

# **Annales**

## **BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bioindustries**

### **Sessions 2010 et 2011**

Éditions UPBM ÉDILION  
Lycée la Martinière  
Avenue Andréi SAKHAROV  
69338 LYON Cedex 9  
<http://www.upbm.org>

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, Philippe SUCHET, Frédéric RENAUD, Frédérique BRUN (Clermont-Ferrand), Gabriella MOLINA (Paris), Antoine GAUDIN, Bernard HUGELÉ, Jean-Louis ROHAUT, Antoine GAUDIN et Christiane JOFFIN (Saint-Denis) pour le recueil des sujets et les corrigés.

**Rappelons que l'ensemble du travail réalisé est bénévole.**

### **Photographie de couverture :**

Fabrique de Parmesan (photographies de **Raphaël BOUQUET**)- (avril 2011).

### **AVERTISSEMENTS**

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.

Des **corrigés** sont ajoutés : 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 978-2-910069-60-5



# Sommaire

---

|   |            |
|---|------------|
| <b>Sommaire</b> .....   | <b>3</b>   |
| <b>Règlement d'examen</b> .....   | <b>4</b>   |
| <b>Sujets 2010</b> .....  | <b>7</b>   |
| E1- ANGLAIS 2010 .....  | 7          |
| E2-U21 MATHÉMATIQUES 2010 .....   | 8          |
| E2-U22 SCIENCES PHYSIQUES 2010 .....  | 11         |
| E3-U3 BIOCHIMIE - BIOLOGIE- 2010.....   | 14         |
| E4-U4 SCIENCES APPLIQUÉES 2010 .....  | 21         |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet A<br>- 201028  |            |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet B<br>- 201040  |            |
| E6-U62 Qualité appliquée aux industries alimentaires et aux bioindustries - ÉTUDE DE CAS 2010             | 49         |
| <b>Sujets 2011</b> .....  | <b>55</b>  |
| E1- ANGLAIS 2011 .....  | 55         |
| E2-U21 MATHÉMATIQUES 2011 .....   | 55         |
| E2-U22 SCIENCES PHYSIQUES 2011 .....  | 58         |
| E3-U3 BIOCHIMIE - BIOLOGIE- 2011 .....  | 62         |
| E4-U4 SCIENCES APPLIQUÉES 2011 .....  | 68         |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet A<br>- 201173  |            |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet B<br>- 201187  |            |
| E6-U62 Qualité appliquée aux industries alimentaires et aux bioindustries - ÉTUDE DE CAS 2011             | 93         |
| <b>Éléments de corrigés</b> .....   | <b>103</b> |
| <b>Corrigés sujets 2010</b> .....   | <b>103</b> |
| Mathématiques 2010 .....  | 103        |
| Sciences physiques 2010 .....   | 107        |
| Biochimie-Biologie 2010 .....   | 110        |
| Sciences appliquées 2010 .....  | 113        |
| E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet B<br>- 2010117 |            |
| Étude de cas 2010.....  | 120        |
| <b>Corrigés sujets 2011</b> .....   | <b>125</b> |
| E31 Mathématiques 2011 corrigé .....  | 125        |
| Sciences physiques 2011 .....   | 129        |
| ÉPREUVE E3 : BIOCHIMIE BIOLOGIE 2011 corrigé.....   | 132        |
| Sciences appliquées 2011 .....  | 138        |
| Étude de cas 2011 .....   | 142        |

# Règlement d'examen

## Tableau des épreuves

| Code | Épreuve  | Code   | sous-épreuves                            | Forme              | Durée | Coefficient |
|------|--|--------|--|--------------------|-------|-------------|
| E.1  | Anglais  |        |  | Écrite puis CCF    | 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 **en 2010 et CCF en 2011**
- 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 2010

**E1- ANGLAIS**

**2010**

Durée : 2 heures Coefficient: 2 *L'usage de la calculatrice est interdit. L'usage d'un dictionnaire bilingue est autorisé*

## Now food police plan to swoop on your fridge

By Mark Reynolds

Squadrons of "Food Police" are to start knocking on doors to lecture families on how to feed themselves properly.

In a move branded "Government nannying at its worst", the teams - operated by councils across the country - will be recruited to visit homes at meal times before handing out advice on diet and how to reduce waste.

Eight thousand Food Police, or Love Food Champions under their official title, will be paid up to £8.50 an hour of taxpayers' cash.

And if a pilot scheme is successful, the idea could be rolled out across the country, costing the taxpayer tens of millions of pounds.

Employed by a private contractor, the teams will advise householders on how to plan their shopping carefully so that they do not over-cater.

They will also explain the difference between "best before", "use by" and "sell by" dates, before giving out tips on home composting. Advice will be given on how to cook with leftovers and how best to use your freezer.

In addition to knocking on doors, the officials will leave a leaflet at every address they visit. The project is part of the Waste and Resources Action Programme's Love Food Hate Waste campaign, which has so far cost £4 million. Critics remain unimpressed.

Peter Ainsworth, Shadow Environment Secretary, said: "You might have thought, at a time of economic hardship, that spending public money on stating the obvious is hardly a priority. With household budgets under pressure, most people are looking to spend wisely and waste less anyway."

TaxPayers' Alliance chief executive Matthew Elliott said: "This is a prime example of excessive Government nannying and a waste of public money."

The programme claims food waste has a significant environmental impact, in terms of the carbon generated to grow, transport and package items and the cost of having to dispose of them.

It says stopping food waste could reduce the annual emission of carbon dioxide by 18 million tons the same as taking one in five cars off the roads.

The scheme is also designed to fight obesity and poor diet. In a seven-week trial, eight thousand officials will call at 24,500 homes, giving advice and recipes.

The pilot scheme, costing £30,000, may be extended nationwide if seen as a success. It will initially cover six council areas in Worcestershire and Herefordshire.

A Department of Health source said: "It's only by knocking on doors you can find out what people have for tea and offer healthy tips."

Tim Burns, from Waste Watch, the contractor responsible, said: "Food waste has a high impact on climate change and we can all do something about it."

He defended the amount of paper used in the free booklet, saying it would help to reduce waste overall.

*Daily Express*, January 26, 2009

## QUESTIONS

### I. COMPRÉHENSION (10 points)

1. Faire un compte rendu de l'article en français en mettant en évidence les idées essentielles (100 mots  $\pm$  10%).
2. Traduire en français de la ligne 28, *The scheme is also designed...*, à la ligne 30, ... *seen as a success*.

### II. EXPRESSION EN LANGUE ANGLAISE (10 points)

Answer the following questions in English.

1. Would you agree with the government interfering in your private life as far as your food diet were concerned? (60 words  $\pm$  10%)
2. Where do you think young people should learn about what is good and healthy for them? (100 words  $\pm$  10%)

Le candidat précisera le nombre de mots utilisés à la fin de chaque réponse.

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)

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 :  $(E) \quad y' + 2y = 2e^{-2t}$

où  $y$  est une fonction de la variable réelle  $t$ , définie et dérivable sur l'intervalle  $[0; +\infty[$ , et  $y'$  la fonction dérivée de  $y$ .

1. Déterminer les solutions sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  de l'équation différentielle :  $(E_0) : y' + 2y = 0$

2. Soit  $h$  la fonction définie sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  par :  $h(t) = 2te^{-2t}$ .

Démontrer que  $h$  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  $f$  de l'équation différentielle  $(E)$  qui prend la valeur 1 pour  $t = 0$ .

### B. Étude d'une fonction.

Soit la fonction  $f$  définie sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  par :  $f(t) = (1 + 2t)2e^{-2t}$ .

On désigne par  $C$  la courbe représentative de la fonction  $f$  dans un repère orthogonal.

1. Déterminer  $\lim_{t \rightarrow +\infty} f(t)$ . Que peut-on en déduire pour la courbe  $C$  ?

2. On désigne par  $f'$  la fonction dérivée de la fonction  $f$ .

a. Vérifier que pour  $t$  appartenant à l'intervalle  $[0; +\infty[$  :  $f'(t) = -4te^{-2t}$ .

b. En déduire le signe de  $f'(t)$  pour  $t$  appartenant à l'intervalle  $[0; +\infty[$  et donner le tableau de variation de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[0; +\infty[$

3. a. Compléter le tableau de valeurs donné en annexe (page 6). Arrondir à  $10^{-2}$

b. Tracer la courbe  $C$  dans le repère donné en annexe (page 6).

### C. Application de la partie B

Dans les régions de production, on peut contrôler le taux de sucre des melons avec un réfractomètre à mesure rapide.

Le taux de défaillance du réfractomètre dans l'intervalle de temps  $[0; +\infty[$  peut être modélisé par la fonction  $g$  définie sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  par :  $g(t) = 1 - f(t) = 1 - (1 + 2t)2e^{-2t}$ , où  $t$  est exprimé en heures et  $f$  est la fonction étudiée dans la partie B.

1. Dans cette question, on donnera les valeurs exactes puis les valeurs arrondies à  $10^{-2}$ .

a. Quel est le taux de défaillance du réfractomètre au bout d'une heure ?

b. Quel est le taux de défaillance du réfractomètre au bout de deux heures ?

2. Pour des raisons de fiabilité, on doit changer le réfractomètre lorsque le taux de défaillance est supérieur ou égal à 0,75.

a. Montrer que le taux de défaillance est supérieur ou égal à 0,75 lorsque  $f(t) \leq 0,25$ .

b. En utilisant la courbe représentative de la fonction  $f$  tracée en annexe (page 6), déterminer graphiquement, à  $10^{-1}$  près, la durée d'utilisation du réfractomètre. On laissera les traits de construction apparents.



## EXERCICE 2 (10 points)

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

Une usine fabrique en grande quantité des récipients cylindriques pour le laboratoire.

### A. Loi normale

Le couvercle d'un récipient est conçu pour avoir un diamètre de 60 millimètres.

Il est non défectueux lorsque son diamètre, exprimé en millimètres, appartient à l'intervalle  $[59,93 ; 60,07]$ .

On note  $X$  la variable aléatoire qui, à chaque récipient prélevé au hasard dans la production d'une journée, associe le diamètre, en millimètres, de son couvercle.

On suppose que la variable aléatoire  $X$  suit la loi normale de moyenne 60 et d'écart type 0,03.

Calculer la probabilité qu'un récipient prélevé au hasard dans la production ait un couvercle non défectueux. On arrondira à  $10^{-2}$ .

### B. Évènements indépendants

Les récipients fabriqués sont susceptibles de présenter deux défauts : un défaut au niveau de leur couvercle ou un défaut de contenance.

On prélève un récipient au hasard dans la production d'une journée.

On considère les événements suivants:  $E_1$  :

$E_1$  : « le couvercle du récipient prélevé est défectueux »;

$E_2$ : «le récipient prélevé présente un défaut de contenance ».

On suppose que les événements  $E_1$  et  $E_2$  sont indépendants. On admet que:  $P(E_1) = 0,02$  et  $P(E_2) = 0,01$ .

**Dans cette partie, on donnera les valeurs exactes des probabilités demandées.**

1. Calculer la probabilité qu'un récipient prélevé au hasard dans la production d'une journée présente les deux défauts.

2.

a. Calculer la probabilité qu'un récipient prélevé au hasard dans la production d'une journée présente au moins un des deux défauts.

b. Calculer la probabilité qu'un récipient prélevé au hasard dans la production d'une journée ne présente aucun des deux défauts.

### C. Loi binomiale et approximation d'une loi binomiale par une loi de Poisson

On prélève au hasard 50 récipients dans un stock pour vérification de leur couvercle. Le stock est assez important pour que l'on puisse assimiler ce prélèvement à un tirage avec remise de 50 récipients.

On rappelle que la probabilité qu'un récipient prélevé au hasard ait un couvercle défectueux est égale à 0.02.

On considère la variable aléatoire  $Y$  qui, à tout prélèvement de 50 récipients, associe le nombre de récipients de ce prélèvement ayant un couvercle défectueux.

1. On admet que la variable aléatoire  $Y$  suit une loi binomiale. Déterminer les paramètres de cette loi.

2. Calculer la probabilité que, dans un prélèvement, un seul récipient ait un couvercle défectueux. On arrondira à  $10^{-2}$ .

3. On considère que la loi suivie par  $Y$  peut être approchée par une loi de Poisson.

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

b. On désigne par  $Y_1$  une variable aléatoire suivant la loi de Poisson de paramètre  $\lambda$ , où 2 est la valeur obtenue au a.

En utilisant la loi suivie par  $Y_1$ , calculer la probabilité qu'au plus trois récipients d'un prélèvement aient un couvercle défectueux. On arrondira à  $10^{-2}$ .

### D. Intervalle de confiance

Dans cette partie on s'intéresse à la contenance de chaque récipient, exprimée en centimètres cubes.

On prélève au hasard et avec remise un échantillon de 50 récipients dans un lot important.

Soit  $\bar{C}$  la variable aléatoire qui, à tout échantillon de 50 récipients prélevés au hasard et avec remise dans le lot, associe la moyenne des contenances des récipients de cet échantillon.

On suppose que  $\bar{C}$  suit la loi normale de moyenne inconnue  $\mu$  et d'écart type  $\frac{\sigma}{\sqrt{50}}$  avec  $\sigma = 0,06$ .

Pour l'échantillon prélevé, la moyenne obtenue, arrondie à  $10^{-2}$ , est  $\bar{x} = 119,88$ .

Déterminer un intervalle de confiance centré sur  $\bar{x}$  de la moyenne  $\mu$  des contenances des récipients de ce lot, avec un taux de confiance supérieur ou égal à 95 %.

On arrondira à  $10^{-2}$  les bornes de cet intervalle.

Durée : 2 heures Coefficient: 3

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

Tout autre document est interdit.

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

## 1. PRESSURAGE ET TRANSFORMATION DU JUS DE RAISIN (2,25 pts)

Dans une coopérative viticole, le raisin est déversé sur un tapis roulant qui achemine les grains jusqu'au pressoir.

Au cours du pressurage, le jus s'écoule dans des cuves spéciales appelées « belons ». On laisse ensuite le jus décanter: c'est le débouillage ; en même temps, on pratique un sulfitage du moût (c'est-à-dire le jus de raisin). Le sulfitage consiste à ajouter de l'anhydride sulfureux (ou dioxyde de soufre), d'une part pour protéger le vin de l'oxydation au contact de l'oxygène de l'air et d'autre part pour faciliter la décantation. Le dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$  ajouté va donner des sulfates et de l'acide sulfurique qui vont réagir avec le dioxygène avant les autres corps.

1.1. La réaction entre l'éthanol et le dioxygène est-elle possible dans les conditions standards sachant que

$$E_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}}^0 = 1,23 \text{ V et } E_{\text{CH}_3\text{CHO}/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}^0 = 0,12 \text{ V? Justifier.}$$

1.2. Écrire la demi-équation d'oxydation en milieu acide pour le couple  $\text{CH}_3\text{CHO}/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ .

1.3. Écrire la demi-équation de réduction en milieu acide pour le couple  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$

1.4. Écrire l'équation-bilan de la réaction d'oxydoréduction entre l'éthanol et le dioxygène.

1.5. Donner le nom de la fonction et le nom du composé organique résultant de l'oxydation de l'éthanol.

## 2. POMPAGE DU MOÛT (4,25 points)

On soutire ensuite le moût par pompage. Les "bourbes" et l'écume restent au fond du belon. Le moût est aspiré par une pompe, de débit volumique  $Q_v = 5,56 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ , dans une canalisation de diamètre  $D_A = 8,0 \text{ cm}$ , pour être déversé dans une cuve en inox.

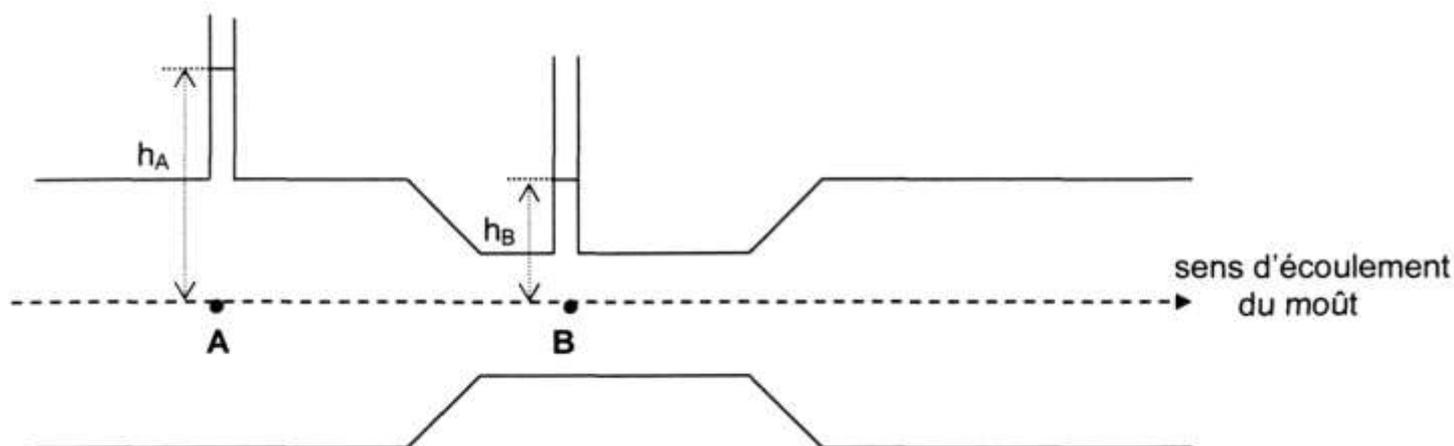
2.1. Calculer le temps nécessaire pour pomper  $V = 100 \text{ m}^3$  de moût. L'exprimer en heures.

2.2. Calculer la vitesse,  $v$  en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , d'écoulement du moût dans les canalisations.

