4.6  |
| 2             | 4.6  |
| 3             | 5.0  |
| 4             | 6.2  |
| 5             | 7.4  |
| 6             | 9.0  |
| 7             | 10.4 |
| 8             | 11.9 |
| 9             | 13.3 |
| 10            | 14.7 |
| 11            | 15.6 |
| 12            | 15.9 |
| 13            | 15.9 |
| 14            | 15.9 |

## ANNEXE 4



## ANNEXE 5 : équipement enzymatique du raisin (d'après Cordonnier, 1980)

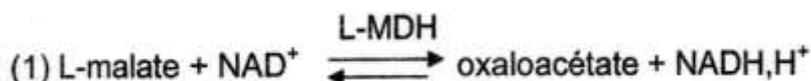
| ENZYMES   | SUBSTRATS   | PRODUITS DE LA RÉACTION  | CONSÉQUENCES TECHNOLOGIQUES  |
|---|---|--|--|
| Oxygénase + alcool déshydrogénase<br>Tyrosinase et catalase | Acide linoléique et linoléinique<br>Composés phénoliques + O <sub>2</sub> | Aldéhydes et alcools en C <sub>6</sub><br><br>quinones et polymères                              | Flaveurs herbacées<br>Effets souvent négatifs sur l'arôme, la couleur ; inactivation d'enzymes |
| Pectolytiques   | Protopectines + pectines des parois cellulaires de la baie                | Acides galacturonique et polygalacturonique ; méthanol   | Effets positifs sur l'extraction et la clarification   |
| Peptidases + aminopeptidases                                | Protéines + peptides  | Peptides + acides aminés   | Favorables aux fermentations + modification de la stabilité physicochimique                    |
| Invertase   | Saccharose  | Glucose + fructose   | Transformation de sucres non fermentescibles en sucres fermentescibles                         |
| Glucosidases  | Hétérosides terpéniques et polyphénoliques                                | Terpénols et anthocyanidols  | Révélation d'arômes à partir de précurseurs ; renforcement de la couleur                       |
| Métabolisme anaérobie : multienzymes                        | Multisubstrats  | Éthanol + produits secondaires ; catabolisme du malate ; remaniements des formes azotées, etc... | Arômes spécifiques ; extractions sélectives ; fermentations facilitées.                        |

## ANNEXE 6

### DOSAGE DE L'ACIDE L-MALIQUE PAR MÉTHODE ENZYMATIQUE

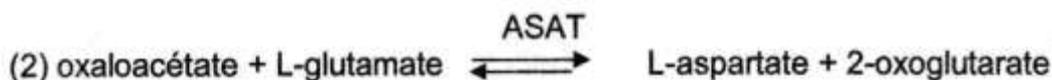
#### 1. Principe

En présence de L-malate-déshydrogénase (L-MDH), l'acide L-malique (L-malate) est oxydé en oxaloacétate par le nicotinamide-adénine-dinucléotide ( $\text{NAD}^+$ ) :



L'équilibre de cette réaction est favorable à la formation de malate.

L'extraction de l'oxaloacétate du système réactionnel entraîne le déplacement de l'équilibre en faveur de l'oxaloacétate. La réaction enzymatique catalysée par l'aspartate aminotransférase (ASAT) convertit l'oxaloacétate en L-aspartate en présence de L-glutamate :



La formation de  $\text{NADH,H}^+$  (1), mesurée par l'augmentation de l'absorbance à la longueur d'onde de 340 nm, est proportionnelle à la quantité de L-malate présente.

#### 2. Mode opératoire

Le dosage du L-malate s'effectue sur le vin dilué au 1/20.

|   | TÉMOIN | ESSAI |
|---|--------|-------|
| Solution de travail en mL :   |        |       |
| - tampon glycyl-glycine pH = 10,0                                     | 2,10   | 2,10  |
| - acide L-glutamique  |        |       |
| - $\text{NAD}^+$  |        |       |
| - ASAT  |        |       |
| Vin dilué à doser (mL)  | –      | 0,10  |
| Eau désionisée (mL)   | 0,10   | –     |
| Mélanger. Lire l'absorbance A1 à 340 nm après environ 3 minutes.      |        |       |
| L-malate déshydrogénase (mL)  | 0,01   | 0,01  |
| Mélanger. Lire l'absorbance A2 à 340 nm après environ 5 à 10 minutes. |        |       |

## ANNEXE 7

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES LIMITES CRITIQUES

| SUBSTANCES CHIMIQUES  | TENEURS MAXIMALES AUTORISÉES  | SOURCES ET DEGRÉ D'OBLIGATION :<br>DÉCRET → OBLIGATOIRE<br>CEE → OBLIGATOIRE<br>OIV → RECOMMANDÉ  |
|---|---|---|
| Acide sorbique  | 200 mg/l  | CEE   |
| Dioxyde de soufre total à la consommation :<br>- rouge<br>- blanc et rosé<br>- rouge (sucres > 5 g/l)<br>- blanc et rosé (sucres < 5 g/l)<br>- issus d'appellations d'origine contrôlée définies (de type moelleux - doux - liquoreux...)<br>- mousseux de qualité (VMQPRD)<br>- mousseux<br>- vin doux naturel, vin de liqueur (sucres > 5 g/l)<br>- vin doux naturel, vin de liqueur (sucres < 5 g/l)<br>Vin de pays (teneurs autorisées à l'agrément) :<br>- rouge<br>- blanc et rosé<br>- rouge (> 5 g/l)<br>- blanc et rosé (< 5g/l) | 160 mg/l<br>210 mg/l<br>210 mg/l<br>260 mg/l<br>300 ou 400 mg/l<br>185 mg/l<br>235 mg/l<br>200 mg/l<br>150 mg/l<br>125 mg/l<br>150 mg/l<br>150 mg/l<br>175 mg/l | CEE<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>Décret n° 79-756 modifié le 4 septembre 1979 (JO du 8 septembre 1979) et décrets de définition de certains vins de pays. |
| Cadmium   | 0,01 mg/l   | OIV   |
| Carbamate d'éthyle<br>- vin<br>- eau de vie   | 0,03g/l<br>0,4 mg/l   | Réglementation du Canada  |
| Cuivre  | 1 mg/l  | CEE   |
| Histamine   | 10 mg/l   | Réglementation de la Suisse   |
| Plomb   | 0,20 mg/l   | OIV   |

| SUBSTANCES CHIMIQUES  | TENEURS MAXIMALES AUTORISÉES                                   | SOURCES ET DEGRÉ D'OBLIGATION :<br>DÉCRET → OBLIGATOIRE<br>CEE → OBLIGATOIRE<br>OIV → RECOMMANDÉ     |
|---|--|--|
| Sulfates (exprimés en sulfate de potassium) pour les vins :<br>- ayant fait l'objet d'une période de vieillissement en fûts de deux ans au moins<br>- édulcorés<br>- obtenus par adjonction à des moûts ou à des vins d'alcool ou d'eau de vie<br>- additionnés de moûts concentrés<br>- naturellement doux<br>- obtenus « sous voile » | 1 g/l<br>1,5 g/l<br>1,5g/l<br>1,5g/l<br>2g/l<br>2g/l<br>2,5g/l | OIV  |
| Zinc  | 5 mg/l   | OIV  |
| Ferrocyanure de potassium   | Absence de ferrocyanure ou de dérivés de ferrocyanure.         | Décret du 19 août 1921 modifié par le décret n° 62-17 du 22 septembre 1962 (JO du 27 septembre 1962) |

Sources :

- CEE = règlement (CEE) n° 822/87 portant organisation commune du marché viti-vinicole.
- OIV = recueil des méthodes d'analyse OIV.
- réglementations nationales.

## 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:

- 1/2 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. A 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°C durant 12h suivie par un stockage à -20°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.

## **DEUXIÈME 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 coeur, 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 coeur 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 surprise 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 coeur des morceaux de jambon à ce moment. L'évolution de la température à coeur 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 coeur:  $T$

taux de chauffage:  $f_h = 10,3 \text{ min}$

facteur de latence:  $j = 1,14$

• Remarque: 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°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°C et ils seront entreposés à -20°C. La durée du traitement est de 12 h, mais on peut considérer que la température à coeur de -20°C est atteinte en 11 h.

Les pains sont assimilés à des parallélépipèdes rectangles de 50 x 50 cm de côté et de 20 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 :

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

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:  $\Delta H_e = 120 \text{ kJ.kg}^{-1}$

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 :

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

avec

durée de congélation:  $t$

masse d'eau contenue dans le produit traité  $m$

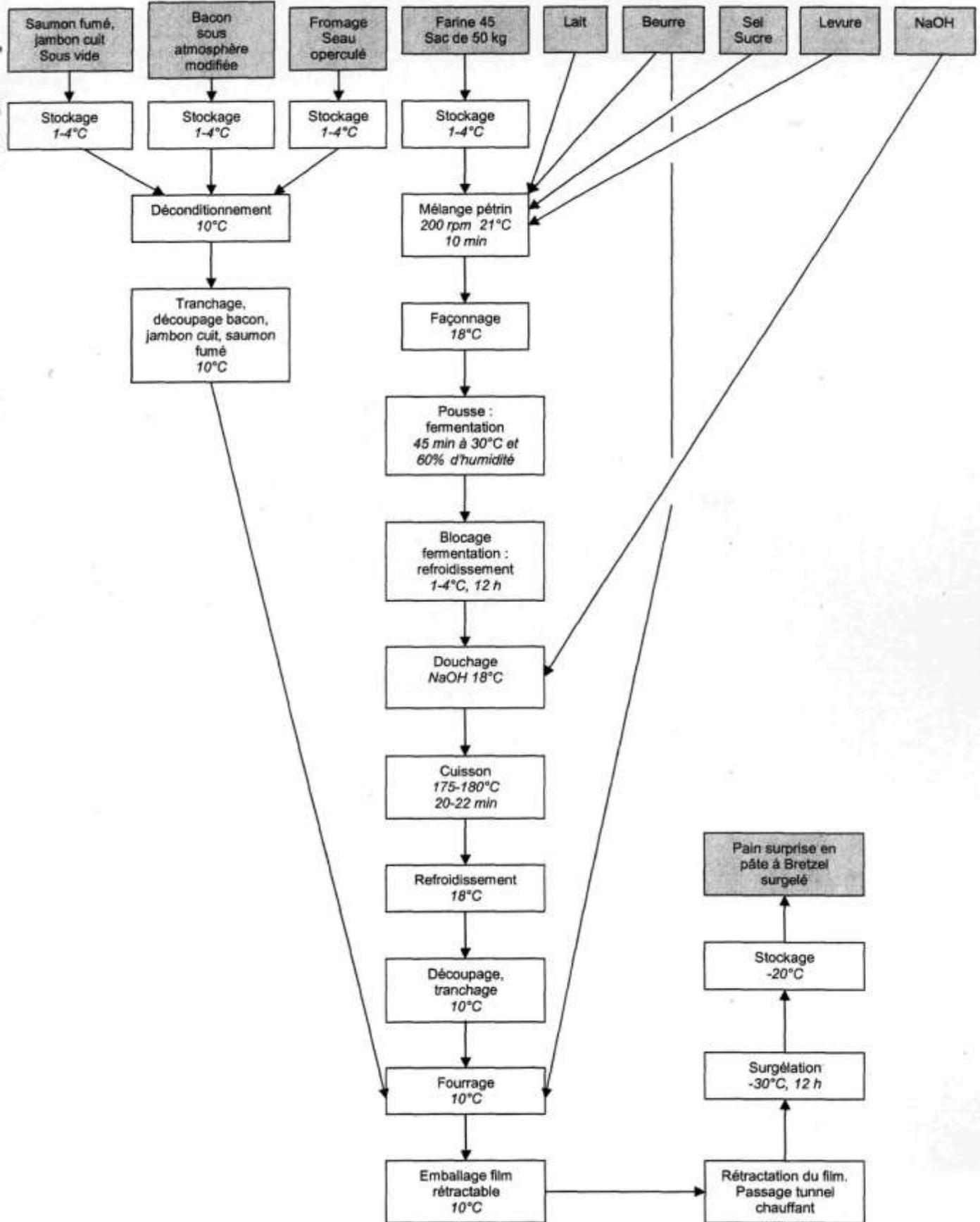
taux d'humidité moyen des pains est de 27%

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

- 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 coeur 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 coeur 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  $T_{b_0}$ ,  $T_p$ ,  $T_{b_f}$  et  $T_{a_f}$ .
  - 2.5.3. Justifier la différence entre  $T_{a_0}$  et  $T_{b_0}$  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  $T_p$ ).

## Annexe 1 :

Diagramme de fabrication : pain surprise en pâte à bretzel surgelé



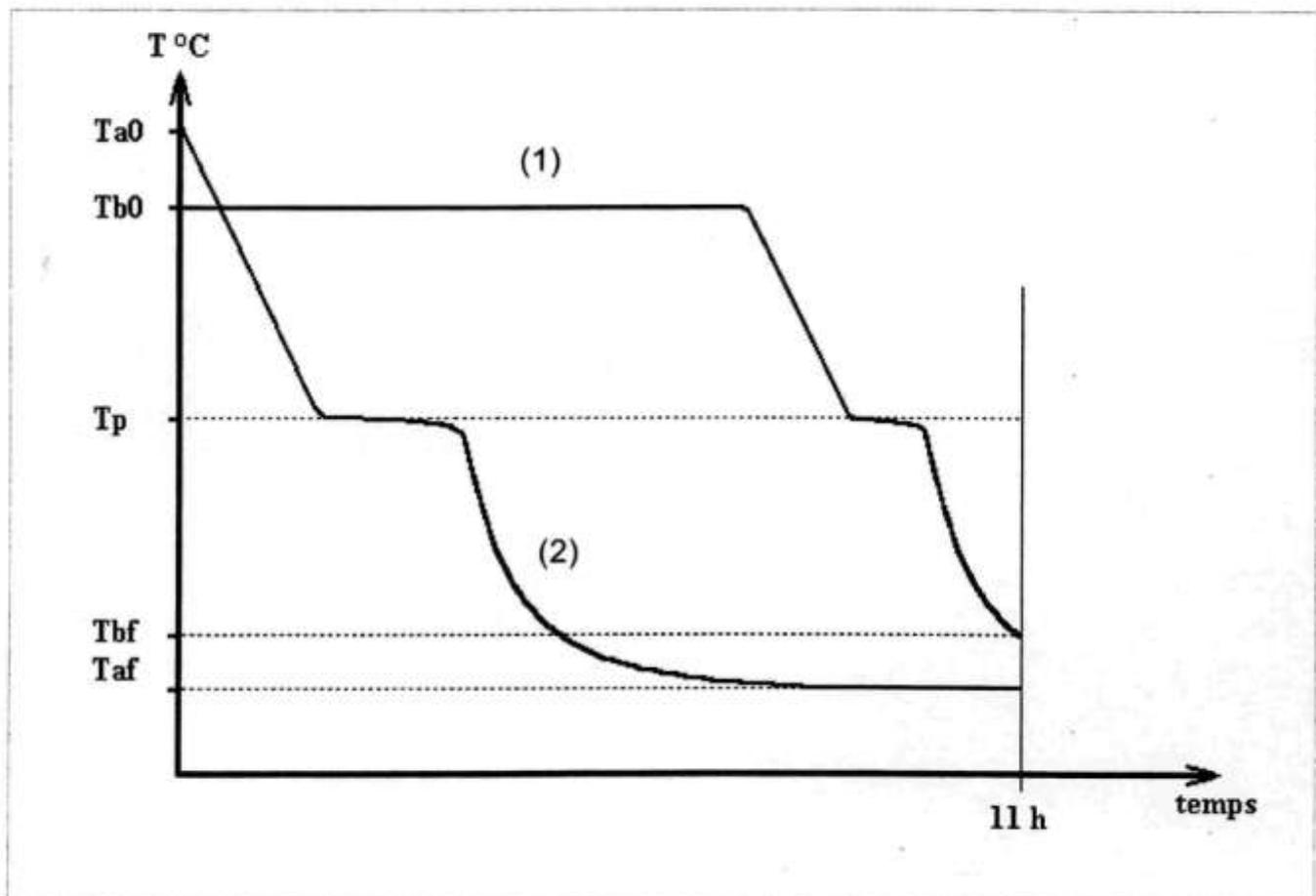
## Annexe 2

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



# E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet A - 2007

Durée : 6 heures Coefficient : 3

## Sujet A : CONTRÔLE DE QUALITÉ DU VIN Premier jour : 4 h 30

Le vin est, selon sa définition légale, « le produit de la fermentation du raisin frais ou du jus de raisin frais ». Il s'agit d'un produit biologique issu d'une fermentation alcoolique menée par des levures, suivie d'une fermentation malolactique bactérienne.

### BIOCHIMIE (25 points)

L'acidité est une des caractéristiques essentielles du vin. Elle résulte de nombreux facteurs, en particulier la présence de gaz dissous (dioxyde de carbone et dioxyde de soufre) et de nombreux acides organiques.

Ces acides organiques peuvent être naturellement présents dans le raisin. Une fois la fermentation alcoolique terminée, le vin présente un excès d'acidité dû à ces différents acides: acide tartrique (biologiquement stable), acide malique, acide citrique.

Lors de la fermentation malolactique, l'acide malique (diacide) est transformé en acide lactique (monoacide). L'acidité diminue et le vin devient plus moelleux.

En parallèle de la fermentation malolactique, beaucoup de bactéries lactiques transforment l'acide citrique en acide éthanoïque ce qui augmente l'acidité volatile du vin.

Accidentellement, l'acide tartrique peut être attaqué par certaines bactéries lactiques qui le décomposent en acide lactique avec augmentation de l'acidité volatile: c'est la maladie de la « tourne ».

### 1. DOSAGE DE L'ACIDE CITRIQUE

La concentration en acide citrique des vins est variable. Elle est généralement comprise entre 0 à 0,5 g.L<sup>-1</sup>.

L'acide citrique est parfois ajouté à certains vins pour:

- remonter l'acidité fixe (surtout pour les vins blancs secs) et ainsi améliorer l'acidité gustative du vin;
- fixer le fer ferrique dans un complexe afin de traiter la « casse ferrique ».

#### 1.1. Principe

##### 1.1.1. Préparation de l'échantillon de vin à doser

Le dosage sera réalisé sur un échantillon de distillat obtenu selon le mode opératoire suivant:

E = 25 mL de vin sont déposés sur une résine échangeuse d'anions.

L'acide citrique est élué sélectivement par une solution d'hydroxyde de sodium à 2 mol.L<sup>-1</sup>. Il est alors transformé par oxydation ménagée en acétone et en éthanal ; une mole d'acide citrique donne une mole d'éthanal et une mole d'acétone.

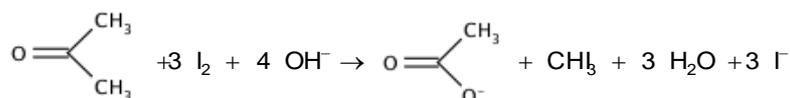
Acétone et éthanal sont séparés par distillation ; on obtient un distillat appelé « D ».

L'acétone du distillat est dosé par iodométrie.

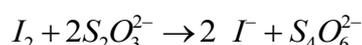
##### 1.1.2. Principe du dosage iodométrique

Il s'agit d'un dosage en retour.

En milieu basique, l'acétone est oxydée par un excès de diiode selon l'équation :



Le diiode n'ayant pas réagi est dosé par une solution de thiosulfate selon l'équation :



## 1.2. Matériel et réactifs

Distillat à doser « D » présenté en flacon étanche`

Solution d'hydroxyde de sodium à  $5 \text{ mol.L}^{-1}$  notée « NaOH »

Solution de diiode à environ  $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$  notée « diiode »

Solution d'acide sulfurique au 1/5 notée «  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1/5 »

Solution de thiosulfate à environ  $0,03 \text{ mol.L}^{-1}$  notée « thiosulfate » « thiodène » ou « empois d'amidon »

Éprouvette de 10 mL

Fiole d'Erlenmeyer

Pipette jaugée de 25 mL

Burette

## 1.3. Mode opératoire

### 1.3.1. Essais

Deux essais seront réalisés.

Introduire dans une fiole d'Erlenmeyer bouchant émeri contenant 10 mL du distillat « D » :

- 5 mL d'hydroxyde de sodium,
- 25 mL de solution de diiode.

Laisser en contact 20 minutes à l'obscurité.

Ajouter 8 mL d'acide sulfurique et titrer l'excès de diiode par une solution de thiosulfate. La visualisation à l'approche du virage peut être facilitée par addition de thiodène ou d'empois d'amidon.

Soient  $V_1$  et  $V_2$  les volumes de thiosulfate versés.

### 1.3.2. Témoin

Réaliser 1 témoin:

Faire dans les mêmes conditions un dosage à blanc en remplaçant le volume de distillat par 10 mL d'eau désionisée.

Soit  $V_t$  le volume de thiosulfate versé.

## 1.4. Résultats

Compléter l'annexe 1 (à rendre avec la copie).

Établir, à partir du témoin, la formule littérale de la concentration molaire de la solution de diiode utilisée.

Établir la formule littérale donnant la concentration massique en acide citrique du vin étudié.

Effectuer l'application numérique.

Calculer la concentration massique en acide citrique du vin testé.

### Données :

- la concentration exacte de la solution de thiosulfate sera fournie par le centre.
- $M_{\text{acide citrique}} = 192,12 \text{ g.mol}^{-1}$
- $CV = 2 \%$  ou  $s = 0,003 \text{ g.L}^{-1}$

Conclure par rapport aux concentrations d'acide citrique généralement retrouvées dans les vins.

## 2. DOSAGE DU FER

Le vin contient toujours du fer en faibles concentrations ( $2$  à  $5 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Dans les vins maintenus à l'abri de l'air, le milieu étant réducteur, le fer est entièrement à l'état ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Dans les vins renfermant du dioxygène dissous à la suite d'une aération, le fer s'oxyde et passe à l'état ferrique ( $\text{Fe}^{3+}$ ) qui est capable de précipiter la matière colorante « casse bleue » ou l'acide phosphorique « casse blanche ». Ces deux phénomènes forment la casse ferrique pouvant apparaître lorsque la teneur en fer atteint  $10$  à  $20 \text{ mg.L}^{-1}$  ».

La méthode de référence du dosage du fer est la spectrophotométrie d'absorption atomique.

Il existe par ailleurs une méthode usuelle de dosage qui consiste, après minéralisation du vin par le peroxyde d'hydrogène, à doser le fer par colorimétrie en présence d'orthophénantroline.

## 2.1. Préparation de l'échantillon de vin à doser

Le dosage sera réalisé sur un échantillon de minéralisat de vin obtenu selon le mode opératoire suivant :

E = 50 mL de vin a été minéralisé en présence de peroxyde d'hydrogène, d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde d'ammonium. La totalité du minéralisat obtenu a été transférée dans une fiole jaugée de volume U = 10 mL et complétée à U mL.

Ce minéralisat est appelé « M ».

## 2.2. Dosage du fer du minéralisat de vin

### 2.2.1. Matériel et réactifs

Minéralisat de vin noté « M »

Solution étalon de fer à  $0.200 \text{ g.L}^{-1}$  notée « Fer à  $0.200 \text{ g/L}$  »

Solution d'hydroquinone à  $2 \text{ g.L}^{-1}$  notée « Hydroquinone »

Solution d'orthophénantroline à  $5 \text{ g.L}^{-1}$  notée « Orthophénantroline »

Fiole jaugée de 100 mL

Pipette jaugée de 5 mL

Semi-microcuves visibles + portoir Pipette jaugée de 1 mL

Pipette automatique P 1000 + cônes bleus

### 2.2.2. Mode opératoire

#### Colorimétrie :

Dans chaque cuve, introduire :

- X mL de la solution de fer (étalon ou solution à doser)
- eau désionisée qsp 1 mL
- 0,2 mL de solution d'hydroquinone

Agiter et laisser reposer 10 minutes.

- 0,4 mL de réactif à l'orthophénantroline

Agiter et laisser reposer 20 minutes.

#### Gamme d'étalonnage :

- à partir de la solution de fer à  $0.200 \text{ g.L}^{-1}$ , préparer une solution étalon à  $10 \mu\text{g.mL}^{-1}$
- avec cette solution à  $10 \mu\text{g.mL}^{-1}$ , réaliser une gamme d'étalonnage (6 cuves) contenant de 0 à  $10 \mu\text{g}$  de fer par cuve.

#### Essais :

Réaliser deux essais sur le minéralisat « M » selon le même protocole.

Introduire 1 mL de minéralisat dans la cuve.

### 2.2.3. Compte rendu

Expliquer la préparation de la solution à  $10 \mu\text{g.mL}^{-1}$

Compléter le tableau de colorimétrie de l'annexe 1.

Après traitement informatique (ou à la calculatrice), donner l'équation de la droite de régression et le coefficient de corrélation.

Déterminer la concentration massique en fer dans le minéralisat étudié en  $\text{mg.L}^{-1}$ .

Données. CV = 3 % ou s =  $0,12 \text{ mg.L}^{-1}$

Déterminer la concentration massique en fer dans le vin analysé en  $\text{mg.L}^{-1}$ .

## 3. CONCLUSION GÉNÉRALE

Au vu des résultats obtenus, proposer la mesure qui devrait être prise afin d'améliorer la qualité du vin testé.

## IMMUNOLOGIE (10 points)

Lors du procédé de fabrication du vin, une étape de soutirage par filtration permettant l'élimination des levures est nécessaire afin d'assurer la stabilité microbiologique du vin.

Afin de faciliter cette étape, certains producteurs réalisent préalablement une étape appelée collage. Il s'agit d'éliminer des débris cellulaires et des protéines en ajoutant au vin une quantité importante de protéines comme l'albumine (addition de blanc d'oeuf) ou du gluten (addition d'un hydrolysate enzymatique du gluten obtenu à partir de farine). Ces protéines réagissent avec les colloïdes et les tanins pour former des floculats qui sédimentent au fond des cuves et qui seront éliminés lors du passage du vin sur des presses.

Le vin peut être ensuite plus aisément filtré.

La présence résiduelle de ces protéines utilisées pour le collage du vin doit être étudiée et quantifiée afin d'évaluer le risque que présente le produit pour les personnes allergiques (albumine de l'oeuf) ou intolérantes (gluten).

### 1. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

Boîte de gel d'agarose à 1 %

Échantillons de vin à analyser notés « V1 » et « V2 »

Sérum anti-gluten noté « Ac anti-gluten »

Sérum anti-albumine de poule noté « Ac anti-albumine »

Emporte pièce pour creuser les puits

Pipette automatique P20 ou P50 + cônes jaunes

### 2. MODE OPÉRATOIRE

#### 2.1. Préparation des puits

Creuser les puits à l'aide d'un emporte pièce selon le gabarit fourni en annexe 2.

#### 2.2. Répartition des réactifs

Déposer 5 µL par puits.

Choisir une disposition permettant de vérifier la présence des différentes protéines utilisables pour le collage dans le vin à tester.

#### 2.3. Diffusion

Mettre en chambre humide à température ambiante pendant 24-48 heures.

### 3. COMPTE RENDU

3.1. Donner le nom de la technique utilisée.

3.2. Compléter le gabarit (Annexe 2) en identifiant clairement la nature et la localisation des différents dépôts.

## MICROBIOLOGIE (25 points)

Les levures et les bactéries sont responsables des étapes de transformation conduisant au vin. Parmi celles-ci, on trouve des bactéries lactiques (bactéries à Gram positif) et des bactéries acétiques (bactéries à Gram négatif). L'analyse microbiologique des vins et des moûts correspond à la détection, la différenciation et le dénombrement des micro-organismes. Quelques unes de ces analyses sont abordées dans le sujet.

### 1. DÉNOMBREMENT DES LEVURES VIVANTES D'UN VIN BLANC

#### 1.1. Matériel

1 tube de 5 mL de « vin blanc + n° » dans la glace ;

1 tube contenant 0,5 mL de « bleu de Funk » ;

6 tubes de 9 mL d'eau physiologique stérile ;

6 géloses Sabouraud-chloramphénicol en grande boîte de Pétri notées « Sabouraud » ;

1 hématimètre de Malassez ;

1 compte globules ;

6 pipettes stériles de 1 mL ou équivalent ;  
billes de verre stériles ou râteau stérile ;  
pipettes Pasteur stériles.

### **1.2. Numération en hématimètre de Malassez**

À partir du tube noté «vin blanc + n° », réaliser une dilution au 1/2 en bleu de méthylène de Funk. Attendre 5 minutes.

Dénombrer les levures vivantes de cette dilution en hématimètre de Malassez (Annexe 3).

Préciser dans le compte-rendu l'aspect des cellules vivantes.

Montrer à un examinateur:

- la mise en hématimètre,
- un champ microscopique mis au point ainsi que la valeur du nombre de levures vivantes dénombrées dans ce champ.

Déterminer le nombre de levures vivantes par mL de vin blanc.

### **1.3. Dénombrement en milieu solide**

En fonction des résultats de la numération précédente, déterminer les trois dilutions à ensemercer pour dénombrer les levures vivantes du vin blanc, en milieu solide par une technique en surface et en double essai.

Justifier sur le compte-rendu le choix des dilutions à ensemercer.

Montrer à un examinateur la réalisation d'une dilution.

Réaliser ce dénombrement et incuber les boîtes pendant 48 heures à 30°C.

## ***2. OBSERVATION DES MICROORGANISMES PRÉSENTS DANS UN VIN BLANC***

Un essai de tenue à l'air est réalisé à partir d'un vin blanc. Il s'agit de placer un échantillon de vin dans une fiole d'Erlenmeyer stérile bouchée par un coton et de le laisser trois jours à température ambiante.

### **2.1. Matériel et réactifs**

1 tube de l'échantillon de vin noté « V + n° » dans la glace ; lame de verre ; pipettes Pasteur stériles ; colorants pour la coloration de Gram.

### **2.2. Manipulation et compte-rendu**

Décrire l'aspect du tube noté « V+n° ».

Réaliser une coloration de Gram.

Montrer un champ microscopique après rédaction du compte-rendu à un examinateur.