Pour déterminer la valeur du débit volumique  $Q_v$  on a utilisé un tube de Venturi.

La canalisation subit donc un étranglement en B : son diamètre est  $D_B = 6,0 \text{ cm}$ .

La différence de pression entre les points A et B est mesurée par deux colonnes verticales.



2.3. Comparer les vitesses d'écoulement  $v_A$  et  $v_B$  en A et en B. Justifier.

De cette variation de vitesse résulte une variation de pression dont on peut déterminer l'expression en appliquant la relation de Bernoulli. On obtient :

$$\Delta P = P_A - P_B = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \hat{h} \left( \frac{1}{S_B^2} - \frac{1}{S_A^2} \right) Q_v^2$$

où  $S_A$  et  $S_B$  sont les sections de la canalisation en A et en B.

2.4. Calculer  $\Delta P$ .

2.5. Admettant que  $\Delta P = \rho \hat{h} \Delta h$ , calculer la différence de hauteur de moût dans les colonnes  $\Delta h = h_A - h_B$ .

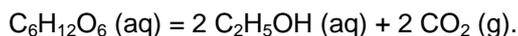
Données

- Surface d'un disque de rayon R :  $S = \pi \cdot R^2$
- Masse volumique du moût :  $\rho = 1,1 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- Intensité de la pesanteur:  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

### 3. FERMENTATION (thermochimie et chimie organique) (9,5 pts)

Le moût est stocké dans des cuves en inox ou émail thermo-régulées, pour subir la fermentation alcoolique. Elle dure 3 semaines à un mois environ ; le sucre se transforme en alcool grâce à l'action des levures ; cette réaction s'accompagne d'un dégagement de dioxyde de carbone. La température doit être comprise entre 25°C et 30°C, au-delà de 50°C les levures sont détruites et la fermentation stoppe, c'est pour cette raison que les cuves sont thermorégulées. Les levures produisent aussi des composés secondaires: alcools supérieurs, acide succinique, etc. On pratique dans certains cas, en particulier les années de forte acidité des moûts, la fermentation malolactique. Elle peut être spontanée ou provoquée. Il s'agit d'une transformation de l'acide malique en acide lactique, sous l'action de bactéries spécifiques. L'aspect acide du vin est éliminé.

La réaction de fermentation est la transformation du glucose en éthanol avec formation de dioxyde de carbone selon l'équation :



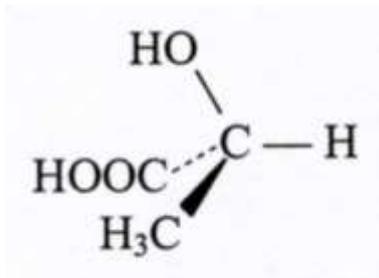
**Données :** Tableau de valeurs numériques à 298 K

| Composé                             | $\Delta_f \hat{H}_{298}^0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ | $S_{298}^0 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
|-------------------------------------|---|---|
| $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ | -1260   | 289,5   |
| $\text{CO}_2$                       | -393,5  | 213,6   |
| $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$     | -277,6  | 160,7   |

Constante des gaz parfaits:  $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Masses molaires atomiques en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  : H: 1 ; C: 12; O: 16

- Déterminer la variation d'enthalpie standard molaire  $\Delta_R H_{298}^0$  de la réaction de fermentation à 298 K. Conclure. Justifier le choix de cuve thermorégulée.
- Déterminer la variation d'entropie standard molaire  $\Delta_R S_{298}^0$  de la réaction de fermentation à 298 K. Le signe était-il prévisible ? Justifier.
- Déterminer la variation d'enthalpie libre standard molaire  $\Delta_R G_{298}^0$  de la réaction de fermentation à 298 K. Conclure.
- Calculer la constante d'équilibre K de cette fermentation à la température de 298 K. La réaction est-elle totale ? Justifier.
- Indiquer sur le document réponse (à la fin du sujet) en les entourant le nom de chaque fonction organique du glucose, en précisant la classe des fonctions pour les alcools.
- Représenter par un astérisque sur le document réponse (à la fin du sujet) les carbones asymétriques du glucose.
- Lors de la fermentation malolactique, l'acide malique  $\text{HOOC-CHOH-CH}_2\text{-COOH}$  est transformé en acide lactique  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$  avec dégagement de dioxyde de carbone.
  - Écrire l'équation de cette réaction.
  - Donner le nom de l'acide malique et de l'acide lactique en nomenclature systématique.
  - La molécule d'acide lactique  $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$  est représentée sur le schéma ci-dessous. Indiquer en justifiant votre réponse s'il s'agit de l'isomère R ou S.



3.7.4. Effectuer une représentation de l'acide malique en projection de Newman suivant l'axe C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>.

## 4. CONTRÔLE DE LA TENEUR EN ÉTHANOL (4 points)

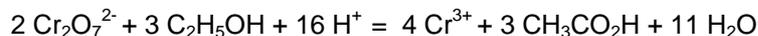
Données

Masses molaires atomiques:  $M_C = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$        $M_O = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$        $M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Masse volumique de l'éthanol à 25°C:  $\rho_{\text{éthanol}} = 790 \text{ kg.m}^{-3}$

Couleur des ions chrome III (Cr) : verte

Au cours de la fermentation on vérifie le degré alcoolique d (c'est le pourcentage volumique d'éthanol dans le vin) qui doit être compris entre 10% et 12% en fin de fermentation, c'est-à-dire 10 et 12 mL d'éthanol pur dans 100 mL de vin. Pour cela on réalise un dosage rédox de l'éthanol par les ions dichromate  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . L'équation de la réaction supposée totale est:



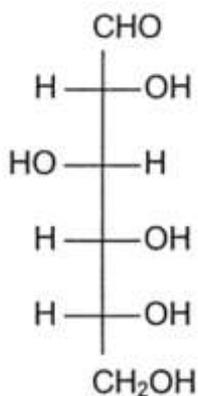
Afin de mieux repérer l'équivalence (car c'est un vin blanc), on place le vin dans la burette et, dans un erlenmeyer, un volume  $V_1 = 100 \text{ mL}$  de solution acidifiée de dichromate de potassium ( $2 \text{K}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) de couleur orange et de concentration  $C_1 = 0,100 \text{ mol. L}^{-1}$ .

On y verse à la burette un volume de vin  $V_E = 8,30 \text{ mL}$ ; la solution prend alors une couleur verte.

- 4.1. Expliquer pourquoi la solution de dichromate de potassium est acidifiée.
- 4.2. Déterminer la quantité de matière en éthanol  $n_{\text{éthanol}}$  contenu dans le volume  $V_E$  de vin versé.
- 4.3. En déduire la masse d'éthanol  $m_{\text{éthanol}}$  contenue dans le volume  $V_E$  de vin.
- 4.4. Calculer le volume d'éthanol  $V_{\text{éthanol}}$  contenu dans le volume  $V_E$  de vin.
- 4.5. Déterminer le degré alcoolique du vin. Conclure sur « l'état de fermentation ».

## Document réponse à rendre avec la copie

Questions 3.5 et 3.6



Durée : 4 heures

Coefficient : 5

Calculatrice autorisée

## ÉTUDE DE LA CRÈME GLACÉE

Le marché de la crème glacée continue de se développer depuis plusieurs années, en dépit de la forte concurrence. Les industriels se livrent par conséquent à une compétition importante, notamment en lançant de nouveaux produits. Les consommateurs recherchent à la fois des produits séduisants sur le plan hédonique, mais également des produits de qualité à coût modéré. Les laboratoires des industriels sont donc très sollicités, et la surveillance et le contrôle des produits constituent une part importante de leur activité.

### PARTIE BIOCHIMIE (40 points)

Le contrôle des matières premières et du produit fini implique la réalisation de différents dosages.

#### 1. ÉTUDE DES LIPIDES DU LAIT

Le tableau ci-dessous indique le pourcentage pondéral en acides gras de la crème du lait :

| Nature de l'acide gras                      | % pondéral |
|---|------------|
| C <sub>4:0</sub>                            | 3          |
| C <sub>6:0</sub>                            | 2          |
| C <sub>8:0</sub>                            | 1          |
| C <sub>10:0</sub>                           | 3          |
| C <sub>12:0</sub>                           | 3          |
| C <sub>14:0</sub>                           | 9          |
| C <sub>16:0</sub>                           | 24         |
| C <sub>18:0</sub>                           | 23         |
| C <sub>14:1</sub>                           | 1          |
| C <sub>16:1</sub> Δ <sup>9</sup>            | 2,9        |
| C <sub>18:1</sub> Δ <sup>9</sup>            | 20,5       |
| C <sub>18:2</sub> Δ <sup>9,12</sup>         | 1,1        |
| C <sub>18:3</sub> Δ <sup>9, 12, 15</sup>    | 0,8        |
| C <sub>18:4</sub> Δ <sup>5, 8, 11, 14</sup> | 0,4        |

- 1.1. Donner le nom usuel et la formule semi-développée des composés affichés dans les cases mises en évidence.
- 1.2. Parmi ceux-ci, les deux composés en C18 sont les précurseurs des deux grandes familles d'acides gras appelées ω3 et ω6. Justifier cette appellation.
- 1.3. Les lipides du lait sont présents sous forme de globules graisseux dont la structure est donnée en annexe 1.
  - 1.3.1. Citer la propriété commune à ces protéines et phospholipides placés en surface des globules.
  - 1.3.2. En déduire pourquoi ces protéines et phospholipides sont placés en surface du globule.
- 1.4. Dans un globule graisseux, l'état physique des triglycérides dépend de la nature des acides gras qui les constituent. Indiquer les deux paramètres qui modifient la température de fusion d'un acide gras et préciser leur incidence.
- 1.5. Citer un acide gras solide à température ambiante et un acide gras liquide à cette même température.

#### 2. DOSAGE ENZYMATIQUE DU CHOLESTÉROL DE LA CRÈME GLACÉE

##### 2.1. Préparation de l'échantillon

Dans un ballon de saponification, sont introduits :

- 51,234 g de crème glacée,
- 20 mL de potasse méthanolique,
- 10 mL de propan-2-ol,
- environ 1 g de sable.

La solution obtenue est ensuite chauffée à reflux pendant 30 min.

Indiquer le rôle de cette opération sur les esters de cholestéyle.

## 2.2. Préparation du dosage

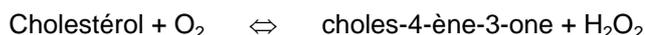
Après refroidissement, la solution est transvasée quantitativement dans une fiole jaugée de 100 mL ajustée au trait de jauge au moyen de propan-2-ol.

Après mélange puis filtration, une "solution limpide" est obtenue. Celle-ci est utilisée pour le test. La composition du coffret est la suivante :

| Réactifs :          | composition   |
|---------------------|---|
|                     | Tampon phosphate d'ammonium à 0,5 mol/L, pH 7,0     |
| Solution de travail | Méthanol 1,6 mol/L                                  |
|                     | Catalase 23,66 mkat/L                               |
|                     | Acétylacétone (pentane-2,4 dione) 0,02 mol/L        |
|                     | Stabilisateurs                                      |
| Réactif déclenchant | Suspension de cholestérol-oxydase à 250 $\mu$ kat/L |

Justifier l'emploi d'une solution tampon.

## 2.3. Équations du dosage



Indiquer pour les 2 premières réactions le nom des enzymes nécessaires et préciser pour chacune d'elle la classe à laquelle elle appartient.

## 2.4. Mode opératoire et expression des résultats

Les cuves sont préparées comme indiqué dans le tableau ci-dessous:

|                                | Témoin | Essai |
|--------------------------------|--------|-------|
| Solution de travail (mL)       | 2,00   | 2,00  |
| Propan-2-ol ( $\mu$ L)         | 150    |       |
| "Solution limpide" ( $\mu$ L)  |        | 150   |
| Bien mélanger.                 |        |       |
| Réactif déclenchant ( $\mu$ L) | 20     | 20    |

Après homogénéisation, les cuves sont incubées environ 60 min au bain thermostaté entre 37 et 40°C.

Après refroidissement, l'absorbance de l'essai est lue à 405 nm contre le témoin.

2.4.1. Calculer l'activité en nkat de la cholestérol oxydase dans la cuve de mesure.

2.4.2. Déterminer la concentration molaire en cholestérol de la "solution limpide" sachant que la variation d'absorbance de l'échantillon contre le témoin  $\Delta A = 0,609$ .

2.4.3. En déduire la masse de cholestérol pour 100 g de crème glacée.

### Données

$$\epsilon_{\text{lutidine}} \text{ à } 405 \text{ nm} = 741 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{cholestérol}} = 386,73 \text{ g/mol}$$

$$\text{Trajet optique de la cuve} = 1 \text{ cm}$$

### 3. IMPORTANCE ÉNERGÉTIQUE

- 3.1. La dégradation de l'acide palmitique (C<sub>16:0</sub>) est étudiée dans des conditions d'aérobiose. Cette dégradation débute par une étape d'activation. Écrire l'équation correspondante.
- 3.2. Rappeler le rôle de la L-carnitine dans la dégradation des acides gras.
- 3.3. À l'aide de l'annexe 2, écrire les étapes 1 à 4 du premier tour de la β-oxydation pour l'acide palmitique.
- 3.4. En déduire l'équation bilan de la transformation du palmitoyl coenzyme A (16 carbones) en myristoyl coenzyme A (14 carbones).
- 3.5. Calculer le nombre de cycles de β-oxydation nécessaires pour obtenir la dégradation totale de l'acide palmitique en acétyl CoA. En déduire le bilan de la dégradation totale de l'acide palmitique en acétyl Coenzyme A.
- 3.6. Conclure succinctement sur l'importance énergétique de l'acide palmitique.

## PARTIE MICROBIOLOGIE (40 points)

Constituée d'une base nutritive riche, la crème glacée est un milieu de développement facile pour les microorganismes en cas de contamination microbienne. Il convient donc d'assurer un contrôle rigoureux des conditions de production, et notamment de s'assurer de l'absence de contaminants bactériens pathogènes, tels que *Listeria monocytogenes*.

Le genre *Listeria* rassemble des bacilles Gram +, mobiles à 22°C grâce à une ciliature péritriche, catalase +, oxydase -.

*Listeria monocytogenes* est l'espèce pathogène chez l'homme provoquant des avortements chez la femme enceinte, des méningites gravissimes chez l'immunodéprimé ou le nourrisson.

### 1. STRUCTURE DES BACTÉRIES

- 1.1. À l'aide de la description ci-dessus, réaliser un schéma annoté d'une coupe de cette bactérie telle qu'elle serait observée en microscopie électronique à transmission.
- 1.2. Présenter la structure du peptidoglycane, composant principal de la paroi de *Listeria monocytogenes*. Aucune formule chimique détaillée n'est demandée.
- 1.3. Les flagelles sont le support de déterminants antigéniques permettant de réaliser une identification immunologique de la bactérie.
  - 1.3.1. Indiquer la nature biochimique des flagelles bactériens.
  - 1.3.2. Décrire succinctement le principe de la technique utilisée pour cette détermination.

### 2. CARACTÉRISTIQUES CULTURALES

- 2.1. Des milieux de culture synthétiques peuvent être utilisés pour étudier les exigences de *Listeria monocytogenes*. Indiquer la différence entre un milieu de culture synthétique et empirique.
- 2.2. *Listeria monocytogenes* a été mise en culture dans divers milieux de composition définie étuvés à 37°C. La composition et les résultats obtenus sont fournis en annexe 3.
  - 2.2.1. Indiquer quelle est la principale source de carbone dans le milieu D. Sachant qu'en son absence il n'y aurait pas de culture de *Listeria monocytogenes*, en déduire le type trophique de cette bactérie vis-à-vis du carbone. Justifier la réponse.
  - 2.2.2. Analyser et interpréter l'ensemble des résultats expérimentaux proposés en annexe 3. Qualifier *Listeria monocytogenes* par rapport à l'exigence ainsi mise en évidence. Justifier la réponse.
- 2.3. Le dénombrement de *Listeria monocytogenes* de la crème glacée commence par une étape d'isolement sélectif sur milieu PALCAM dont les constituants principaux sont donnés dans l'annexe 4.  
*Listeria monocytogenes* est une bactérie mannitol-, esculinase +.  
À l'aide de l'annexe 4, indiquer l'aspect des colonies suspectes en justifiant avec précisions la réponse.

### 3. POUVOIR PATHOGÈNE

La survenue d'une toxi-infection à *Listeria monocytogenes* dépend de plusieurs facteurs : virulence particulière de certaines souches, contamination par un inoculum massif, état immunitaire de l'hôte.

- 3.1. Définir le terme « toxi-infection ».
- 3.2. L'infection débute par l'adhésion de la bactérie aux cellules épithéliales intestinales. La bactérie pénètre alors dans la cellule intestinale, s'y multiplie, passe dans le sang pour atteindre le système nerveux central



provoquant encéphalite et méningite. Citer deux structures bactériennes pouvant être responsables de l'adhésion.

3.3. Les personnes atteintes de listériose sont le plus souvent traitées par une association de pénicilline G et de gentamycine, antibiotiques permettant une bactéricidie.

3.3.1. Définir le terme « antibiotique ».

3.3.2. Expliquer l'effet bactéricide de la pénicilline.

## 4. CROISSANCE

4.1. L'annexe 5 montre la croissance de la bactérie dans un lait artificiellement contaminé à 4°C.

4.1.1 Commenter et analyser les différentes phases de cette courbe.

4.1.2. Définir et déterminer graphiquement le taux de croissance népérien.

4.1.3. En déduire le temps de génération après l'avoir défini.

4.1.4. En tenant compte du temps de génération trouvé à 4°C et en utilisant les données de l'annexe 6, qualifier cette bactérie et justifier la réponse.

4.2. Envisager les conséquences pour la restauration collective en liaison froide.

## PARTIE TOXICOLOGIE (20 points)

La DGCCRF (Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes) a mis en place un plan de surveillance de la contamination des fruits secs et des fruits à coques par les aflatoxines. Les résultats des analyses effectuées montrent que les pistaches sont les plus fréquemment et les plus fortement contaminées. Or ces fruits peuvent représenter un constituant important pour certaines crèmes glacées.

Pour établir le dossier toxicologique, une étude de toxicité a été réalisée sur un panel de rats.

### 1. MÉTABOLISATION

Les aflatoxines sont métabolisées par diverses enzymes microsomiales et sont éliminées sous forme de glucurono- et sulfo-conjugués par voie urinaire ou biliaire.

1.1. Décrire succinctement les deux étapes qui constituent la voie microsomiale.

1.2. Lors de la métabolisation des aflatoxines, certains dérivés époxydés hautement réactifs peuvent apparaître. Nommer ce phénomène et l'expliquer brièvement.

1.3. Fortement électrophiles, les aflatoxines époxydes réagissent avec les groupements nucléophiles de l'ADN en s'intercalant entre les bases.

Définir la mutagenèse et expliquer pourquoi ce type de toxicité est suspecté.

### 2. CARACTÉRISATION DES DANGERS

L'aflatoxine la plus dangereuse est l'aflatoxine B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>).

La DSE (DSENO ou NOAEL) est établie chez le rat à 0,61 µg.kg<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>

2.1. Définir la DSE.

2.2. Étant donné le type de toxicité de l'AFB<sub>1</sub>, le Comité Supérieur d'Hygiène Publique de France considère qu'il n'existe pas de seuil en-dessous duquel le risque toxique n'existe pas.

Une DJT de 0,15 ng.kg<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> a cependant été établie.

Définir la DJT et expliquer en quoi elle diffère de la DJA.

2.3. Calculer la concentration plasmatique chez un homme qui absorbe l'équivalent de la DJT.

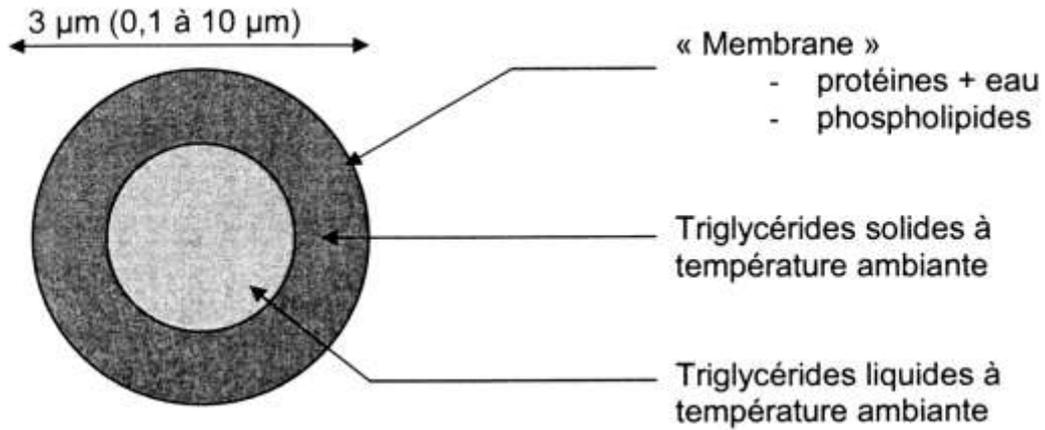
#### Données

- l'absorption intestinale est totale et l'on ne tient pas compte de la métabolisation hépatique;
- le plasma représente 3 % de la masse corporelle, sa masse volumique est de 1,1 kg.L<sup>-1</sup>;
- toute l'aflatoxine transite par le compartiment plasmatique.

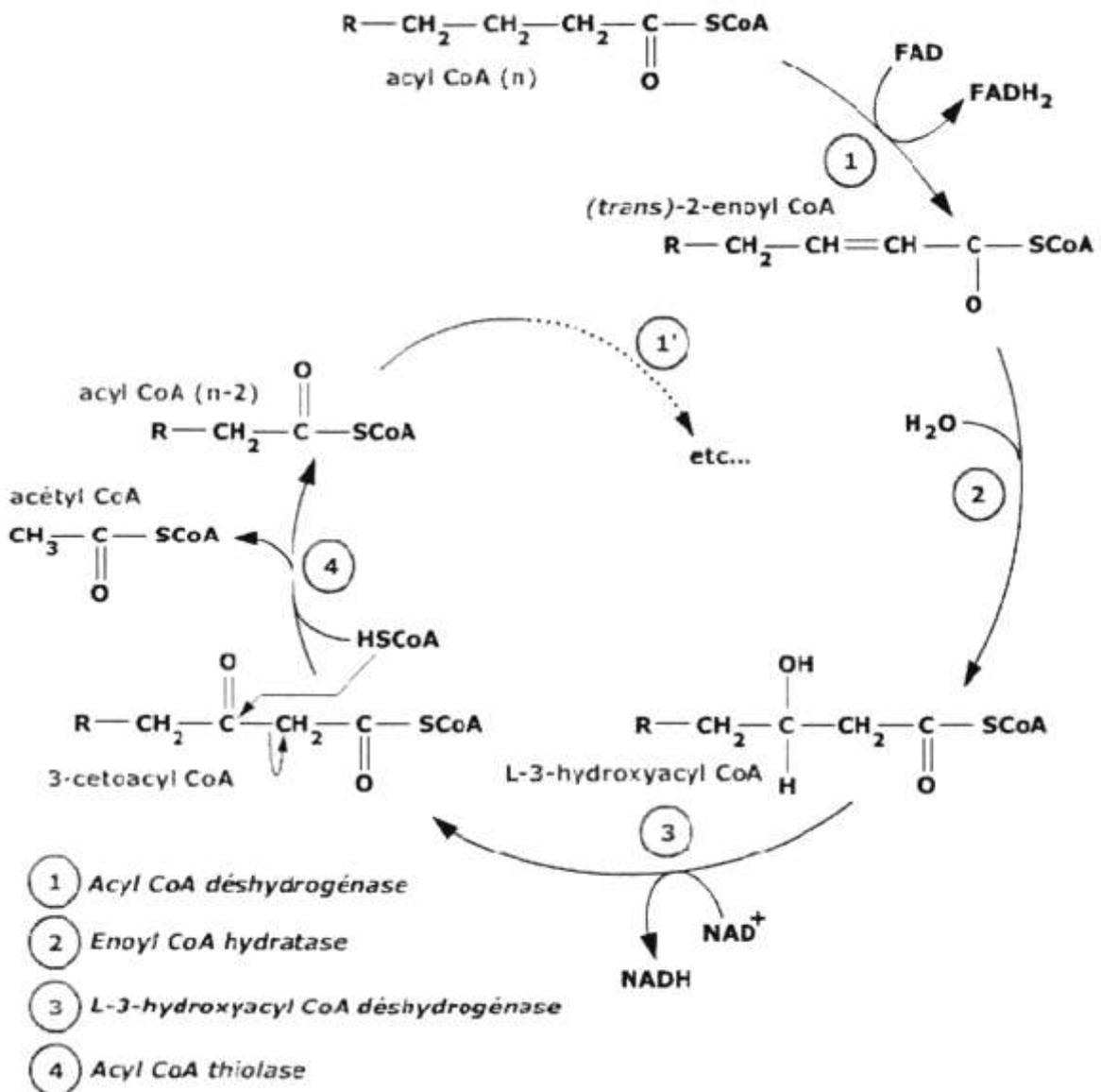
2.4. La consommation moyenne de pistaches est estimée à 10 g par jour et la masse corporelle moyenne à 60 kg.

Définir la limite maximale de résidus (LMR) et la calculer dans ce cas.

# ANNEXE 1 : STRUCTURE D'UN GLOBULE GRAISSEUX



# ANNEXE 2 : Schéma de la bêtaoxydation



## ANNEXE 3 : ÉTUDE DE LA CULTURE DE *LISTERIA* DANS DIVERS MILIEUX

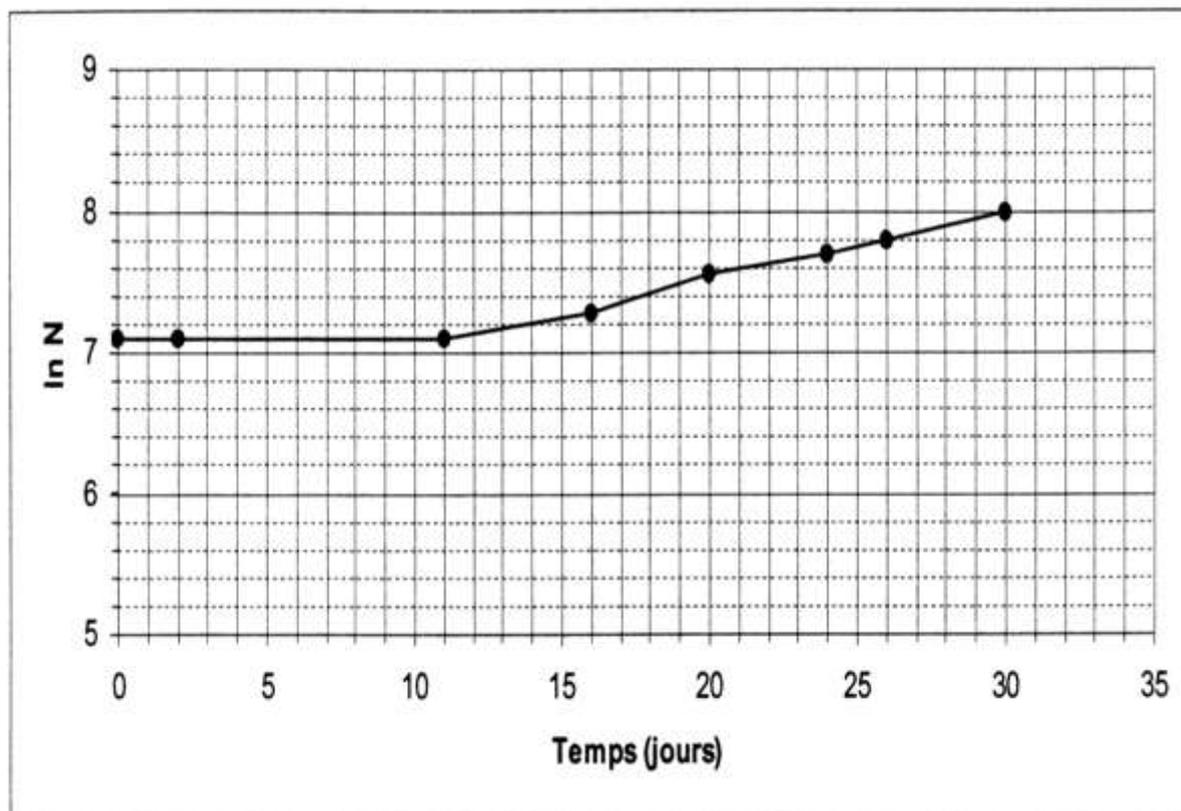
|                              | Milieu A  | Milieu B  | Milieu C   | Milieu D   |
|------------------------------|---|---|--|--|
| <b>Composition du milieu</b> | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> : 6,6 g<br>Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> : 31 g<br>MgSO <sub>4</sub> : 0,4 g<br>Citrate de Fer III : 0,1 g<br>Glucose: 10 g<br>Eau désionisée: 1 L | KHyPO <sub>4</sub> : 6,6 g<br>Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> : 31 g<br>MgSO <sub>4</sub> : 0,4 g<br>Citrate de Fer III : 0,1g<br>Glucose: 10 g<br>Leucine: 0,1 g<br>Isoleucine: 0,1 g<br>Valine: 0,1 g<br>Méthionine: 0,19<br>Arginine : 0,1 g<br>Cystéine: 0,1 g<br>Glutamine : 0,6 g<br>Eau désionisée: 1 L | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> : 6,6 g<br>Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> : 31 g<br>MgSO <sub>4</sub> : 0,4 g<br>Citrate de Fer III : 0,1g<br>Glucose: 10 g<br>Riboflavine: 0,5 mg<br>Thiamine : 1 mg<br>Biotine: 0,5 mg<br>Eau désionisée : 1 L | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> : 6,6 g<br>Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> : 31 g<br>MgSO <sub>4</sub> : 0,4 g<br>Citrate de Fer III : 0,1g<br>Glucose: 10 g<br>Leucine: 0,1 g<br>Isoleucine: 0,1 g<br>Valine: 0,1 g<br>Méthionine : 0,1 g<br>Arginine : 0,1 g<br>Cystéine: 0,1 g<br>Glutamine : 0,6 g<br>Riboflavine: 0,5 mg<br>Thiamine : 1 mg<br>Biotine : 0,5 mg<br>Eau désionisée: 1 L |
| <b>Culture</b>               | -   | -   | -  | +  |

- : absence de culture + : présence de culture

## ANNEXE 4 : COMPOSITION DU MILIEU PALCAM

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| Mélange de peptones        | Esculine            |
| Amidon de maïs             | Rouge de phénol     |
| Mannitol                   | Chlorure de sodium  |
| Citrate de fer III         | Chlorure de lithium |
| Chlorhydrate d'acriflavine | Agar                |
| Sulfate de polymyxine B    |                     |

## ANNEXE 5 : ÉTUDE DE LA CROISSANCE DE *LISTERIA* DANS UN LAIT À 4°C



## ANNEXE 6 : TEMPS DE GÉNÉRATION DE *LISTERIA* DANS LE LAIT À DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES

|                         |                               |      |     |     |     |     |
|-------------------------|-------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|
| Temps de génération (j) | (valeur déterminée en 4.1.3.) | 13,1 | 5,8 | 1,9 | 0,7 | 5,8 |
| Température (°C)        | 4                             | 8    | 13  | 21  | 37  | 40  |

Durée: 4 heures Coefficient : 5

Calculatrice autorisée

## ÉTUDE DE DEUX VARIÉTÉS DE BISCUITS

Les procédés de fabrication industrielle sont souvent établis à partir de recettes traditionnelles, permettant ainsi d'obtenir des produits aux qualités proches de celles du produit artisanal. Il est également possible, par adjonction ou suppression de certains constituants, d'obtenir des produits aptes à répondre à des demandes spécifiques, notamment liées à des problèmes diététiques.

### SCIENCES DES ALIMENTS (50 points)

#### 1. FABRICATION D'UN BISCUIT AUX GRAINES DE SÉSAME (22 points)

La composition et la fabrication industrielle du biscuit, ainsi que quelques caractéristiques des matières premières, sont présentées en annexes 1, 2, et 3.

##### 1.1. L'oeuf, une matière première.

1.1.1 Dans la recette artisanale des oeufs frais entiers sont utilisés. Les jaunes sont séparés des blancs et mélangés aux matières grasses et au sucre. Les blancs sont battus en neige et incorporés doucement en fin de fabrication.

1.1.1.1. Préciser les rôles des jaunes d'oeuf dans ce genre d'aliment.

1.1.1.2. Citer une propriété technologique spécifique des blancs. Justifier leur incorporation dans le biscuit, et les conditions de leur incorporation.

1.1.1.3. Analyser les risques liés à l'utilisation des oeufs frais :

- de manière générale,
- dans le cas étudié.

1.1.2 Dans l'adaptation industrielle de la recette, les oeufs frais ont été remplacés par des dérivés d'oeuf (annexe 2).

1.1.2.1. Donner le nom de cette catégorie de produits et la définir.

1.1.2.2. Ce procédé utilise de la poudre d'oeuf. Préciser sous quelle autre forme l'oeuf peut entrer dans la fabrication des biscuits.

1.1.2.3. Citer les avantages de ce choix.

##### 1.2. Fabrication industrielle et conditionnement

La farine de blé est ajoutée après homogénéisation des autres ingrédients principaux.

1.2.1. Les farines sont classées en taux d'extraction et type. Expliciter ces deux termes à l'aide du tableau 2 de l'annexe 3. Préciser, en les justifiant, les applications boulangères des farines de type 55 et 150.

1.2.2. Le pétrissage entraîne une transformation de la pâte particulièrement importante dans la fabrication de ce biscuit. Décrire cette transformation.

1.2.3. Le produit est conditionné sous emballage hermétique. Justifier le conditionnement choisi.

##### 1.3. Aspect nutritionnel

Cette préparation est enrichie avec de l'huile de germe de blé et du germe de blé.

Justifier l'intérêt de cet apport supplémentaire à l'aide des tableaux 1 et 2 présentés en annexe 3.

## **2. PRÉPARATION SPÉCIFIQUE D'UN BISCUIT EXEMPT DE GLIADINE: COOKIES PÉPITES CHOCOLAT (28 points)**

Le tableau 1 de l'annexe 4 présente la composition d'un biscuit adapté à des personnes présentant des sensibilités alimentaires spécifiques. Les gliadines du blé sont immunogènes chez des sujets génétiquement prédisposés et peuvent conduire à la maladie coeliaque.

### 2.1. Les gliadines

2.1.1. Citer les différentes parties qui composent une graine de céréale. Indiquer la partie la plus riche en gliadines.

2.1.2. Donner la nature biochimique des gliadines. Citer les autres molécules de même nature auxquelles elles sont associées.

Donner leur rôle dans la fabrication du biscuit aux graines de sésame, en citant leurs propriétés.

2.1.3. En utilisant le tableau 2 de l'annexe 4, expliquer pourquoi les cookies au chocolat sont adaptés aux personnes prédisposées à la maladie coeliaque.

2.1.4. Déduire de l'ensemble des données précédentes une caractéristique de composition des farines de maïs, riz et manioc.

### 2.2. Les matières grasses

2.2.1. Les Cookies Pépites chocolat contiennent de l'huile de palmiste, qualifiée «d'huile concrète ». Définir ce terme. Donner un autre exemple de ce type de corps gras.