Proposer une orientation pour chacun des microorganismes observés.

Conclure sur une contamination éventuelle du vin blanc analysé.

## ANNEXE 1 : feuille de résultats de biochimie

Candidat n° .....

### Dosage de l'acide citrique

| Essai 1                                  | Essai 2                                  | Témoin                                   |
|--|--|--|
| V <sub>1</sub> =                      mL | V <sub>2</sub> =                      mL | V <sub>T</sub> =                      mL |

### Dosage du fer

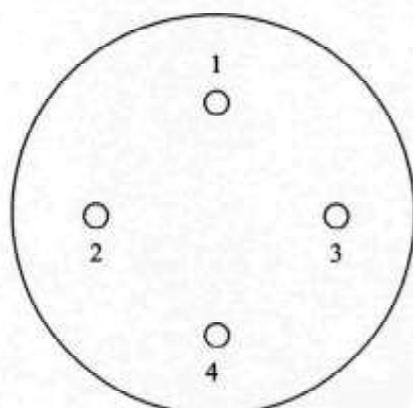
|   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Tube  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V solution étalon à 10 µg.mL <sup>-1</sup> (mL) |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V minéralisat « M » (mL)                        |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V eau désionisée (mL)                           |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V hydroquinone (mL)                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V orthophénantroline (mL)                       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Masse de fer (µg)                               |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Absorbance à 490 nm                             |  |  |  |  |  |  |  |  |

## ANNEXE 2 : Étude des résidus de protéines

À COMPLETER ET A RENDRE AVEC LA COPIE

Candidat n° .....

Gabarit :



Nature des dépôts :

1 :

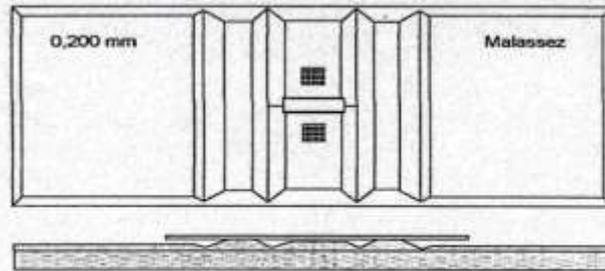
2 :

3 :

4 :

## ANNEXE 3

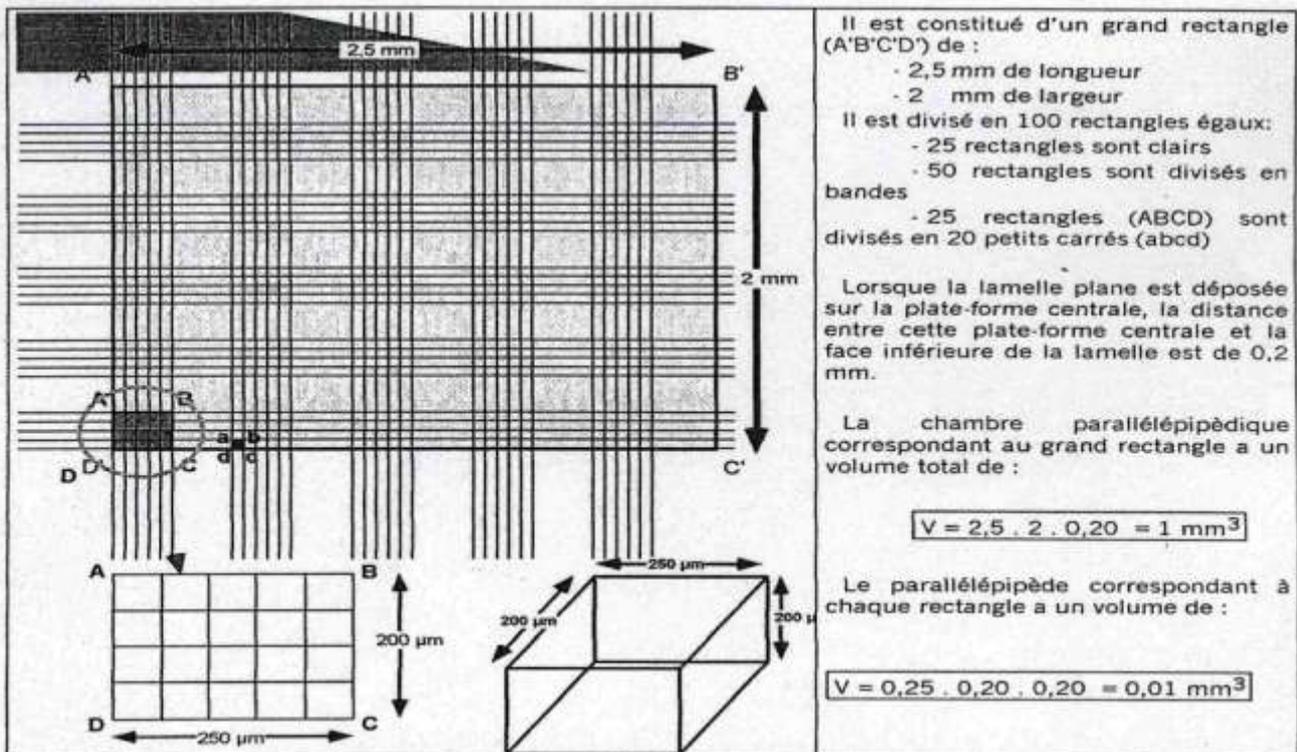
# Hématimètre de Malassez



C'est une épaisse lame de verre, creusée de rigoles qui délimitent des plates-formes :

- deux plates-formes latérales élevées qui supporteront une lamelle épaisse et plane
- une plate-forme centrale légèrement abaissée, sur laquelle est gravé un quadrillage (ou deux quadrillages)

Le quadrillage de l'hématimètre de Malassez est conçu de la façon suivante :



**Deuxième jour : 1 heure 30**

## IMMUNOLOGIE

1. Représenter sous la forme d'un schéma les résultats obtenus.
2. Analyser les résultats obtenus.
3. Conclure.

## MICROBIOLOGIE

### DÉNOMBREMENT DES LEVURES VIVANTES D'UN VIN BLANC

Calculer le nombre de levures vivantes par mL de vin blanc (Annexe 4). Exprimer le résultat en tenant compte de la variabilité analytique de la méthode de dénombrement. Comparer le résultat obtenu avec le résultat du dénombrement en cellule de Malassez.

## ANNEXE 4 : EXTRAIT DE LA NORME NF ISO 7218/A1 DE DÉCEMBRE 2001

### Mode de calcul : Cas général (comptage des colonies en totalité ou des colonies caractéristiques).

Pour qu'un résultat soit valable, on estime en général qu'il est nécessaire de compter les colonies sur au moins 1 boîte contenant au minimum 15 colonies [colonies en totalité, colonies caractéristiques ou colonies répondant aux critères d'identification ou de confirmation (9.3.5.3)].

Calculer le nombre N de microorganismes présents dans l'échantillon pour essai, en tant que moyenne pondérée à partir de deux dilutions successives, à l'aide de l'équation suivante:

$$N = \frac{\sum C}{v.(n_1 + 0,1.n_2).d}$$

où

- $\sum C$  est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives dont au moins une contient au minimum 15 colonies;
- v est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres;
- $n_1$  est le nombre des boîtes retenues à la première dilution;
- $n_2$  est le nombre des boîtes retenues à la deuxième dilution;
- d est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue [d = 1 dans le cas où l'échantillon pour essai (produits liquides) ensemencé directement est retenu].

Arrondir le résultat calculé à deux chiffres significatifs. Pour cela, si le troisième chiffre est inférieur à 5 le chiffre précédent n'est pas modifié ; si le troisième chiffre est supérieur ou égal à 5 le chiffre précédent est augmenté d'une unité.

Retenir comme résultat un nombre compris de préférence entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance appropriée de 10, ou un nombre entier avec 2 chiffres significatifs.

Exprimer le résultat comme suit:

- nombre N de microorganismes par millilitre (produits liquides) ou par gramme (autres produits).

Cas de deux boîtes (échantillon pour essai ou suspension mère ou première dilution) contenant moins de 15 colonies.

Si les deux boîtes, au niveau de l'échantillon pour essai (produits liquides) ou de la suspension mère (autres produits) ou de la première dilution ensemencée ou retenue, contiennent moins de 15 colonies (colonies en totalité, colonies caractéristiques ou colonies répondant aux critères d'identification ou de confirmation), calculer le nombre estimé  $N_E$  de microorganismes présents dans l'échantillon pour essai en tant que moyenne arithmétique des colonies comptées sur les deux boîtes à l'aide de l'équation suivante :

$$N_E = \frac{\sum C}{V \times n \times d}$$

où  $\sum C$  est la somme des colonies comptées sur les 2 boîtes;

V est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres;

n le nombre de boîtes retenues;

d le taux de dilution correspondant à la dilution retenue.

**CONTRÔLE QUALITE EN BOULANGERIE**

**Premier jour : 4 heures 30**

Une enseigne de grande distribution a décidé de développer un secteur boulangerie au sein de tous ses magasins.

Elle doit par conséquent optimiser le procédé de fabrication du pain et contrôler la qualité des matières premières.

Sachant que le pain est fabriqué à partir d'un mélange de farine, d'eau, de sel et de levain, on se propose ici de contrôler la qualité du levain, de la farine livrée et de la farine pré-mix (farine additionnée de sel et des autres additifs autorisés).

## **1. CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES DU LEVAIN (25 points)**

Le levain est une pâte composée de farine de blé et de seigle, ou de l'un seulement de ces deux ingrédients et d'eau potable ; elle est éventuellement additionnée de sel. Elle est soumise à une fermentation naturelle acidifiante qui la fait lever.

La flore du levain est constituée de :

1 à 10 millions de levures par gramme ou par mL de levain,

1 milliard de bactéries par gramme ou par mL de levain.

On se propose ici de vérifier la qualité du levain du fournisseur.

### **1.1. Estimation de la population de levures du levain en cellule de Malassez (Annexe 1)**

Vous disposez d'un échantillon de levain noté L+N°.

Montrer la mise en hématimètre à un examinateur ainsi qu'un champ microscopique.

Noter sur le compte rendu les résultats du comptage en nombre levures/mL de levain sachant que le nombre total de cellules comptées doit être supérieur à 200.

### **1.2. Vérification de la numération de levures par un dénombrement en surface**

D'après les résultats de la numération, tester trois dilutions successives.

Pour chaque dilution, ensemercer 0,1 mL à la surface d'une gélose Sabouraud/chloramphénicol.

Prévoir 2 essais par dilution.

Justifier le choix des dilutions dans le compte rendu et préciser la température d'incubation.

### **1.3. Identification d'une bactérie du levain**

Un isolement du levain noté B+N° a été réalisé sur gélose MRS et incubé 48 heures en anaérobiose.

À partir de cet isolement, réaliser les études macroscopique et microscopique.

Montrer un champ microscopique à l'examineur.

Effectuer le test enzymatique approprié et montrer sa réalisation à un examinateur.

Proposer une orientation de la souche isolée.

## **2. CONTRÔLES IMMUNOLOGIQUES (8 points)**

Les mycotoxines (ochratoxines, aflatoxines, fumonisines, zéaralénones ...) sont des substances toxiques ; elles peuvent engendrer des tumeurs cancéreuses, voire des lésions graves des différents systèmes et appareils de l'organisme.

Elles sont secrétées par des moisissures microscopiques qui se développent essentiellement pendant le stockage des céréales et des tourteaux.

La famille la plus dangereuse des mycotoxines connues à ce jour est celle des aflatoxines.

La France impose des teneurs maximales pour l'aflatoxine B1 dans certaines denrées ; pour la farine blanche, cette teneur est fixée à 3 µg/kg. Cependant, les études montrent que cette teneur est encore trop élevée.

La chaîne de grande distribution s'est donc imposée de n'utiliser que de la farine totalement exempte d'aflatoxines.

On se propose ici de vérifier par la technique d'Ouchterlony que la farine blanche livrée ne contient pas d'aflatoxine B1.

## 2.1. Matériel et réactifs

1 gel d'agarose en petite boîte de pétri

1 emporte pièce

1 micropipette délivrant 20 µL

antisérum anti-aflatoxines B1 noté « antiB1 »

aflatoxines B1 noté « AflaB1 »

2 échantillons de la farine en solution à tester noté « F1 » et « F2 » ochratoxine noté « Ochra »

## 2.2. Mode opératoire

Déposer 20 µL de chaque échantillon selon le modèle suivant :

Réservoir central :

anti-aflatoxine

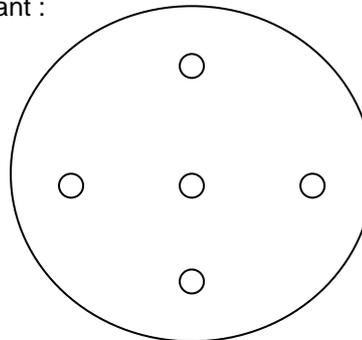
Réservoirs périphériques :

1-aflatoxine

2-F1

3- ochratoxine

4-F2



Incuber le gel en atmosphère humide à 30°C pendant 48 heures.

## 2.3. Résultats

Préciser dans le compte rendu le rôle des dépôts de l'aflatoxine et de l'ochratoxine dans le gel.

# 3. CONTRÔLES BIOCHIMIQUES (27 points)

## 3.1 Contrôle de la quantité de chlorure de sodium ajoutée

Un excès chronique de sodium provoque l'hypertension artérielle et peut être à l'origine de nombreux accidents cardio-vasculaires. Les besoins minimum en chlorure de sodium sont de 2 g par personne et par jour. L'OMS préconise une dose maximale de 6 g par personne et par jour.

En 1999, l'enquête INCA (enquête INdividuelle de Consommation Alimentaire) révèle que la consommation journalière individuelle moyenne en France est de 10 g. Elle montre de plus que le pain est responsable de 25% à 30% de ces apports. L'extension du pétrissage intensifié, qui a réduit les temps de fermentation et affadi le pain, a conduit à augmenter les doses de sel. Ce sel atteint alors 2,4% de la masse de la farine, soit au moment du dosage des ingrédients 24 g par kg de farine.

En janvier 2002, le rapport AFSSA du groupe de travail sur le sel, réunissant professionnels de l'alimentation et spécialistes médicaux, recommande de réduire cette teneur de 25%. Il propose une réduction progressive d'environ 5% par an, pendant 5 ans, pour atteindre à l'échéance de 2007 18 g de sel ajouté par kg de farine.

Les professionnels se sont engagés à respecter cette recommandation. On se propose de contrôler la quantité de chlorure de sodium ajoutée dans une farine de blé type 45 en effectuant le dosage des ions chlorures par la méthode de Charpentier Volhard. Un premier dosage est réalisé sur une farine normale (avant addition de sel) et un second sur une farine dite « pré-mix », c'est à dire contenant le sel ajouté et les additifs autorisés.

### 3.1.1 Solutions et réactifs

Les solutions de farine ont été préparées de la manière suivante : la farine a été passée au four (50°C pendant 30 minutes) afin de la déshydrater. Puis on a pesé exactement 1,0 gramme de cette farine qu'on a dissout dans 100 mL d'eau désionisée.

- nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) à  $4,0 \text{ mmol.L}^{-1}$  (50 mL)
- thiocyanate d'ammonium ( $\text{KSCN}$ ) à  $1,0 \text{ mmol.L}^{-1}$  (100 mL)
- solution saturée d'alun de fer et d'ammonium (10 mL)
- acide nitrique : disponible en distributeur

### 3.1.2 Dosage des chlorures de la farine

#### *Mode opératoire (2 essais)*

Dans une fiole d'Erlenmeyer, introduire :

- Prise d'essai = 10 mL de la solution de farine normale,
- 20 mL environ d'eau désionisée,
- 5 mL d'acide nitrique,
- 5mL de solution de nitrate d'argent,
- environ 1 mL de solution saturée d'alun de fer et d'ammonium.

Placer dans la burette la solution de thiocyanate d'ammonium. Verser en agitant constamment et en opérant rapidement jusqu'à obtenir une teinte orangée persistante.

#### *Résultats*

Compléter la feuille de résultats biochimie (Annexe 2).

Calculer le nombre de moles d'ions chlorure contenu dans 1 g de farine normale.

Donnée : CV de la méthode = 2,5%

### 3.1.3 Dosage des chlorures de la farine « pré-mix »

#### *Mode opératoire (2 essais)*

Dans une fiole d'Erlenmeyer, introduire :

- Prise d'essai = 2 mL de la solution de farine « pré-mix »,
- 25 mL environ d'eau désionisée,
- 5 mL d'acide nitrique,
- 5mL de la solution de nitrate d'argent,
- environ 1 mL de solution saturée d'alun de fer et d'ammonium.

Doser par la solution de thiocyanate de la même manière que précédemment.

#### *Résultats*

Compléter la feuille de résultats biochimie (Annexe 2).

Calculer le nombre de moles d'ions chlorure contenu dans 1 g de farine pré-mix.

Le NaCl étant le seul additif source de chlorures, calculer la masse de NaCl ajoutée par kg de farine. Conclure.

#### Données :

$$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$$

CV de la méthode = 2,5%

## 3.2. Contrôle de l'activité amylasique lors de la panification

On se propose d'évaluer l'activité amylasique développée dans la pâte en cours de panification. Les amylases contenues dans les grains de blé provoquent l'hydrolyse de l'amidon en maltose au déclenchement de la germination. Lors de la panification, ce maltose est utilisé par la levure pour sa fermentation alcoolique. Une activité amylasique insuffisante ralentit la vitesse de fermentation et ne permet pas d'obtenir une pâte de qualité rhéologique satisfaisante.

### 3.2.1 Principe

L'action des amylases est évaluée en mesurant la quantité de glucides réducteurs présents après la fermentation lors d'une panification classique. Les glucides réducteurs réagissent en milieu alcalin et à chaud avec l'acide 3,5 dinitrosalicylique (3,5 DNS). On mesure l'apparition par colorimétrie à 530 nm d'un produit de la réaction, l'acide 3-amino-5-nitrosalicylique.

L'entreprise effectuant ce contrôle de l'activité amylasique a déterminé que la quantité de maltose présent dans une pâte fermentée doit être supérieure à 0,200 g par gramme de farine. Si la quantité de maltose est inférieure à cette valeur, l'entreprise procédera à l'addition d'amylase au cours du pétrissage.

### 3.2.2 Réactifs et préparation des solutions à doser

Réactif au 3,5 DNS : disponible en distributeur  
Solution de glucose à  $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$

Extrait de pâte fermentée : ont été extraits les glucides d'une quantité de pâte correspondant à 1 gramme de farine. Cet extrait a été dilué dans 100 mL d'eau désionisée et est noté « EPF ».

« Contrôle » : préparer par pesée exacte de glucose anhydre (pilulier) (au 1/10 mg) 100 mL de solution de glucose à environ  $0,005 \text{ mol.L}^{-1}$ .

### 3.2.3 Mode opératoire

Gamme d'étalonnage

À partir de la solution de glucose à  $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ , préparer une gamme d'étalonnage de 6 tubes à essais, contenant de 0 à  $10 \mu\text{mol}$  de glucose :

Solution étalon

Eau désionisée qsp 3 mL

Ajouter dans chaque tube 2 mL de réactif au 3,5 DNS.

Mélanger. Boucher les tubes avec du coton cardé.

Porter au bain thermostaté bouillant pendant exactement 5 min.

Refroidir dans un bain d'eau froide.

Ajouter 5 mL d'eau désionisée.

Homogénéiser et laisser reposer au moins 15 minutes.

Lire les absorbances à 530 nm.

Essais

Réaliser en double le dosage sur une prise d'essai de 1 mL d'extrait de pâte fermentée « EPF ».

Réaliser un dosage sur une prise d'essai de 1 mL de « Contrôle ».

Traiter dans les mêmes conditions et dans le même temps que la gamme d'étalonnage.

### 3.2.4 Résultats

Compléter la feuille de résultats biochimie (Annexe 2).

A l'aide de l'outil informatique, effectuer la régression linéaire et en donner les paramètres caractéristiques.

Calculer la concentration molaire du glucose du « Contrôle ». Conclure.

Calculer la concentration molaire en glucides réducteurs dans l'extrait de pâte fermentée.

Calculer la masse de maltose présente pour 1 gramme de farine dans la pâte fermentée.

Conclure.

Données :

$$M(\text{glucose}) = 180 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{maltose}) = 342 \text{ g.mol}^{-1}$$

CV de la méthode = 2%

## ANNEXE 1 (voir annexe 3 sujet A 2007)

### Hématimètre de Malassez

**ANNEXE 2 À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE**  
**FEUILLE DE RÉSULTATS BIOCHIMIE**

N° poste :

**1. Contrôle de la quantité de chlorure de sodium ajoutée**

**1.1 Dosage des chlorures de la farine**

|                        | Essai 1 | Essai 2 |
|------------------------|---------|---------|
| Volume équivalent (mL) |         |         |

**1.2 Dosage des chlorures de la farine pré-mix**

|                        | Essai 1 | Essai 2 |
|------------------------|---------|---------|
| Volume équivalent (mL) |         |         |

**2. Contrôle de l'activité amylasique lors de la panification**

Masse glucose pesée =

Tableau de colorimétrie :

| Tubes   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Contrôle | Essai 1 | Essai 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|----------|---------|---------|
| Solution de glucose à 0,01 mol.L <sup>-1</sup> (mL) | 0 |   |   |   |   |   |          |         |         |
| EPF (mL)  |   |   |   |   |   |   |          |         |         |
| Contrôle (mL)                                       |   |   |   |   |   |   |          |         |         |
| Eau désionisée (mL)                                 | 3 |   |   |   |   |   |          |         |         |
| DNS (mL)  |   |   |   |   |   |   |          |         |         |
| Eau désionisée (mL)                                 |   |   |   |   |   |   |          |         |         |
| Masse de glucose (µmol)                             |   |   |   |   |   |   |          |         |         |
| A à 530 nm  |   |   |   |   |   |   |          |         |         |

Résultats de la colorimétrie

**Deuxième jour :1 heure 30**

# 1. CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES

## 1.1. *Dénombrement en surface du levain*

Compter le nombre de colonies par boîte.

Rassembler les résultats dans un tableau.

Calculer le nombre de levures /mL de levain à l'aide de la formule Afnor (Annexe 1).

Conclure.

### Rappel :

la flore du levain est constituée de :

-1 à 10 millions de levures par gramme ou par mL de levain,

-1 milliard de bactéries par gramme ou par mL de levain.

## 1.2. *Identification d'une souche productrice d'aflatoxines*

Cette souche a été isolée du site de stockage du blé et est présentée sur gélose Sabouraud/chloramphénicol notée S+N°.

Réaliser les études macroscopique et microscopique de cette souche.

Montrer un champ microscopique à l'examineur.

Conclure quant à l'identité de la souche, à l'aide de l'Annexe 2.

# 2. CONTRÔLES IMMUNOLOGIQUES DE LA FARINE

La chaîne de distribution s'est imposée de n'utiliser que la farine exempte totalement d'aflatoxines B1.

Analyser les résultats obtenus et conclure .

### Rappel :

#### **Réservoir central :**

anti-aflatoxine

#### **Réservoirs périphériques :**

1 - aflatoxine

2-F1

3- ochratoxine

4-F2

## ANNEXE 1 : Formule de la norme AFNOR

$$N = \frac{\sum C}{v.(n_1 + 0,1.n_2).d}$$

$\sum C$  est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives dont au moins une contient au minimum 15 colonies et au maximum 300.

$n_1$  est le nombre de boîtes retenues à la première dilution.

$n_2$  est le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution,

$d$  est la dilution correspondant à la première dilution retenue.

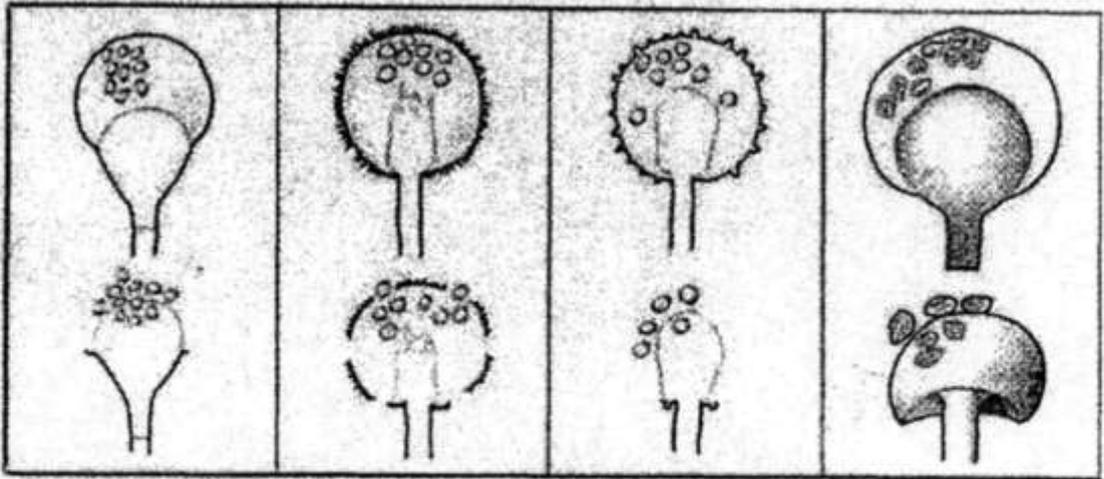
$v$  est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en mL.

Arrondir le résultat calculé à deux chiffres significatifs.

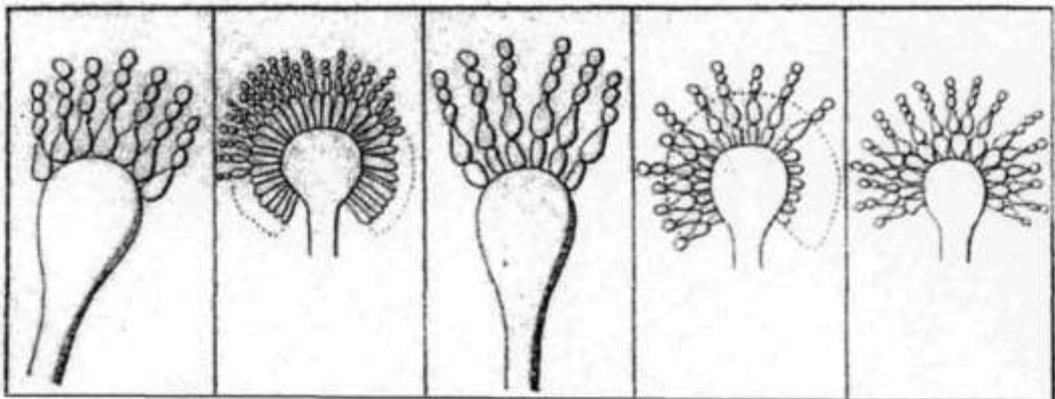
Retenir comme résultat un nombre compris de préférence entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance appropriée de 10.

## Annexe 2 :

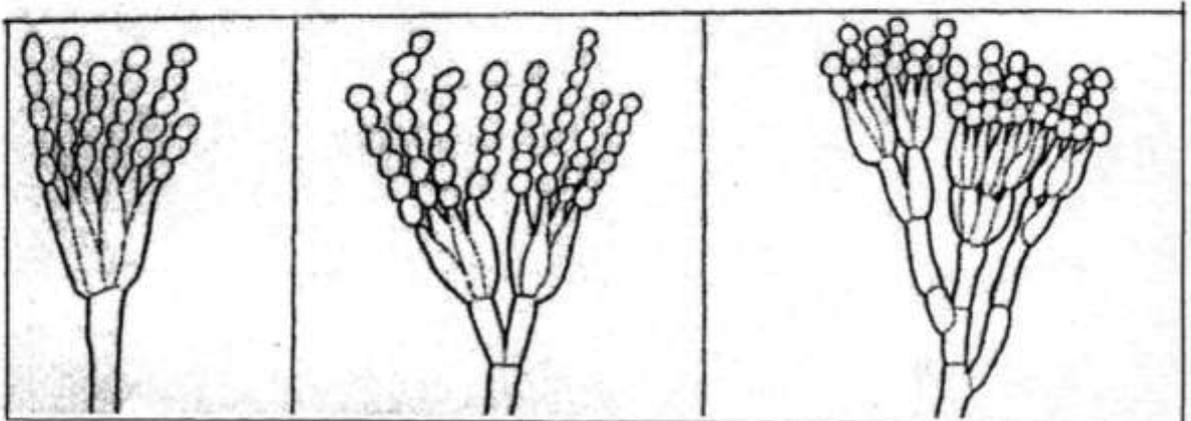
Aspect microscopique de différentes mucorales :



Aspect microscopique de différents *Aspergillus* :



Aspect microscopique de différents *Penicillium* :



**CONTROLE D'UNE MAYONNAISE  
premier jour : 4 heures 30**

La plupart des autocontrôles pratiqués dans l'industrie alimentaire sont des contrôles microbiologiques et biochimiques. Pour s'assurer de la qualité des produits, ces tests sont effectués à différents stades de la fabrication, mais également sur des éléments de l'environnement de la production.

Ces contrôles revêtent une importance toute particulière lorsque les produits fabriqués sont très sensibles comme c'est le cas pour la mayonnaise.

## **BIOCHIMIE (30 points)**

Les industries des condiments réalisent régulièrement des contrôles biochimiques sur les matières premières et produits finis. Ces contrôles sont réalisés en particulier sur l'huile de tournesol réceptionnée (indice d'iode) et sur la mayonnaise (teneur en acide éthanoïque).

### **1. DÉTERMINATION DE L'INDICE D'IODE DE L'HUILE DE TOURNESOL**

L'huile de tournesol est un mélange composé à 95% de triglycérides et 5% d'acide gras libres, de stérols, de cires et de diverses impuretés. C'est une huile di-insaturée caractérisée par un indice d'iode compris entre 110 et 143.

On se propose de vérifier l'indice d'iode d'une huile fraîchement réceptionnée.