2.2.2. La liste des ingrédients du biscuit au sésame comporte des « huiles végétales partiellement hydrogénées ».

Présenter le procédé d'hydrogénation des corps gras. Indiquer les conséquences biochimiques et technologiques de ce traitement.

2.2.3. Comparer les matières grasses utilisées dans chacun des deux biscuits, en précisant leurs avantages et inconvénients.

### 2.3. Composition et intérêt nutritionnel

2.3.1. Citer les ingrédients des « Cookies Pépites chocolat » qui n'ont pas d'intérêt nutritionnel.

2.3.2. Définir et comparer les termes « additif alimentaire » et « auxiliaire de fabrication ».

2.3.3. La préparation de Cookies ne contient pas d'oeuf ou de dérivés d'oeuf. Citer un constituant permettant de stabiliser le mélange au cours de la fabrication. Préciser sa nature chimique, son origine et son rôle.

### 2.4. Mentions

2.4.1. Définir le terme « Allégation nutritionnelle ».

2.4.2. Relever un exemple d'allégation nutritionnelle dans l'étiquetage de chacun des deux biscuits étudiés.

2.4.3. Justifier la présence du tableau 2 de l'annexe 4 sur l'emballage des cookies.

2.4.4. Indiquer l'intérêt de la mention figurant au bas du tableau 2 : « Fabriqué dans un atelier où n'entrent pas: blé, fruits à coques, poisson, crustacés, céleri, moutarde, lupin, sulfites. ».

## **GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)**

### **HUILE DE GERME DE BLÉ**

L'huile de germe de blé, riche en vitamine E, est employée entre autre comme additif ou complément alimentaire. Les formes de présentation sont variées : capsules, émulsions... Les germes de blé sont d'abord séchés puis pressés. L'huile obtenue est ensuite filtrée.

#### **1. SÉCHAGE DES GERMES DE BLÉ (20 points)**

L'objectif est d'obtenir un produit ayant une teneur en eau maximale de 7%.

Le séchoir à air chaud utilisé est alimenté avec les germes de blé ayant une teneur en eau de 20%. La température de l'air de séchage est de 60°C et la capacité évaporatoire de 50 kg.h<sup>-1</sup>.

1.1. Calculer le débit maximum d'alimentation du séchoir en germes de blé.

1.2. L'air extérieur dont l'humidité relative est de 60% et la température de 20°C est aspiré et chauffé à 60°C. En sortie de séchoir, l'air a une humidité relative de 30% et une température de 40°C.

1.2.1. Placer les points correspondants à l'air ambiant (A), l'air de séchage (B) et l'air en sortie de séchoir (C) sur le diagramme enthalpique de l'air humide ci-joint (annexe A).

1.2.2. Déterminer la teneur en eau de l'air ambiant et de l'air sortant du séchoir en kg d'eau par kg d'air sec.

1.2.3. Calculer le débit d'air, exprimé en tonnes par heure, alimentant le séchoir. Le débit de l'air humide sera considéré comme égal au débit d'air sec.

1.3. Sachant que la chaleur spécifique de l'air est de  $1004 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , calculer la consommation énergétique spécifique (en kJ par kg d'eau évaporée).

## 2. EXTRACTION ET FILTRATION DE L'HUILE DE GERME DE BLÉ (20 points)

2.1. Les germes de blé séchés alimentent une presse à vis en continu à un débit de  $300 \text{ kg.h}^{-1}$ . Les germes de blé contiennent 9% d'huile et le rendement d'extraction est de 95%.

Calculer le débit d'huile obtenu.

2.2. L'huile obtenue est filtrée sur un filtre à plateaux horizontaux. Compléter les légendes (1 à 6) du schéma de l'annexe B. Indiquer les différents flux.

2.3. Le filtre utilisé est constitué de 10 plateaux dont le diamètre externe mesure 60 cm et le diamètre interne 15 cm. La teneur en sédiments de l'huile est de  $5 \text{ g.L}^{-1}$ . Du Gühr est ajouté au produit à raison de  $20 \text{ g.L}^{-1}$ . La résistance du gâteau est de  $2.10^{11} \text{ m.kg}^{-1}$  et la viscosité de l'huile est de  $11 \text{ mPa.s}$ . La filtration est réalisée à débit constant égal à  $500 \text{ L.h}^{-1}$ .

Sachant que la perte de charge maximum pouvant être atteinte est de 5 bars, et à partir des données présentées ci-dessous (après la question 2.5.), établir l'expression du volume de filtrat d'huile. Calculer ce volume.

2.4. Expliquer le rôle du Gühr ajouté au produit lors de la filtration.

2.5. Expliquer comment la mesure de la résistance du gâteau peut être effectuée.

Données

Filtration à débit constant:

$$\Delta P = \frac{r \hat{E} \hat{C} \hat{Q}^2}{A^2} \hat{E}$$

Filtration à perte de charge constante

$$\frac{t}{V} = \frac{r \hat{E} \hat{C} \hat{E}}{2 A^2 \hat{\Delta} P}$$

$\Delta P$  perte de charge

1 bar  $10^5 \text{ Pa}$

r résistance du gâteau

$\eta$  viscosité du filtrat

C concentration totale en sédiments

Q débit du filtrat

A surface filtrante

t temps

V volume de filtrat

## 3. PRÉPARATION D'UNE ÉMULSION À BASE D'HUILE DE GERME DE BLÉ (10 pts)

Une émulsion d'huile de germe de blé de type L/H (Lipophile/Hydrophile) est préparée.

Sa composition est la suivante:

- Mélange actif (mélange de tensio-actifs) ..... 8%
- Huile de germe de blé ..... 20%
- Eau ..... 72%

L'entreprise dispose de deux tensio-actifs: du Tween 80 de HLB (*Hydrophilic Lipophilic Balance*) 14,9 et du monostéarate de polyéthylène glycol de HLB 11,6.

3.1. Le HLB requis de l'huile de germe de blé est de 12,5. Donner la composition centésimale du mélange actif utilisé pour stabiliser l'émulsion.

3.2. En déduire la composition (% de chaque élément) de l'émulsion.

## ANNEXE 1 :

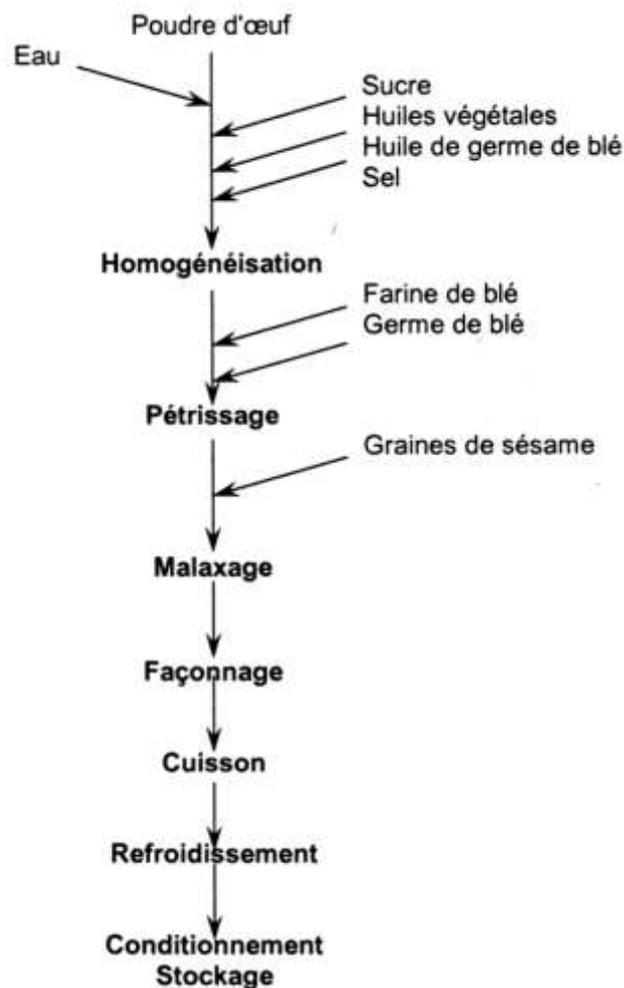
### DIÉTÉTIQUE ET VITALITÉ

#### BISCUITS AU SÉSAME

Riche en germe de blé

|   |   |
|---|---|
| <u>Ingrédients</u>                        | Farine de blé, oeufs en poudre, sucre de canne roux, huiles végétales partiellement hydrogénées, huile de germe de blé, germe de blé (9%), graines de sésame, sel marin<br><i>(Traces éventuelles de fruits à coques)</i> |
| <u>Poids net</u>                          | 200 g   |
| <u>À consommer de préférence avant le</u> | 09/12/2010  |
| Fabriqué en France                        |   |

## ANNEXE 2 : FABRICATION INDUSTRIELLE DES BISCUITS AUX GRAINES DE SÉSAME





## ANNEXE 3

**TABLEAU 1: TENEUR EN VITAMINES LIPOSOLUBLES DE DIFFÉRENTES MATIÈRES GRASSES**

| Corps gras (pour 100 g) | Vitamines                     |           | Provitamine A   | Vitamine E                           |
|-------------------------|-------------------------------|-----------|---|--------------------------------------|
|                         | D (µg)                        | A (mg)    | (mg)  | Tocophérols (mg)                     |
| Beurre                  | 0,3 à 0,25                    | 0,5 à 0,7 | 0,3 à 0,5   | 2 à 3                                |
| Margarines              | Absence ou addition autorisée |           | 0,5 à 0,6 par présence d'huile de palme non décolorée ou addition | 10 à 50 matière première ou addition |
| Huiles                  | Absence                       |           | +<br>absence dans les huiles raffinées                            | 10 à 30                              |
| - olive (vierge)        |                               |           |   | 15 à 30                              |
| - arachide              |                               |           |   | 50 à 75                              |
| - colza                 |                               |           |   | 60 à 80                              |
| - tournesol             |                               |           |   | 20 à 90                              |
| - germe de maïs         |                               |           |   | 95 à 105                             |
| - pépin de raisin       |                               |           |   | 90 à 150                             |
| - soja                  |                               |           |   | 150 à 500                            |
| - germe de blé          |                               |           |   |                                      |

**TABLEAU 2: COMPOSITION DES FARINES ET DU GERME DE BLÉ**

| Composition pour 100 g   | Farines : taux d'extraction et type |             |          | Germe |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------|----------|-------|
|                          | 96% T.150                           | 80-85% T.80 | 74% T.55 |       |
| Protides en g            | 11,4-13,3                           | 11,2-13     | 11-12,6  | 26,6  |
| Lipides en g             | 2,1                                 | 1,7         | 1,5      | >10   |
| Sucres en g              | 1,7                                 | 1,4         | 0,5      | 24    |
| Amidons en g             | 59                                  | 66          | 70       | 13    |
| Minéraux en g            | 1,5                                 | 0,9         | 0,55     | 2,4   |
| Vitamines en mg          |                                     |             |          |       |
| B1                       | 0,48                                | 0,43        | 0,12     | 2     |
| B2                       | 0,20                                | 0,15        | <0,8     | 0,7   |
| PP                       | 5                                   | 1,4         | <1       | 5     |
| B6                       | 0,5                                 | 0,3         | 0,22     | 3,3   |
| E                        | 4                                   | -           | -        | 10    |
| Fibres "brutes" en g     | 3,3                                 | 4,2         | 0,6      | 8     |
| Autres fibres en g       | 6,5                                 |             | 1,8      |       |
| Apport énergétique en MJ | 1,32                                | 1,40        | 1,44     | 1,33  |
| en kcal                  | 317                                 | 335         | 345      | 319   |

## ANNEXE 4 : EXTRAIT DE L'ÉTIQUETAGE DE COOKIES PÉPITES CHOCOLAT

Tableau 1

| COOKIES Pépites chocolat à faible pouvoir allergisant |   |
|---|---|
| Ingrédients   | Sucre de canne roux, huile de palmiste non hydrogénée, farine de maïs, farine de riz, pépites de chocolat (8,3 %) (cacao, beurre de cacao, sucre), farine de manioc, sirop de glucose, lécithine de colza, carbonate de calcium, gomme de xanthane, amidon de riz, sel, extrait de vanille. |
| Poids net   | 150 g   |
| À consommer de préférence avant le                    | 03/03/2011  |

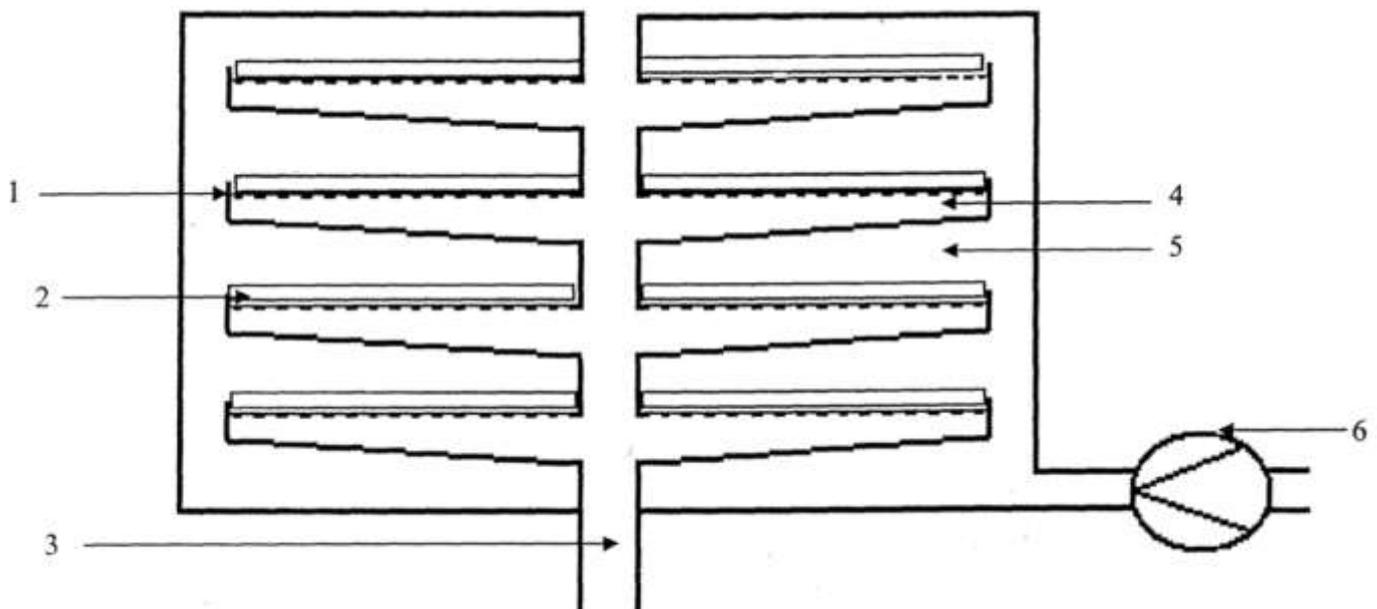
Tableau 2

| Valeurs nutritionnelles moyennes | Pour 100 g         | Par biscuit 17 g |
|----------------------------------|--------------------|------------------|
| Énergie                          | 2093 kJ / 499 kcal | 348 kJ / 83 kcal |
| Protéines                        | 4,1 g              | 0,7 g            |
| dont gluten                      | traces             | traces           |
| Glucides                         | 70,9 g             | 11,8 g           |
| Lipides                          | 22,1 g             | 3,7g             |

Fabriqué dans un atelier où n'entrent pas :  
blé, fruits à coques, poisson, crustacés, céleri, moutarde, lupin, sulfites.

## Annexe B : FILTRE À PLATEAUX HORIZONTAUX

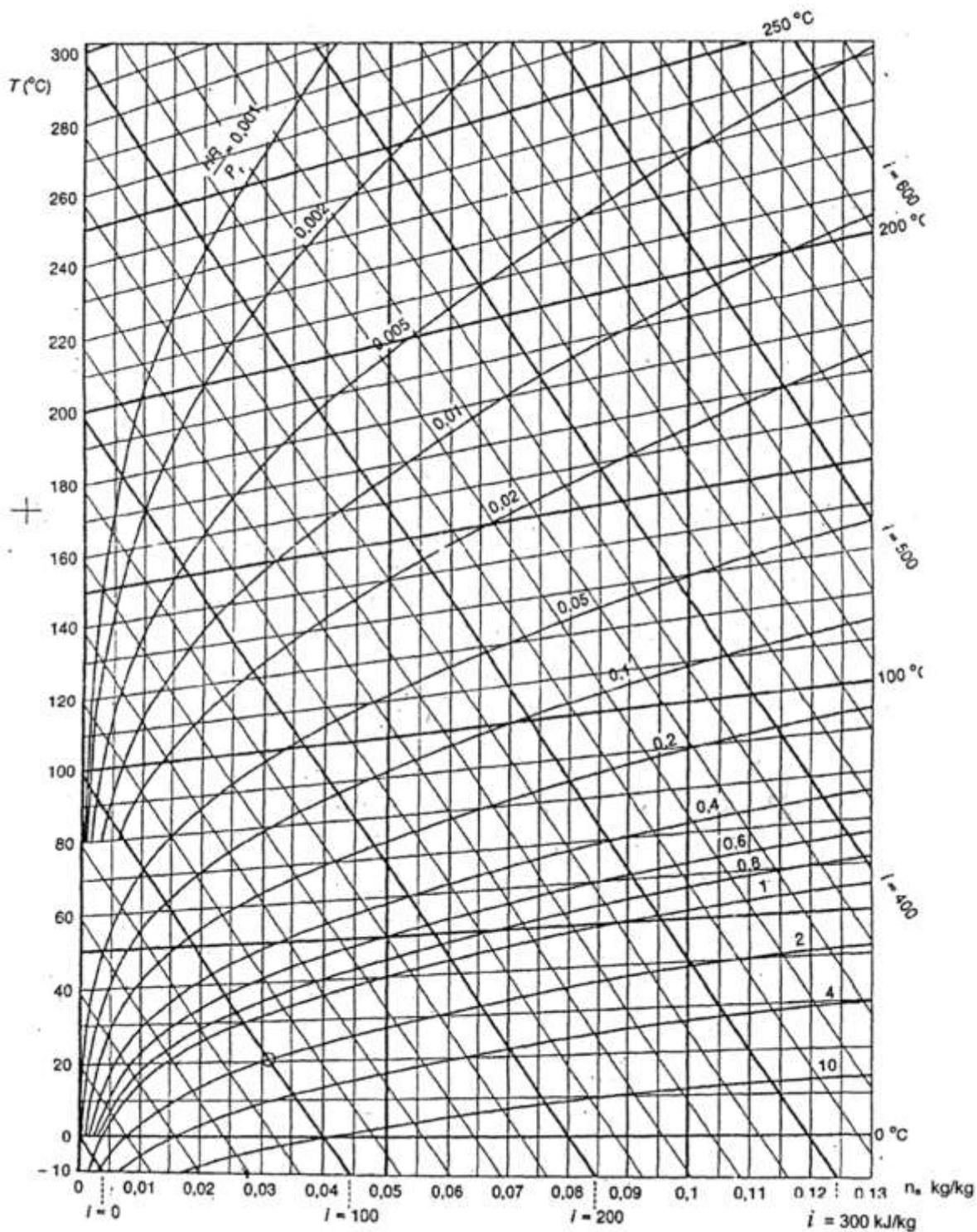
à compléter et rendre avec la copie



# Annexe A : DIAGRAMME ENTHALPIQUE DE L'AIR HUMIDE

## Moyennes températures

à compléter et rendre avec la copie



Durée : 6 heures      Coefficient : 3

**Premier jour : 5 h**

**CONTRÔLES D'UN LOT DE COMPRIMÉS EFFERVESCENTS DE  
VITAMINE C**

La Pharmacopée prévoit un certain nombre de contrôles dans le cadre de la libération des lots de comprimés effervescents de vitamine C. Dans cette optique, une entreprise de pharmacologie effectue divers contrôles microbiologiques et toxicologiques sur un lot de comprimés de vitamine C. D'autre part, cette entreprise souhaite changer sa technique de dosage de la vitamine C.

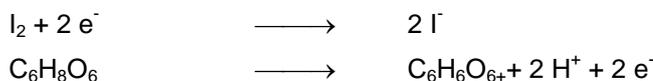
**1. COMPARAISON DE DEUX MÉTHODES DE DOSAGE DE LA  
VITAMINE C DANS UN COMPRIME EFFERVESCENT (28 points)**

L'entreprise utilise actuellement une méthode de dosage de la vitamine C par le diiode. Cette méthode est relativement longue à mettre en oeuvre de plus, le diiode est instable dans le temps. L'objectif est de comparer cette méthode à un dosage enzymatique par kit, beaucoup simple et rapide à mettre en oeuvre.

**1.1. Dosage en retour de la vitamine C**

**1.1.1. Principe**

Il s'agit d'un dosage volumétrique par reste ou en retour. La solution de vitamine C ( $C_6H_8O_6$ ) est oxydée par un excès exact de diiode. L'excès de diiode est ensuite dosé par une solution de thiosulfate de sodium ( $Na_2S_2O_3$ ). Les réactions mises en jeu sont les suivantes :



L'excès de diiode est dosé par une solution de thiosulfate de sodium de titre connu. Les réactions mises en jeu sont les suivantes:



**1.1.2. Matériels et réactifs**

1 comprimé de vitamine C

Solution de diiode à  $X \text{ mol.L}^{-1}$  (concentration exacte donnée par le centre d'examen)

Solution de thiosulfate de sodium à environ  $0,04 \text{ mol.L}^{-1}$

Fioles d'Erlenmeyer

Fiole jaugée de 250 mL

Pipettes jaugées de 10 et 20 mL

Thiodène ou empois d'amidon

**1.1.3. Étalonnage de la solution de thiosulfate de sodium**

La solution de thiosulfate de sodium à environ  $0,04 \text{ mol.L}^{-1}$  est étalonnée avec la solution de diiode de concentration connue.

Volume de prise d'essai de la solution de diiode  $V = 10,0 \text{ mL}$ .

Réaliser le nombre d'essais nécessaires à la validation des résultats à l'aide de l'annexe 1.

Appeler un examinateur pour la lecture des chutes de burette.

**1.1.4. Dosage de l'acide ascorbique**

Dissoudre le comprimé de vitamine C dans un minimum d'eau désionisée.

Transvaser quantitativement dans une fiole jaugée de 250 mL et compléter au trait de jauge.

Cette solution est nommée S1.

Dans une fiole d'Erlenmeyer bouchant Émeri, verser un volume  $V_1 = 10,0$  mL de solution S1 et un volume  $V_2 = 20,0$  mL de solution de diiode de concentration connue.

Doser le diiode en excès par la solution de thiosulfate de sodium.

L'équivalence sera visualisée à l'aide du thiodène ou de l'empois d'amidon.

Réaliser un essai rapide pour visualiser le virage. Réaliser au minimum deux essais.

Appeler un examinateur pour la lecture des chutes de burette.

### 1.1.5 Compte rendu

Établir la formule littérale permettant le calcul de la concentration molaire de la solution de thiosulfate de sodium.

À l'aide de l'annexe 1, effectuer l'application numérique et conclure sur la validation des résultats.

Établir la formule littérale permettant de calculer la quantité, en mg, d'acide ascorbique contenue dans un comprimé de vitamine C. Réaliser l'application numérique.

### Données

$M(\text{acide ascorbique}) = 176 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Pour l'étalonnage :

$S_r = 0,004 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

pour  $u_c$ ,  $cv = 2 \%$

Pour le dosage:

$S_r = 20 \text{ mg}$  par comprimé

pour  $u_c$ ,  $cv = 3 \%$

## **1.2. Dosage enzymatique de la vitamine**

### 1.2.1 Principe

L'acide ascorbique réduit le MTT en MTT-formazan en présence d'un transporteur d'électron (PMS).

Le formazan est un produit coloré dosable par photométrie à 578 nm.

La réaction mise en jeu est la suivante :



D'autre part, afin de doser uniquement la fraction d'acide ascorbique présente dans l'échantillon, la réaction (1) est couplée, dans la cuve témoin, à la réaction (2) qui met en jeu l'ascorbate oxydase (AAO) :



### 1.2.2 Matériels et réactifs

Kit enzymatique pour le dosage de l'acide ascorbique comprenant :

Réactif 1: tampon phosphate/citrate, pH = 3,5; MTT

Réactif 2 : spatule contenant de l'ascorbate oxydase (AAO)

Réactif 3: solution de PMS

Pipette automatique 200-1000  $\mu\text{L}$

Pipette automatique 50-200  $\mu\text{L}$

Tube à hémolyse

Cuves spectrophotométriques

### 1.2.3 Mode opératoire

Réaliser le dosage en macrocuvettes de l'acide ascorbique contenu dans la solution S<sub>1</sub> après avoir effectué une dilution au 1/10 de cette solution.

Effectuer 1 essai.

| Solution  | Témoïn    | Essai |
|---|-----------|-------|
| Réactif 1 (mL)  | 1,000     | 1,000 |
| Eau désionisée (mL)   | 1,500     | 1,500 |
| Solution d'acide ascorbique S1 diluée au 1/10 (mL)  | 0,100     | 0,100 |
| Réactif 2   | 1 spatule | /     |
| Mélanger et incuber 6 minutes à 37°C à l'obscurité.<br>Durant l'incubation, mélanger le contenu de la cuve témoin contenant la spatule d'AAO toutes les 2 minutes.<br>Lire les absorbances $A_1$ du témoin et de l'essai contre l'air à 578 nm. |           |       |
| Réactif 3 (mL)  | 0,100     | 0,100 |
| Mélanger et incuber 15 minutes à 37°C à l'obscurité.<br>Lire les absorbances $A_2$ du témoin et de l'essai contre l'air à 578 nm.   |           |       |

#### 1.2.4 Compte-rendu

Compléter le tableau de l'annexe A.

Établir la formule littérale permettant le calcul de la concentration massique (en  $\text{g.L}^{-1}$ ) en acide ascorbique dans la solution  $S_1$ . Effectuer l'application numérique.

Établir la formule littérale permettant de calculer la quantité, en mg, d'acide ascorbique contenue dans un comprimé de vitamine C. Réaliser l'application numérique.

#### Données

$\epsilon_{(\text{MTT-formazan})} = 16,9 \text{ L.mmol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$  à 578 nm

longueur du trajet optique  $l = 1 \text{ cm}$

pour le dosage : pour  $u_c$  :  $cv = 3 \%$

### **1.3. Choix d'une méthode de dosage de la vitamine C**

Comparer brièvement les deux méthodes d'un point de vue qualitatif quant à leur praticabilité.

La praticabilité peut se définir comme l'aptitude d'une méthode à être réalisée, utilisée, mise en oeuvre par le personnel, dans le laboratoire et dans les conditions du laboratoire. Elle dépend du matériel, du personnel et du laboratoire.

## **2. CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES D'UN LOT DE PRODUCTION NON CONFORME (22 points)**

Un contrôle microbiologique de comprimés effervescents a entraîné le rejet d'un lot de produit fini. Le lot contrôlé présentait une teneur en micro-organismes totaux mésophiles aérobies supérieure à la valeur admissible. Après avoir vérifié cette donnée, des contrôles supplémentaires sur la ligne de fabrication sont effectués pour trouver l'origine de cette contamination : matériel, personnel et conditionnement.

### **2.1. Dénombrement de la flore totale mésophile aérobie après culture en surface**

En utilisant la méthode préconisée par la Pharmacopée, le lot non conforme contenait  $1,0.10^6 \text{ UFC.g}^{-1}$ . Cette donnée est vérifiée en utilisant la méthode de dénombrement après culture en surface, sur trois dilutions successives judicieusement choisies. Pour être interprétable, le nombre de colonies cultivant sur une boîte doit être inférieur à 300.

#### 2.1.1 Matériel

Échantillon noté C préparé en diluant 1 comprimé de 3,5 g dans 350 mL de diluant et homogénéisé pendant 30 min

6 géloses GIS

3 tubes de diluant de 9 mL

5 pipettes stériles de 1 mL ou système équivalent

Billes ou étaleur stériles

#### 2.1.2 Mode opératoire

Réaliser les dilutions décimales utiles au dénombrement en surface.

*La réalisation d'une dilution sera effectuée devant l'examineur.*

Ensemencer en double 3 dilutions successives sur gélose GTS.

Incuber à 37°C pendant 48 h ± 2 h.

### **2.1.3. Compte-rendu**

Justifier par écrit le choix des dilutions testées.

## **2.2. Contrôle du personnel de production**

Un contrôle sur les mains d'un opérateur a permis de mettre en évidence une bactérie suspecte.

Celle-ci a été isolée sur gélose GTS (notée M), incubée 48 heures à 37°C.

### **2.2.1. Matériel et réactifs**

Matériel courant de microbiologie

Lames et lamelles

Peroxyde d'hydrogène à 10 volumes

Réactif de recherche de l'oxydase

### **2.2.2. Mode opératoire**

Réaliser une coloration de Gram.

*Montrer à l'examineur le résultat obtenu avec le compte-rendu.*

*Réaliser devant un examineur le ou le(s) test(s) enzymatique(s) utile(s) à l'orientation de la bactérie.*

Proposer une orientation de l'identification de la bactérie à identifier en complétant l'annexe B.

Proposer sur l'annexe B le ou les milieu(x) nécessaire(s) et la galerie miniaturisée utile à l'identification de la bactérie.

Justifier chaque choix.

L'annexe B est à rendre 45 minutes avant la fin de l'épreuve.

Ensemencer les milieux fournis par le centre.

La distribution des milieux sera réalisée après la remise de l'annexe B.

## **2.3. Contrôle du conditionnement**

Il s'agit de vérifier que le tube de conditionnement est exempt de micro-organismes aérobies mésophiles.

L'échantillon T a été obtenu après un écouvillonnage de l'intérieur du tube à tester et une mise en suspension dans du diluant.

À partir de l'échantillon T, ensemercer le Petrifilm® « flore totale aérobie ».

### **Mode opératoire**

Placer le Petrifilm® sur une surface plane.

Soulever le film supérieur plastifié.

Déposer V = 1 mL de l'inoculum.

Recouvrir avec le film supérieur.

Étaler l'échantillon avec le diffuseur plastique (face lisse vers le haut) en exerçant une légère pression.

Laisser au repos.

La gélification est obtenue au bout de 2 min.

Incuber à 30°C durant 48 h.

### **3. UTILISATION DE CELLULES ANIMALES POUR L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE PRODUITS INDUSTRIELS D'USAGE PHARMACEUTIQUE (10 points)**

L'utilisation de cellules animales pour contrôler l'innocuité et la qualité de certains produits proposés sur le marché par l'industrie pharmaceutique a connu un essor considérable. Il s'agit pour la vitamine C de réaliser un test d'hémolyse de globules rouges de lapin.

#### **3.1. Principe**

La vitamine C à forte dose provoque la destruction de globules rouges, en particulier chez les sujets déficients en une enzyme des globules rouges (la glucose-6-phosphate déshydrogénase).

On se propose de mesurer l'hémolyse des globules rouges de lapin provoquée par différentes concentrations de vitamine C.

L'annexe C (à remettre avec la copie) comporte trois tableaux: 1, 2 et 3.

#### **3.2. Matériel et réactifs**

1 flacon vide de contenance 3 mL pour réaliser la suspension diluée de globules rouges, noté «GRL 3 %»

Microplaque à fond rond

Récipient pour l'élimination des déchets

Couvercle de plaque

Pipettes P1000 et P100 avec cônes

Étuve à 37°C

Agitateur pour la microplaque

Suspension de globules rouges de lapin du commerce à 50 % notée « GRL 50 % » (300 µL)

Eau physiologique notée « Eau phy » (3 mL)

Eau désionisée notée «Eau dés » (1,5 mL)

Gamme de dilution de la vitamine C en tubes, notée de 1 à 10 (100 µL par tube) : à partir d'une solution de vitamine C à 10 mg/L, une gamme de dilution a été réalisée en série de raison de 1/2, en tampon et sous un volume final de 100 µL.

#### **3.3. Mode opératoire**

##### **3.3.1 Réalisation de la suspension de globules rouges à 3 %**

Diluer la suspension de globules rouges de lapin à 50 % en eau physiologique de manière à obtenir une suspension à 3 %. Prévoir une quantité suffisante pour la manipulation.

##### **3.3.2 Réalisation du test**

Déposer 50 µL de chaque tube de la gamme de dilution dans les puits A<sub>1</sub> à A<sub>10</sub> en commençant par la plus concentrée et en terminant par la solution la plus diluée (Tableau 1 - Annexe C).

Homogénéiser la suspension de GR à 3 % et en déposer 50 µL dans chaque puits des lignes A.

Réaliser 2 témoins dans la ligne B (de volume équivalent aux autres cupules):

témoin 0 % d'hémolyse,

témoin 100 % d'hémolyse.

Agiter la plaque 2 minutes sur agitateur.

Placer le couvercle et incuber 30 minutes dans l'étuve à 37°C.

Sortir la plaque et laisser reposer à température ambiante pendant 2 heures.

##### **3.3.3 Lecture**

Observer les résultats des témoins réalisés (ligne B).

À l'aide des résultats des témoins, évaluer l'hémolyse dans chaque puits des lignes A et B.



### 3.4. Compte rendu

Indiquer le mode de préparation de la suspension de globules rouges de lapin à 3 % à partir de la suspension commerciale à 50 %.

Compléter le tableau I de l'annexe C, en faisant apparaître les dilutions réalisées sur la ligne A avant addition des hématies animales.

Indiquer la composition des 2 témoins T et T1. Justifier leur rôle respectif.

Effectuer la lecture des tubes témoins en complétant le tableau 2 de l'annexe C.

Noter dans le tableau 3 de l'annexe C l'aspect des cupules après sédimentation.

Calculer les concentrations en vitamine C de chacun des puits.

Les résultats seront exprimés en  $\text{mg.L}^{-1}$  et reportés sur le tableau 3 de l'annexe C.

Calculer:

-la plus petite concentration provoquant 100 % d'hémolyse;

-la plus forte concentration ne provoquant pas d'hémolyse.

Déterminer la concentration de la vitamine C la plus adaptée aux exigences d'innocuité souhaitées.

Justifier.

## ANNEXE 1

| Établissement<br>d'examen  | Centre | INSTRUCTION DE TRAVAIL  | RÉF.   |
|--|--------|---|--|
|  |        | <b>VALIDATION ET EXPRESSION D'UN RÉSULTAT</b>                                   | Version :3.0<br>Date: session 2010<br>Révisée le: 18/11/2009<br>page 1/2 |
| Rédacteurs : membres de la commission de sujets<br>Date : session 2010<br>Visa : |        | Vérificateur Approbateur : inspection générale<br>Date : session 2010<br>Visa : |  |

### 1 - Vérification de la concordance entre résultats expérimentaux

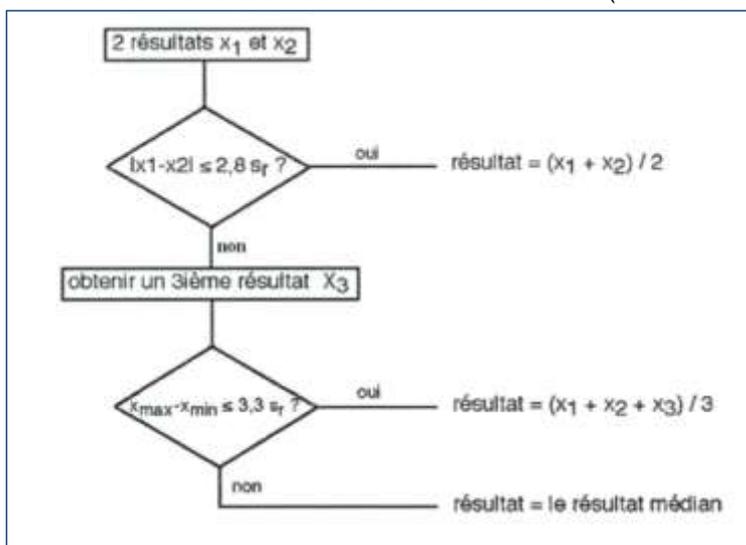
- Utiliser l'écart type de répétabilité «  $S_r$  » donné avec l'unité de la grandeur
- Calculer l'écart-type de répétabilité «  $S_r$  » si le texte donne le coefficient de variation «  $CV$  » ( $S_r = CV \times$  valeur). L'arrondir avec 2 chiffres significatifs. On entend par « valeur » soit celle approximative proposée dans le texte, soit l'un des résultats trouvés.