#### **1.1. Principe**

Addition sur le corps gras, en solution dans du cyclohexane, d'un excès de mono-chlorure d'iode en solution dans un mélange d'acide éthanoïque et de tétrachlorure de carbone :  $R - CH = CH - R' + ICl \rightarrow R - CHI - CHCl - R'$

Détermination de l'excès de mono chlorure d'iode par addition d'iodure de potassium et d'eau : titrage de diode libérée par une solution titrée de thiosulfate de sodium :



#### **1.2. Réactifs**

Eau désionisée

Iodure de potassium à 100g/L

Empois d'amidon

Solution de thiosulfate de sodium :  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  C= 0.2 mol.L<sup>-1</sup>

Solvant : cyclohexane

Réactif de Wijs, contenant du monochlorure d'iode dans de l'acide éthanoïque

#### **1.3. Mode opératoire**

On réalisera deux essais sur l'huile de tournesol (notés E1 et E2) et un essai blanc (E<sub>0</sub>).

##### **1.3.1. Préparation des échantillons d'huile de tournesol E1 et E2**

- Peser exactement dans chacune des fioles d'Erlenmeyer de bouchant émeri 250 mL environ 0,13 g d'huile de tournesol (masses m1 et m2 relevées).

- Ajouter à l'éprouvette dans chaque fiole 20 mL de cyclohexane pour dissoudre la matière grasse (travail sous hotte et utilisation des gants).

- Puis ajouter exactement 25 mL de réactif de Wijs. (travail sous hotte et utilisation des gants).

- Boucher les fioles d'Erlenmeyer et les agiter doucement. Les placer à l'obscurité pendant 1 heure.

- Ajouter ensuite à l'éprouvette 20 mL de la solution d'iodure de potassium et 150 mL d'eau désionisée dans chacune des fioles d'Erlenmeyer.

- Doser avec la solution de thiosulfate de sodium jusqu'à ce que la couleur brune, due au diiode, passe au jaune paille.

- Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon ; la solution devient bleue noirâtre et poursuivre le dosage jusqu'à la disparition de la couleur bleue et le virage à l'incoloré. On relèvera les volumes  $V_1$  et  $V_2$  de thiosulfate de sodium.

- Montrer les chutes de burette à l'examineur.

### 1.3.2. Préparation de l'essai blanc $E_0$

Le blanc sera préparé dans les mêmes conditions que les essais. On relèvera le volume  $V_0$  de thiosulfate de sodium. Montrer la chute de burette à l'examineur.

## 1.4. Résultats

Compléter la feuille de résultats de l'annexe 1.

Calculer l'indice d'iode.

Conclure.

Données :

$$M(I) = 126,9 \text{ g.mol}^{-1} ; C_{\text{thiosulfate de sodium}} = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$$

L'indice d'iode  $I_I$  est la masse de diiode, exprimée en gramme, qui se fixe par réaction d'addition sur les doubles liaisons de 100 g de corps gras.

$$I_I = \frac{1}{2} C_{\text{thiosulfate de sodium}} \frac{M_{I_2}}{m} (V_0 - V_1) \times 100$$

CV de la méthode = 2,5 %

## 2. DETERMINATION DE LA TENEUR EN ACIDE ACÉTIQUE DE LA MAYONNAISE

La mayonnaise contient environ 4% de vinaigre à 8% (V/V). Le vinaigre joue un rôle dans la valeur gustative du produit fini. Sa teneur en acide éthanoïque assure également une certaine "propreté microbologique".

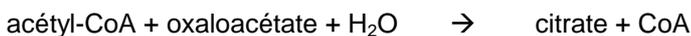
Le fabricant désire suivre la teneur en acide éthanoïque dans le produit fini par méthode enzymatique.

### 2.1. Principe

*AcétylCoA synthétase (ACS)*



*Citrate synthétase (CS)*



l'oxaloacétate nécessaire à la réaction précédente est obtenu par oxydation du malate selon la réaction suivante :

*L - malate deshydrogénase (L-MDH)*



On mesure l'apparition du NADH,  $\text{H}^+$  à 340 nm.

### 2.2. Mode opératoire

#### 2.2.1. Préparation de la solution "S"

La solution "S" fournie a été obtenue de la manière suivante :

Une masse  $m = 5.0234\text{g}$  de mayonnaise préalablement homogénéisée est dispersée avec quelques gouttes d'eau désionisée. Après dispersion, la solution est transférée dans une fiole jaugée. On ajoute 50 mL d'eau désionisée. La fiole est placée au bain thermostaté à 60°C pendant 20 minutes pour assurer une séparation de phases.

À l'issue de ces 20 minutes, on ajuste au trait de jauge la fiole de 100 mL et on la place au réfrigérateur 20 minutes.

À la sortie du réfrigérateur, on filtre et on obtient le filtrat, appelé solution « S », qui servira pour le dosage enzymatique.

#### 2.2.2. Dosage de l'acide éthanoïque de la solution "S" et du contrôle "C"

Se reporter à l'annexe 2 (réactifs et mode opératoire).

Effectuer un essai sur la solution « S » et un essai sur le contrôle « C ».

La concentration en acide éthanoïque du contrôle sera communiquée au cours de l'épreuve.

### 2.3. Résultats

Compléter la feuille de résultats en annexe 1.

Calculer la variation d'absorbance :  $\Delta A = A_2 - A_0$  pour chaque cuve. Calculer la variation d'absorbance :  $\Delta A' = A_1 - A_0$  pour chaque cuve. Calculer la variation d'absorbance nette de chaque essai :

$$\Delta A_E = [(\Delta A - \Delta A')_{\text{essai}} / \Delta A_{\text{essai}}] - [(\Delta A - \Delta A')_{\text{blanc}} / \Delta A_{\text{blanc}}]$$

Etablir la formule littérale donnant la concentration massique de l'acide éthanoïque dans les solutions « S » et « C ». Il est fortement conseillé de faire un schéma opératoire de la préparation de la solution pour le dosage de l'essai.

Faire les applications numériques pour chacune des solutions.

Interpréter le résultat obtenu pour le contrôle.

Calculer la teneur en acide éthanoïque dans la mayonnaise exprimée en g pour 100 g (%). Conclure.

Données :

$$\varepsilon_{\text{NADH}} \text{ à } 340 \text{ nm} = 6300 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$$

$$M_{\text{acide éthanoïque}} = 60,05 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{CV de la méthode} = 2,5 \%$$

## MICROBIOLOGIE (30 points)

### 1. CONTRÔLE DE LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DE LA MAYONNAISE

Il s'agit de contrôler à l'expédition certaines caractéristiques du produit fini, afin de vérifier sa conformité aux critères microbiologiques en vigueur.

#### 1.1. Matériel et réactifs

tube de 10 mL d'une dilution au 1/10 de la mayonnaise à analyser noté « M »

tubes de 9 mL de Tryptone Sel notés « diluant »

6 tubes de 15 mL et 6 tubes de 5 mL de géloses VRBL en surfusion (à demander à l'examinateur)

3 boîtes de géloses Baird Parker additionnées de jaune d'œuf au tellurite de potassium notées « BP »

6 boîtes de Pétri stériles vides

3 pipettes stériles de 1 mL

1 étaleur stérile (ou billes de verre stériles)

1 agitateur (vortex)

1 étuve à 30°C

1 étuve à 37°C

#### 1.2. Préparation des échantillons

Une dilution au 1/10 de mayonnaise a été préparée en introduisant, de façon aseptique, 25 g de mayonnaise dans 225 mL de diluant.

Préparer les dilutions  $10^{-1}$  et  $10^{-2}$  de cette solution de mayonnaise en Tryptone Sel (noté « diluant »). Montrer à l'examinateur la réalisation d'une dilution.

#### 1.3. Dénombrement des coliformes totaux

Ensemencer 1 mL de la solution « M » et 1 mL de chacune de ses dilutions avec des géloses VRBL dans la masse en double couche. Réaliser 2 essais par dilution. Incuber 24h à 30°C.

#### 1.4. Dénombrement des Staphylocoques Présumés Pathogènes (SPP)

Ensemencer en répartissant au total 0,1 mL de la solution « M » à la surface de 3 boîtes de Pétri (notées « BP »). Incuber 48h à 37°C.

## **2. MISE EN ÉVIDENCE DU POUVOIR PATHOGÈNE DES STAPHYLOCOQUES PRÉSUMÉS PATHOGÈNES (SPP)**

Des analyses microbiologiques réalisées par le laboratoire de l'usine ont mis en évidence la présence de Staphylocoques Présumés Pathogènes (SPP) dans un lot de mayonnaise. Ces SPP ont été isolés sur gélose nutritive (boîte notée « G+n° ») et ont été cultivés en milieu liquide (tube noté « T+n° »). Le laboratoire souhaite confirmer ou infirmer le caractère pathogène des SPP par la recherche de trois enzymes spécifiques de *Staphylococcus aureus*.

### **2.1. Matériel et réactifs**

- 1 boîte notée « G+n° »
- 1 tube noté « T+n° »
- 1 tube à hémolyse contenant 0.5 mL de plasma de lapin noté « PL »
- 1 tube de gélose à l'ADN et au bleu de toluidine en surfusion (à demander à l'examinateur)
- 1 petite boîte de Pétri (diamètre 55 mm)
- lame de verre
- 1 pipette stérile de 1 mL
- 1 tube en verre vide stérile
- réactif catalase
- pipettes Pasteur et poire
- 1 bain thermostaté à 100°C
- 1 étuve à 37°C

### **2.2. Test catalase**

- Réaliser le test sur une colonie isolée sur « G+n° ».
- Montrer le résultat à un examinateur.
- Conclure.

### **2.3. Test coagulase**

- Réaliser le test à partir du bouillon « T+n° » en suivant le protocole en annexe 3.
- Montrer le résultat à un examinateur.
- Conclure.

### **2.4. Test thermonucléase**

- Réaliser le test à partir du bouillon « T+n° » en suivant le protocole en annexe 4.

## **3. ÉTUDE D'UN CONTAMINANT**

Un contaminant bactérien a été isolé dans une chambre froide de l'usine. Ce contaminant a été ensemencé sur gélose nutritive (boîte notée « C+n° »).

### **3.1. Matériel et réactifs**

- 1 boîte notée « C+n° »
- matériel et réactifs de coloration
- matériel de microscopie
- matériels et réactifs des tests enzymatiques.

### **3.2. Mode opératoire**

- Réaliser une coloration de Gram sur la souche isolée sur « C+n° ». Observer au microscope cette coloration. Montrer à l'examinateur le résultat obtenu.
- Réaliser devant l'examinateur le (ou les) test(s) utile(s) à l'orientation du germe.
- Proposer par écrit une orientation du germe à identifier (compléter le document de l'annexe 5).
- Demander par écrit les milieux et la microgalerie nécessaires à l'identification de la souche (compléter le document de l'annexe 5).

-Réaliser les ensemencements.

## ANNEXE 1

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE FEUILLE DE RÉSULTATS BIOCHIMIE

Nom :

Numéro de poste :

### 1. Détermination de l'indice d'iode de l'huile de tournesol

|                                  | Blanc   | Essai E1 | Essai E2 |
|----------------------------------|---|----------|----------|
| Masse de la prise d'essai (en g) |  | $m_1 =$  | $m_2 =$  |
| Volume de thiosulfate (en mL)    | $V_0 =$   | $V_1 =$  | $V_2 =$  |

### 2. Détermination de la teneur en acide éthanoïque dans la mayonnaise

| Absorbance à 340 nm       | Blanc   | Solution « S » | Contrôle « C » |
|---------------------------|---|----------------|----------------|
| $A_0$                     |   |                |                |
| $A_1$                     |   |                |                |
| $A_2$                     |   |                |                |
| $\Delta A = (A_2 - A_0)$  |   |                |                |
| $\Delta A' = (A_1 - A_0)$ |   |                |                |
| $\Delta A_E$              |  |                |                |

## ANNEXE 2

DOSAGE ENZYMATIQUE DE L'ACIDE ACÉTIQUE (d'après Enzytech)

### RÉACTIF :

Solution 1 : tampon triethanolamine, pH = 8,4, acide malique, sulfate de magnésium (stabilisant)

Solution 2 : ATP, CoA, NAD

Solution 3 : L-malate deshydrogénase ; citrate synthétase ; sulfate d'ammonium

Solution 4 : acétyl CoA synthétase

### CONDITIONS DE MESURE :

Longueur d'onde : 340 nm

Trajet optique : 1 cm

Température : 20 à 25°C

Lire contre l'eau désionisée ou l'air.

### RÉALISATION DU TEST :

| Introduire dans les cuves   | Blanc    | Essai    |
|---|----------|----------|
| Solution 1  | 1,000 mL | 1,000 mL |
| Solution 2  | 0,200 mL | 0,200 mL |
| Echantillon à analyser  | 0 mL     | 0,100 mL |
| Eau désionisée  | 2,000 mL | 1,900 mL |
| Mélanger. Lire l'absorbance $A_0$ .<br>Ajouter :                                  |          |          |
| Solution 3  | 0,010 mL | 0,010 mL |
| Mélanger. Lire l'absorbance $A_1$ après 3 minutes minimum d'attente.<br>Ajouter : |          |          |
| Solution 4  | 0,020 mL | 0,020 mL |
| Mélanger.<br>Attendre 15 minutes puis lire l'absorbance $A_2$ .                   |          |          |

### ANNEXE 3 : TEST COAGULASE

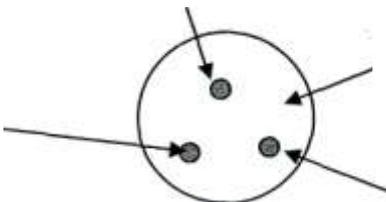
- Introduire 0.5 L du bouillon « T+n° » dans le tube à hémolyse contenant 0.5 mL de plasma de lapin noté « PL ».
- Incuber le tube 2 h à 37°C.
- Lire le résultat :
  - en inclinant le tube, la présence d'un coagulum révèle le caractère coagulase+ de la souche analysée ;
  - en inclinant le tube, l'absence d'un coagulum révèle le caractère coagulase- de la souche analysée.

### ANNEXE 4 : TEST THERMONUCLEASE

- Couler le milieu à l'ADN et au bleu de toluidine dans la petite boîte de Petri.
- Après solidification, réaliser 3 puits en utilisant un emporte-pièce fourni par le centre.
- Ensemencer les puits selon le schéma ci-dessous :

Puits 1 : témoin +

Puits 2 :  
introduire 1 à 2 gouttes de  
bouillon T+n° dans le  
puits



Gélose à l'ADN et au bleu de  
toluidine

Puits 3 : introduire 1 à 2 gouttes de  
bouillon T+n° préalablement chauffé dans le  
tube en verre à 100°C pendant 10 minutes  
au bain thermostaté.

- Incuber 24h à 37°C (sans retourner la boîte).
- Lire le résultat :
  - la présence d'un halo rosé autour du puits montre la dégradation de l'ADN et révèle le caractère nucléase+ de la souche analysée ;
  - l'absence d'un halo rosé autour du puits révèle le caractère nucléase- de la souche analysée.

### ANNEXE 5 À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

Numéro du poste :

Numéro de la souche :

Observation microscopique :

Résultat du ou des tests enzymatiques :

Orientation proposée :

Milieux nécessaires à l'identification :

## Deuxième jour : 1 heure 30

### 1. CONTRÔLE DE LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DE LA MAYONNAISE

Les critères microbiologiques admis sur le produit fini sont les suivants :

|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Flore mésophile aérobie              | $m = 3 \cdot 10^5$ UFC/g |
| Coliformes totaux                    | $m = 10^3$ UFC/g         |
| Coliformes thermotolérants           | $m = 1$ UFC/g            |
| <i>Staphylococcus aureus</i>         | $m = 10^2$ UFC/g         |
| <i>Salmonella</i>                    | absence dans 25g         |
| Germes anaérobies sulfite-réducteurs | $m = 10$ UFC/g           |

#### 1.1. Dénombrement des coliformes totaux

-Compter les colonies présentes sur les différentes boîtes et rendre les résultats sous forme de tableau.

-Calculer le nombre de bactéries par gramme de mayonnaise selon la formule recommandée par la norme AFNOR

$$N = \frac{\sum C}{v \cdot (n_1 + 0,1 \cdot n_2) \cdot d}$$

$\sum C$  est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives dont au moins une contient au minimum 15 colonies et au maximum 300.

$n_1$  est le nombre de boîtes retenues à la première dilution.

$n_2$  est le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution,

$d$  est la dilution correspondant à la première dilution retenue.

$v$  est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en mL.

-Arrondir le résultat calculé à deux chiffres significatifs.

-Retenir comme résultat un nombre compris de préférence entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance appropriée de 10.

Rappel : L'analyse a été réalisée sur une dilution au 1/10 de mayonnaise.

-Comparer aux critères microbiologiques. Conclure.

#### 1.2. Dénombrement des SPP

-Compter les colonies caractéristiques des SPP présentes sur les différentes boîtes et rendre les résultats sous forme de tableau.

*Remarque* : les colonies caractéristiques des SPP, sur le milieu utilisé, sont des colonies noires, brillantes, convexes, entourées d'un halo d'éclaircissement, à l'intérieur duquel peut apparaître une zone opaque.

-Calculer le nombre de bactéries par gramme de mayonnaise selon la formule recommandée par la norme AFNOR.

Rappel : L'analyse a été réalisée sur une dilution au 1/10 de mayonnaise.

-Comparer aux critères microbiologiques. Conclure.

## **2. MISE EN ÉVIDENCE DU POUVOIR PATHOGÈNE DES SPP**

### **2.1. Test thermonucléase**

-Lire la boîte (protocole en annexe 4 rappelé ce 2<sup>ème</sup> jour)

-Conclure.

### **2.2. Conclusion**

Les SPP analysés ont un pouvoir pathogène si les tests enzymatiques réalisés confirment leurs caractères catalase+, coagulase+ et thermonucléase+.

-Conclure quant aux SPP analysés.

## **3. ÉTUDE D'UN CONTAMINANT**

Réaliser la lecture de la micro-galerie et des milieuxensemencés. Conclure sur l'identification de la bactérie contaminante.

Durée : 4 heures Coefficient : 4

Aucun matériel autorisé

## **ÉLÉMENTS DE LA DÉMARCHE QUALITÉ D'UNE ENTREPRISE DE CHARCUTERIE ET DE SALAISON SÈCHE**

L'entreprise A. est une entreprise agro-alimentaire spécialisée dans la charcuterie et la salaison sèche. Elle développe plusieurs activités complémentaires: la découpe de viande de porc fraîche, la production de jambon cru, la production de saucissons secs (rosette, salami), la production de charcuteries cuites (jambon cuit, saucisses à cuire) et le pré-tranchage (tranches de saucisson sec, de jambon cru et cuit). Ses principaux clients sont les grands distributeurs français et européens.

L'entreprise A. a obtenu la certification ISO 9001 : 2000 en avril 2004. Parallèlement à la poursuite de la démarche d'amélioration continue, elle cherche à se mettre en conformité avec la nouvelle réglementation européenne concernant la sécurité alimentaire.

### **1. ÉTUDE DES RÉCLAMATIONS DES CLIENTS (20 points)**

L'écoute des clients étant un des principes fondamentaux de la norme ISO 9001 : 2000, l'entreprise A. souhaite renforcer cet aspect de sa démarche qualité.

1.1. Citer les autres principes fondamentaux de la norme ISO 9001 : 2000.

L'entreprise A. décide de réaliser une étude permettant la mise en place d'un traitement rationnel et efficace des réclamations des clients concernant l'activité de prétranchage. Ces réclamations ont été comptabilisées sur un an (année 2006) et regroupées dans l'annexe 1.

1.2. Donner le nom de la représentation graphique permettant de mettre en évidence les priorités d'action à mener concernant ces réclamations clients. Expliquer comment s'interprète ce type de diagramme.

1.3. Après avoir regroupé judicieusement les réclamations, tracer cette représentation graphique, commenter les résultats et proposer un plan d'action permettant de traiter ces réclamations.

### **2. ÉTABLISSEMENT ET MAÎTRISE DES DOCUMENTS QUALITÉ (18 points)**

Conformément au chapitre de la norme ISO 9001 : 2000 « exigences relatives à la documentation », le service qualité de l'entreprise A. assure la gestion des documents et leur mise à jour.

2.1. Indiquer l'organisation générale des documents qualité dans une entreprise.

Afin d'aider les rédacteurs de documents qualité, il existe une procédure de rédaction des procédures.

2.2. Donner la définition d'une procédure et l'utilité de ce type de document.

2.3. Réaliser, en utilisant les données des annexes 2 et 3, le logigramme qui figurera en page 3 de la procédure de rédaction d'une procédure de l'entreprise A. Cette procédure, qui comporte 4 pages au total, est référencée PRO-002/A. Rédiger la totalité de la page 3 de cette procédure.

### **3. MISE EN CONFORMITÉ DE L'ÉTIQUETAGE AVEC LA RÉGLEMENTATION EUROPÉENNE (14 points)**

La réglementation européenne concernant l'hygiène alimentaire a fortement évolué au cours des dernières années.

Le règlement européen CE n°852/2004, relatif à l'hygiène alimentaire, remplace depuis le premier janvier 2006 la directive 93/43/CEE. Il est complété, entre autres, par le règlement européen CE n° 853/2004. Des extraits de ces deux règlements sont fournis en annexe 4 et en annexe 5.

3.1. À l'aide des données de l'annexe 4, dégager les principales exigences de la nouvelle réglementation applicable à l'entreprise A. et indiquer les moyens que les exploitants peuvent utiliser pour les aider à remplir ces obligations.

L'entreprise A. travaille à la mise en conformité des étiquettes de ses produits avec cette nouvelle réglementation. Elle appose sur ses produits la marque d'identification présentée ci-dessous :



3.2. Donner la signification précise des différents éléments figurant dans la marque d'identification.

3.3. En utilisant les connaissances personnelles et les données de l'annexe 5, expliquer ce que signifie l'apposition d'une marque d'identification sur un produit alimentaire.

3.4. À l'aide des données de l'annexe 5 indiquer comment l'entreprise A. doit faire évoluer sa marque d'identification afin de se conformer aux exigences de la nouvelle réglementation européenne. Préciser le devenir du stock d'étiquettes présentant l'ancienne marque d'identification.

## 4. MISE A JOUR DU SYSTÈME HACCP (28 points)

Suite à un changement du processus de fabrication des saucissons secs, l'entreprise A. met à jour son système HACCP.

4.1. Donner la signification du sigle HACCP. Définir le système HACCP. Préciser les différentes étapes de sa mise en place.

4.2. Indiquer, à l'aide de l'annexe 4, si la mise en place d'un système HACCP est une démarche volontaire ou obligatoire.

Les saucissons secs sont fabriqués à partir de poitrines de porc fraîches, de boyaux naturels et d'autres ingrédients: sel, sucre, nitrites, épices, ferments. Les boyaux et les autres ingrédients sont stockés dès réception dans un local approprié. Les poitrines de porc fraîches sont découpées et désossées à réception, hachées et pesées. Les boyaux sont dessalés à l'eau. Les autres ingrédients sont pesés puis ajoutés à la viande hachée afin de réaliser la mûlée. L'embossage se fait alors dans les boyaux. Les saucissons sont ensuite placés à l'étuve pour fermentation pendant 48 heures à une température évolutive de 12 à 24 °C et à une hygrométrie de 80%. Puis, ils sont séchés pendant deux mois à une température de 12°C et à une hygrométrie de 70%. Les saucissons sont alors conditionnés en sachet, passés dans un détecteur de métal, étiquetés, mis en cartons et enfin expédiés.

4.3. Établir le diagramme de fabrication des saucissons secs.

L'étape de hachage peut aboutir à la survenue d'un danger physique.

4.4. Définir ce qu'est un CCP. L'identification des CCP s'effectue en utilisant l'arbre de décision donné en annexe 6. Appliquer cette méthodologie afin de déterminer si l'étape de hachage est un CCP par rapport au danger physique.

Il a été déterminé qu'une pesée en quantité insuffisante des ingrédients (sel, sucre, nitrites, épices, ferments) constitue un CCP par rapport au danger microbiologique.

4.5. Justifier.

4.6. Réaliser l'étude de ce CCP sous forme d'un tableau selon le modèle donné en annexe 7.

4.7. Dresser la liste des documents associés à cette étude.

## ANNEXE 1 Réclamations des clients concernant l'activité « prétranchage »

| Nature de la réclamation                | Nombre de cas |
|---|---------------|
| Défaut d'aspect du sachet               | 95            |
| Étiquette peu lisible                   | 40            |
| Sachet percé                            | 5             |
| Erreur de livraison                     | 300           |
| Nombre de tranches par sachet incorrect | 10            |
| Produit trop gras                       | 30            |
| Tranches trop épaisses                  | 20            |
| Étiquette mal placée                    | 50            |
| Ouverture difficile                     | 200           |
| DLC erronée                             | 10            |
| Délai de livraison non respecté         | 100           |
| Produit trop sec                        | 5             |
| Produit non livré                       | 100           |
| Tranches trop fines                     | 30            |
| Produit trop salé                       | 5             |

## ANNEXE 2 Procédure de rédaction d'une procédure

La rédaction d'une procédure doit s'effectuer de la façon suivante:

- tout membre du personnel qui a besoin d'une procédure doit en faire la demande à l'assistant qualité pour qu'un rédacteur en réalise la rédaction
- l'assistant qualité et les personnes concernées vont alors évaluer la pertinence de rédiger la procédure;
- si la procédure:
  - n'est pas pertinente, le rédacteur abandonne le projet de rédaction;
  - est pertinente, le rédacteur établit les points essentiels de la procédure, bâtit le cheminement de la procédure, identifie les étapes critiques de la procédure, élabore le logigramme de la procédure; rédige le projet de la procédure et propose ce projet aux utilisateurs;
- si les utilisateurs:
  - adhèrent au projet de procédure proposé, le rédacteur, en se référant au document rendant compte de la présentation type des procédures, rédige la procédure qui sera ensuite gérée selon la procédure de gestion des procédures;
  - n'adhèrent pas au projet présenté, le rédacteur va chercher à en comprendre les raisons et recherche si des aménagements sont possibles;
- si des aménagements:
  - sont possibles, il va les effectuer et proposer à nouveau la procédure aménagée aux utilisateurs, procédure aménagée qui suivra alors le même cheminement que le texte initial;
  - sont impossibles, il faudra alors évaluer à nouveau la pertinence de rédiger la procédure.

## ANNEXE 3 Le logigramme

### *Définition :*

Le logigramme est un outil pour représenter un procédé. Sa réalisation nécessite de séparer tout procédé en plusieurs événements ou activités et de montrer la relation logique qui les unit. Les symboles utilisés pour représenter les événements peuvent prendre n'importe quelle forme (rectangles, cercles, losanges...). Les connexions entre les événements sont habituellement représentées par des flèches pour montrer la direction de ceux-ci.

### *But :*

Son principal objectif est d'obliger les utilisateurs du procédé à identifier ses différents paliers pour qu'ils deviennent clairs et logiques.

### *Étapes:*

- 1 - démarrer avec un événement déclencheur
- 2 - noter les actions successives de façon claire et concise
- 3 - continuer le procédé jusqu'à la conclusion

### *Symboles standards utilisés :*

Il existe 6 symboles de base pour réaliser un logigramme, mais il n'existe aucune norme.

- Le rectangle signifie habituellement une opération ou une action.
- Le losange indique qu'une décision doit être prise. Ses sorties sont invariablement "oui "ou "non,,,
- Le cercle peut désigner un contrôle.
- Un triangle " inversé" indique le stockage de quelque chose (de données, de pièces, d'informations, d'un produit ).
- Une flèche signale un flux ou un transport de matériels, d'informations ou autres.
- Le rectangle aux coins arrondis désigne un délai, une attente dans le procédé ou la référence à un document.

## **ANNEXE 4 : extrait du règlement CE 852/2004 relatif à l'hygiène alimentaire**

### **CHAPITRE PREMIER DISPOSITIONS GÉNÉRALES**

#### **Article premier**

##### **Champ d'application**

1. Le présent règlement établit les règles générales en matière d'hygiène des denrées alimentaires à l'intention des exploitants du secteur alimentaire en tenant particulièrement compte des principes suivants:

- a) la responsabilité première en matière de sécurité alimentaire incombe à l'exploitant du secteur alimentaire;
- b) il est nécessaire de garantir la sécurité alimentaire à toutes les étapes de la chaîne alimentaire depuis la production primaire;
- c) il importe, pour les denrées alimentaires qui ne peuvent pas être entreposées à température ambiante de manière sûre, en particulier les produits alimentaires congelés, de maintenir la chaîne du froid;
- d) l'application généralisée de procédures fondées sur les principes HACCP, associés à la mise en oeuvre de bonnes pratiques d'hygiène, devraient renforcer la responsabilité des exploitants du secteur alimentaire;
- e) les guides de bonnes pratiques constituent un outil précieux, qui aide les exploitants du secteur alimentaire à respecter les règles d'hygiène alimentaire à toutes les étapes de la chaîne alimentaire et à appliquer les principes HACCP;
- f) il est nécessaire de fixer des critères microbiologiques et des exigences en matière de contrôle de la température fondés sur une évaluation scientifique des risques;
- g) il est nécessaire de garantir que les denrées alimentaires importées répondent au moins aux mêmes normes sanitaires que celles produites dans la Communauté, ou à des normes équivalentes.

Le présent règlement s'applique à toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution des denrées alimentaires ainsi qu'aux exportations. Il s'applique sans préjudice d'exigences plus spécifiques en matière d'hygiène alimentaire.

2. Le présent règlement ne s'applique pas:

- a) à la production primaire destinée à un usage domestique privé;
- b) à la préparation, la manipulation et l'entreposage domestiques de denrées alimentaires à des fins de consommation domestique privée;
- c) à l'approvisionnement direct par le producteur, du consommateur final ou du commerce de détail local fournissant directement le consommateur final, en petites quantités de produits primaires;
- d) aux centres de collecte et aux tanneries qui ne sont couverts par la définition d'"entreprise du secteur alimentaire" que dans la mesure où des matières premières y sont manipulées pour la production de gélatine ou de collagène.

3. Les États membres établissent, dans le cadre de leur législation nationale, des règles régissant les activités visées au paragraphe 2, point c). Ces règles nationales concourent à la réalisation des objectifs du présent règlement.

#### **Article 2**

##### **Définitions**

1. Aux fins du présent règlement, on entend par:

- a) "hygiène des denrées alimentaires", ci-après dénommée "hygiène": les mesures et conditions nécessaires pour maîtriser les dangers et garantir le caractère propre à la consommation humaine d'une denrée alimentaire compte tenu de l'utilisation prévue;
- b) "produits primaires": les produits issus de la production primaire, y compris les produits du sol, de l'élevage, de la chasse et de la pêche;
- c) "établissement": toute unité d'une entreprise du secteur alimentaire;
- d) "autorité compétente": l'autorité centrale d'un État membre chargée de garantir le respect des exigences du présent règlement, ou toute autre autorité à laquelle ladite autorité centrale a délégué cette tâche; cette définition inclut, le cas échéant, l'autorité correspondante d'un pays tiers;
- e) "équivalent": en ce qui concerne des systèmes différents, capable de réaliser des objectifs identiques;
- f) "contamination": la présence ou l'introduction d'un danger;

g) "eau potable": l'eau satisfaisant aux exigences minimales fixées par la directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (1 JO L 330 du 5.12.1998, p. 32. Directive modifiée par le règlement (CE) n° 1882/2003);

h) "eau de mer propre": l'eau de mer ou saumâtre naturelle, artificielle ou purifiée ne contenant pas de micro-organismes, de substances nocives ou de plancton marin toxique en quantités susceptibles d'avoir une incidence directe ou indirecte sur la qualité sanitaire des denrées alimentaires;

i) "eau propre": eau de mer propre et eau douce d'une qualité similaire;

j) "conditionnement": l'action de placer une denrée alimentaire dans une enveloppe ou dans un contenant en contact direct avec la denrée concernée; cette enveloppe ou ce contenant;

k) "emballage": l'action de placer une ou plusieurs denrées alimentaires conditionnées dans un deuxième contenant; le contenant lui-même;

l) "conteneur hermétiquement clos": conteneur conçu et prévu pour offrir une barrière à l'intrusion de dangers;

m) "transformation": toute action entraînant une modification importante du produit initial, y compris par chauffage, fumaison, salaison, maturation, dessiccation, marinage, extraction, extrusion, ou une combinaison de ces procédés;

n) "produits non transformés": les denrées alimentaires n'ayant pas subi de transformation et qui comprennent les produits qui ont été divisés, séparés, tranchés, découpés, désossés, hachés, dépouillés, broyés, coupés, nettoyés, taillés, décortiqués, moulus, réfrigérés, congelés, surgelés ou décongelés;

o) "produits transformés": les denrées alimentaires résultant de la transformation de produits non transformés. Ces produits peuvent contenir des substances qui sont nécessaires à leur fabrication ou pour leur conférer des caractéristiques spécifiques.

2. Les définitions prévues par le règlement (CE) n° 178/2002 s'appliquent également.

3. Aux annexes du présent règlement, les termes et expressions "au besoin", "en cas de besoin", "le cas échéant", "si nécessaire", "là où cela est nécessaire", "adéquat" et "suffisant" signifient respectivement au besoin, en cas de besoin, etc., pour atteindre les objectifs du présent règlement.

## **CHAPITRE II**

### **OBLIGATIONS DES EXPLOITANTS DU SECTEUR ALIMENTAIRE**

#### **Article 3**

##### **Obligation générale**

Les exploitants du secteur alimentaire veillent à ce que toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution des denrées alimentaires sous leur responsabilité soient conformes aux exigences pertinentes en matière d'hygiène fixées par le présent règlement. Article 4

Exigences générales et spécifiques d'hygiène

1. Les exploitants du secteur alimentaire effectuant une production primaire et les opérations connexes énumérées à l'annexe I se conforment aux règles générales d'hygiène contenues dans la partie A de l'annexe I et à toute exigence spécifique prévue par le règlement (CE) n° .../2004\*.

2. Les exploitants du secteur alimentaire opérant à n'importe quel stade de la chaîne de production, de la transformation et de la distribution de denrées alimentaires après ceux auxquels s'applique le paragraphe 1 se conforment aux règles générales d'hygiène figurant à l'annexe II et à toute exigence spécifique prévue par le règlement (CE) n° .../2004\*.

\* Note pour le Journal officiel. Veuillez insérer le n° du règlement fixant les règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale.

3. Les exploitants du secteur alimentaire prennent, le cas échéant, les mesures d'hygiène spécifiques suivantes:

a) respect des critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires;

b) procédures nécessaires pour atteindre les objectifs fixés afin que le présent règlement atteigne son but;

c) respect des exigences en matière de contrôle de la température applicables aux denrées alimentaires;

d) maintien de la chaîne du froid;

e) prélèvement d'échantillons et analyses.

4. Les critères, exigences et objectifs visés au paragraphe 3 sont adoptés conformément à la procédure visée à l'article 14, paragraphe 2.

Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse connexes sont établies conformément à la même procédure.

5. Si le présent règlement, le règlement (CE) n° .../2004\* et leurs mesures d'application ne précisent pas de méthodes d'échantillonnage ou d'analyse, les exploitants du secteur alimentaire peuvent utiliser des méthodes appropriées prévues dans d'autres réglementations communautaires ou nationales ou, en l'absence de telles méthodes, des méthodes d'analyse qui offrent des résultats équivalents à ceux obtenus à l'aide de la méthode de référence, s'ils sont validés conformément à des règles ou protocoles reconnus à l'échelle internationale.

6. Les exploitants du secteur alimentaire peuvent utiliser les guides prévus aux articles 7, 8 et 9 pour les aider à remplir les obligations qui leur incombent au titre du présent règlement.

## **Article 5**

### **Analyse des risques et maîtrise des points critiques**

1. Les exploitants du secteur alimentaire mettent en place, appliquent et maintiennent une ou plusieurs procédures permanentes fondées sur les principes HACCP.

2. Les principes HACCP sont les suivants:

- a) identifier tout danger qu'il y a lieu de prévenir, d'éliminer ou de ramener à un niveau acceptable;
- b) identifier les points critiques aux niveaux desquels un contrôle est indispensable pour prévenir ou éliminer un danger ou pour le ramener à un niveau acceptable;

\* Note pour le Journal officiel. Veuillez insérer le n° du règlement fixant des règles d'hygiène spécifiques pour les denrées d'origine animale.

c) établir, aux points critiques de contrôle, les limites critiques qui différencient l'acceptabilité de l'inacceptabilité pour la prévention, l'élimination ou la réduction des dangers identifiés;

d) établir et appliquer des procédures de surveillance efficace des points critiques de contrôle;

e) établir les actions correctives à mettre en oeuvre lorsque la surveillance révèle qu'un point critique de contrôle n'est pas maîtrisé;

f) établir des procédures exécutées périodiquement pour vérifier l'efficacité des mesures visées aux points a) à e); et

g) établir des documents et des dossiers en fonction de la nature et de la taille de l'entreprise pour prouver l'application effective des mesures visées aux points a) à f).

Chaque fois que le produit, le procédé ou l'une des étapes subissent une modification, les exploitants du secteur alimentaire revoient la procédure et y apportent les changements requis.

3. Le paragraphe 1 s'applique exclusivement aux exploitants du secteur alimentaire qui exercent des activités se rapportant à une étape de la production, de la transformation et de la distribution des denrées alimentaires après la production primaire et les opérations connexes énumérées à l'annexe I.

4. Les exploitants du secteur alimentaire:

a) démontrent aux autorités compétentes qu'ils se conforment au paragraphe 1 en respectant les exigences de l'autorité compétente, en fonction de la nature et de la taille de l'entreprise;

b) veillent à ce que tout document décrivant les procédures élaborées conformément au présent article soit à jour à tout moment;

c) conservent tout autre document et dossier pendant une période appropriée.

5. Les modalités d'application du présent article peuvent être arrêtées selon la procédure visée à l'article 14, paragraphe 2. Ces modalités peuvent faciliter la mise en oeuvre du présent article pour certains exploitants du secteur alimentaire, notamment en prévoyant l'utilisation des procédures fixées dans les guides d'application des principes HACCP, en vue de respecter le paragraphe 1. Ces modalités peuvent également préciser la durée pendant laquelle les exploitants du secteur alimentaire conservent les documents et dossiers en vertu du paragraphe 4, point c).

## **Article 6**

Contrôles officiels, enregistrement et agrément

1. Les exploitants du secteur alimentaire coopèrent avec les autorités compétentes conformément aux autres dispositions législatives communautaires applicables ou, lorsqu'il n'en existe pas, au droit national.

2. En particulier, tout exploitant du secteur alimentaire notifie à l'autorité compétente appropriée, en respectant les exigences de celle-ci, chacun des établissements dont il a la responsabilité et qui mettent en oeuvre l'une des étapes de la production, de la transformation et de la distribution des denrées alimentaires, en vue de l'enregistrement d'un tel établissement.

Les exploitants du secteur alimentaire veillent, en outre, à ce que les autorités compétentes disposent en permanence d'informations à jour sur les établissements, y compris en signalant toute modification significative de leurs activités et/ou toute fermeture d'un établissement existant.

3. Toutefois, les exploitants du secteur alimentaire veillent à ce que les établissements soient agréés par les autorités compétentes, à la suite d'au moins une inspection sur place, lorsque l'agrément est exigé:

- a) en vertu du droit national de l'État membre dans lequel se situe l'établissement;
- b) conformément au règlement (CE) n° .../2004\*; ou
- c) par une décision adoptée conformément à la procédure visée à l'article 14, paragraphe 2.

Tout État membre exigeant l'agrément de certains établissements situés sur son territoire en vertu du droit national, comme prévu au point a), informe la Commission et les autres États membres des règles de droit national pertinentes.

\* Note pour le Journal officiel. Veuillez insérer le n° du règlement fixant les règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale.

## **CHAPITRE III**

### **GUIDES DE BONNES PRATIQUES**

#### **Article 7**

##### **Élaboration, diffusion et utilisation des guides**

Les États membres encouragent l'élaboration et la diffusion de guides nationaux de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP, conformément à l'article 8. Des guides communautaires sont élaborés conformément à l'article 9.

La diffusion et l'utilisation des guides tant nationaux que communautaires sont encouragées. Toutefois, les exploitants du secteur alimentaire peuvent utiliser ces guides sur une base facultative.

#### **Article 8**

##### **Guides nationaux**

1. Lors de leur mise au point, les branches du secteur alimentaire élaborent et diffusent les guides nationaux de bonnes pratiques:

- a) après consultation des représentants de milieux dont les intérêts risquent d'être fortement touchés, tels que les autorités compétentes et les associations de consommateurs,
- b) en se référant aux codes d'usage pertinents du Codex Alimentarius, et c) lorsqu'ils concernent la production primaire et les opérations connexes énumérées à l'annexe I, en tenant compte des recommandations figurant dans la partie B de l'annexe I.

2. Les guides nationaux peuvent être élaborés sous l'égide d'un des organismes nationaux de normalisation visés à l'annexe II de la directive 98/34/CE.1

3. Les États membres évaluent les guides nationaux pour s'assurer:

- a) qu'ils ont été élaborés conformément au paragraphe 1;
- b) que leur contenu peut être mis en pratique dans les secteurs auxquels ils se réfèrent; et
- c) que lesdits guides sont appropriés pour assurer le respect des articles 3, 4 et 5 dans les secteurs et pour les denrées alimentaires concernés.

4. Les États membres communiquent à la Commission les guides nationaux conformes aux exigences prévues au paragraphe 3. La Commission met en place et exploite un système d'enregistrement de ces guides qu'elle met à la disposition des États membres.

5. Les guides de bonnes pratiques élaborés conformément à la directive 93/43/CEE restent applicables après l'entrée en vigueur du présent règlement dès lors qu'ils sont compatibles avec ses objectifs.

1 Directive 98/34/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 juin 1998 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques (JO L 204 du 21.7.1998, p. 37). Directive modifiée par la directive 98/48/CE (JO L 217 du 5.8.1998, p. 18).

## Article 9

### Guides communautaires

1. Avant l'élaboration de guides communautaires de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP, la Commission consulte le comité visé à l'article 14. L'objet de cette consultation est d'examiner l'opportunité d'élaborer de tels guides ainsi que leur portée et la matière à traiter.

2. Lors de la mise au point de guides communautaires, la Commission veille à ce qu'ils soient élaborés et diffusés:

- a) par ou en concertation avec les représentants appropriés des secteurs alimentaires européens, y compris les PME, et d'autres parties concernées, telles que les associations de consommateurs;
- b) en collaboration avec les milieux dont les intérêts risquent d'être fortement touchés, y compris les autorités compétentes;
- c) en se référant aux codes d'usage pertinents du Codex Alimentarius; et
- d) lorsqu'ils concernent la production primaire et les opérations connexes énumérées à l'annexe I, en tenant compte des recommandations figurant dans la partie B de l'annexe I.

3. Le comité visé à l'article 14 évalue les projets de guides communautaires pour s'assurer:

- a) qu'ils ont été élaborés conformément au paragraphe 2;
- b) que le contenu de ces guides peut être mis en pratique dans les secteurs auxquels ils se réfèrent dans l'ensemble de la Communauté; et
- c) que lesdits guides sont appropriés pour assurer le respect des articles 3, 4 et 5 dans les secteurs et pour les denrées alimentaires concernés.

4. La Commission invite le comité visé à l'article 14 à réviser régulièrement tout guide communautaire élaboré conformément au présent article, en coopération avec les organismes visés au paragraphe 2.

L'objet de cette révision est de garantir que les guides restent applicables et de tenir compte de l'évolution technologique et scientifique.

5. Les titres et références des guides communautaires élaborés conformément au présent article sont publiés dans la série C du Journal officiel de l'Union européenne.

## **CHAPITRE IV** **IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS**

### Article 10

#### Importations

En ce qui concerne l'hygiène des denrées alimentaires importées, les exigences pertinentes de la législation alimentaire visées à l'article 11 du règlement (CE) n° 178/2002 comprennent les exigences prévues aux articles 3 à 6 du présent règlement.

### Article 11

#### Exportations

En ce qui concerne l'hygiène des denrées alimentaires exportées ou réexportées, les exigences pertinentes de la législation alimentaire visées à l'article 12 du règlement (CE) n° 178/2002 comprennent les exigences prévues aux articles 3 à 6 du présent règlement.

## Annexe 5

### **Extraits du règlement CE 853/2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale**

#### **EXTRAIT 1**

### Article 2

Définitions

Les définitions ci-après sont applicables aux fins du présent règlement:

- 1) les définitions prévues par le règlement (CE) n° 178/2002;
- 2) les définitions prévues par le règlement (CE) n° .../2004 \*;

- 3) les définitions prévues à l'annexe I;
- 4) toute définition technique figurant aux annexes II et III.

## **CHAPITRE II**

### **OBLIGATIONS DES EXPLOITANTS DU SECTEUR ALIMENTAIRE**

#### **Article 3**

##### **Obligations générales**

1. Les exploitants du secteur alimentaire se conforment aux dispositions correspondantes des annexes II et III.
2. Les exploitants du secteur alimentaire n'utilisent aucune substance autre que l'eau potable, ou, si le règlement (CE) n° .../2004 \* ou le présent règlement l'autorise, que l'eau propre, pour éliminer la contamination de la surface des produits d'origine animale, sauf si l'utilisation de cette substance a été approuvée conformément à la procédure visée à l'article 12, paragraphe 2. Les exploitants du secteur alimentaire se conforment également à toute condition en matière d'utilisation susceptible d'être agréée par le biais de la même procédure. L'emploi d'une substance agréée n'exonère pas l'exploitant du secteur alimentaire de son devoir de se conformer aux dispositions du présent règlement.

#### **Article 4**

##### **Enregistrement et agrément des établissements**

1. Les exploitants du secteur alimentaire ne mettent sur le marché les produits d'origine animale produits dans la Communauté que s'ils ont été préparés et manipulés exclusivement dans des établissements:

- a) qui répondent aux exigences correspondantes du règlement (CE) n° .../2004 \* et des annexes II et III du présent règlement et aux autres exigences applicables aux denrées alimentaires, et
- b) qui ont été enregistrés ou, dans les cas prévus au paragraphe 2, agréés par l'autorité compétente.

2. Sans préjudice de l'article 6, paragraphe 3, du règlement (CE) n° .../2004 \*, les établissements manipulant les produits d'origine animale soumis à des exigences conformément à l'annexe III ne peuvent exercer leurs activités que si l'autorité compétente les a agréés conformément au paragraphe 3 du présent article, à l'exception des établissements n'assurant que:

- a) des activités de production primaire;
- b) des opérations de transport;
- c) le stockage de produits qui ne nécessitent pas une régulation de la température; ou d) des activités de vente au détail autres que celles auxquelles le présent règlement s'applique conformément à l'article 1er, paragraphe 5, point b).

3. Un établissement soumis à l'agrément conformément au paragraphe 2 ne peut exercer son activité que si l'autorité compétente a, conformément au règlement (CE) n° .../2004 du Parlement européen et du Conseil du .... fixant les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine 1:

- a) accordé à l'établissement l'agrément leur permettant de travailler après une visite sur place; ou
- b) accordé à un établissement un agrément conditionnel.

\* Numéro du règlement relatif à l'hygiène des denrées alimentaires, à insérer par l'Office des publications.

4. Les exploitants du secteur alimentaire coopèrent avec les autorités compétentes conformément au règlement (CE) n° .../2004 \*. Les exploitants du secteur alimentaire veillent notamment à ce qu'un établissement cesse d'exercer son activité si l'autorité compétente retire son agrément ou, en cas d'agrément conditionnel, si elle ne le prolonge pas ou si elle n'accorde pas d'agrément définitif.

5. Le présent article n'empêche pas un établissement de mettre des denrées alimentaires sur le marché entre la date d'application du présent règlement et la première inspection ultérieure faite par l'autorité compétente si l'établissement:

- a) est soumis à l'agrément conformément au paragraphe 2 et s'il a placé des produits d'origine animale sur le marché dans le respect de la législation communautaire immédiatement avant l'application du présent règlement; ou
- b) est d'une catégorie pour laquelle il n'y avait pas d'exigence en matière d'agrément avant l'application du présent règlement.

#### **Article 5**

##### **Marquage de salubrité et d'identification**

1. Les exploitants du secteur alimentaire ne procèdent à la mise sur le marché d'aucun produit d'origine animale traité dans un établissement soumis à agrément conformément à l'article 4, paragraphe 2, s'il ne porte pas:

- a) soit une marque de salubrité apposée conformément au règlement (CE) n° .../2004 \*;
- b) soit, lorsque ledit règlement ne prévoit pas qu'une marque de salubrité doit être apposée, une marque d'identification apposée conformément aux dispositions de l'annexe II, section I, du présent règlement.

2. Les exploitants du secteur alimentaire ne peuvent apposer une marque d'identification sur un produit d'origine animale que s'il a été produit conformément au présent règlement dans des établissements qui répondent aux exigences de l'article 4.

3. Les exploitants du secteur alimentaire ne peuvent retirer de la viande une marque de salubrité apposée conformément au règlement (CE) n° .../2004 que s'ils la découpent, la transforment ou la travaillent d'une autre manière.

## **Article 6**

### **Produits d'origine animale ne provenant pas de la Communauté**

1. Les exploitants du secteur alimentaire qui importent des produits d'origine animale de pays tiers veillent à ce que ces importations n'aient lieu que si: a) le pays tiers expéditeur figure sur une liste, établie conformément à l'article 11 du règlement (CE) n° [...\*]/2004, des pays tiers en provenance desquels l'importation de ce produit est autorisée;

b) i) l'établissement depuis lequel le produit a été expédié, et dans lequel le produit a été obtenu ou préparé, figure sur une liste, établie conformément à l'article 12 du règlement (CE) n° [...\*]/2004, des établissements en provenance desquels l'importation de ce produit est autorisée, le cas échéant,

ii) dans le cas de viandes fraîches, de viandes hachées, de préparations de viandes, de produits à base de viande et de viandes séparées mécaniquement, le produit a été fabriqué à partir de viandes obtenues dans des abattoirs et des ateliers de découpe figurant sur des listes établies et mises à jour conformément à l'article 12 du règlement (CE) n° [...\*]/2004 ou dans des établissements communautaires agréés, et

iii) dans le cas des mollusques bivalves, des échinodermes, des tuniciers et des gastéropodes marins vivants, si la zone de production figure sur une liste établie conformément à l'article 13 dudit règlement, le cas échéant;

c) le produit satisfait:

i) aux exigences du présent règlement, notamment aux exigences prévues à l'article 5 relatif au marquage de salubrité et d'identification;

ii) aux exigences du règlement (CE) n° [...\*]/2004; et

iii) à toute condition d'importation définie conformément à la législation communautaire régissant les contrôles à l'importation des produits d'origine animale, et

d) les exigences prévues à l'article 14 du règlement (CE) n° [...\*\*]/2004 concernant les certificats et autres documents sont respectées, le cas échéant.

2. Par dérogation au paragraphe 1, l'importation de produits de la pêche peut également avoir lieu conformément aux dispositions particulières établies à l'article 15 du règlement (CE) n° [...\*\*]2004.

3. Les exploitants du secteur alimentaire qui importent des produits d'origine animale veillent à ce que:

a) les produits soient accessibles pour un contrôle à l'importation conformément à la directive 97/78/CE 1;

\* Numéro officiel du règlement relatif à l'hygiène des denrées alimentaires, à insérer par l'Office des publications.

\*\* Numéro officiel du règlement concernant l'organisation des contrôles officiels, à insérer par l'Office des publications officielles.

1 Directive 97/78/CE du Conseil du 18 décembre 1997 fixant les principes relatifs à l'organisation des contrôles vétérinaires pour les produits en provenance des pays tiers introduits dans la Communauté (JO L 24 du 30.1.1998, p. 9). Directive modifiée par l'acte d'adhésion de 2003.

b) l'importation soit conforme aux exigences de la directive 2002/99/CE (Directive 2002/99/CE du Conseil du 16 décembre 2002 fixant les règles de police sanitaire régissant la production, la transformation, la distribution et l'introduction des produits d'origine animale destinés à la consommation humaine (JO L 18 du 23.1.2003, p. 11).); et

c) les opérations sous leur contrôle qui ont lieu après l'importation soient effectuées conformément aux exigences de l'annexe III.

4. Les exploitants du secteur alimentaire qui importent des denrées contenant à la fois des produits d'origine végétale et des produits d'origine animale transformés garantissent que les produits d'origine animale transformés que contiennent lesdites denrées sont conformes aux exigences visées aux paragraphes 1, 2 et 3. Ils doivent être en mesure de fournir la preuve qu'ils se sont acquittés de cette obligation (par exemple au moyen de documents appropriés ou de l'agrément, lesquels ne doivent pas nécessairement se présenter sous la forme prévue au paragraphe 1, point d)).

**ANNEXE II  
EXIGENCES CONCERNANT PLUSIEURS PRODUITS D'ORIGINE ANIMALE****SECTION I: MARQUE D'IDENTIFICATION**

Dans les cas requis par l'article 5 ou 6 et sous réserve des dispositions de l'annexe III, les exploitants du secteur alimentaire veillent à ce qu'une marque d'identification soit appliquée aux produits d'origine animale conformément aux dispositions ci-après.

**A. APPLICATION DE LA MARQUE D'IDENTIFICATION**

1. La marque d'identification doit être appliquée avant que le produit ne quitte l'établissement.
2. Toutefois, il n'est pas nécessaire d'appliquer une nouvelle marque sur un produit sauf si son emballage ou conditionnement est retiré ou s'il est soumis à une transformation ultérieure dans un autre établissement, auquel cas la nouvelle marque doit indiquer le numéro d'enregistrement ou d'agrément de l'établissement où ont lieu ces opérations.
3. La marque d'identification n'est pas nécessaire pour les oeufs au sujet desquels le règlement (CE) n° 1907/90 (Règlement (CEE) n° 1907/90 du Conseil du 26 juin 1990 concernant certaines normes de commercialisation applicables aux oeufs (JO L 173 du 6.7.1990, p. 5). Règlement modifié en dernier lieu par le règlement (CE) n° 2052/2003 (JO L 305 du 22.11.2003, p. 1) ) fixe des exigences relatives à l'étiquetage ou au marquage.
4. Les exploitants du secteur alimentaire doivent, en application de l'article 18 du règlement (CE) n°178/2002, disposer de systèmes et de procédures leur permettant d'identifier les exploitants qui leur ont fourni des produits d'origine animale et auxquels ils ont livré des produits d'origine animale.

**B. PRÉSENTATION DE LA MARQUE D'IDENTIFICATION**

5. La marque doit être lisible et indélébile et les caractères utilisés aisément déchiffrables. Elle doit être facilement visible pour les autorités compétentes.
6. La marque doit indiquer le nom du pays dans lequel l'établissement est situé, qui peut apparaître en toutes lettres ou sous la forme d'un code à deux lettres conformément à la norme ISO pertinente.  
Toutefois, dans le cas des États membres, ces codes sont: AT, BE, DE, DK, ES, FI, FR, GR, IE, IT, LU, NL, PT, SE et UK.  
Les exploitants du secteur alimentaire peuvent continuer à utiliser les stocks et le matériel qu'ils avaient commandés avant l'entrée en vigueur du présent règlement jusqu'à l'épuisement desdits stocks et jusqu'au remplacement dudit matériel.
7. La marque doit indiquer le numéro d'agrément de l'établissement. Si un établissement fabrique à la fois des denrées alimentaires auxquelles le présent règlement s'applique et des denrées alimentaires auxquelles il ne s'applique pas, l'exploitant du secteur alimentaire peut apposer la même marque d'identification aux deux types de denrées.
8. Lorsqu'elle est appliquée dans un établissement situé dans la Communauté, la marque doit être de forme ovale et inclure l'abréviation CE, EC, EF, EG, EK ou EY.

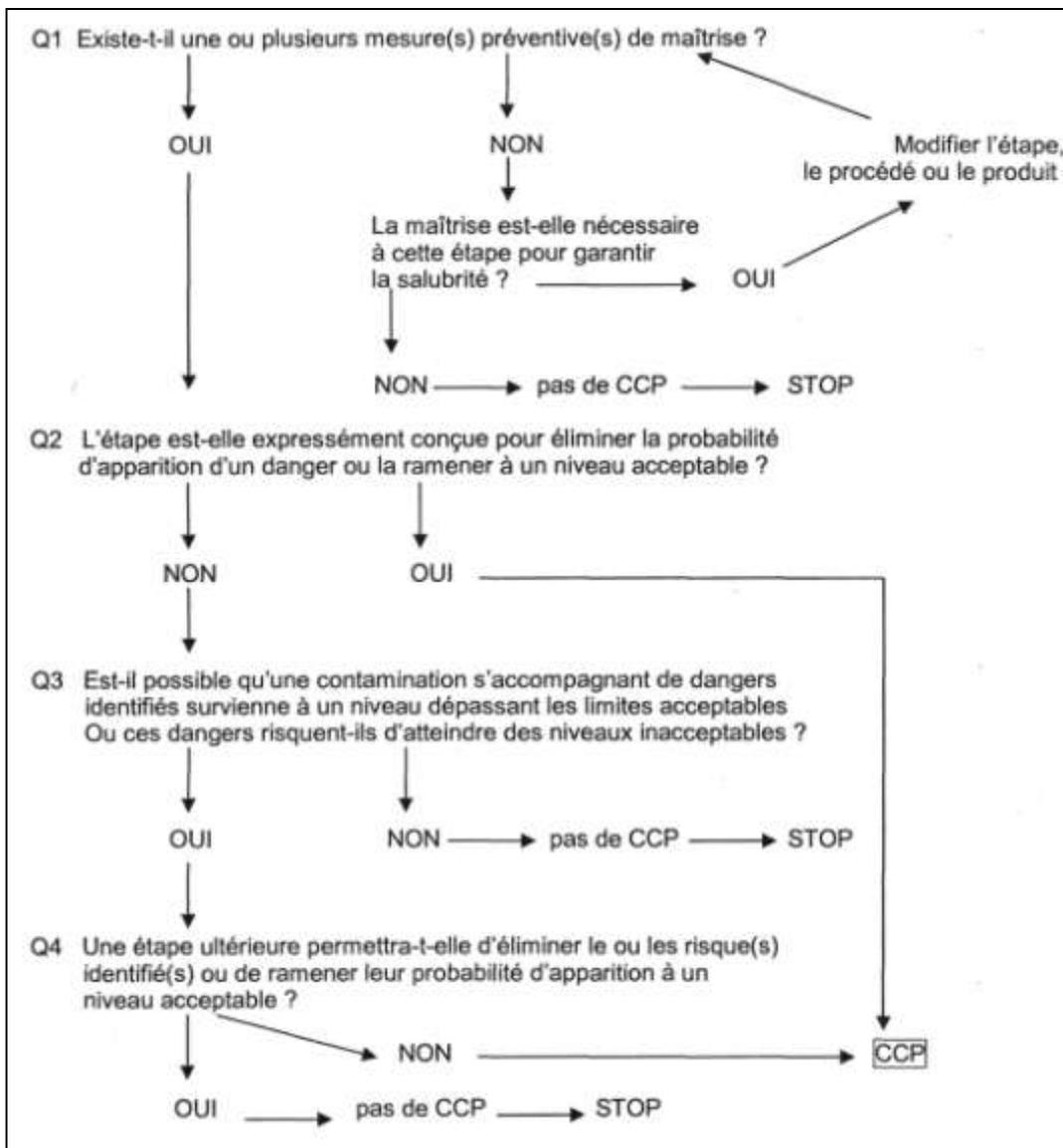
**C. MODALITÉS DE MARQUAGE**

9. La marque peut, selon la présentation des différents produits d'origine animale, être apposée directement sur le produit, le conditionnement ou l'emballage, ou être imprimée sur une étiquette apposée sur le produit, le conditionnement ou l'emballage. La marque peut également consister en une plaque inamovible faite d'un matériau résistant.
10. Lorsque l'emballage contient des viandes découpées ou des abats, la marque doit être apposée sur une étiquette fixée ou imprimée sur l'emballage de telle sorte qu'elle soit détruite à l'ouverture. Toutefois, cette mesure n'est pas nécessaire si l'ouverture a pour effet de détruire l'emballage. Lorsque le conditionnement apporte la même protection que l'emballage, la marque peut être apposée sur le conditionnement.
11. En ce qui concerne les produits d'origine animale placés dans des conteneurs de transport ou dans de grands emballages et destinés à une manipulation, une transformation, un conditionnement ou un emballage ultérieurs dans un autre établissement, la marque peut être apposée sur la surface externe du conteneur ou de l'emballage.
12. En ce qui concerne les produits d'origine animale présentés sous la forme de liquide, de granulés ou de poudre transportés en vrac et les produits de la pêche transportés en vrac, il n'est pas nécessaire de procéder à un marquage d'identification si les documents d'accompagnement comportent les informations visées aux paragraphes 6, 7 et, le cas échéant, 8.