Exemple:  $CV = 1,2\%$  ;

résultat :  $C_m = 0,723 \text{ g/L}$  ;

$$s_r = (1,2/100) \times 0,723 = 0,0087 \text{ g/L}$$

- Traiter les résultats en utilisant le logigramme ci-contre sans arrondir les valeurs des calculs intermédiaires.



### 2 - Expression finale du résultat

L'expression du résultat nécessite de disposer de l'incertitude type composée notée «  $u_c$  » qui est donnée avec l'unité de la grandeur.

Exemple :  $n = 0,3457 \mu\text{mol}$ ;

$u_c = 0,018 \mu\text{mol}$

- Calculer l'incertitude élargie en multipliant par 2 l'incertitude type composée, ce qui donne un niveau de confiance de 95 %.

Incetitude élargie =  $2 u_c$

- Arrondir le résultat final
    - o Le dernier chiffre significatif doit être à la même position décimale que la dernière décimale de l'incertitude élargie.
    - o Les règles usuelles mathématiques d'arrondi s'appliquent. Si la décimale est inférieure à 5, on conserve la décimale immédiatement à gauche, sinon on la majore d'une unité.
- Exemple 1: résultat validé  $c = 0,24319$  mmol/L ;  $2 u_c = 0,0051$  mmol/L  
 rendre le résultat sous la forme :  $c = (0,2432 \pm 0,0051)$  mmol/L
- Exemple 2 : résultat validé :  $c = 0,24314$  mmol/L ;  $2 u_c = 0,0051$  mmol/L  
 rendre le résultat sous la forme :  $c = (0,2431 \pm 0,0051)$  mmol/L
- Rendre le résultat final avec sa valeur numérique, son incertitude, son unité et accompagné de la phrase suivante : « L'incertitude proposée est une incertitude élargie qui donne un niveau de confiance d'environ 95 % ) ».
- Exemple:  $c = (0,2431 \pm 0,0051)$  mol/L  
 L'incertitude proposée est une incertitude élargie qui donne un niveau de confiance d'environ 95 %.

## ANNEXE A

### À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

N° de poste:

|                                      | Témoïn | Essai |
|--------------------------------------|--------|-------|
| $A_1$                                |        |       |
| $A_2$                                |        |       |
| $\Delta A = A_2 - A_1$               |        |       |
| $\Delta A$ essai - $\Delta A$ témoïn |        |       |

## ANNEXE B : FEUILLE DE RÉSULTATS: CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES CONTRÔLE DU PERSONNEL DE PRODUCTION

### À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

N° de poste: .....

Observation microscopique :

Résultats du ou des test(s) enzymatique(s) :

Orientation de l'identification proposée:

Milieux et galerie miniaturisée proposés:

## ANNEXE C

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

TEST D'HÉMOLYSE

N° de poste .....

**Tableau 1: Réalisation des dilutions en série**

| N° puits sur ligne A                             | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Dilution   | 1/2 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Volume de la gamme de dilution ( $\mu\text{L}$ ) |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Volume de GRL ( $\mu\text{L}$ )                  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Dilution finale                                  |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

**Tableau 2: Lecture des témoins**

| Témoin                                   | Hémolyse 0% | Hémolyse 100 % |
|--|-------------|----------------|
| Position du témoin sur la plaque ligne B |             |                |
| Schéma légendé de l'aspect du puits      |             |                |

**Tableau 3: Résultats du test**

| N° puits sur ligne A                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Concentration ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| Hémolyses ligne A                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

# Annexe d'ensemencement (document 3M®)

3M™ Petrifilm™  
Flore totale

Fiche  
d'utilisation



## Stockage



1 Conserver les poches fermées au réfrigérateur.  
Utiliser les Petrifilm avant la date d'expiration indiquée sur les poches.



2 Pour refermer les poches, replier l'extrémité et fermer à l'aide d'un ruban adhésif ou d'une pince.



3 Garder les poches entamées à une température  $\leq 21$  °C et à l'abri de l'humidité (<50 % HR).  
Ne pas les placer au réfrigérateur.  
Utiliser les Petrifilm dans le mois qui suit l'ouverture de la poche.

## Préparation



4 Préparer la suspension de l'échantillon.  
Peser ou pipetter le produit dans un container stérile (sac stomacher, bouteille stérile...).

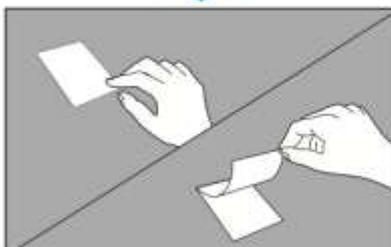


5 Ajouter la quantité nécessaire de l'un des diluants suivants : peptone sel, eau peptonée, eau distillée, tampon phosphate.  
Ne pas utiliser de tampon contenant du citrate de sodium ou du thiosulfate.

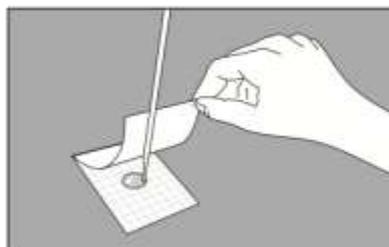


6 Broyer ou homogénéiser l'échantillon en utilisant la procédure habituelle.

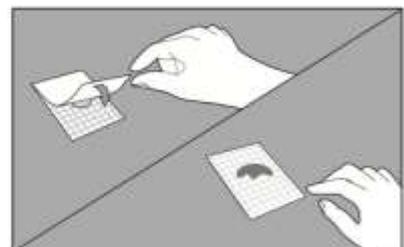
## Ensemencement



7 Placer le Petrifilm sur une surface plane.  
Soulever le film supérieur.



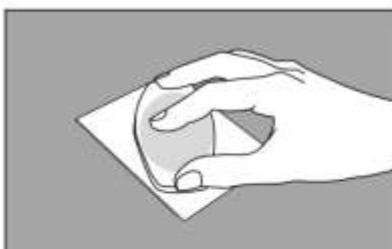
8 Avec une pipette tenue perpendiculairement au Petrifilm, déposer 1 ml de l'échantillon, ou de l'échantillon dilué au centre du film inférieur.



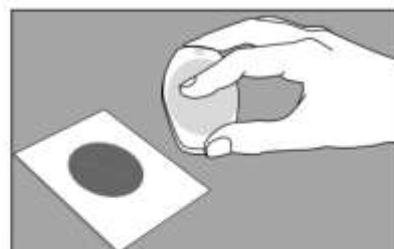
9 Relâcher doucement le film supérieur. Ne pas le faire rouler.



**10** Placer le diffuseur, face lisse vers le haut, au centre du film supérieur, au-dessus de l'inoculum.

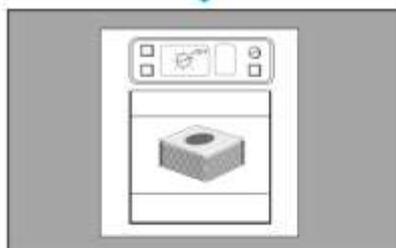


**11** Étaler l'échantillon en exerçant une légère pression sur le diffuseur. Ne pas tourner ou faire glisser le diffuseur !



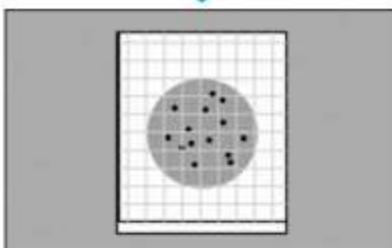
**12** Retirer le diffuseur. Attendre 1 minute pour permettre au gel de se solidifier.

## Incubation



**13** Incuber le Petrifilm, film supérieur vers le haut, sans empiler plus de 20 unités, à  $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pendant  $72 \pm 3$  heures (dans la majorité des cas, une incubation de 48 heures est suffisante).

## Interprétation



**14** Lire le Petrifilm. Se référer au guide d'interprétation pour la lecture des résultats. Pour l'expression des résultats, se référer à la norme NF ISO 4833.

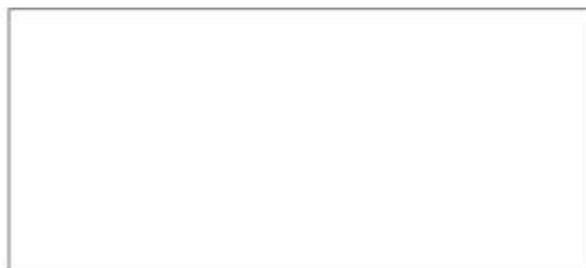
## Informations complémentaires

- Pour toute information technique, appeler le : 01 30 31 85 77
- Pour vos commandes de Petrifilm, appeler le : 01 30 31 84 59

| Date         | Version |
|--------------|---------|
| Février 2004 | 1.0     |

**3M**

**3M Europe**  
Laboratoires 3M Santé  
Boulevard de l'Oise  
95029 Cergy Pontoise Cedex  
France  
Tel : +33 (0) 1 30 31 85 71  
Fax: +33 (0) 1 30 31 85 78  
[www.3M.com/microbiology](http://www.3M.com/microbiology)



## Deuxième jour (1 heure)

### 1. DÉNOMBREMENT DE LA FLORE TOTALE MÉSOPHILE AÉROBIE APRÈS CULTURE EN SURFACE

On cherche à vérifier que le lot contaminé non conforme contient  $1,0 \cdot 10^6$  UFC.g<sup>-1</sup> après dénombrement de la flore totale mésophile aérobie après culture en surface de gélose GTS.

L'échantillon C a été préparé en dissolvant un comprimé de 3,5 g dans 350 mL de diluant.

Réaliser le dénombrement de chaque boîte.

À l'aide de l'annexe 1, calculer le nombre d'UFC.g<sup>-1</sup> de comprimé.

Conclure.

#### *Donnée*

Pour être conforme, un lot doit présenter moins de  $10^2$  germes aérobies mésophiles.g<sup>-1</sup>; une tolérance est admise jusqu'à  $5 \cdot 10^2$  germes.g<sup>-1</sup>.

### 2. CONTRÔLE DU PERSONNEL DE PRODUCTION

Procéder à la lecture des milieux ensemencés et de la galerie miniaturisée.

Procéder à l'identification du germe à l'aide du logiciel fourni par le centre.

Conclure.

### 3. CONTRÔLE DU CONDITIONNEMENT

Procéder à la lecture du Petrifilm ® ensemencé.

Conclure, sachant que le conditionnement en contact avec les comprimés doit être exempt de microorganismes aérobies mésophiles.

#### *Mode opératoire*

La plage optimale pour le dénombrement du Petrifilm® Flore totale se situe entre 25 et 250 colonies.

Pour être comptable la répartition des colonies doit être uniforme.

L'indicateur présent sur le Petrifilm ® va colorer en rouge les colonies.

Compter toutes les colonies rouges sans tenir compte de la taille ni de l'intensité de la couleur.

Le cas échéant, effectuer une moyenne du nombre de colonies dénombrées entre les deux Petrifilm ®.

### 4. CONCLUSION

Conclure sur l'origine de la contamination.

# ANNEXE 1

## MODE DE CALCUL : CAS GÉNÉRAL (**COMPTAGE DES COLONIES EN TOTALITÉ OU DES COLONIES CARACTÉRISTIQUES**)

### *Comptage des colonies:*

Après la période d'incubation mentionnée dans la norme internationale spécifique, procéder au comptage des colonies pour chaque boîte contenant moins de 300 colonies (ou tout autre nombre indiqué dans la norme spécifique).

### *Mode de calcul: NORME ISO 7218: 1996 (F).*

Pour qu'un résultat soit valable, on estime en général qu'il est nécessaire de compter les colonies sur au moins une boîte contenant au minimum 15 colonies.

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 la formule:

$$N = \frac{\sum c}{V \cdot (n_1 \hat{+} 1) \cdot d}$$

$\Sigma C$ : somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues

$n_1$  : nombre de boîtes retenues à la première dilution

$n_2$ : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution

$d$  : dilution correspondant à la première dilution

*Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs. Pour cela, si le dernier chiffre est inférieur à 5, le chiffre précédent n'est pas modifié ; si le dernier chiffre est supérieur ou égal à 5, le chiffre précédent est augmenté d'une unité. Procéder de proche en proche jusqu'à ce que l'on ait deux chiffres significatifs.*

*Retenir comme résultat le nombre de microorganismes par millilitre (produits liquides) ou par gramme (autres produits), exprimé par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance appropriée de 10.*

### *Estimation des petits nombres:*

Si les deux boîtes, au niveau de l'échantillon pour essai (produits liquides) ou de la suspension mère (autres produits) contiennent moins de 15 colonies, faire la moyenne arithmétique  $y$  des colonies comptées sur deux boîtes.

Exprimer le résultat comme suit:

pour les produits liquides: nombre estimé de microorganismes par millilitre  $NE = y/v$

pour les autres produits: nombre estimé de microorganismes par gramme  $NE = y/(d \cdot v)$ , où  $d$  est la dilution de la suspension mère.

Si les deux boîtes, au niveau de l'échantillon pour essai (produits liquides) ou de la suspension mère (autres produits), ne contiennent aucune colonie, exprimer le résultat comme suit:

moins de 1 microorganisme par millilitre (produits liquides);

moins de  $1/d$  microorganisme par gramme (autres produits), où  $d$  est la dilution de la suspension mère.

## **LES ADDITIFS ALIMENTAIRES**

### **Premier jour : 5 h**

Les additifs alimentaires sont définis par une directive de l'Union Européenne [1] :

« On entend par additif alimentaire toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet, qu'elle devient elle-même ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant des denrées alimentaires ».

[1] « Directive 89/107/CEE du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les additifs pouvant être employés dans les denrées destinées à l'alimentation humaine », dans Journal officiel de l'Union européenne, no L 040, 1989, p. 27-33.

## **1. ANALYSES BIOCHIMIQUES**

On se propose d'étudier les additifs d'un sirop de menthe.

La dénomination sirop est réservée aux produits concentrés et aromatisés obtenus par dissolution de matières sucrantes glucidiques dans l'eau (décret du 18 août 1992). Leur conservation est assurée par leur forte teneur en sucre (800 g/L) provenant du jus concentré ou de glucides ajoutés (saccharose, glucose, fructose). Ils peuvent contenir des colorants autorisés, des extraits naturels de fruits ou de plantes et des additifs tels que l'acide citrique.

La composition du sirop de menthe étudié est indiquée sur la bouteille :

- Sirop de glucose-fructose
- Eau
- Sucre liquide
- Arômes naturels
- Acidifiant : acide citrique
- Colorants : tartrazine, bleu patenté  
La tartrazine correspond au colorant E102 et le bleu patenté correspond au colorant E131.

### **1.1. Dosage de la tartrazine**

La tartrazine peut présenter certains risques :

- elle peut provoquer des allergies chez les personnes qui sont intolérantes aux salicylates (aspirine, baies, fruits) ;
- en association avec les benzoates (E210-E215), la tartrazine peut être impliquée dans des cas de syndrome d'hyperactivité chez les enfants ;
- Les asthmatiques peuvent éprouver des symptômes après consommation de tartrazine

Afin de réaliser ce dosage, la tartrazine doit au préalable, être purifiée.

#### 1.1.1. Purification des colorants du sirop de menthe

##### **1.1.1.1. Principe**

La séparation repose sur le principe de la chromatographie en phase inversée. L'élution est réalisée en gradient discontinu à l'aide de deux solvants polaires : l'eau et l'éthanol.

Les solvants sont injectés sous pression à l'aide d'une seringue dans la colonne.

##### **1.1.1.2. Matériel et réactifs**

- Une mini-colonne Sep Pack C18
- Un support à burette
- Une seringue en plastique de 5 mL
- Bécher de 50 mL
- Tubes à hémolyse gradués en plastique



- Pipette automatique P200 + cône
- Pipette automatique P1000 + cône
- Sirop de menthe
- Éthanol à 95%

### 1.1.1.3. Mode opératoire

Préparation de la colonne :

On réalise les injections à l'aide de la même seringue de 5 mL, en adaptant la seringue à l'extrémité de la colonne. Les fractions de 0.5 mL sont récupérées dans des tubes à hémolyse gradués.

- Adapter la mini-colonne sur la seringue (tube le plus long vers le haut)
- Fixer le tout sur le support à burette
- Placer un petit bécher « poubelle » sous la colonne
- Laver la colonne en injectant sous pression environ 10 mL d'éthanol à 95°
- Régénérer la colonne en injectant sous pression environ 20 mL d'eau distillée (4 fois 5 mL à la seringue)
- *Réalisation de la chromatographie :*
- Éliminer l'eau résiduelle éventuellement présente au dessus de la colonne
- Placer un tube à hémolyse sous la colonne
- Déposer 50 µL de sirop de menthe à la surface de la colonne
- Éluer le premier colorant avec de l'eau distillée : injecter lentement l'eau distillée. Récupérer des fractions de 0,5 mL dans les tubes 1 à 5.
- Éluer le deuxième colorant avec de l'éthanol à 95° : injecter l'éthanol lentement. Récupérer des fractions de 0,5 mL dans les tubes 6 à 10.