13. Lorsque les produits d'origine animale sont contenus dans un emballage en vue de l'approvisionnement direct du consommateur final, il est suffisant d'apposer la marque à l'extérieur de cet emballage.

14. Lorsque la marque est apposée directement sur les produits d'origine animale, les couleurs utilisées doivent faire l'objet d'une autorisation, conformément aux dispositions communautaires régissant l'utilisation des colorants pour les denrées alimentaires.

## Annexe 6 : arbre de décision CCP



## Annexe 7 : tableau de bord HACCP

| CCP  | Étape | Danger/causes | Limites critiques ou options de maîtrise | Surveillance | Actions correctives |
|------|-------|---------------|--|--------------|---------------------|
| N° X |       |               |  |              |                     |

# Éléments de corrigés

---

Les corrigés figurant dans les pages suivantes ont été rédigés à partir des corrigés « officiels » par des professeurs volontaires et bénévoles. Point n'est besoin de faire beaucoup de probabilités pour deviner que des erreurs se sont fort probablement glissées dans leur rédaction. De plus, des interprétations divergentes des questions sont possibles.

Les contraintes de l'imprimerie ne permettent pas de corriger des erreurs ou oublis après l'impression... mais, par contre, Internet nous offre un moyen simple d'obtenir des rectificatifs. Nous vous proposons :

- de signaler les erreurs rencontrées aux adresses email suivantes :

jnjoffin@voila.fr et/ou gisele.rigard@wanadoo.fr

- de lire les éventuels erratums sur le site UBPM :

<http://www.upbm.net> (rubrique annales)

# Corrigés sujets 2006

## Mathématiques 2006

### Exercice 1 :

#### Partie A.

- Chaque prélèvement est constitué par 40 épreuves élémentaires indépendantes puisque le prélèvement est assimilé à un tirage avec remise.
  - Chaque épreuve élémentaire peut déboucher sur deux résultats et deux seulement : la bouteille contient de l'eau calcaire, événement de probabilité  $p = 0,075$  et la bouteille ne contient pas de l'eau calcaire, événement de probabilité  $q = 1-p = 0,925$ .
  - La variable aléatoire  $X$  associée à ces tirages le nombre total de bouteilles d'eau contenant de l'eau calcaire.

Donc  $X$  suit la loi binomiale de paramètres  $n = 40$  et  $p = 0,075$

$$2. \lambda = n \times p = 3$$

$$3. p(X_1 \leq 4) = p(X_1 = 0) + p(X_1 = 1) + p(X_1 = 2) + p(X_1 = 3) + p(X_1 = 4)$$

$$= 0,050 + 0,149 + 0,224 + 0,224 + 0,168$$

$$= 0,815$$

Donc la probabilité de l'événement : « Dans un prélèvement de 40 bouteilles il y a au plus 4 bouteilles qui contiennent de l'eau calcaire » est proche de 0,815.

#### Partie B

$$1. Y \rightarrow N(5; 1,5) \quad U = \frac{Y-5}{1,5} \quad U \rightarrow N(0,1)$$

$$p(Y \leq 6,5) = p\left(\frac{Y-5}{1,5} \leq \frac{6,5-5}{1,5}\right) = p(U \leq 1) \approx 0,841$$

$$2. \text{La probabilité que l'eau d'une bouteille soit calcaire est : } p(Y > 6,5) = 1 - p(Y \leq 6,5) \approx 0,159.$$

#### Partie C.

$$1. p(A) = 0,7 ; p(B) = 0,3$$

$$p(C/A) = 0,16 ; p(C/B) = 0,10$$

$$2. p(C \cap A) = p(C/A) \times p(A) = 0,112$$

$$p(C \cap B) = p(C/B) \times p(B) = 0,03$$

$$3. C = (C \cap A) \cup (C \cap B)$$

$$p(C) = p(C \cap A) + p(C \cap B) = 0,142$$

$$4. p(A/C) = \frac{p(A \cap C)}{p(C)} = \frac{0,112}{0,142} \approx 0,789$$

#### Partie D.

$$1. \bar{Z} \rightarrow N\left(\mu, \frac{\sigma}{10}\right) \text{ avec } \sigma = 0,99. \text{ On choisit pour estimation ponctuelle de la moyenne inconnue } \mu, \bar{x} = 5,37.$$

$$2. p(T \leq t) \leq 1 - \frac{\alpha}{2}$$

$$p(T \leq t) \leq 1 - \frac{0,05}{2}$$

$$p(T \leq t) \leq 0,975 \text{ et } 0,975 = \Pi(1,96) \text{ donc } t = 1,96$$

$$I = [\bar{x} - t\sigma_e ; \bar{x} + t\sigma_e] \text{ avec } \sigma_e = \frac{\sigma}{10} = 0,099$$

$$I \approx [5,18 ; 5,56]$$

**Exercice 2 :**

Partie A.

1.  $y' = -0,01y$  donc  $y = f(t) = ke^{-0,01t}$  avec  $k$  réel

2.  $g'(t) + 0,01g(t) = 24$  avec  $g(t) = a$  et  $g'(t) = 0$   
 $0,01a = 24$  donc  $a = 2400$

3.  $h(t) = f(t) + g(t) = ke^{-0,01t} + 2400$

4.  $v(t) = ke^{-0,01t} + 2400$  avec  $v(0) = 0$

$$ke^{-0,01 \times 0} + 2400 = 0 \text{ soit } k + 2400 = 0$$

d'où  $k = -2400$

$$v(t) = -2400 e^{-0,01t} + 2400$$

Partie B.

1.  $\lim_{t \rightarrow +\infty} -0,01t = -\infty$  et  $\lim_{x \rightarrow -\infty} e^x = 0$  donc  $\lim_{t \rightarrow +\infty} e^{-0,01t} = 0$ , donc  $\lim_{t \rightarrow +\infty} v(t) = 2400$

2.  $v'(t) = 24 \times e^{-0,01t}$  car la dérivée de  $e^u$  est  $u' \cdot e^u$

3. Pour tout  $t$ ,  $e^{-0,01t} > 0$  donc  $v'(t) > 0$ .  $v$  est strictement croissante sur  $[0 ; +\infty[$

4.  $v(t) = 1200 \Leftrightarrow 1 - e^{-0,01t} = 0,5 \Leftrightarrow e^{-0,01t} = 0,5 \Leftrightarrow -0,01t = \ln(0,5) \Leftrightarrow t = -\frac{1}{0,01} \ln(0,5)$

$$t \approx 69,3$$

Partie C.

1/ La santé du bétail est menacée lorsque le volume de substance  $M$  dans le réservoir est  $\frac{2}{100} \times 60 = 1,2 \text{ m}^3 = 1200 \text{ L}$  donc lorsque  $v(t) = 1200$  ; d'après B.4/, la santé du bétail est menacée au bout de 69,3 heures après le début de la pollution.

2/ 4% du volume du réservoir représente 2400 litres.  $v$  est strictement croissante sur  $[0 ; +\infty[$  et  $\lim_{t \rightarrow +\infty} v(t) = 2400$  donc  $v(t)$  ne peut pas dépasser 2400. Le volume de substance  $M$  ne peut pas dépasser 4% du volume du réservoir.

## Sciences physiques 2006

1.1. Amplificateur opérationnel

1.2. Il permet ici d'amplifier la tension  $U$  avant sa mesure

1.3. Pour un A.O. parfait et fonctionnant en régime linéaire :  $i^+ = i^- = 0$  et  $\varepsilon = 0$

D'après la loi des mailles :

$$U - R_1 \cdot i_1 = 0 \text{ et } U_s + R_2 \cdot i_2 = 0$$

D'après la loi des nœuds ( $i_1 = i_2 + i^-$ ) :  $i_1 = i_2 = i$  alors  $U - R_1 \cdot i = 0$  et  $U_s + R_2 \cdot i = 0$

$$\Rightarrow i = U / R_1 \Rightarrow U_s = (-R_2 / R_1) \cdot U$$

1.4. Il faut choisir  $R_1 = 100 \Omega$  et  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$  car alors  $R_2 / R_1 = 100$  et  $U = -U_s / 100$

1.5.

|         |       |      |      |      |      |
|---------|-------|------|------|------|------|
| T (°C)  | 21    | 33   | 52   | 63   | 86   |
| Us (mV) | 30    | -21  | -107 | -154 | -258 |
| U (mV)  | -0,30 | 0,21 | 1,07 | 1,54 | 2,58 |

Ces valeurs, de l'ordre du mV, sont difficilement mesurables avec précision avec un voltmètre ordinaire.

2.1. (1) : réseau (à réflexion) : décompose le rayonnement incident

(2) : cuve : contient la solution étudiée

2.2. Radiation la moins absorbée : absorbance A minimale si transmittance T maximale pour  $\lambda = 725 \text{ nm}$   
 Radiation la plus absorbée ( A maximale si T minimale ) pour  $\lambda = 600 \text{ nm}$

2.3.  $T = T(\%)/100$  et  $A = -\log T$  d'où  $A = -\log 0,15 \approx 0,824$

2.4.  $A = \epsilon \cdot l \cdot c$   
 l : longueur de la solution traversée en cm ( ou m )  
 c : concentration molaire de l'espèce en solution en  $\text{mol.L}^{-1}$  ( ou  $\text{mol.m}^{-3}$  )  
 $\epsilon$  : coefficient d'absorption ou d'extinction molaire en  $\text{L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$  ( ou  $\text{m}^2.\text{mol}^{-1}$  )

2.5.  $\epsilon_{600} = A_{600} / ( l \cdot c ) = 165 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$

3.1. Un polarimètre permet de mesurer l'angle de rotation du plan de polarisation d'une onde électromagnétique. Il permet donc de doser des solutés présentant une activité optique.

3.2.

|  |   |
|--|---|
| $\alpha = [\alpha]_{20}^D \cdot l \cdot c$ | $\alpha$ : angle de rotation ( en $^\circ$ )<br>$[\alpha]_{20}^D$ : pouvoir rotatoire spécifique ( en $^\circ.\text{dm}^{-1}.\text{g}^{-1}.\text{mL}$ )<br>l : longueur de solution traversée ( en dm )<br>c : concentration massique ( en $\text{g.mL}^{-1}$ ) |
|--|---|

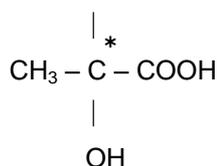
3.3. La mesure n°3 doit être écartée

$\alpha_{\text{moyen}} = 5,32$  d'où  $c = 5,32 / ( 66,5 \times 2 ) = 0,0400 \text{ g.mL}^{-1} = 40,0 \text{ g.L}^{-1}$

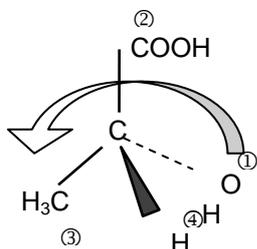
4.1. Acide 2-hydroxypropanoïque

4.2. Carbone tétraédrique lié à 4 atomes ou groupes d'atomes différents

4.3. H

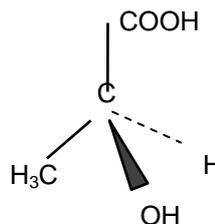


4.4.

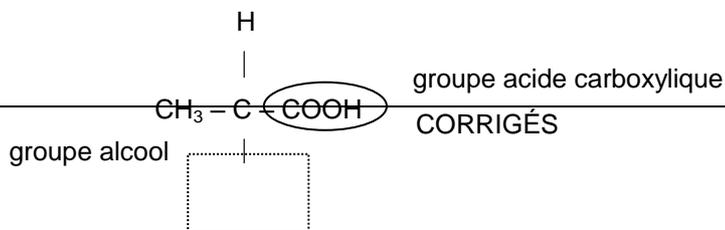


4.5. il suffit de permuter deux groupes d'atomes pour obtenir l'isomère S

exemple :



5.1.





## Biochimie-Biologie 2006

### BIOCHIMIE (46 pts)

1.1. Formule d'un enchaînement de 4 glucoses représentés sous forme cyclique avec 3 liaisons en position différentes en  $\alpha$  (1-3, 1-4 et 1-6).

1.2. Les amylases digestives n'hydrolysent pas les liaisons  $\alpha$ 1-3.

2.1.1. Lactose + H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{\beta\text{galactosidase}}$  glucose et D-galactose (formules attendues)

2.1.2.

- lecture à 340 nm car le NADH, H<sup>+</sup> qui apparaît dans le milieu absorbe à cette longueur d'onde (le NAD<sup>+</sup> n'absorbe pas à 340 nm).
- chaque tampon correspond à l'utilisation d'une enzyme : les deux enzymes n'ont pas le même pH optimal.
- les témoins permettent d'évaluer la réduction spontanée de NAD<sup>+</sup>, et de retrancher cette dérive à la variation d'absorbance de l'essai.

2.1.3. Dans l'essai lactose, l'échantillon est traité par la  $\beta$  galactosidase : le NADH, H<sup>+</sup> qui est apparu correspond au galactose initialement présent plus le galactose provenant de l'hydrolyse du lactose. Dans l'essai galactose, il n'y a pas de  $\beta$  galactosidase, donc le seul galactose dosé est celui présent initialement.

2.1.4. Pour le galactose

Dans la cuve :  $C_{\text{NADH}} = \Delta A / \epsilon \cdot l$

$$C_{\text{NADH}} = C_{\text{galactose}}$$

$$C_{\text{galactose (cuve)}} = \Delta A_{\text{gal}} / \epsilon \cdot l$$

Dans l'échantillon :  $C_{\text{galactose (cuve)}} = C_{\text{galactose (échantillon)}} \cdot V_{\text{échantillon}} / V_{\text{réactionnel}}$

Donc  $C_{\text{galactose (échantillon)}} = C_{\text{galactose (cuve)}} \cdot V_{\text{réactionnel}} / V_{\text{échantillon}}$

$$C_{\text{galactose (échantillon)}} = \Delta A \cdot V_{\text{réactionnel}} / \epsilon \cdot l \cdot V_{\text{échantillon}}$$

$$C_{\text{galactose (échantillon)}} \text{ en g.L}^{-1} = M_{\text{galactose}} \cdot \Delta A \cdot V_{\text{réactionnel}} / \epsilon \cdot l \cdot V_{\text{échantillon}}$$

$$M_{\text{galactose}} \cdot \Delta A \cdot V_{\text{réactionnel}} / \epsilon \cdot l \cdot V_{\text{échantillon}} = 0,9428$$

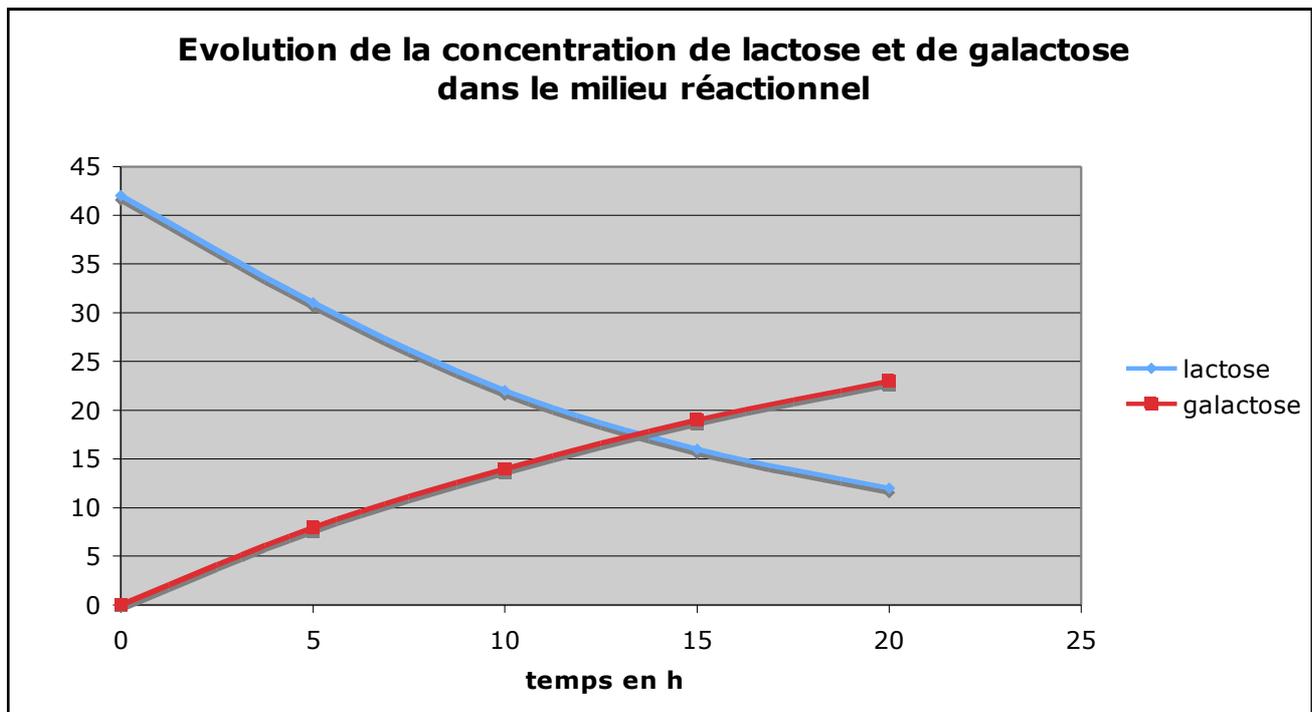
Pour le lactose, même raisonnement en ne considérant que le galactose provenant du lactose

$$C_{\text{lactose}} \text{ en g.L}^{-1} = M_{\text{lactose}} \cdot \Delta A \cdot V_{\text{réactionnel}} / \epsilon \cdot l \cdot V_{\text{échantillon}}$$

$$M_{\text{lactose}} \cdot \Delta A \cdot V_{\text{réactionnel}} / \epsilon \cdot l \cdot V_{\text{échantillon}} = 1,791$$

2.2.1

| Temps (h) | galactose                     |  |                                    | lactose                     |  |                                    |
|-----------|-------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------------|--|------------------------------------|
|           | $\Delta A_{\text{galactose}}$ | C dilué (g.L <sup>-1</sup> ) milieu de culture | C (g.L <sup>-1</sup> ) échantillon | $\Delta A_{\text{lactose}}$ | C dilué (g.L <sup>-1</sup> ) milieu de culture | C (g.L <sup>-1</sup> ) échantillon |
| 0         | 0,000                         | 0  | 0                                  | 0,468                       | 0,84   | 42                                 |
| 5         | 0,170                         | 0,16   | 8                                  | 0,346                       | 0,62   | 31                                 |
| 10        | 0,297                         | 0,28   | 14                                 | 0,245                       | 0,44   | 22                                 |
| 15        | 0,403                         | 0,38   | 19                                 | 0,178                       | 0,32   | 16                                 |
| 20        | 0,487                         | 0,46   | 23                                 | 0,134                       | 0,24   | 12                                 |



2.2.2. On observe de façon concomitante la diminution de la concentration en lactose et l'augmentation de la concentration en galactose ; il y a donc hydrolyse du lactose en galactose sous l'effet de la  $\beta$  galactosidase des micro-organismes. Le galactose n'est pas utilisé par la microflore.

3.1. annexe 5 : acide pyruvique, acide lactique, lactate deshydrogénase,  $\text{NAD}^+$ ,  $\text{NADH}, \text{H}^+$ , alcool deshydrogénase.

3.2. En récipient hermétiquement fermé on crée des conditions anaérobies, la voie C (cycle de Krebs) ne peut plus fonctionner, c'est la voie B (fermentation éthanolique) qui est mobilisée avec libération d'éthanol.

4. En provoquant une aérobose intense (agitation, aération), la voie C est stimulée ce qui engendre une forte production d'énergie et donc de biomasse.

## TOXICOLOGIE (9 pts)

1. Risque toxicologique limité aux individus présentant une allergie ou hypersensibilité et risque d'apparition et de sélection de micro-organismes résistants.

2. Autres substances contaminantes :

- contamination industrielle : dioxine (œufs, produits laitiers...) PCB, métaux lourds (mercure dans le poisson...)
- contamination agricole : produits phytosanitaires, nitrates, pesticides, médicaments, hormone, ...
- contamination biologique : mycotoxines, toxine botulinique, toxines des micro-algues (coquillages).

3.1. Définition : LMR = la concentration maximale d'un résidu autorisé légalement dans ou sur un produit alimentaire.

3.2. Si les LMR sont respectées dans l'entreprise le produit sera sans danger pour la consommation humaine. Respect de la DJA (dose journalière autorisée).

## MICROBIOLOGIE (45 points)

1.1. Les Principales différences entre procaryotes et eucaryotes :

| procaryotes                                   | eucaryotes                                  |
|---|---|
| Absence d'organites (en particulier de noyau) | Présence d'organites (noyau en particulier) |
| Ribosomes de type 70S                         | Ribosomes de type 80S                       |

1.2. Annexe 6 : de haut en bas : paroi, réticulum endoplasmique lisse, membrane plasmique, noyau, mitochondrie, dictyosome (appareil de Golgi).

2.1.1. Facteur de croissance = métabolite essentiel (molécule indispensable à la croissance) que la cellule ne sait pas synthétiser.

2.1.2. Ex : acides aminés, vitamines (coenzymes), bases azotées.

2.1.3. Ces facteurs de croissance peuvent permettre la croissance de microorganismes qui ne pourraient pas cultiver en leur absence. (*Rien ne prouve qu'ils seront bénéfiques à l'hôte*).

2.2.1. Toxiinfection alimentaire : infection d'origine alimentaire (apportée par les aliments) où intervient une ou des toxines

2.2.2. Les structures permettant l'adhésion sont la capsule, les flagelles, les pilis, les structures glucidiques du LPS...

2.2.3. Question fort délicate : la température optimale de *Listeria* est de l'ordre de 30 à 37°C. Elle est donc classable dans les mésophiles, ce qui explique son pouvoir pathogène chez l'homme qui est à 37°C. Mais elle est aussi capable de se multiplier jusqu'à 4°C... Aucun terme ne qualifie de telles propriétés. Elle est parfois, abusivement, classée parmi les psychrotrophes ou psychrophiles.

2.2.4. Les probiotiques interviendraient : -en occupant le terrain = effet de compétition vis à vis des nutriments du milieu vis à vis d'autres micro-organismes potentiellement pathogènes ; -en sécrétant des substances antimicrobiennes telles que des bactériocines et des molécules oxydantes (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ions superoxydes...).

3.1. Les bêta-lactamines sont des inhibiteurs des enzymes de synthèse du peptidoglycane. On pourrait penser qu'ils sont donc bactériostatiques, le milieu intérieur de l'homme infecté étant isotonique. Ils sont pourtant bactéricides car sans peptidoglycane les bactéries sont incapables de se diviser, elles sont fragilisées et facilement détruites.

3.2.1. La CMI est la concentration minimum inhibant la croissance d'un microorganisme.

3.2.2. M1 : CMI = 1 µg.mL<sup>-1</sup>. M2 : CMI = 32 µg.mL<sup>-1</sup>.

3.2.3. La concentration de l'antibiotique dans l'intestin est de 100/10 µg.mL<sup>-1</sup> soit 10 µg.mL<sup>-1</sup>. La souche M1 est donc inhibée au contraire de la souche M2. Il y aura donc un déséquilibre de la flore intestinale.

4.1. La souche étant aéroanaérobie, le bioréacteur peut être utilisé en aérobiose ou non. L'aérobiose assure un meilleur rendement. La température d'incubation doit être mésophile (soit environ 30°C).

4.2. Le bioréacteur en discontinu est clos : l'ensemble milieu de culture et inoculum sont incubés pour une période déterminée et les produits issus de la réaction récupérés en fin de cycle. Ce système est relativement simple à mettre en œuvre et à régler mais il nécessite un temps de nettoyage important entre 2 productions.

Le bioréacteur en continu est « ouvert » : du milieu neuf est constamment introduit dans le milieu réactionnel et une fraction équivalente est soutirée. La production est donc récupérable en permanence et les microorganismes constamment en phase exponentielle. Toutefois, ce système est extrêmement complexe à réguler et ne peut servir que pour une production de molécules excrétées dans le milieu en phase exponentielle de croissance ou pour une biomasse.

La production de biomasse utilisera donc préférentiellement le bioréacteur en continu.

# Sciences appliquées 2006

## Étude d'un gâteau de semoule

### Première partie : sciences des aliments

#### 1 Les matières premières

##### 1.1 La semoule de blé

1.1.1. La semoule de blé n'est pas l'ingrédient principal (pas en premier dans la liste des ingrédients toujours classés par ordre décroissant)

1.1.2. Blé dur ; amande vitreuse qui ne tombe pas facilement en poussière.

1.1.3. Blé tendre, farineux, utilisé en panification, biscuiterie...

1.1.4. Le blé dur subit :

- nettoyage-dépoussiérage
- hydratation
- mouture grossière par passage sous paires de rouleaux cannelés
- tri des différents grains par tamisage sur planshisters

##### 1.2. Le lait

Il est composé de particules en suspension dans une phase aqueuse.

- la phase aqueuse est composée d'eau, de lactose et de protéines solubles,
- les particules sont les micelles de caséines et les globules gras.

→ les micelles de caséines sont une association de sous-micelles en grappe avec du phosphate de calcium entre les sous-micelles ; chaque sous-micelle est une association de protéines (caséines de différentes sortes).

→ les globules gras sont formés de triglycérides entourés d'une membrane constituée de phospholipides, cholestérol et protéines.

##### 1.3. Les additifs

Un ingrédient est considéré comme un aliment en lui-même alors qu'un additif est considéré comme non alimentaire.

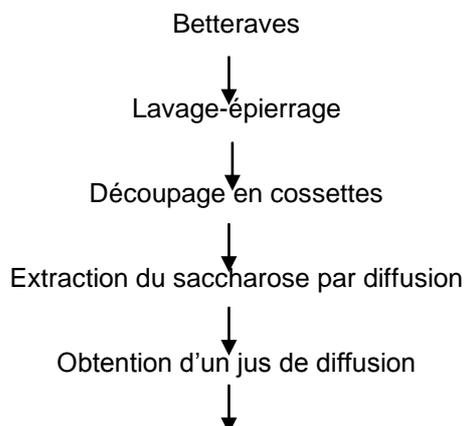
On considère donc que le lait, le sucre, la semoule, le jaune d'œuf, le caramel, les raisins et la pectine sont des ingrédients.

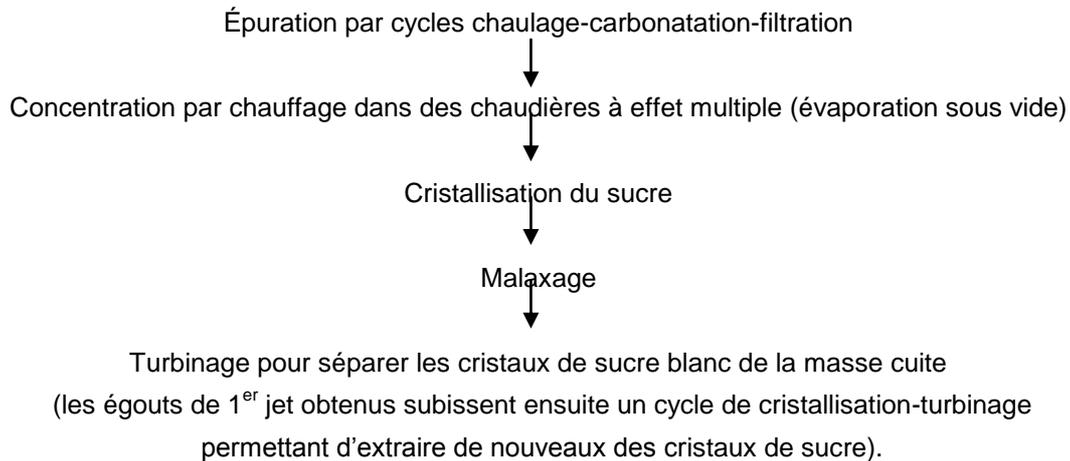
L'amidon transformé, la gomme xanthane et la nisine sont des additifs.

##### 1.4. Le sucre

Exemple de présentation commerciale : sucre semoule ou cristallisé.

Diagramme de fabrication :





## 2. Fabrication du gâteau

### 2.1. Agents de texture

2.1.1. amidon transformé = épaississant ; pectine : gélifiant ; gomme xanthane = épaississant (et gélifiant).

2.1.2. Autres agents de textures : carraghénanes et alginates qui sont des extraits d'algues ; la farine de caroube qui est un extrait de graines.

### 2.2. Le jaune d'œuf

Le jaune d'œuf a des propriétés aromatique, colorante et liante.

### 2.3. Conservateur

2.3.1. Les conservateurs empêchent le développement microbien ou empêchent la dégradation par oxydation des lipides, pigments, vitamines...

2.3.2. Exemples de conservateurs différents de la nisine :

- -nitrites-nitrates utilisés en charcuterie pour inhiber le développement des *Clostridium (botulinum* essentiellement).
- -Acide sorbique, sorbates utilisés en panification longue conservation, dans les produits lactés aux fruits ... pour inhiber le développement fongique.

### 2.4. Gratinage

Le gratinage améliore l'aspect et le goût, en effet les gâteaux dorés sont plus appétissants à l'œil et la pellicule caramélisée de surface plus aromatique. L'aspect doré est obtenu par réaction de Maillard = réaction se produisant entre des sucres réducteurs (ici issus de l'hydrolyse partielle du saccharose ou/et du lactose) et certains groupements aminés libres des protéines présentes (celles du lait surtout). On obtient des polymères colorés en brun et des molécules aromatiques.

## 3. Le produit fini

### 3.1. L'emballage

Aluminium : solide et léger, bien adapté au dessert cuit mais relativement onéreux.

Verre : solide, attrayant car transparent, onéreux et lourd mais recyclable.

Plastique adapté à la température de cuisson: léger et moins cher que les précédents mais véhicule une image plus industrielle.

### 3.2. L'étiquetage

3.2.1. Mentions obligatoires : dénomination, masse nette, DLC, nom et adresse du fabricant, N° de lot et liste des ingrédients.

3.2.2. Les indications nutritionnelles ont pour intérêt d'informer le consommateur pour qu'il puisse équilibrer sa ration alimentaire. Ici on peut noter que le gâteau de semoule est un aliment à forte valeur énergétique (apportée par le taux élevé de glucides).

3.2.3. Les protéines du lait, du blanc d'œuf et du gluten peuvent être allergisantes pour certaines personnes.

### 3.3. Contrôle qualité (exemples)

contrôle microbiologique : Dénombrement de coliformes ou entérobactéries en tant que témoin de l'hygiène de fabrication.

Contrôle organoleptique : aspect visuel (dorure), dégustation (test triangulaire pour contrôler la stabilité de la production).

Contrôle physicochimique : taux de matières sèches suffisant pour présager un bon maintien de la texture et une bonne conservation (aw élevée).

## Deuxième partie : Génie industriel

### 1.1. STANDARDISATION DU LAIT EN MATIÈRES GRASSES

1.1.1. En établissant un bilan matières on obtient 2000 kg .h<sup>-1</sup>

1.1.2. Un bilan MG donne 32.9 %

1.1.3. Etablir un système de deux équations : bilan matière et bilan MG

Débit massique lait standard = 20987 kg . h<sup>-1</sup>

Débit massique du surplus = 1013 kg . h<sup>-1</sup>

1.1.4. Schématiser la séparation entre deux assiettes, placer les canaux de montée et justifier la séparation par les différences de masse volumique.

### 1.2. TRAITEMENT THERMIQUE

1.2.1.  $VP_1 = t_{70^\circ\text{C}} = t_{72^\circ\text{C}} 10^{(72-70)/7} = 23 \text{ min}$

$VP_2 = 24 \text{ min}$

1.2.2. La flash pasteurisation (traitement 2) limite le goût de cuit contrairement au traitement thermique 1.

1.2.3.  $N_1 = 5 \cdot 10^6 10^{-VP_1/D} = 7 \cdot 10^{-25} \text{ UFC} \cdot \text{L}^{-1}$

$N_2 = 5 \cdot 10^{-26} \text{ UFC} \cdot \text{L}^{-1}$

### 2.1. DISTILLATION

2.1.1. Montrer sur le diagramme qu'une succession de vaporisation et de condensation enrichit le distillat en alcool.

2.1.2. Apport d'enthalpie (bouilleur).

2.1.3. permet d'introduire le vin à une température équivalente à celle de la colonne à mi-hauteur (distillation en continu).

2.1.4. La température diminue de bas en haut (le taux d'éthanol augmentant de bas en haut)

2.1.5. Un bilan alcool donne 12,2 L . h<sup>-1</sup>

### 2.2. CONDENSEUR

2.2. Le bilan thermique est le suivant :

$$12,2 * 0,49 * 0,7936 * 838 + 12,2 * 0,51 * 1 * 2235 = X * 1 * 4,18 (30 - 18)$$

$$X = 360 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$$

### 3.1. CONSERVATION

3.1. La conservation est améliorée par la diminution de l'Aw (stabilités microbiologique et biochimique).

### 3.2. SÉCHAGE

3.2.1. Lors d'un séchage par entraînement, un courant d'air chaud vaporise l'eau contenue dans les raisins. La température de l'air sortant diminue, son hygrométrie augmente.

3.2.2. sécheur à cylindre, sécheur sur lit d'air fluidisé, étuve ventilée....

Principe : Entrée et sortie d'air, ventilateur, système de chauffage de l'air.

## Étude de cas 2006

### 1. Maîtrise des matières premières : 29 points

#### 1.1. Définition cahier des charges :

Document contractuel établi entre un fournisseur et son client présentant et décrivant les matières premières ou un produit ou les services associés.

##### Rubriques d'un cahier des charges

- les renseignements concernant les partenaires (nom, adresse, téléphone)
- les spécificités du produit (dénomination, nom commercial, conditionnement, poids ou volume net, spécifications chimiques, microbiologique, physiques, organoleptiques avec les valeurs nominales, les tolérances et les méthodes d'analyse)
- la description des services associés (gestion des commandes, conditions de livraison, conditions de refus du produit, procédures de litige....)
- les modalités de modification de ce document entre les deux parties (procédure de modification, révision, durée de validité...)
- les caractéristiques des contrôles.

##### Intérêt d'un cahier des charges

- avoir un produit ayant toujours les mêmes caractéristiques,
- gérer les litiges en les prévoyant initialement,
- responsabiliser les deux parties.

#### 1.2.

1.2.1. **Définition d'une AOP** : nom d'une région, d'un lieu ou éventuellement d'un pays servant à désigner un produit :

- originaire de ce lieu,
- dont la qualité ou les caractères sont dus essentiellement au milieu géographique,
- dont la production, la transformation et l'élaboration ont lieu dans cette aire géographique,
- et résultant d'un savoir faire reconnu et constaté.

Caractéristiques d'un tel produit :

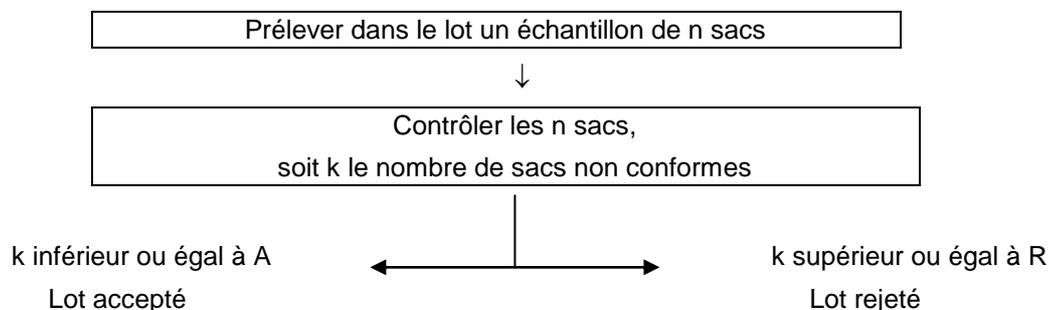
- n'est pas un produit de qualité supérieure,
- est un produit unique, non reproductible dans un autre terroir.

1.2.2. **Éléments devant être vérifiés à réception** :

- teneur en matière grasse supérieure à 40%
- présence des mentions suivantes : indication du pays de fabrication : Italie, le pourcentage minimum de matière grasse sur sec.

#### 1.3.

1.3.1. Schéma dégageant le principe d'un échantillonnage simple :



1.3.2. **NQA : niveau de qualité acceptable** : Niveau de qualité en % d'unités non conformes dans le lot que le contrôle doit accepter (c'est donc le % de produits non conformes qui ne doit pas être dépassé dans le lot pour qu'un lot puisse être considéré comme acceptable).

1.3.3. Risque fournisseur : probabilité qu'un lot contenant un % de non conforme considéré comme acceptable (inférieur ou égal à NQA) soit refusé par le contrôle.

Risque client : probabilité que le contrôle accepte un lot dont le pourcentage de non conforme soit supérieur ou égal à NQL.

Analyse des deux contrôles :

- Contrôle des fournisseurs 1 et 2 :
  - Les caractéristiques du contrôle sont : rejet du lot dès qu' 1 sac sur 8 est non conforme.
  - Client et fournisseur (1 ou 2) se sont mis d'accord pour qu'un lot avec 1,5 % de non conformes soit accepté. 8 sacs seront contrôlés, il y a alors pour le fournisseur 5% de risques d'avoir un lot refusé ne contenant que 0,64 % de défectueux et il y a pour le client 10 % de risques d'accepter un lot avec 25 % de non conformes.
- Contrôle du fournisseur 3 :
  - Les caractéristiques du contrôle sont : rejet du lot dès qu' 1 sac sur 13 est non conforme.
  - Pour le deuxième plan, client et fournisseur se sont mis d'accord pour qu'un lot avec 1 % de non conformes soit accepté. 13 sacs seront contrôlés, il y a alors pour le fournisseur 5% de risques d'avoir un lot refusé ne contenant que 0,394 % de défectueux et il y a pour le client 10 % de risques d'accepter un lot avec 16,1 % de non conformes.

Comparaison des deux contrôles

Pour le deuxième plan avec  $n = 13$ ,  $p_{10}$  est plus faible, autrement dit le pourcentage de défectueux correspondant à une probabilité d'acceptation de 10 % est plus faible, le risque client est donc diminué.  $p_{95}$  est de 0,394 au lieu de 0,64, autrement dit le pourcentage de défectueux correspondant à une acceptation de 95% est plus faible ce qui est donc un plan moins avantageux pour le fournisseur. C'est donc un plan plus avantageux pour le client et moins pour le fournisseur.

## **2- Maîtrise du procédé de fabrication : 32 points**

### ***2.1. Maîtrise de la détection de métaux***

2.1.1.

Signification du sigle HACCP : *hazard analysis critical control point* : analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise.

Intérêt de cette démarche : approche systématique et méthodique pour assurer la sécurité alimentaire en :

- identifiant les dangers,
- assurant leur maîtrise
- les surveillant.

2.1.2.

Définition CCP : opération, procédure, protocole, procédé ou lieu pouvant et devant être maîtrisé afin d'éliminer un danger ou de minimiser sa possibilité d'apparition.

Passage au détecteur de métal est un CCP par rapport au danger physique car c'est une étape qui élimine le danger « présence de métal dans la pizza ».

2.1.3.

Intérêt de chaque colonne

- La colonne « danger » permet de savoir quelle est la cause potentielle de dommage à laquelle on s'intéresse.
- La colonne « limite critique ou option de maîtrise » permet de fixer la (ou les) condition(s) pour que le CCP soit maîtrisé.
- La colonne « surveillance » indique les observations ou mesures à réaliser pour s'assurer que les paramètres à respecter l'ont bien été.
- La colonne « actions correctives » décrit ce qui doit être fait lorsque la surveillance révèle un non respect des limites critiques.

Exemple :

| CCP  | Étape                                     | Danger                            | Limite critique ou option de maîtrise | Surveillance  | Actions correctives  |
|------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| N° x | Passage de la pizza au détecteur de métal | Défaillance du détecteur de métal | Absence de métal                      | Faire passer une barre d'acier de 2,0 mm non ferreux toutes les 1/2 heure et s'assurer qu'elle est détectée | - Traiter les non conformes<br>Contrôler toutes les pizzas depuis le dernier essai.<br>- Réparer le détecteur. |

## 2.2. Maîtrise des informations données au consommateur

Lors du conditionnement, les opérateurs vérifient que sur le conditionnement déjà préimprimé, s'ajoutent bien les informations obligatoires et utiles au consommateur. L'ensemble des informations trouvées figure en annexe 2

### 2.2.1.

Analyse des informations fournies et commentaires :

- Tous les éléments devant figurer sur l'étiquette sont présents excepté le poids net
- Concernant l'étiquetage nutritionnel : les valeurs ne doivent pas être données pour 600 g mais pour 100 g.
- « Un produit décongelé ne doit pas être congelé »

2.2.2. «À consommer de préférence avant ..... » est une DLUO.

Définitions :

- DLC = date limite de consommation (à consommer avant...) = durée maximale de vie dans des conditions de stockage requises.
- DLUO = Date limite d'utilisation optimale (à consommer de préférence avant...) = durée maximale pendant laquelle le produit est considéré comme bon, dans des conditions de stockage requises.

Comparaison DLC et DLUO :

- la DLC dépassée, le produit doit être éliminé. La consommation et/ou la commercialisation est interdite au-delà de la DLC. Le produit peut-être dangereux pour la santé.
- La DLUO dépassée, le produit peut être consommé au-delà. Le respect de cette date n'a pas de caractère impératif et n'est donc qu'une information du consommateur. On ne peut pas par contre allonger la DLUO. Il y a risque de perte des caractéristiques organoleptiques.

## 2.3. Maîtrise de la surgélation

### 2.3.1.

Définition d'un « enregistrement » : document apportant les preuves tangibles qu'une activité a bien été réalisée ou qu'un résultat a été obtenu.

Intérêt : permet d'être sûr que la température de la chambre froide a bien toujours été comprise entre  $-19^{\circ}\text{C}$  et  $-17^{\circ}\text{C}$  et assure donc la traçabilité de la température. .

Cet enregistrement est associé à l'instruction ou le mode opératoire de contrôle de la température de la chambre froide.

**2.3.2. Fiche d'enregistrement :****Fiche d'enregistrement de la chambre froide de stockage des pizzas surgelées****Cartouche****Valeur de consigne : -18°C ± 1°C****Semaine du ..... au .....**

|          | Température enregistrée le matin | Nom et visa du contrôleur | Température enregistrée le soir | Nom et visa du contrôleur | Observations éventuelles |
|----------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Lundi    |                                  |                           |                                 |                           |                          |
| Mardi    |                                  |                           |                                 |                           |                          |
| Mercredi |                                  |                           |                                 |                           |                          |
| Jeudi    |                                  |                           |                                 |                           |                          |
| Vendredi |                                  |                           |                                 |                           |                          |
| Samedi   |                                  |                           |                                 |                           |                          |

**2.3.3. Tableau CCP**

| CCP  | Étape                                  | Danger   | Limite critique ou option de maîtrise | Surveillance  | Actions correctives   |
|------|--|--|---------------------------------------|---|---|
| N° x | stockage de la pizza en chambre froide | Prolifération microbienne due à une défaillance de la chambre froide | Température ≤ 18°C ± 1°C              | Mesurer la température de la chambre froide matin et soir | - Traiter les lots non conformes<br>- Intervenir sur la chambre froide. |

**3. Hygiène du personnel : 10 points**

**3.1. Intérêt d'un livret d'hygiène :** fournir à l'ensemble du personnel un document leur permettant d'avoir une attitude appropriée concernant l'hygiène personnel et le port de la tenue notamment afin de permettre qu'il n'y ait pas de contamination des produits fabriqués par le personnel.

**3.2. Points essentiels à faire figurer dans un livret d'hygiène :**

- Sensibilisations aux dangers physico-chimiques et microbiologiques : notions concernant les microorganismes, les divers procédés permettant leur élimination et l'influence des paramètres physicochimiques des produits fabriqués sur leur développement
- Tenue du personnel :
  - Description de la tenue et du port correct de celle ci
  - Fréquence de changement
  - Pas de port de la tenue hors des ateliers
- Hygiène du personnel
  - Signalement de toute maladie
  - Protection efficace des blessures
  - Port des bijoux interdit
  - Lavage des mains :
    - Modalités (produit, rinçage, essuyage, durée)
    - Fréquence : à chaque entrée dans l'atelier, à chaque changement de poste, après passage aux toilettes, à chaque fois que cela est nécessaire
  - Comportement : flux de circulation du personnel ; gestion des déchets ; ne pas fumer, boire, manger...

## 4. Traçabilité : 9 points

### 4.1. Définitions :

Traçabilité : aptitude à retrouver l'historique, la mise en œuvre ou l'historique d'une entité au moyen d'identifications enregistrées.

La traçabilité aval ou descendante permet de retrouver où se trouve un lot de produits finis.

La traçabilité amont ou ascendante permet pour un lot de produits finis de retracer son historique.

### 4.2. Objectifs de la traçabilité :

- Pouvoir identifier un lot de produits afin de pouvoir le retirer très rapidement et avec un maximum de sécurité en cas de non conformité, de danger.
- Pouvoir intervenir en amont permettant de s'assurer de la qualité du produit depuis l'origine de ses matières premières.
- Retrouver la cause d'un problème.

### 4.3. Méthode pour mettre en place une bonne traçabilité dans l'entreprise :

- Réfléchir aux besoins des clients en matière de traçabilité (n° lot produit fini..) et rechercher les obligations réglementaires.
- Indiquer aux fournisseurs quels sont les besoins de la production en matière de traçabilité (n° lot à réception...).
- Établir le procédé de fabrication de la conception du produit à son utilisation et décider alors des éléments à tracer (matières premières, palettes...), des informations à suivre, des moyens à mettre en place.
- Définir les règles et les solutions d'identification à mettre en place (logiciel, cahier, matériel...) et réfléchir au budget utile.

S'assurer de l'efficacité de la traçabilité choisie.

# Corrigés sujets 2007

## Mathématiques 2007

### Exercice 1

#### partie A

1/ c'est une équation différentielle de la forme  $y' + ay = 0$  qui a pour solutions  $C e^{-ax}$  où  $C \in \mathbb{R}$

Les solutions de  $(E_0)$  sont :  $C e^x$ , avec  $C \in \mathbb{R}$

2/  $h(x) = -x e^x$  ;  $h'(x) = -e^x - x e^x$  et  $h'(x) - h(x) = -e^x$ ,  $h$  est une solution particulière de  $(E)$

3/ les solutions de  $(E)$  sont :  $f(x) = C e^x - x e^x$  avec  $C \in \mathbb{R}$

4/  $f(0) = C e^0 - 0 = 2$  donc  $C = 2$

$f(x) = 2 e^x - x e^x = (2 - x) e^x$

#### partie B

1/ a.  $f'(x) = -e^x + (2 - x) e^x = (1 - x) e^x$

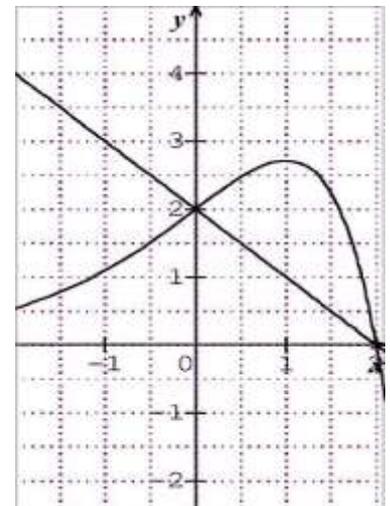
b.  $e^x$  est positif quel que soit  $x$  ;  $f'(x)$  est du signe de  $1 - x$  qui s'annule pour  $x = 1$

|         |           |           |   |   |
|---------|-----------|-----------|---|---|
| x       | $-\infty$ |           |   | 1 |
|         |           | $+\infty$ |   |   |
| $1 - x$ |           | +         | 0 | - |

c.

|         |           |   |     |   |  |           |
|---------|-----------|---|-----|---|--|-----------|
| x       | $-\infty$ |   |     | 1 |  | $+\infty$ |
| $f'(x)$ |           | + | 0   | - |  |           |
| f(x)    | $4e^{-2}$ |   | $e$ |   |  |           |
|         | 0         |   |     |   |  |           |

2/



$$3/ \text{ a. } f(x) \geq 2-x \text{ donc } (2-x)e^x \geq 2-x \quad (2-x)(e^x-1) \geq 0$$

$$x \in [-2;2] \text{ donc } 2-x > 0$$

$$e^x - 1 \geq 0; \quad e^x \geq 1; \quad x \geq 0$$

$$f(x) \geq 2-x \text{ pour } x \in [0;2]$$

b. on trace la droite d'équation  $y = 2 - x$ ; les solutions de l'équation sont les abscisses des points de la courbe situés au-dessus de la droite.  $x \in [0;2]$

$$4/ F(x) = \left( \frac{1}{2}x^2 - \frac{5}{2}x + \frac{13}{4} \right) \cdot e^{2x}$$

$$\text{a. } F'(x) = \left( x - \frac{5}{2} \right) \cdot e^{2x} + 2 \cdot e^{2x} \cdot \left( \frac{1}{2}x^2 - \frac{5}{2}x + \frac{13}{4} \right)$$

$$F'(x) = e^{2x} \cdot \left( x - \frac{5}{2} + x^2 - 5x + \frac{13}{2} \right) = e^{2x} \cdot (x^2 - 4x + 4)$$

$$F'(x) = (x-2)^2 \cdot e^{2x} = (2-x)^2 \cdot e^{2x} = [(2-x) \cdot e^x]^2 = (f(x))^2$$

donc F est une primitive de  $f^2$  sur  $[-2;2]$

$$\text{b. } V = \pi \int_{-2}^2 f^2(x) dx = \pi [F(x)]_{-2}^2 = \pi \left[ e^{2x} \cdot \left( \frac{1}{2}x^2 - \frac{5}{2}x + \frac{13}{4} \right) \right]_{-2}^2$$

$$V = \pi \left( \left( 2 - 5 + \frac{13}{4} \right) \cdot e^4 - \left( 2 + 5 + \frac{13}{4} \right) \cdot e^{-4} \right) = \pi \left( \frac{e^4}{4} - \frac{41e^{-4}}{4} \right) = \frac{\pi}{4} (e^4 - 41e^{-4})$$

$$\text{c. } V \approx \frac{\pi}{4} (e^4 - 41e^{-4}) \cdot 2^3 \text{ cm}^3 \approx 338,332 \text{ cm}^3$$

## Exercice 2

### partie A

1/ L'épreuve aléatoire correspond à un prélèvement d'un flotteur, à deux issues : le flotteur est acceptable ou ne l'est pas. La probabilité qu'un flotteur soit acceptable est  $p = 0,26$

Cette épreuve est répétée  $n$  fois de façons indépendantes car les tirages sont faits avec remise.

La variable aléatoire  $X$  associée à ces  $n$  prélèvements de flotteurs acceptables suit la loi binomiale de paramètres  $n$  et  $p = 0,26$ .

$$2/ \quad n = 6$$

$$\text{a. } p(X=2) = \binom{6}{2} 0,26^2 (1-0,26)^4 \approx 0,30$$

$$\text{b. } p(X \leq 2) = p(X=0) + p(X=1) + p(X=2) \approx 0,16 + 0,35 + 0,30 \approx 0,81$$

3/

$$\text{a. } p(X=0) = \binom{n}{0} 0,26^0 (1-0,26)^n = (1-0,26)^n = 0,74^n$$

$$\text{b. } p(F) = p(X \geq 1) = 1 - p(X=0) \geq 0,95$$

$$p(X=0) \leq 0,05 \quad 0,74^n \leq 0,05 \quad \ln 0,74^n \leq \ln 0,05 \quad n \ln 0,74 \leq \ln 0,05$$

$$\ln 0,74 < 0, \text{ donc } n \geq \frac{\ln 0,05}{\ln 0,74} \quad \text{et} \quad n \geq 9,95$$

La valeur minimale  $n_0$  est égale à 10.

**partie B**

Y suit la loi normale :  $N(25; 1,58)$

1/ On pose  $T = \frac{Y - 25}{1,58}$  où T suit la loi normale  $N(0; 1)$

$$p(Y \leq 27) = p\left(T \leq \frac{2}{1,58}\right) = p(T \leq 1,27) \approx 0,8980 \approx 0,90$$

$$2/ p(Y \leq 24,5) = p\left(T \leq \frac{-0,5}{1,58}\right) = 1 - p\left(T \leq \frac{0,5}{1,58}\right) = 1 - p(T \leq 0,32) \approx 0,3745 \approx 0,37$$

**partie C**

A1 : le flotteur provient de la machine M1

A2 : le flotteur provient de la machine M2

D : le flotteur est défectueux

1/  $p(A_1) = 0,6$  ,  $p(A_2) = 0,4$  ,  $p(D/A_1) = 0,013$  et  $p(D/A_2) = 0,018$

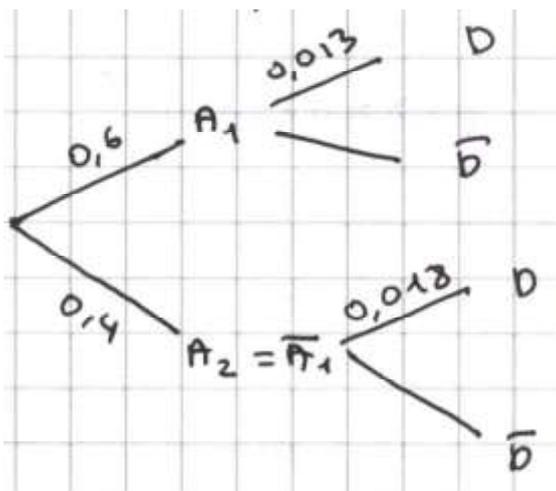
(traduction de l'énoncé)

2/

**Méthode tableau**

|           |       |       |       |                          |
|-----------|-------|-------|-------|--------------------------|
|           | A1    | A2    | Total | $p(A_1 \cap D) = 0,0078$ |
| D         | 0,78  | 0,72  | 1,50  | $p(A_2 \cap D) = 0,0072$ |
| $\bar{D}$ | 59,22 | 39,28 | 98,50 |                          |
| Total     | 60    | 40    | 100%  | $p(D) = 0,015$           |

**Méthode par arbre**



$$p(A_1 \cap D) = p(D/A_1) \times p(A_1) = 0,013 \times 0,6 = 0,0078$$

$$p(A_2 \cap D) = p(D/A_2) = 0,018 \times 0,4 = 0,0072$$

$$D = (D \cap A_1) \cup (D \cap A_2) \quad (\text{événements incompatibles})$$

$$p(D) = p(D \cap A_1) + p(D \cap A_2) = 0,015$$

3/ On veut  $p(A_1/D) = \frac{p(A_1 \cap D)}{p(D)} = \frac{0,0078}{0,0150} = 0,52$

## Sciences physiques 2007

### I. Fabrication du yaourt

1. formule semi-développée :  $\text{H}_3\text{C-CHOH-COOH}$

Chirale : une molécule est chirale lorsqu'elle présente un seul carbone asymétrique (carbone lié à 4 substituants différents) ou qu'elle ne présente ni plan, ni centre de symétrie.

L'acide lactique présentant un seul C asymétrique (le n°2) est donc une molécule chirale notée :  $\text{H}_3\text{C-C}^*\text{HOH-COOH}$ .

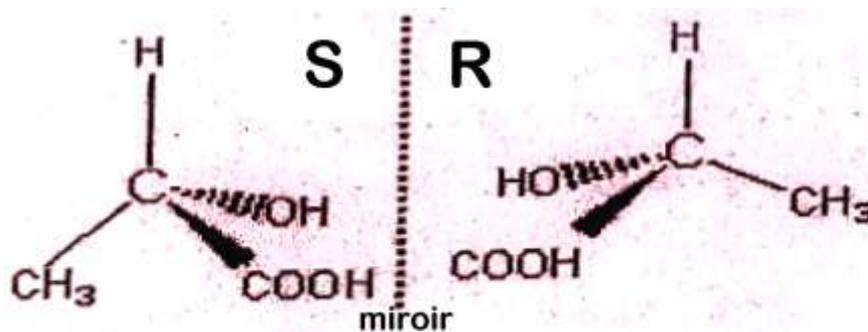
2. La règle CIP permet de classer les substituants du  $\text{C}^*$  par ordre décroissant des numéros atomiques de l'atome qui lui est directement lié.

- Rang 1 : OH puisque pour O  $Z=8$
- Rang 4 : H puisque  $Z=1$
- Pour  $\text{CH}_3$  et  $\text{COOH}$ , l'atome directement lié au  $\text{C}^*$  est le carbone : ils sont donc à égalité ( $Z=6$ ). Dans ce cas il faut regarder les atomes de second rang : pour  $\text{COOH}$  c'est l'oxygène  $Z=8$  et pour  $\text{CH}_3$  c'est un H  $Z=1$ . Donc :
  - Rang 2 pour  $\text{COOH}$
  - Rang 3 pour  $\text{CH}_3$

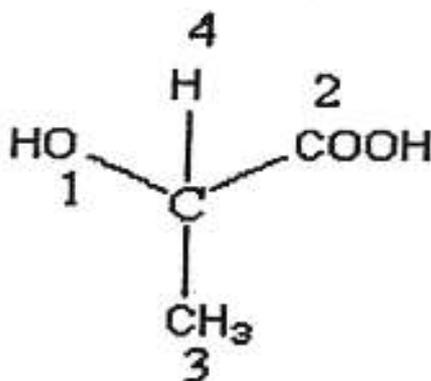
Selon CIP, on a donc  $\text{OH} > \text{COOH} > \text{CH}_3 > \text{H}$

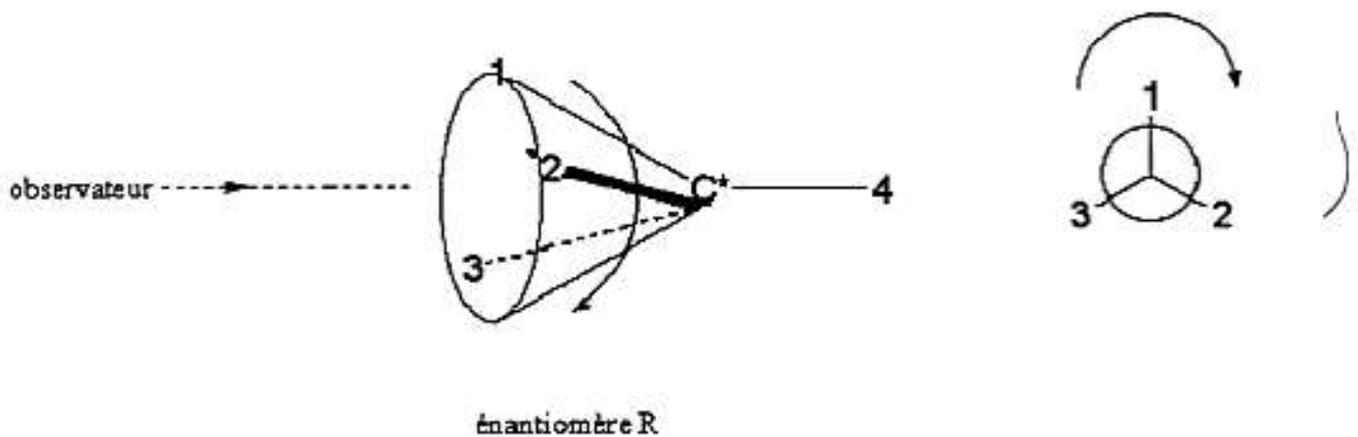
Stéréoisomères de configuration

3.