### 1.1.1.4. Compte rendu

Compléter l'annexe A

Indiquer dans un tableau la nature et l'intensité de la coloration observée dans chaque fraction L'intensité de la coloration sera notée de – à +++.

Conclure sur la qualité de la chromatographie réalisée.

## 1.1.2. Dosage de la tartrazine

### 1.1.2.1. Matériel et réactifs

- Fiole jaugée de 10 mL
- Fiole jaugée de 50 mL
- Semi-microcuvettes visible
- Solution étalon de tartrazine à 1,25 g/L
- Sirop de menthe

### 1.1.2.2. Mode opératoire

- Réaliser une gamme d'étalonnage de 6 tubes de 0 à 25 mg/L de tartrazine.
- Cette gamme sera réalisée sous un volume de 1 mL.
- Rassembler les fractions de la chromatographie contenant la tartrazine.
- Donner une estimation du volume recueilli.
- Réaliser un essai sur cette solution de tartrazine purifiée par la chromatographie.
- Réaliser deux essais concordants sur le sirop de menthe dilué au 1/10.
- Lire les absorbances à 450 nm.

### 1.1.2.3. Compte rendu

- Compléter l'annexe A.
- Construire le tableau de colorimétrie (gamme et essais).
- A l'aide de l'annexe 1, justifier le choix de la longueur d'onde pour la mesure des absorbances.
- Donner les paramètres de la régression linéaire.
- Déterminer la concentration massique de la tartrazine dans la solution de tartrazine purifiée par la chromatographie.
- Déterminer la concentration massique de la tartrazine dans le sirop de menthe.

- Déterminer le rendement de la purification réalisée.

### Données:

Validation et expression d'un résultat : Annexe 2

Pour le dosage de la tartrazine du sirop de menthe

- $sr = 0,015$  sur A mesurée à 450 nm
- $U_c = 2.4$  mg/L

Pour le dosage de la tartrazine purifiée  $U_c = 0.12$  mg/L

Pour le rendement  $U_c = 6\%$

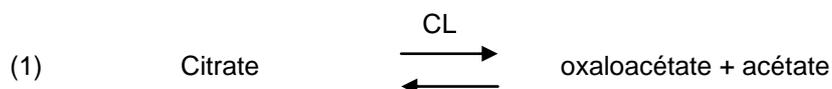
## 1.2. Dosage de l'acide citrique

L'acide citrique est un additif alimentaire utilisé en tant que régulateur de l'acidité ou qu'antioxydant.

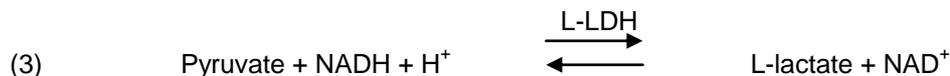
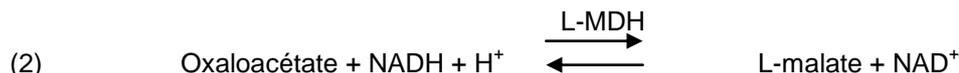
### 1.2.1. Principe

Le dosage utilisé est un dosage enzymatique de substrat en point final.

L'acide citrique est transformé en oxaloacétate par une réaction catalysée par la citrate lyase (CL) :



En présence des enzymes L-malate déshydrogénase (L-MDH) et L-lactate déshydrogénase (L-LDH), l'oxaloacétate formé ainsi que son produit de décarboxylation, le pyruvate sont réduits en présence de nicotinamide-adenine-dinucléotide (NADH) respectivement en L-malate et L-lactate :



L'oxydation du NADH dans les réactions (2) et (3) mesurée par la diminution d'absorbance à 340 nm, est proportionnelle à la quantité de citrate présent.

### 1.2.2. Matériel et réactifs

- Solution 1 : tampon glycine contenant les enzymes L-LDH, L-MDH et NADH
- Solution 2 : contenant l'enzyme CL
- Sirop de menthe à analyser
- Semi-microcuvettes UV
- Pipette automatique P1000 + cônes
- Pipette automatique P200 + cônes

### 1.2.3. Mode opératoire

On effectue pour ce dosage un blanc et deux essais concordants.

| Introduire dans les cuves  | Blanc | Essai |
|--|-------|-------|
| Solution 1 (mL)  | 0.500 | 0.500 |
| Échantillon (mL)   | -     | 0.100 |
| Eau distillée (mL)   | 1.000 | 0.900 |
| Recouvrir les cuves de parafilm, mélanger.<br>Laisser reposer environ 5 minutes.<br>Mesurer les absorbances A1 à 340 nm contre l'air<br>Déclencher la réaction par addition de : |       |       |
| Solution 2 (mL)  | 0.010 | 0.010 |
| Recouvrir les cuves de parafilm, mélanger.<br>Attendre la fin de la réaction (environ 5 minutes).<br>Mesurer les absorbances A2 à 340 nm contre l'air                            |       |       |

#### 1.2.4. Compte rendu

Compléter l'annexe A

1- Calculer  $\Delta A$  de la manière suivante :  $\Delta A = (A1-A2)_{\text{essai}} - (A1-A2)_{\text{blanc}}$

2- Calculer la concentration massique en acide citrique du sirop de menthe étudié.

#### Données :

Validation et expression d'un résultat : Annexe A

$M_{\text{acide citrique}} = 192.1 \text{ g/mol}$

Coefficient d'extinction molaire du NADH à 340 nm :  $\epsilon = 6300 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}$

$S_r = 0.0060 \text{ g/L}$

$U_c = 0.0090 \text{ g/L}$

## 2. ANALYSES TOXICOLOGIQUES

Les additifs entrant dans la composition d'un produit alimentaire doivent répondre à certains critères de sécurité. En particulier, ils ne doivent présenter aucun effet toxique au niveau des membranes cellulaires.

On se propose dans cette partie d'évaluer la toxicité cellulaire d'un additif X à l'étude afin de déterminer s'il peut être utilisé dans un produit alimentaire.

### 2.1. Principe

Les lésions membranaires entraînant la mort cellulaire peuvent être mises en évidence par des méthodes de cytotoxicologie sur des cultures de cellules. L'utilisation de globules rouges de mouton permet d'évaluer ce type de toxicité en suivant l'hémolyse des cellules et la libération d'hémoglobine.

### 2.2. Matériel et réactifs

- Microplaque 96 puits à fond rond
- Microplaque 96 puits à fond plat
- Couvercle ou système adhésif
- Pipette automatique P200 + cônes
- Tube à hémolyse contenant 3 mL de tampon PBS noté « PBS »
- Tube à hémolyse contenant 0,5 mL d'additif noté « X »
- Tube de 0,5 mL d'eau distillée noté « Eau  $\Delta$  »
- Tube de 1,5 mL d'une suspension à 2% de globules rouges de mouton noté « GRM »

### 2.3. Mode opératoire

Remplir la microplaque à fond conique selon le tableau suivant :

|              |    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12      |
|--------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| Tampon PBS   | μL | -   | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100     |
| Additif X    | μL | 100 | 100 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -       |
| Redistribuer | μL | -   | -   | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 (*) |
| d Initiale   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |
| GRM          | μL | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50  | 50      |

(\*) rejet de 100μL

|               |    | T0% | T100% |
|---------------|----|-----|-------|
| Tampon PBS    | μL | 100 |       |
| Additif X     | μL |     |       |
| Redistribuer  | μL |     |       |
| d Initiale    |    |     |       |
| Eau Distillée | μL |     | 100   |
| GRM           | μL | 50  | 50    |

- Incuber 15 minutes à température ambiante.
- Réaliser la sédimentation selon les modalités indiquées par le centre.
- Effectuer une lecture à l'œil nu

**Cette lecture devra être vérifiée par un examinateur.**

- Transférer 100 μL de surnageant de chaque cupule dans des cupules vides à fond plat.
- Mesurer l'absorbance à 540 nm contre le témoin 0%.

NB : Le témoin 0% est un témoin ne présentant aucune hémolyse des globules rouges.

Le témoin 100% est un témoin présentant une hémolyse totale des globules rouges.

## 2.4. Compte rendu

2.4.1. Dans un tableau, rassembler :

- les dilutions initiales (d initiale) de la solution d'additif X ;
- les concentrations des solutions d'additif X, sachant que la concentration de la solution initiale d'additif X est de 10 g/L ;
- les résultats des lectures des hémolyses réalisées à l'œil nu ;
- les résultats des lectures des absorbances à 540 nm.

2.4.2. Analyser les deux témoins.

2.4.3.

Tracer la courbe  $A_{540nm} = f(\log d_{initiale})$ . En déduire la concentration maximale sans effet hémolytique (CH0%), les concentrations minimales pour une hémolyse totale (CH100%) et pour une hémolyse partielle (CH50%).

## 3. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Deux sirops à la menthe qualifiés de 0% de sucre sont analysés. La composition sur l'étiquette précise que les sucres sont remplacés par des édulcorants. Dans le cadre de la répression des fraudes, l'absence réelle de sucre est à vérifier. Pour cela, on réalise un auxanogramme de quelques composés carbonés sur une levure de référence : *Saccharomyces cerevisiae*, dont la concentration doit être au préalable déterminée.

### 3.1. Détermination de la concentration de la levure de référence

3.1.1. Préparation d'une suspension ajustée à  $A_{600nm} = 0,1$

#### 3.1.1.1. Principe

Préparer une suspension ajustée par dilution puis vérifier son  $A_{600nm}$  par spectrophotométrie.

### 3.1.1.2. Matériel et réactifs

- Suspension de *Saccharomyces cerevisiae* de  $A_{600nm} = 1$  en eau physiologique notée « *Sac.cerevisiae* »
- 2 tubes de 9 mL d'eau physiologique stérile
- 1 pipette graduée stérile de 1 mL
- 2 macrocuvettes à spectrophotomètre
- portoir de cuve
- parafilm

### 3.1.1.3. Mode opératoire

À partir de la suspension à  $A_{600nm} = 1$ , préparer 10 mL de suspension ajustée en eau physiologique à environ  $A_{600nm} = 0,1 \pm 20\%$ . Vérifier la valeur de l'absorbance de cette suspension au spectrophotomètre.

**Montrer la réalisation de cette mesure spectrophotométrique à un examinateur.**

### 3.1.1.4. Compte rendu

Indiquer les volumes utilisés pour préparer la suspension ajustée et préciser la valeur de  $A_{600nm}$  obtenue.

## 3.1.2. Dénombrement de la suspension ajustée

### 3.1.2.1. Principe

Après dilutions, la suspension ajustée est dénombrée en milieu solide.

### 3.1.2.2. Matériel

- 6 géloses Sabouraud notées « Sab »
- 4 tubes de 9 mL d'eau physiologique stérile
- 6 pipettes graduées stériles de 1 mL
- billes de verre stériles ou rateaux stériles

### 3.1.2.3. Mode opératoire

Données :

- Coefficient de correspondance pour *Saccharomyces cerevisiae* :  $9 \cdot 10^6$  cellules.mL<sup>-1</sup> pour une  $A_{600nm} = 1$ ,
- Déterminer puis réaliser les dilutions permettant de dénombrer la suspension ajustée par la technique en surface en double essai.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

**Montrer la réalisation d'une dilution à un examinateur.**

### 3.1.2.4. Compte rendu

Justifier les dilutionsensemencées.

## 3.2. Vérification de l'absence de sucres dans deux sirops

En présence de sucres métabolisables, comme le glucose et le saccharose, *Saccharomyces cerevisiae* se multiplie. Par contre, la présence d'édulcorant de synthèse ne permet pas sa multiplication.

### 3.2.1. Matériel

- 1 milieu minimum pour auxanogramme noté « Aux »
- 6 disques de papier stériles
- solutions à 30% de :
  - glucose (« glc »)
  - Saccharose (« sacc »)
  - cyclamate de sodium (édulcorant) (« cyc »)
  - sucralose (édulcorant) (« suc »)
- sirop 1 (« sirop 1 »)
- sirop 2 (« sirop 2 »)

### 3.2.2. Mode opératoire

A partir de la suspension ajustée préparée précédemment, inonder la gélose pour auxanogramme. Aspirer l'excès de suspension. Laisser sécher la gélose.

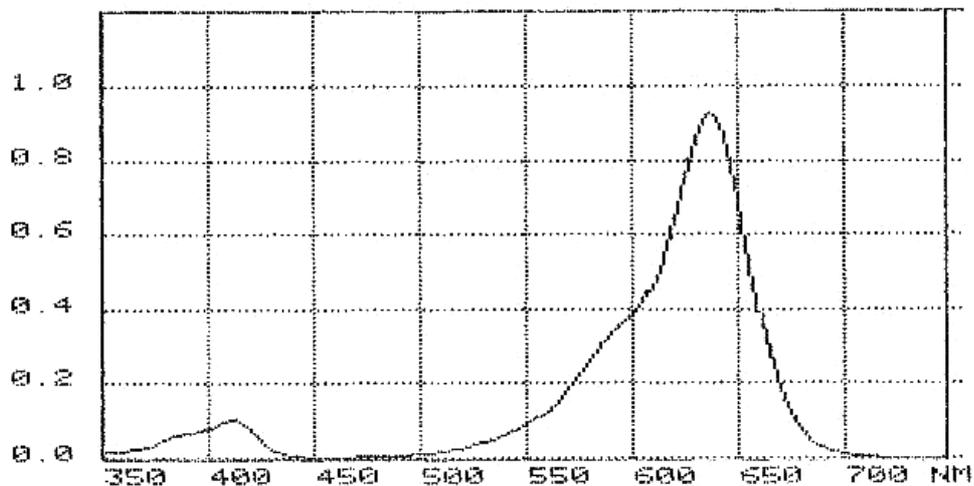
Déposer 15  $\mu$ L de chaque composé à tester (glucides, édulcorants, sirops) sur les disques de papier et déposer chaque disque sur la gélose. Incuber à 30°C pendant 24 heures.

---

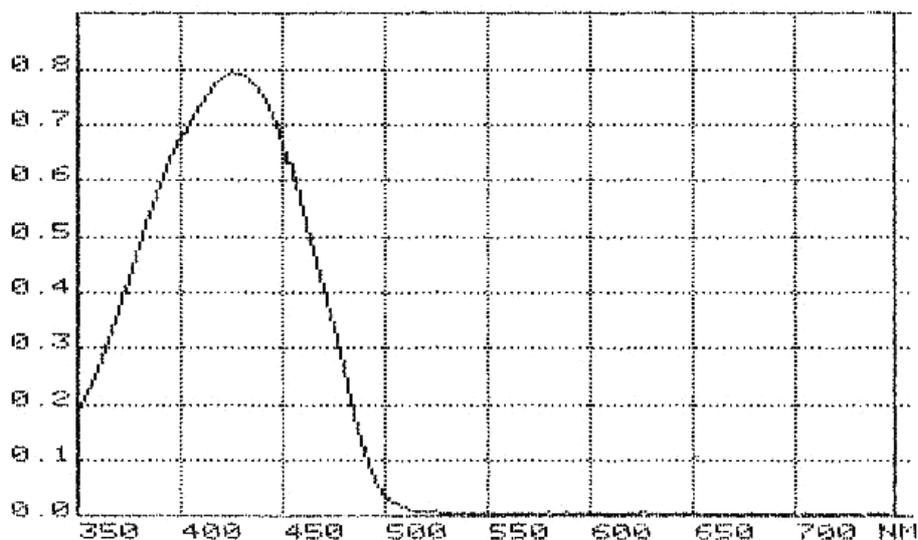
## ANNEXE 1 : SPECTRES D'ABSORPTION DES COLORANTS E131 ET E102 ET DU SIROP DE MENTHE

(avec A en ordonnée et  $\lambda$  en nm en abscisse)

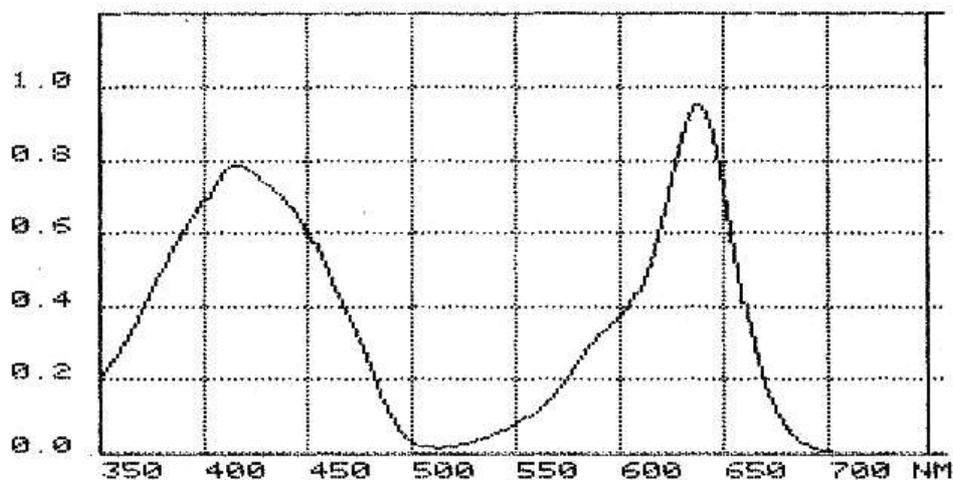
### *Spectre d'absorption du colorant alimentaire E131 (solution aqueuse à 1 mg/L)*



### *Spectre d'absorption du colorant alimentaire E102 (solution aqueuse à 2 mg/L)*



*Spectre d'absorption du sirop de menthe dilué 10 fois*



**ANNEXE A : FEUILLE DE RÉSULTATS**

(À rendre avec la copie)

N° Poste :

**1.1. Dosage de la tartrazine**

| Tube    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Couleur |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

| Tube                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Absorbance à 450 nm |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**1.2. Dosage de l'acide citrique**

| Cuve | Blanc | Essai | Essai |
|------|-------|-------|-------|
| A1   |       |       |       |
| A2   |       |       |       |

## Deuxième jour : 1 h

### MICROBIOLOGIE

#### ANALYSE DE SIROPS A LA MENTHE

La composition sur l'étiquette des sirops précise que les sucres sont remplacés par des édulcorants.