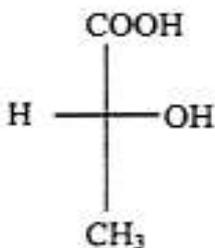


4. Ces deux stéréoisomères agissent sur la lumière polarisée rectiligne en faisant tourner son plan de polarisation. L'un vers la droite de l'observateur recevant la lumière, il est dextrogyre (noté +) et l'autre vers la gauche, il est lévogyre et noté -. Ils forment un couple d'énantiomères (molécules image l'une de l'autre dans un miroir).



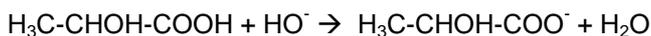


## 5. Projection de FISHER



L'acide R-lactique est de configuration D, le OH du carbone asymétrique étant situé à droite.

## 6. a) équation de la réaction



b) Il s'agit d'un dosage volumétrique direct acide faible-base forte par colorimétrie (indicateur coloré).

Le milieu va devenir basique puisque l'on verse de l'hydroxyde de sodium. À l'équivalence, la solution sera basique : il faut donc choisir un indicateur coloré dont la zone de virage se situe en milieu basique. On utilisera la phénolphaléine.

c) Selon l'équation, on constate que l'acide lactique réagit mole à mole avec l'hydroxyde de sodium. À l'équivalence, le nombre de moles d'acide lactique présent dans la solution est égal au nombre de moles d'hydroxyde de sodium versé.

$$n_{\text{HO}^-} = n_{\text{ac.lactique}}$$

$$n_{\text{ac.lactique}} = V_{\text{HO}^-} \times C_{\text{HO}^-}$$

$$C_{\text{ac.lactique}} = \frac{V_{\text{OH}^-} \times C_{\text{OH}^-}}{V_{\text{ac.lactique}}}$$

$$\text{or } M_{\text{ac.lactique}} = 90 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$C_{\text{massique ac.lactique}} = \frac{V_{\text{OH}^-} \times C_{\text{OH}^-}}{V_{\text{ac.lactique}}} \times M_{\text{ac.lactique}} = \frac{9,5 \cdot 10^{-1}}{10} \times 90$$

$$C_{\text{massique ac.lactique}} = 8,55 \text{ g.L}^{-1}$$

7.  $1^\circ\text{D}$  correspond à 0,1 g d'acide lactique par Litre de lait donc un lait fermenté contenant  $8,55 \text{ g.L}^{-1}$  d'acide lactique présente un degré Dornic de  $85,5^\circ\text{D}$ . La fermentation a donc bien eu lieu et le yaourt obtenu est conforme, pour ce critère, à la législation.

## II. Principe et utilisation d'un spectrophotomètre d'absorption moléculaire

1.

**Source** : c'est une source lumineuse constituée par :

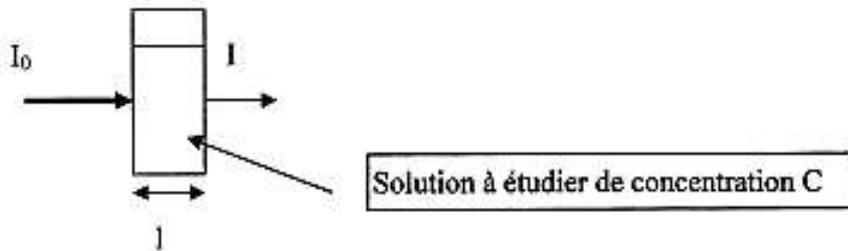
- Une lampe à décharge au deutérium utilisée dans le domaine allant de 190 à 400 nm (UV),
- Une lampe à filament de tungstène utilisée dans le domaine allant de 350 à 800 nm (visible).

**Monochromateur** : il est composé principalement d'un système dispersif (prisme ou réseau), d'une fente d'entrée et d'une fente de sortie. Le rôle du monochromateur est d'isoler le rayonnement sur lequel se fait la mesure et qui, dans le cas idéal, est monochromatique.

**Cuve** : elle contient soit l'échantillon soit la référence. La longueur de la cuve  $l$  définit le trajet optique. La cuve doit être transparente aux radiations d'étude. Généralement, on utilise des cuves en quartz pour l'UV et en plastique pour le visible.

**Détecteur** : le détecteur est constitué d'un système transformant l'énergie lumineuse (photons) sortant de la cuve en énergie électrique (électrons) : c'est généralement un semi-conducteur de type photodiode ou un photomultiplicateur.

## 2. Schéma de principe



L'absorption de la lumière suit la loi de Beer-Lambert :

$$A_\lambda = \text{Log}_{10}\left(\frac{I_0}{I}\right) = \epsilon_\lambda \cdot l \cdot C$$

$A$  : absorbance sans unité

$\epsilon_\lambda$  : coefficient d'extinction molaire ou coefficient d'absorbance linéique molaire en  $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  ou  $\text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

$l$  : longueur du trajet optique

$C$  : concentration en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

## 3.

a) 820 nm correspond au proche infrarouge. La fréquence  $\nu$  correspond au nombre d'ondes par seconde et est exprimée en Hertz (Hz)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} \Rightarrow \nu = \frac{1}{\lambda} \cdot c$$

$$AN: \nu = \frac{1}{820 \cdot 10^{-9}} \cdot 3 \cdot 10^8 = 3,65 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

b) En reportant l'absorbance de l'échantillon sur la courbe  $A = f(\text{quantité en } \mu\text{g de P par fiole})$ , on obtient la quantité de P en  $\mu\text{g}$  pour 2 mL d'échantillon. La régression linéaire permet d'obtenir l'équation de la droite :  $A = a \cdot (\text{quantité de P}) + b$ , avec  $A$  Absorbance,  $a$  pente et  $b$  ordonnée à l'origine. Le coefficient de corrélation  $r$  permet de déterminer l'écart des points par rapport à la droite : il doit être proche de 1.

Droite de régression :  $A = 0,0182 \cdot (\text{quantité en } \mu\text{g de P par fiole}) + 0,0038$  avec  $r = 0,9999$

$$C_P^{S2} = \frac{m_1}{V_{S2}} \quad C_P^{S1} = C_P^{S2} \cdot F_d \quad C_P^{lait} = C_P^{S1} \cdot \frac{V_{solution}}{V_{lait}}$$

$$\text{donc } C_P^{lait} = \frac{m_1}{V_{S2}} \cdot F_d \cdot \frac{V_{solution}}{V_{lait}}$$

$$AN: \text{Essai 1} : m_1 = 26,2 \mu\text{g} \Rightarrow C_P^{lait} = \frac{26,2}{2} \cdot 10 \cdot \frac{100}{10} = 1310 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1} = 1,31 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ soit } 13,1 \text{ mg dans } 10 \text{ mL de lait}$$

$$\text{Essai 2} : m_2 = 25,6 \mu\text{g} \Rightarrow C_P^{lait} = 1,28 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1} \text{ soit } 12,8 \text{ mg dans } 10 \text{ mL}$$

c) % massique

$$\%_{\text{massique}} = \frac{m_P^{lait}}{m_{lait}} \times 100 = \frac{13,1 \cdot 10^{-3}}{10,33} \times 100 = 0,127\%$$

et 0,124 % pour l'essai 2 soit en moyenne 0,125 %

### III. Étude de la circulation du lait dans les conduites

$$1) Q_v = \frac{V}{t} = \frac{2,9}{5 \times 60} = 9,67 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 9,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$2) Q_v = v \cdot s \Rightarrow v = \frac{Q_v}{s} = \frac{Q_v \cdot 4}{\pi D^2} = 4,92 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 4,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$3) R_e = \frac{\rho v d}{\mu} = \frac{50 \cdot 10^{-3} \times 4,93 \times 1033}{2,2 \cdot 10^{-3}} = 115743 > 3000 \text{ donc turbulent}$$

$$4) \lambda = 1,73 \cdot 10^{-2} = 1,7 \cdot 10^{-2}$$

$$5) J = \lambda \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \frac{L}{D} = 83,8 \text{ J/Kg} = 84 \text{ J/Kg}$$

## Biochimie-Biologie 2007

### MICROBIOLOGIE (40 points)

#### 1. Etude des levures du raisin

##### 1.1 Structure

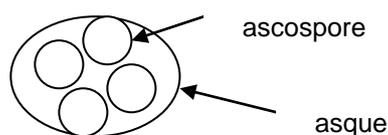
1.1.1 Légende :

1 vacuole (vésicule), 2 glycogène ou granulation de réserve, 3 réticulum endoplasmique lisse, 4 mitochondrie, 5 ribosomes, 6 membrane nucléaire, 7 nucléole, 8 chromatine ou nucléoplasme, 9 membrane plasmique, 10 paroi, 11 espace périplasmique (périplasme)

1.1.2 eucaryote car possède un noyau entouré d'une membrane nucléaire ainsi que des organites tels que mitochondries, REL,...

##### 1.2. Reproduction des levures

1.2.1. Un asque contient 4 cellules haploïdes issues d'une meiose.



1.2.2 Un bourgeonnement est une reproduction asexuée, c'est aussi une mitose à division cellulaire asymétrique.

##### 1.3 Optimisation de la vinification

1.3.1 . Un critère de sélection essentiel à la fermentation alcoolique (éthanolique) est un fort pouvoir fermentaire c'est-à-dire une forte production d'éthanol ce qui suppose une levure résistante à l'éthanol.

1.3.2. Pour améliorer les souches de levures il faut les modifier génétiquement :

- soit de façon naturelle en sélectionnant les meilleures,
- soit par hybridation (croisement)
- soit en provoquant ces modifications par mutations ou par insertion de gènes d'intérêt (plasmides de transfert) ou encore par fusion de protoplastes...

## 2. Étude des bactéries lactiques

### 2.1. Classification

2.1.1. Une bactérie lactique est une bactérie Gram + capable de tirer son énergie de la fermentation lactique. Ou capable de transformer par fermentation, certains glucides en acide lactique.

F. homolactique, le produit de la fermentation est uniquement de l'acide lactique.

F. hétérolactique, les produits de la fermentation sont divers, on observe de l'acide lactique, de l'éthanol, du CO<sub>2</sub>, des esters...

2.1.2 Deux autres genres de bactéries lactiques à choisir parmi : *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, et à la limite *Bifidobacterium*

### 2.2. Paroi des bactéries Gram +

Le schéma de la structure de la paroi d'une bactérie à Gram positif montrera, de l'intérieur vers l'extérieur :

- la membrane plasmique,
- le périplasme
- une grande couche de peptidoglycane incluant des acides téichoïques et lipotéichoïques, ces derniers étant fixés sur la membrane plasmique.

2.2.2 Le lysosyme hydrolyse le peptidoglycane (il coupe les liaisons entre les deux oses aminés (acide N acétyl-muramique et N acétyl-glucosamine) composant la chaîne glucidique du peptidoglycane), la paroi est alors détruite. Sans paroi, les bactéries lactiques éclatent et ne peuvent donc pas réaliser la fermentation malolactique.

### 2.3 Fermentation malolactique

#### 2.3.1

| constituants                    | rôle  |
|---------------------------------|---|
| a.a. de caséine                 | Source de C, N, d'énergie et F de croissance (aa)   |
| Extrait de levure               | Source de nombreux F de croissance (+ C,N et W)   |
| Glucose                         | Source de C et énergie  |
| Fructose                        | Source C et énergie   |
| acide malique                   | Source de C et énergie, acidifie le milieu et substrat pour la fermentation malolactique. |
| Tween 80                        | = oléate de sorbitol : Source d'acide gras (peut jouer un rôle détoxifiant)               |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | Source de Phosphate (phosphore) et potassium  |
| KCl                             | Source de potassium et chlorure   |
| CaCl <sub>2</sub>               | Source de calcium et chlorure   |
| Mg SO <sub>4</sub>              | Source de soufre et magnésium   |
| MnSO <sub>4</sub>               | Source de soufre et manganèse   |
| Agar agar                       | A 20 g /L l'agar permet de solidifier le milieu de culture                                |
| Eau distillée                   | Solvant essentiel, indispensable à toute vie cellulaire                                   |

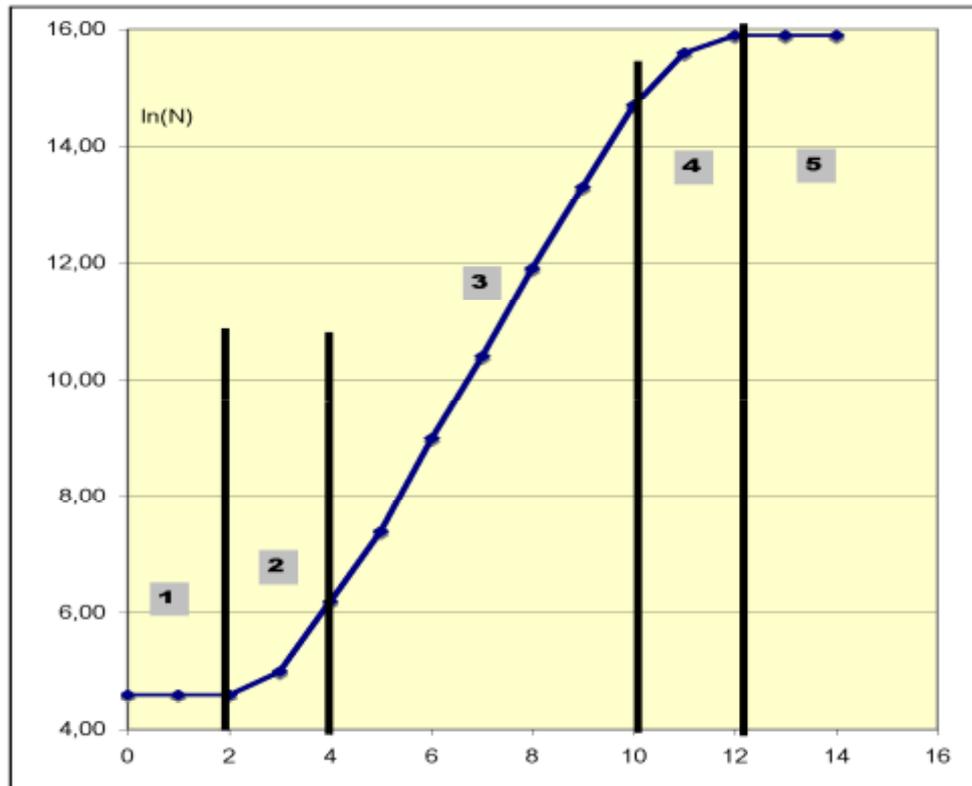
#### 2.3.2 Types trophiques

Vis-à-vis de la source de C : **hétérotrophe** car puise son C dans des substances organiques.

Vis-à-vis de la source d'énergie : **chimio-organotrophe** car tire son énergie de réactions d'oxydo-réduction de matière chimique organique.

Vis-à-vis des facteurs de croissance : **auxotrophe** car n'est pas capable de pousser sur milieu minimum donc nécessite un ou plusieurs facteurs de croissance.

#### 2.3.3 Graphe.



2.3.4. Le tracé de la courbe de croissance d'*Oenococcus oeni* montre 5 phases.

1 : la phase de latence (~2h), Les bactéries ne se multiplient pas encore, elles s'adaptent au milieu en synthétisant des enzymes nécessaires. Le taux de croissance est nul.

2 : la phase d'accélération (~2H), le nombre de bactéries commence à augmenter. La vitesse de croissance est de plus en plus rapide,  $\mu$  expo (le taux de croissance) augmente rapidement.

3 : la phase exponentielle de croissance (~6H) où les bactéries se multiplient activement, la vitesse de croissance est maximale et constante, le nombre de bactéries augmente de façon exponentielle.

4 : La phase de ralentissement (~2H), la vitesse de multiplication diminue car les bactéries ne trouvent plus les conditions optimales à leur développement, il y a un facteur limitant (épuiement de substrats et/ou accumulation de toxiques).

5 : la phase stationnaire maximale (plus de 3H), le nombre de bactéries n'augmente plus, le milieu ne répond plus aux exigences des bactéries. Le taux de croissance est nul.

2.3.5.

**La vitesse spécifique** ou taux de croissance népérien est la vitesse d'augmentation du log népérien de la population d'un micro-organisme pendant la phase exponentielle. Il traduit la vitalité de la multiplication. Il s'exprime en  $h^{-1}$ , plus il est élevé, plus la vitesse est importante.

**Le temps (durée) de génération** est le temps de doublement de la population pendant la phase exponentielle.

2.3.6. En montrant sur le graphique les points utilisés, on calculera :

- La vitesse spécifique avec par exemple :  $(12-9)/(8,1-6) = 1,45 \text{ jour}^{-1}$  soit  $1,45 / 24 = 0,06 \text{ h}^{-1}$
- le temps (durée) de génération lu graphiquement :

Choisir pour 1<sup>er</sup> point une valeur de  $\ln X$  pendant la phase exponentielle et choisir pour 2<sup>ème</sup> point le double de la valeur  $X$  ; soit  $\ln X + \ln 2$  (toujours pendant la phase exponentielle). Reporter sur l'axe des abscisses la projection de ces 2 points et lire le temps qui les sépare, c'est le temps de doublement de la population.

Exemple :  $\ln X = 9$ ,  $\ln X + \ln 2 = 9,69$ , le temps nécessaire pour passer de 9 à 9,69 = 0,5 jour soit 12 heures.

Valeur que l'on peut vérifier par calcul :  $G = \frac{\ln(2)}{\text{pente}} = 0,69/0,06 = 11,5 \text{ heures}$  soit environ 12 heures.

## 2.4. Résistance des bactéries lactiques aux bactériophages

2.4.1. Un bactériophage virulent est un virus qui infeste spécifiquement les bactéries, l'infestation se manifeste par une reproduction rapide du phage dans la bactérie et la lyse de celle-ci à la libération des phages. (Cette notion s'oppose à bactériophage tempéré ou bactériophage donnant un prophage).

2.4.2. Le schéma doit montrer les étapes essentielles du cycle de multiplication :

- 1- l'adsorption d'un bactériophage sur une bactérie
- 2- l'injection de l'acide nucléique du phage dans la bactérie (la capsidite reste à l'extérieur)
- 3- la synthèse des constituants viraux (synthèse des enzymes de réplication, de copie de l'acide nucléique phagique, des protéines de capsides...) tandis que l'ADN bactérien est détruit.
- 4- l'autoassemblage des différents constituants avec la formation de nouveaux virions.
- 5- la lyse de la bactérie et la libération des nombreux nouveaux bactériophages virulents.

2.4.3. Un plasmide est un morceau d'ADN circulaire extrachromosomique capable de se répliquer de façon autonome.

### 3. Altérations d'origine fongique

a- hyphe septé, b- conidiophore, c- métule, d- phialide, e- conidiospore ou conidie.

Vu la forme en pinceau, le cloisonnement de l'hyphe, on peut dire qu'il s'agit d'un *Penicillium*.

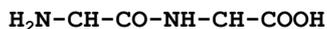
## BIOCHIMIE (40 pts)

### 1. les enzymes du raisin

1.1 les enzymes sont des protides (protéines).

1.2 Un catalyseur accélère la réaction chimique sans en modifier l'équilibre (ils diminuent l'énergie d'activation de la réaction). Le catalyseur n'apparaît pas dans le terme de la réaction.

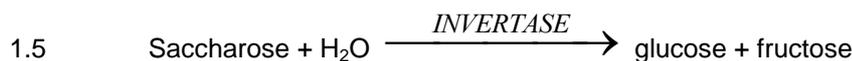
1.3 Écrire sous forme développée un dipeptide, montrer la fonction acide carboxylique (COOH), la fonction amine (NH<sub>2</sub>) et la liaison peptidique (-NH-CO-).



1.4 Les endopeptidases coupent les liaisons peptidiques à l'intérieur des enchaînements des acides aminés,

Les aminopeptidases coupent les liaisons peptidiques à l'extrémité aminoterminal des peptides ou protéines.

Les carboxypeptidase coupent les liaisons peptidiques à l'extrémité carboxylique terminale des peptides ou protéines.



1.6 L'invertase tire son nom de l'inversion de la polarisation de la lumière lorsque le saccharose est transformé en glucose et fructose sous son action.

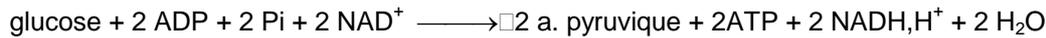
1.7 Représentation de Haworth (représentation cyclique) du glucose ou du fructose.

### 2. Le vin en cours de fabrication

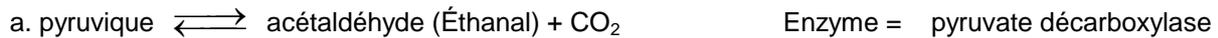
#### 2.1. Fermentation alcoolique

2.1.1. La glycolyse transforme le glucose en acide pyruvique.

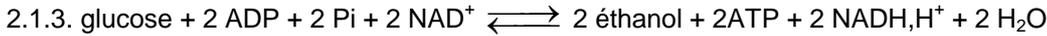
Bilan :



2.1.2.



La fermentation éthanolique permet la réoxydation des coenzymes réduits (NADH,H+) en NAD+. Ce qui permet à la glycolyse de continuer à se produire et donc de fournir de l'énergie à la cellule (2 moles d' ATP/mole de glucose).



2.1.4. En présence de dioxygène, les transporteurs de la chaîne respiratoire prennent en charge les électrons des coenzymes réduits (affinité supérieure), ceux-ci ne sont donc plus disponibles pour les réactions de fermentation.

## 2.2. Fermentation malolactique

2.2.1. Pour que la réaction (2) soit totale, il faut que le L-glutamate soit en excès (condition saturante) ou qu'un des produits de la réaction soit piégé pendant la réaction.

2.2.2. La mesure de l'absorbance A1 permet de soustraire au résultat final l'absorbance due aux réactions parasites que l'on peut attribuer à la présence d'oxaloacétate dans le vin, à l'absorbance parasite des substrats et à la réaction spontanée du NAD+ en NADH,H+.

2.2.3. La transformation de l'acide malique en oxaloacétate s'accompagne de la production de NADH,H+. Le NADH,H+ seul absorbe à 340 nm, on observera donc l'augmentation de l'absorbance au cours du temps.

2.2.4. Le vin contient 8 g/L d'acide malique. La dilution au 1/20 permet d'obtenir une concentration de 0,4 g/L donc bien comprise entre 0,02 et 0,5g/L.

2.2.5. Relation littérale et application numérique: concentration dans la cuve :

$$n \text{ malate} = n \text{ NADH,H}^+$$

$$\Delta A = \varepsilon \cdot l \cdot C \quad C = \frac{\Delta A}{\varepsilon \cdot l} \quad C = \frac{0,720 - 0,320}{630 \cdot 0,01} = 0,0635 \text{ mole} \cdot \text{m}^{-3} = 6,35 \cdot 10^{-5} \text{ mole} \cdot \text{L}^{-1}$$

2.2.6. Relation littérale et application numérique: concentration dans le vin :

$$\rho_{a,\text{malique}} = C_{a,\text{malique}} \cdot \frac{V_T}{V_E} \cdot M \cdot \frac{1}{d} = 6,35 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{2,21}{0,1} \cdot 134,09 \cdot 20 = 3,76 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

2.2.7. La fermentation malolactique entraîne la transformation de l'acide malique diacide (dicarboxylique) en acide lactique monoacide (monocarboxylique). Cela explique l'augmentation du pH.

## TOXICOLOGIE (20 pts)

### 1. Conformité toxicologique du vin

D'après l'annexe 7 le vin est non conforme du fait d'une teneur en dioxyde de soufre supérieure à la teneur maximale autorisée pour un vin rouge (160 mg/L) / (235 mg/L)

Remarques :

- la teneur en cadmium est également excessive, mais il s'agit d'une teneur maximale autorisée recommandée
- les teneurs en histamine et en carbamate d'éthyle sont supérieures aux teneurs maximales autorisées dans d'autres pays, pas en France.

### 2. Les phases de l'intoxication

#### 2.1. Réactions microsomiales

Réactions d'oxydation par les mono oxygénases à P450



Réactions de conjugaison

R-OH + acide glucuronique (ou sulfonique)  $\rightarrow$  glucuronoconjugué (ou sulfoconjugué)

Les molécules conjuguées sont hydrosolubles et peuvent être excrétées.

## 2.2. Les voies d'éliminations des substances toxiques sont :

Les principales voies naturelles d'élimination sont les voies urinaire et intestinale (voie biliaire).

## 2.3.

2.3.1 Les métaux lourds dosés sont le plomb et le cadmium.

2.3.2 Les métaux lourds ont la particularité de ne pas pouvoir être éliminés par l'organisme, ils sont séquestrés et s'accumulent (souvent dans le tissu adipeux ou nerveux) avec le temps (bioaccumulation) entraînant des maladies de surcharge.

## 3. Le dioxyde de soufre

### 3.1. Détermination de la DJA.

La grandeur donnée (72 mg/kg/jour) est la DES (dose sans effet) ou la NOAEL (*No Observable Adverse Effect Level*).

On divise cette grandeur par 100 (10 pour la diversité entre espèces et 10 pour la diversité entre individus)

$$DJA = 0,72 \text{ mg/kg/jour}$$

### 3.2.

Pour s'exposer à une intoxication chronique, il faut que l'absorption de dioxyde de soufre soit égale ou supérieure à la DES, soit  $72 \times 70 = 5040$  mg de dioxyde de soufre par jour. Cette quantité de SO<sub>2</sub> sera absorbée d'autant plus rapidement que le vin contiendra beaucoup de SO<sub>2</sub>.

Pour un vin normal mais limite (160 mg SO<sub>2</sub>/L) la dose journalière qui l'exposera à l'intoxication chronique sera de  $5040/160 = 31,5$  L de vin (soit une consommation impossible).

### 3.3. La quantité de vin rouge analysé qu'une personne de 70 kg peut consommer sera de :

Le vin analysé contenant 0,235 mg/L de SO<sub>2</sub>, le volume maximal qu'un individu de 70 kg devra consommé pour absorber la DJA sera  $(0,72 \times 70)/235 = 0,215$  L de vin par jour.

Le maximum de ce vin à consommer par jour devra donc être de 0,214 L pour éviter de dépasser la DJA. Sans le facteur de sécurité de 100, la limite serait à  $0,215 \times 100 = 21,5$  L, consommation fortement improbable (le risque éthanologique étant bien supérieur au risque SO<sub>2</sub>) et valeur qui rend peu compte de la toxicité.

## Sciences appliquées 2007

### PREMIÈRE PARTIE : SCIENCES DES ALIMENTS

#### 1 Étude de quelques matières premières et procédés technologiques

##### 1.1 Farine et pâte à bretzel

###### 1.1.1

- Blé tendre (*triticum aestivum*) utilisé pour la fabrication de farine (panification, pâtisserie, viennoiserie...)
- Blé dur (*triticum durum*) utilisé pour la fabrication de semoules.
- (Épeautre (*triticum spelta*) utilisé pour la fabrication de muesli )

1.1.2 Le type est défini par la teneur moyenne en cendres de la farine (x 100). Il est donc proportionnel au taux d'extraction.

Exemple : type 45  $\approx$  45 mg de cendres pour 100g de matière sèche de farine.

1.1.3 Le gluten est composé par une prolamine globulaire (les gliadines) et une glutéline fibreuse (les gluténines). Ce sont des protéines riches en fonction thiols capables de créer de nombreux ponts disulfures conférant des propriétés d'élasticité (glutéline) et d'extensibilité (gliadines).

###### 1.1.4

- Glucose : permet d'augmenter la fraction de sucres fermentescibles disponibles pour la croissance des levures
- Farines de fèves sont riches en lipooxygénases qui agissent sur les acides gras polyinsaturés générant des hydroperoxydes qui oxydent les fonctions thiols en ponts disulfures aspécifiques. Ils augmentent la force de la farine en renforçant le réseau de gluten.
- Mono et diglycérides agents émulsifiants et foisonnants permettant d'obtenir une pâte plus aérée, une mie plus blanche, des alvéoles plus régulières et un ralentissement des phénomènes de rétrogradation de l'amidon.
- Amylases fongiques :  $\alpha$  amylase (endoenzyme qui hydrolyse l'amidon en dextrines) et  $\beta$  amylase qui hydrolyse l'amidon en maltose. Elles permettent d'augmenter la capacité fermentaire.
- Fibres alimentaires polyosides indigestibles (cellulose, hémicellulose). Ce sont des agents de rétention d'eau améliorant l'hydratation de la pâte. Elles améliorent aussi les qualités nutritionnelles du produit.

1.1.5 En remplaçant l'eau par du lait, on apporte des composants (protéines, lactose, lipides) qui modifient les qualités texturales et organoleptiques du produit. Les protéines notamment par leur pouvoir de rétention d'eau jouent le rôle d'agent humectant. On obtient une texture plus briochée.

###### 1.1.6

| Mécanismes de la panification | Éléments biologiques concernés                            | Réactions et phénomènes mis en jeu  | Caractéristiques de la pâte                                   |
|-------------------------------|---|---|---|
| Pétrissage                    | Gluten  | Formation de ponts disulfures aspécifiques  | Augmentation des propriétés d'élasticité et d'extensibilité   |
| Levée                         | <i>Saccharomyces cerevisiae</i><br>Sucres fermentescibles | Fermentation éthanolique<br>$\text{Glc} \Rightarrow 2 \text{ éthanol} + 2 \text{ CO}_2$ | Augmentation de volume par piégeage du $\text{CO}_2$ produit. |

##### 1.2 Fromage blanc

1.2.1 Les ferments lactiques produisent de l'acide lactique qui abaisse le pH jusqu'à 4,6 ce qui correspond au pHi des caséines. Les micelles ne se repoussent plus ce qui entraîne leur désorganisation et leur coagulation.

1.2.2 L'ultrafiltration permet :

- la concentration des composants du lait par élimination d'eau
- l'élimination des microorganismes sans traitement thermique.

1.2.3 La présure contient une enzyme, la chymosine qui hydrolyse la caséine en paracaséine et glycopeptide. Les protéines hydrophobes précipitent formant un coagulum. On obtient ainsi un caillé moins acide et plus ferme. La durée nécessaire à l'obtention du caillé est aussi plus courte.

### 1.3 Le jambon cuit

1.3.1 Les polyphosphates sont des polyanions qui augmentent la rétention d'eau au niveau des protéines musculaires. On améliore ainsi le rendement en diminuant les pertes d'eau à la cuisson.

1.3.2 Les nitrites sont utilisés pour leurs propriétés :

- **Conservatrices** : ce sont des inhibiteurs de la sporulation notamment des *Clostridium*.
- **Organoleptiques** : ils se combinent à la myoglobine donnant de la nitrosomyoglobine de couleur rouge qui lors de la cuisson donne du nitroso ferrohémochrome de couleur rose caractéristique du jambon cuit.

### 1.4 Saumon fumé

1.4.1 Le tissu musculaire du poisson est constitué de fibres musculaires courtes enveloppées par un mince tissu conjonctif essentiellement constitué d'un collagène moins résistant que celui des animaux terrestres ; la chair est donc plus fragile. Dans le sarcoplasme les réserves en glycogène sont généralement peu importantes.

1.4.2 Les muscles bruns sont riches en mitochondries permettant une production d'énergie en aérobiose. Ils contiennent également une plus forte proportion de lipides constitués d'acides gras polyinsaturés que les lipooxydases transforment en peroxydes qui confèrent au produit son odeur de rance.

## 2 Assemblage du pain surprise et qualité du produit fini

**2.1** Pour limiter la prolifération microbienne et l'activité enzymatique, des contraintes thermiques sont indispensables :

- Stockage des produits à la température de réfrigération
- Travailler à basse température 10°C
- Réaliser la surgélation à - 30°C

**2.2** Contrôles physiques, biochimiques, microbiologiques et organoleptiques.

### 2.3

2.3.1

Le film rétractable présente une faible perméabilité aux gaz et à la vapeur d'eau, il permet de mettre le produit à l'abri des contaminations et de l'air. Ils supportent bien la chaleur mais leur résistance à la congélation et aux agressions chimiques est faible.

2.3.2

Il doit y avoir inertie entre contenant et contenu. Des limites de migration sont fixées par la réglementation.

### 2.4

2.4.1 Procédé industriel

| Avantages   | Inconvénients                                |
|---|--|
| Perte de la disponibilité de l'eau : blocage des réactions métaboliques | Impose des conditions de stockage coûteuse.  |
| Inactivation des enzymes exceptées les lipases.                         | Rancissement des lipides                     |
| Arrêt du développement microbien.                                       | Déshydratation des denrées au cours du temps |
| Destruction des vers parasites et leurs kystes.                         | Perte de qualités organoleptiques.           |

2.4.2

- Conserver le produit à la température de congélation
- Procéder à sa décongélation avant de le consommer
- Ne pas recongeler la partie éventuellement restante.

## DEUXIÈME PARTIE : GÉNIE INDUSTRIEL

### 1- Traitement des matières premières (30 points)

#### 1.1. Saumon fumé.

1.1.1.

- Avantages :

- action antiseptique, stabilisation du produit, composants bénéfiques de la fumée : anti-oxydants (phénols), antimicrobiens (aldéhydes, acides)
- intérêts organoleptiques : flaveur, couleur

- Inconvénients : composants cancérigènes « indésirables » de la fumée (benzopyrène), coût supplémentaire.

1.1.2.

Le produit ne sera pas cuit, il n'y aura pas fusion d'une partie des graisses.

## 1.2. Bacon sous atmosphère modifiée.

1.2.1.

- L'environnement gazeux du produit est modifié : on change les proportions respectives des composants gazeux ( $\searrow$  O<sub>2</sub>,  $\nearrow$  CO<sub>2</sub> par exemple) par rapport à la composition naturelle (21% O<sub>2</sub>, 0,3% CO<sub>2</sub>, 78% N<sub>2</sub>, gaz rares).

- Stabilisation du produit en modifiant la composition gazeuse afin de limiter le développement des microorganismes.

1.2.2.

- 70% N<sub>2</sub> : gaz inerte, bactériostatique et fongistatique en absence d'O<sub>2</sub>, protection mécanique (« coussin » gazeux).

- 30% CO<sub>2</sub> : également bactériostatique et fongistatique et d'autant plus en absence d'O<sub>2</sub>.

- Pas d'O<sub>2</sub> : pas de développement des microorganismes aérobies strictes, pas d'oxydation, ralentissement des réactions de maturation du produit.

## 1.3. Mélange de la pâte à bretzel.

1.3.1.

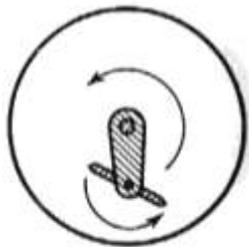
- Plusieurs pétrins sont envisageables pour ce produit visqueux :

Le mélangeur planétaire à crochet convient pour les mélanges semi-solides et élastiques. Il est robuste et supporte des contraintes importantes. Il permet le malaxage nécessaire afin d'obtenir une homogénéité parfaite.

- Pétrin horizontal double bras « Z » pour malaxage.

1.3.2.

- Schéma d'un mélangeur planétaire vu de dessus :



D'après « Le Hir », éditeur Masson

## 1.4. Cuisson de la pâte à bretzel.

1.4.1.

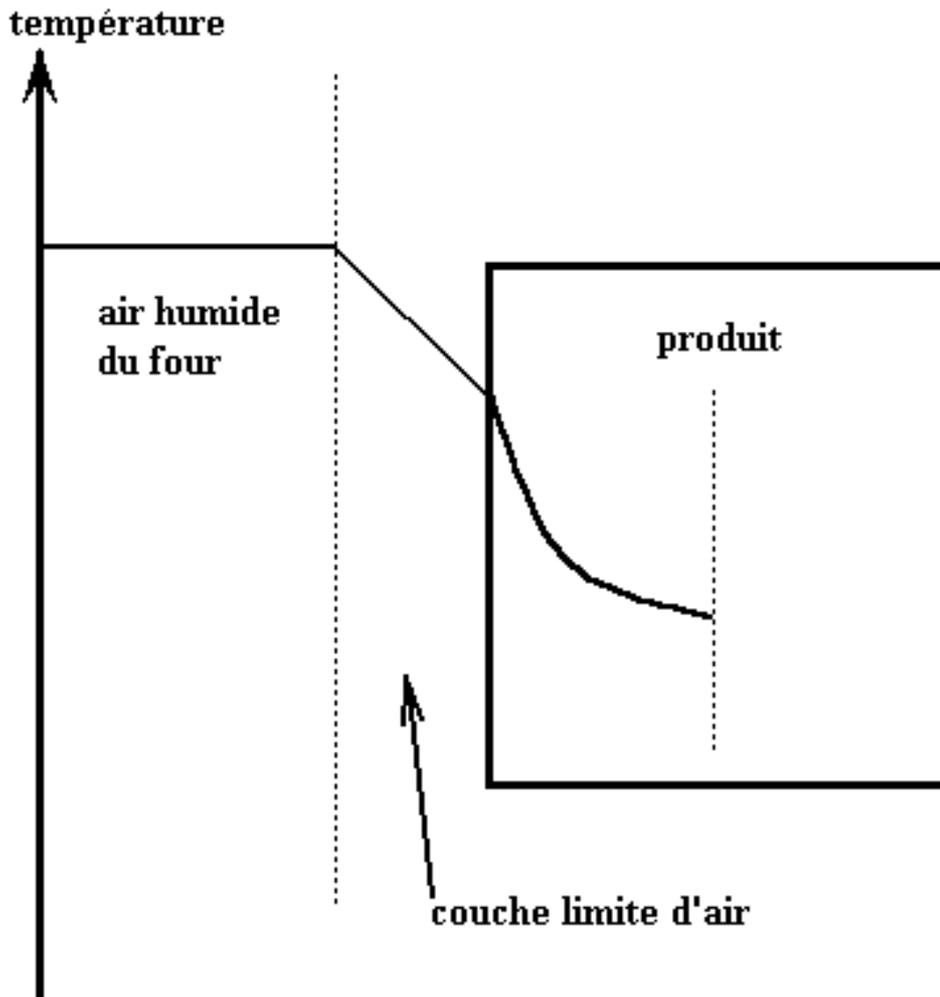
- Du point de vue culinaire : éviter le dessèchement de la pâte cuite, conserver le moelleux.

- Du point de vue thermodynamique : cuisson plus rapide car le coefficient de convection ( $h_c$ ) de l'air humide est bien plus important que celui de l'air sec d'où un meilleur transfert thermique entre la source de chaleur et le produit.

1.4.2.

- La résistance thermique d'un métal (peu épais qui plus est) est bien plus faible que celle de la pâte.

1.4.3.



- transfert convectif dans l'air agité du four, la température est homogène.
- transfert conductif dans la couche limite d'air immobile au contact de la pâte.
- transfert mixte à forte dominante conductive dans la pâte qui est semi solide.

### 1.5. Déconditionnement du jambon

- calcul de  $\log \theta$  :  $\log \theta = \frac{1}{f_h} \cdot t - \log(j) = \frac{1}{10,3} \cdot 10 - \log(1,14) = 0,914$
- calcul de  $\theta$  :  $\theta = 10^{0,914} = 8,20$
- calcul de la température :  $T = \frac{T_\infty - (T_\infty - T_o)}{\theta} = \frac{10 - (10 - 2)}{8,20} = 9,02 \approx 9^\circ\text{C}$

**2. Surgélation du pain surprise (20 POINTS).****2.1.**

$$\frac{R.e^2}{\lambda} = \frac{t}{1 + 0,008(T_i - T_c)} \cdot \frac{T_c - T_\infty}{\rho \cdot \Delta H_e} - \frac{P.e}{h_c} = 0,027487 - 1,853 \cdot 10^{-3} = 0,025634$$

$$\lambda = \frac{R.e^2}{0,025634} = 0,123 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

unités de  $\lambda$  :

$$\frac{P.e}{h_c} \text{ a la même unité que } \frac{R.e^2}{\lambda}$$

$$\frac{e}{h_c} \text{ a la même unité que } \frac{e^2}{\lambda}$$

$$\frac{1}{h_c} \text{ a la même unité que } \frac{e}{\lambda}$$

$\lambda$  a la même unité que  $P h_c \cdot e$  soit  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m} = \text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

ou appliquer la relation  $h_c = \frac{\lambda}{e}$

**2.2.**

- Elle est plus faible que celle du pain à cause du film plastique protecteur qui joue un rôle d'isolant thermique. Comme la viande contient plus d'eau que le pain et que les bulles de gaz ont une mauvaise conductivité thermique, il est normal que la viande ait une meilleure conductivité thermique que le pain.

**2.3.**

- masse d'un pain :  $m_p = \rho \cdot V_p = 320 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,2 = 16 \text{ kg}$
- masse d'eau dans les 100 pains traités :  $m = 100 \cdot m_p \cdot \text{humidité} = 100 \cdot 16 \cdot 0,27 = 432 \text{ kg}$
- puissance frigorifique :  $P = 432 \cdot 120 \cdot 10^3 / (11 \cdot 3600) = \underline{1309 \text{ W}}$

**2.4.**

- La durée de congélation aurait été plus longue car la chaleur serait alors évacuée par une surface plus petite (sur les côtés et sur le dessus uniquement). Les valeurs P et R auraient donc été plus grandes.

**2.5. Congélation****2.5.1**

- La courbe commençant à  $T_{a0}$  est celle correspondant à la surface : la température baisse de suite.

La courbe commençant à  $T_{b0}$  est celle correspondant au cœur : la température ne baisse pas tout de suite, le front de congélation doit traverser l'épaisseur du produit.

**2.5.2**

-  $T_{b0} = 10 \text{ °C}$   $T_p = -1 \text{ °C}$   $T_{bf} = -20 \text{ °C}$   $T_{af} = -30 \text{ °C}$

**2.5.3**

-  $T_{a0} > T_{b0}$  : la surface est plus chaude après le passage au tunnel chauffant

**2.5.4**

-  $T_p$  : température de congélation commençante, apparition des premiers cristaux de glace. Pendant le pseudo-palier l'eau gèle progressivement, la quantité de glace augmente au détriment de l'eau liquide

**2.5.5**

- La température de congélation baisse car le liquide est de plus en plus concentré en composés dissous (sels, sucres ...)

## Étude de cas 2007

### 1. Étude des réclamations des clients

#### 1.1. Les autres principes de la norme ISO 9001 version 2000 sont :

- direction maître de la mise en place de ce système (leadership)
- implication du personnel.
- approche processus de l'entreprise
- management par une approche système
- amélioration continue
- prise de décision basée sur des faits
- relation mutuellement bénéfique avec les fournisseurs

#### 1.2. - Diagramme de Pareto

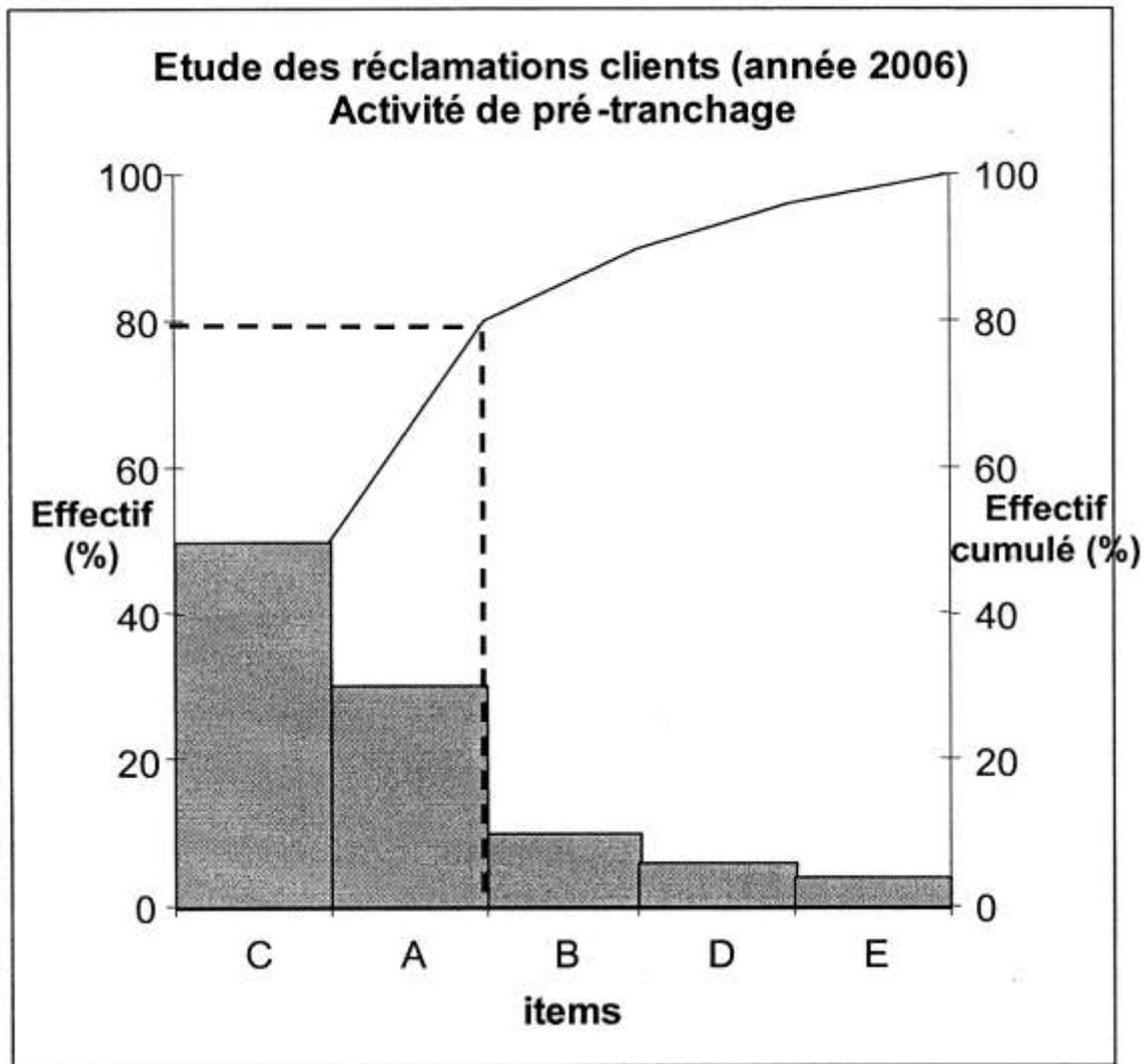
- Interprétation: très souvent, une minorité des causes est responsable d'une majorité des effets: 80% des difficultés sont imputables à 20% des causes possibles. Ce diagramme permet d'identifier graphiquement les causes responsables de 80% des difficultés afin d'agir prioritairement sur elles.

#### 1.3. Tableau

| Items                            | Nature de la réclamation                | Fréquence des cas | %  | % cumulés |
|----------------------------------|---|-------------------|----|-----------|
| C : livraison                    | Produit non livré                       | 500/1000          | 50 | 50        |
|                                  | Délai de livraison non respecté         |                   |    |           |
|                                  | Erreur de livraison                     |                   |    |           |
| A: conditionnement               | Défaut d'aspect du sachet               | 300/1000          | 30 | 80        |
|                                  | Sachet percé                            |                   |    |           |
|                                  | Ouverture difficile                     |                   |    |           |
| B : étiquetage                   | Étiquette peu lisible                   | 100/1000          | 10 | 90        |
|                                  | DLC erronée                             |                   |    |           |
|                                  | Étiquette mal placée                    |                   |    |           |
| D * : tranchage                  | Nombre de tranches par sachet incorrect | 60/1000           | 6  | 96        |
|                                  | Tranches trop épaisses                  |                   |    |           |
|                                  | Tranches trop fines                     |                   |    |           |
| E * : propriétés organoleptiques | Produit trop gras                       | 40/1000           | 4  | 100       |
|                                  | Produit trop sec                        |                   |    |           |
|                                  | Produit trop salé                       |                   |    |           |

\* On pourra accepter que les rubriques D et E soient regroupées en une seule, intitulée par exemple produit.

- Diagramme



Commentaire: 80% des réclamations sont dues à des problèmes de livraison et de conditionnement. Il convient donc d'agir prioritairement sur ces problèmes.

Cependant, les non-conformités « DLC erronées » et « sachets percés », bien que peu nombreuses sont des non-conformités critiques et doivent donc être traitées en priorité.

- Plan d'action:

- DLC erronées: recherche de l'origine de l'erreur (erreur de valeur, de transmission, d'impression...)
- sachets percés: recherche de la cause (fournisseur, stockage, manipulation...)
- livraisons: revoir les procédures, l'établissement des plannings... réalisation d'un audit
- conditionnement: revoir les spécifications des sachets, les instructions de travail relatives à la fermeture des sachets, la formation du personnel...

## 2. Établissement et maîtrise des documents qualité

### 2.1.

Les documents qualité sont généralement organisés en 4 niveaux souvent représentés sous forme de pyramide où chaque strate matérialise un niveau:

- le manuel (d'assurance) qualité
- les procédures
- les documents opérationnels (instructions de travail, modes opératoires)
- les enregistrements

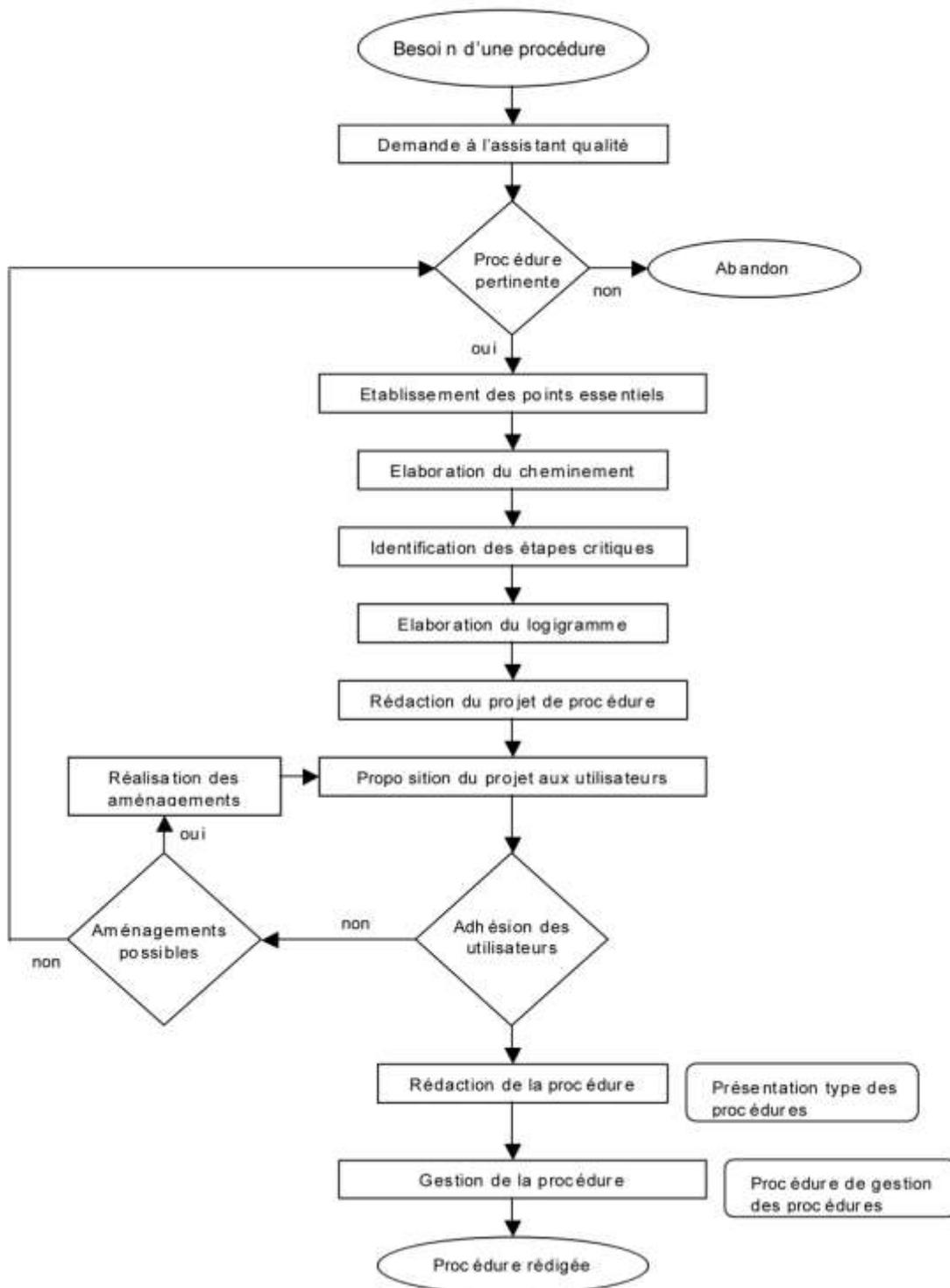
2.2.

Procédure: manière spécifiée d'accomplir une activité.

Utilité: imposer les méthodes d'exécution d'une activité, constituer un document de référence à appliquer pour la réalisation d'une activité, constituer un support documentaire pour la formation du personnel, ne pas perdre le savoir-faire acquis avec le temps.

2.3.

|  |  |   |
|--|--|---|
| Entreprise A.<br>Adresse<br>Tél.<br>Logo | PRO-002/A                                      | Version : 1<br>Date d'application :<br>XX/YY/ZZ<br>Page : 3/4 |
|  | <b>Procédure</b><br>Rédaction d' une procédure |   |



### 3. Mise en conformité de l'étiquetage avec la réglementation européenne

#### 3.1.

| Exigences  | Moyens   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Application généralisée de l'HACCP.</li> <li>- Fixation des critères microbiologiques et respect de ces critères.</li> <li>- Fixation des exigences de température et respect de ces exigences avec maintien de la chaîne du froid</li> <li>- Respect des règles d'hygiène</li> <li>- Respect des exigences de l'autorité compétente</li> <li>- Enregistrement de la société à l'autorité compétente</li> <li>- Numéro d'agrément si utilisé</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place ou réactualisation d'une démarche HACCP</li> <li>- Évaluation des risques</li> <li>- Mise en place de contrôles:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- plan d'échantillonnage</li> <li>- choix de la méthode</li> <li>- procédure de validation des résultats</li> </ul> </li> <li>- Évaluation des risques               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de contrôles</li> <li>- Fixation des consignes</li> <li>- Mesures à prendre en cas d'anomalies.</li> </ul> </li> </ul> <p>Application et respect des GBPH<br/>           Respect de la méthode HACCP.<br/>           Déclaration d'enregistrements<br/>           Numéro d'agrément<br/>           Dépôt de dossier</p> |

#### 3.2.

F = pays d'origine (France) ; 38 = numéro de département d'origine ; 112 = commune d'origine ; 01 = numéro d'établissement d'origine ; CEE = sigle de la communauté européenne.

Ensemble des chiffres = n° d'agrément

#### 3.3.

La marque d'identification (ou la marque de salubrité) :

- est nécessaire à la mise sur le marché de produits d'origine animale (annexe 5 article 5-1)
- indique que le produit a été élaboré dans un/des établissements agréés satisfaisant aux exigences sanitaires des règlements CE 852 et 853/2004 (annexe 5 : article 4 et 5-2)

#### 3.4.

- nouvelle marque d'identification:



- L'entreprise A peut continuer à utiliser son stock d'étiquettes jusqu'à épuisement (annexe 5 : Annexe II, section 1, B, 6).

## 4. Mise à jour du système HACCP

### 4.1.

- Sigle: *Hazard Analysis Critical Control point*: analyse des dangers et points critiques, pour leur maîtrise.
- Définition: approche systématique et rationnelle de la maîtrise des dangers (microbiologiques, physiques et chimiques) dans les aliments dans le but d'assurer la sécurité alimentaire. Il s'agit donc d'un système qui :
  - identifie des dangers spécifiques,
  - détermine des mesures préventives (et non des contrôles a posteriori) à adopter en vue de les maîtriser dans le but d'assurer l'innocuité des aliments,
  - s'assure que les mesures sont mises en œuvre effectivement et de façon efficace.
  - Étapes :
    1. Constituer l'équipe HACCP
    2. Décrire le champ d'étude
    3. Décrire le produit et l'utilisation attendue
    4. Élaborer un diagramme de fabrication
    5. Confirmer sur place le diagramme de fabrication
    6. Dresser la liste de tous les dangers associés à chacune des étapes et la liste de toutes les mesures préventives destinées à maîtriser ces dangers
    7. Identifier les points critiques pour la maîtrise (CCP)
    8. Établir les limites critiques pour chaque CCP
    9. Établir un système de surveillance pour chaque CCP
    10. Établir les actions correctives
    11. Préparer la vérification
    12. Établir un système d'enregistrements et de documentation

### 4.2.

Démarche obligatoire (Annexe 4 : article 5.1)

### 4.3. Diagramme de fabrication :



### 4.4.

- CCP : Opération, procédure, protocole, procédé ou lieu pouvant et devant être maîtrisé afin d'éliminer un danger ou de le réduire à un niveau acceptable.
- Méthodologie : arbre de décision à exploiter.
- Conclure que l'étape de hachage n'est pas un CCP en le justifiant du fait de la présence du détecteur de métal.

### 4.5.

Si la quantité de ferments, de sel et ou de nitrites est insuffisante, il pourra y avoir un risque microbiologique sur le produit :

Sel : une quantité réduite de sel augmente l'Aw du produit le rendant plus favorable à tout développement microbien.

Sucre : une quantité réduite de sucre et de ferments lactiques diminuera la production d'acides, entraînant une réduction de la protection contre les flores acidosensibles, et une diminution de l'occupation du terrain par la flore

utile qui empêche l'installation de flores nuisibles.

Nitrites : pas d'effet inhibiteur sur *C. botulinum*

#### 4.6.

| CCP  | Étape                 | Danger/causes   | Limites critiques ou options de maîtrise | Surveillance   | Actions correctives   |
|------|-----------------------|---|--|--|---|
| N° x | Pesée des ingrédients | Microbiologique : développement de micro-organismes pathogènes :<br>- si la quantité de sel est insuffisante: pas d'abaissement de l'Aw<br>- si la quantité de ferments et de sucre est insuffisante pas d'occupation du milieu et acidité réduite<br>-si la quantité de nitrite est insuffisante : absence d'inhibition de <i>C. botulinum</i> | Masse des ingrédients ± tolérance        | - enregistrement de la masse des différents ingrédients ajoutés à chaque méléée.<br>- vérification des balances. | - identification des non conformes, évaluation de la gravité et traitement (destruction, ou repesée)<br>- revoir l'information et la formation du personnel |

Documents associés à l'étude HACCP de ce CCP:

- Documentation associée au système HACCP : procédures, mode opératoire, fiche de non-conformité...
- Enregistrements spécifiques au CCP: fiches de pesées, registre des formulations, fiche de vérification des balances...

**CATALOGUE DE L'UPBM :**



**<http://www.upbm.net>**

Vous trouverez sur notre site le catalogue avec possibilité d'édition des bons de commande.  
Dès que possible, des corrigés complémentaires ou des erratums seront en ligne.

ISBN 978-2-910069-53-7



9 782910 069537

**Annales du BTS QUALITÉ  
DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES  
ET LES BIOINDUSTRIES  
Sessions  
2006-2007**

**UPBM ÉDILION**  
**Publications de l'UPBM**

**Sur Internet :**

<http://www.upbm.net>

(téléchargement possible des annales épuisées)

ISBN 978-2-910069-53-7



9 782910 069537