Dans le cadre de la répression des fraudes, l'absence de sucres doit être vérifiées.

#### *1.1. Détermination de la concentration de la suspension de levures*

##### 1.1.1. Mode opératoire :

Dénombrer toutes les colonies présentes sur les 6 boîtes de culture.

##### 1.1.2. Compte-rendu :

Présenter l'ensemble des résultats dans un tableau.

A l'aide de l'annexe 1, déterminer la concentration cellulaire de la suspension ajustée à  $A_{600nm} = 0,1$ .

Sachant que le coefficient de correspondance pour *Saccharomyces cerevisiae* est de  $9.10^6$  cellules.mL<sup>-1</sup> pour une  $A_{600nm} = 1$ , commenter le résultat obtenu par dénombrement en surface.

#### *1.2. Vérification de l'absence de sucres dans deux sirops*

##### 1.2.1. Mode opératoire :

Observer la présence ou l'absence de culture autour des différents disques.

##### 1.2.2. Compte rendu :

Présenter l'ensemble des résultats dans un tableau.

Justifier les résultats obtenus pour les deux sucres et les deux édulcorants.

Interpréter les résultats obtenus pour les deux sirops testés.

Conclure.

---

### **ANNEXE 1 EXTRAIT DE LA NORME NF ISO 7218/A1 DE DÉCEMBRE 2001 (voir sujet A)**



Durée : 4 heures Coefficient : 4

Calculatrice interdite

## ENTREPRISE DE CHARCUTERIE CUITE

L'entreprise française « X » est spécialisée dans la production et le tranchage de jambon cuit. Ses principaux clients sont les grands distributeurs français et européens.

### 1. POLITIQUE QUALITÉ (26 points)

#### 1.1. Management de la sécurité des denrées alimentaires

Afin de rassurer ses clients, la société «X» souhaite certifier son système de management de la sécurité des denrées alimentaires.

- 1.1.1. Indiquer la norme internationale vers laquelle pourrait s'orienter l'entreprise.
- 1.1.2. Préciser les principales exigences de cette norme.

#### 1.2. Exigences des clients de l'entreprise « X »

Cette entreprise travaille avec les principales grandes enseignes françaises, allemandes et anglaises. Elle doit par conséquent sous la pression de ses clients s'orienter vers des référentiels privés.

- 1.2.1. Citer les deux référentiels privés utilisés en agroalimentaire.
- 1.2.2. Compléter le tableau de l'annexe A comparant ces deux référentiels à celui de la question 1.1.1.

#### 1.3. Signe de qualité produit

Afin de mettre en avant la qualité supérieure de son jambon cuit, l'entreprise «X » peut s'orienter vers la certification produit.

- 1.3.1. Indiquer la certification produit la plus judicieuse pour ce jambon en justifiant la réponse.
- 1.3.2. Préciser les caractéristiques de ce signe de la qualité.
- 1.3.3. Donner le nom de l'organisme auprès duquel l'entreprise pourra déposer sa demande de reconnaissance de cette démarche qualité.

#### 1.4. Réglementation relative au jambon cuit supérieur

L'entreprise «X» commercialise du jambon cuit «supérieur». À partir de l'annexe 1 et de vos connaissances personnelles, répondre aux questions suivantes en précisant la référence du chapitre du Lamy Dehove concerné.

- 1.4.1. Indiquer les spécificités liées à la mention complémentaire d'étiquetage « cuit au torchon ».
- 1.4.2. Donner les caractéristiques du traitement thermique du jambon cuit supérieur.
- 1.4.3. Justifier la possibilité d'ajouter aux matières premières de base l'additif E250. Préciser le nom et le rôle de cet additif.

### 2. DOSSIER D'AGRÈMENT (27 points)

L'entreprise «X» a dû mettre à jour son dossier d'agrément et élaborer en particulier son plan de maîtrise sanitaire.

#### 2.1. Marquage des produits

D'après la réglementation européenne sur l'hygiène des denrées alimentaires, l'entreprise «X » a l'obligation d'apposer une marque d'identification sur ses produits.

- 2.1.1. Donner le nom, la représentation et la signification des différents éléments de cette marque.
- 2.1.2. Préciser si toutes les entreprises sont concernées par ce marquage.

2.1.3. Indiquer le nom de l'ensemble des textes réglementaires européens concernant l'hygiène des denrées alimentaires.

## 2.2. Plan de maîtrise sanitaire

2.2.1. Indiquer le rôle de ce plan et préciser les éléments qui le constituent.

2.2.2. Préciser les étapes du plan de travail HACCP d'après le Codex Alimentarius.

2.2.3. Définir la traçabilité. Expliquer les termes traçabilité « amont » et traçabilité « aval ».

## 2.3. Maîtrise de l'hygiène

Le responsable qualité décide de concevoir un livret d'hygiène afin de sensibiliser l'ensemble du personnel aux règles élémentaires d'hygiène.

2.3.1. Préciser le contenu de ce livret, les caractéristiques de sa rédaction et les modalités de sa diffusion.

2.3.2. En passant en revue les 5M, rechercher tous les pré-requis nécessaires à la maîtrise de l'hygiène et en donner une représentation judicieuse.

## 3. ÉTUDE DES RÉCLAMATIONS DES CLIENTS (27 points)

L'entreprise «X» décide de réaliser une étude des réclamations reçues des clients pendant le deuxième semestre 2009. Celles-ci concernent le jambon cuit tranché vendu en libre service en boîte en carton (lot de deux sachets de 4 tranches). Elles sont regroupées dans l'annexe 2.

3.1. Donner le nom de la représentation graphique permettant de sélectionner les priorités des actions à mettre en place concernant ces réclamations. Expliquer comment s'interprète ce type de diagramme.

3.2. Après avoir regroupé judicieusement les réclamations, tracer cette représentation graphique. Commenter.

3.3. Ces réclamations peuvent être classées en « critique », « majeure » ou « mineure ». Effectuer et justifier le classement.

3.4. Proposer un plan d'action global.

3.5. Préciser dans quelle rubrique de coût de la non qualité se trouvent les réclamations des clients. Définir cette rubrique.

3.6. Le nombre de réclamations des clients est souvent utilisé comme indicateur qualité. Définir ce terme et préciser les critères de choix d'un indicateur qualité.

## ANNEXE 2 : RÉCLAMATIONS CONCERNANT LE JAMBON CUIT TRANCHÉ VENDU EN LIBRE SERVICE (2 sachets de 4 tranches regroupés dans une boîte de carton)

| Mois de fabrication | Nature des réclamations          | Nombre de cas |
|---------------------|----------------------------------|---------------|
| Juillet 2009        | Emballage secondaire mal fermé   | 12            |
|                     | Ouverture difficile du sachet    | 6             |
|                     | Tranches trop fines              | 2             |
|                     | mal centrée                      | 8             |
| Août 2009           | Ouverture difficile du sachet    | 3             |
|                     | Étiquette mal centrée            | 6             |
|                     | Emballage secondaire mal fermé   | 14            |
|                     | Produit présentant un goût acide | 1             |
| Septembre 2009      | Tranches très fines              | 1             |
|                     | Mauvaise tenue des tranches      | 4             |
|                     | Goût trop salé du jambon         | 5             |
|                     | Sachet percé                     | 1             |

|               |                              |   |
|---------------|------------------------------|---|
| Octobre 2009  | Absence du numéro de lot     | 1 |
|               | Emballage secondaire ouvert  | 3 |
|               | Étiquette mal centrée        | 3 |
| Novembre 2009 | Tranches trop fines          | 4 |
|               | Mauvaise tenue des tranches  | 5 |
|               | Défaut d'odeur du produit    | 2 |
|               | Jambon salé                  | 4 |
| Décembre 2009 | Tranches pas assez épaisses  | 8 |
|               | DLC erronée                  | 1 |
|               | Tranche trop salée           | 4 |
|               | Odeur du produit désagréable | 2 |

## ANNEXE 1 : EXTRAIT DU LAMY DEHOVE

316-300 Champ d'application de la norme relative au jambon cuit supérieur

La présente norme définit les caractéristiques spécifiques auxquelles doit répondre un jambon cuit, tranché au stade de la vente ou prétranché, pouvant être commercialisé sous la dénomination de vente « jambon cuit supérieur ».

Ces caractéristiques essentielles sont de quatre ordres:

- **produit fabriqué à partir de cuisse de porc;**
- **garantie d'une teneur élevée en protéines dont la seule origine est animale et provient de la cuisse de porc;**
- **produit fabriqué sans addition de phosphates;**
- **limitation stricte des autres ingrédients et additifs.**

La norme s'applique sans préjudice des dispositions législatives réglementaires ou administratives en vigueur (Norme NF V 40-100, avr. 2002, § 1).

*Remarques*

*La norme comprend une annexe A normative relative au dosage des sucres solubles totaux par la méthode*

*Bertrand et une annexe B informative relative au dosage des sucres solubles totaux par la méthode sur flux continu.*

*Sur la base de la norme NV V 40-100 une certification de conformité (voir n° 150) peut être délivrée par AFNOR Certification avec la délivrance de la marque NF Agro Alimentaire.*

316-301 Matières premières de base du jambon cuit supérieur

Le jambon cuit supérieur est élaboré exclusivement à partir de la cuisse de porc, éventuellement désossée, dénervée, découennée, dégraissée, apiécée, en respectant les règles suivantes

- **dans tous les cas, les trois noix principales doivent être présentes dans le jambon**
- **les autres muscles peuvent être présents, éventuellement sous forme divisée, dans la limite de leurs proportions naturelles. En cas de réinjection de jambon par la saumure, le taux de réinjection ne doit pas dépasser 4 %;**
- **dans le cas où rapiéçage n'est pas réalisé par l'entité de fabrication du jambon, les matières premières mises en oeuvre doivent respecter les deux obligations ci-dessus dans le cadre de la traçabilité.**

La traçabilité garantit l'origine et la nature des viandes réincorporées. Le saumurage doit être fait de telle sorte que les critères du produit fini soit conforme à la présente norme. (Norme NE V 40-100, avr. 2002, § 3.1).

316-302 Autres ingrédients et additifs du jambon cuit supérieur

Le jambon cuit supérieur est fabriqué en ajoutant aux matières premières de base les ingrédients et additifs suivants, à l'exclusion de tout autre, dans les conditions définies au Tableau 1:

- sel;
- nitrate de sodium (E 251) ou de potassium (E 252) et/ou nitrite de sodium (E 250) ou de potassium (E 249) apportés sous forme de sel nitrité;

Et éventuellement:

- sucres : saccharose, fructose, dextrose, maltose, sirops de glucose (dextrose équivalent ou égal à 20), lactose;
- bouillon, eau;
- épices, arômes, aromates;

Note: Les seuls supports d'arômes autorisés sont les ingrédients autorisés dans le produit, ainsi que les malto-dextrines, la gomme arabique et la gomme xanthane, sous réserve que ces supports n'aient pas d'effet technologique dans le produit fini et que leurs doses, dans le produit fini, soient au maximum de 0,2 % pour les malto-dextrines, de 0,04 % pour les gommes.

- monoglutamate de sodium (E 621) ou de potassium (E 622);
- gélatine G définie par la norme NF V 59-001
- acide ascorbique (E 300) et/ou ascorbate de sodium (E 301) et/ou acide érythorbique (E 315) et/ou érythorbate de sodium (E 316).

Conditions d'utilisation des autres ingrédients et additifs

| Autres ingrédients et Additifs   | Conditions d'utilisation   |
|--|--|
| Sel  |  |
| Sucres   | Dose maximale d'emploi de 0,5 %  |
| Bouillon eau   | En quantité telle que les critères analytiques soient respectés  |
| Épices, arômes, aromates<br>Monoglutamate de sodium ou de potassium                              | Dose maximale d'emploi du total des ingrédients indiqués ci-contre, inférieure à 0,5 % comptée en matière sèche, support compris |
| Gélatine G   | En quantité telle que les critères analytiques soient respectés  |
| Nitrite de sodium ou de potassium sous forme de sel nitrité<br>Nitrate de sodium ou de potassium | Dose d'emploi telle que les quantités résiduelles soient conformes à la réglementation en vigueur                                |
| Acide ascorbique et/ou ascorbate de sodium et/ou acide érythorbique et/ou érythorbate de sodium  | Dose maximale d'emploi conformément à la réglementation en vigueur   |

(Norme NF V 40-100, avr. 2002, § 3.2).

### 316-303 Traitements effectués pour le jambon suit supérieur

Le jambon cuit supérieur est élaboré à partir de la cuisse de porc traitée en salaison, mise en forme puis cuite de telle façon que les caractéristiques de la viande fraîche aient disparu.

Le traitement thermique doit garantir une valeur létale minimum  $F_{70}^{10} > 40$  min, dite valeur pasteurisatrice, soit  $V_p > 40$  min (Norme NF V 40-100, avr. 2002, § 3.3).

### 316-304 Caractéristiques du jambon cuit supérieur au stade de la commercialisation

#### Présentation Exigences sensorielles

Le jambon cuit supérieur satisfait aux caractéristiques sensorielles fondamentales suivantes:

- **aspect : couleur rose, tenue de tranche suffisante;**
- **flaveur: goût de jambon non masqué par un assaisonnement trop intense, goût peu salé, absence de goût sucré ou acide ou d'âcreté;**
- **texture: moelleuse mais la fibre de viande doit être perçue**

#### Critères analytiques

Le jambon cuit supérieur comporte une teneur élevée en protéines totales provenant exclusivement de la cuisse de porc à l'exception des protéines contenues dans les ingrédients et additifs autorisés (voir n° 316-302). Le produit obtenu satisfait aux critères inscrits dans le Tableau 2 (cf. ci-dessous).

## Hygiène - Critères microbiologiques

Les conditions de production et les critères microbiologiques des produits doivent être conformes aux dispositions de la réglementation en vigueur.

### Critères analytiques au stade de la commercialisation

| Critères analytiques  | Valeurs                                     | Méthodes de mesure   |
|---|---|--|
| PCL <sup>(1)</sup> = (% protéines totales - % collagène) X100 / (100 - % lipides)   | Moyenne ≥ 20<br>Minimum <sup>(4)</sup> ≥ 18 | NF V 04-415 pour le dosage de l'hydroxyproline.<br>La teneur en collagène est obtenue en multipliant la teneur en L(-) hydroxyproline par le coefficient 8 |
|   |   | NF V 04-407 pour le dosage de l'azote total.<br>La teneur en protéines totales est obtenue en multipliant la teneur en azote total par le coefficient 6,25 |
|   |   | NF V 04-403 pour le dosage des lipides   |
| Sucres solubles totaux <sup>(2)</sup> exprimés en pourcentage en masse/masse  | ≤ 1 <sup>(3)</sup>                          | Dosage des glucides solubles totaux, méthodes décrites en annexes A et B.  |
| Nitrites exprimés en mg/kg de NaNO <sub>2</sub>   | Conformément à la réglementation en vigueur | NF V 04-409 pour le dosage des nitrites<br>La teneur en nitrites résiduels est exprimée en mg/kg de nitrite de sodium                                      |
| Nitrates exprimés en mg/kg de NaNO <sub>3</sub>   | Conformément à la réglementation en vigueur | NF V 04-410 pour le dosage des nitrates résiduels est exprimée en mg/kg de sodium  |
| Phosphates ajoutés  | 0,00  | Voir paragraphe 316-00 ci-après  |
| <p><sup>(1)</sup> Teneur en protéines animales débarrassées du collagène et rapportée au produit délipidé.</p> <p><sup>(2)</sup> Cette teneur prend en compte les sucres ajoutés, les glucides du muscle et les sucres contenus dans les ingrédients autorisés au paragraphe 3.2 ainsi que le pouvoir réducteur du muscle et celui des additifs.</p> <p><sup>(3)</sup> En cas de dépassement, il est vérifié que la quantité de sucres ajoutés ne dépasse pas 0,5 %.</p> <p><sup>(4)</sup> Il est toléré que 2,5% des pièces au maximum aient une teneur inférieure à 18 %.</p> |   |  |

(Norme NF V 40-100, avr. 2002, § 3.4).

### 316-308 Dénomination de vente « jambon cuit supérieur » et mentions d'accompagnement

Le jambon cuit correspond à la définition du présent document est dénommé « jambon cuit supérieur ».

La dénomination « jambon cuit supérieur » peut être complétée par la mention « maison » ou « du chef » si le produit est fabriqué par celui qui le vend au consommateur.

Tout en respectant les dispositions réglementaires en vigueur en matière d'étiquetage, les fabricants qui vendent un produit conforme au présent document le proposent à la vente sous la dénomination descriptive « Jambon cuit supérieur », accompagné de la mention « conforme à la norme AFNOR NF V 40-100 » (Norme NF V 40-100, avr. 2002, § 5.1).

### 316-309 Mentions complémentaires d'étiquetage du jambon cuit supérieur

La dénomination de vente doit être complétée selon le cas, par une ou plusieurs des mentions ci-après définies:

- « braisé » si le jambon a été cuit en vase clos à très court mouillement après rissolage ou si la cuisson est suivie d'un rissolage;
- « cuit au bouillon » si le jambon a été cuit au contact direct d'un bouillon aromatisé;
- « cuit au torchon » si le jambon a été cuit au bouillon en torchon ou entouré de bandelettes, linges, filets ou sacs textiles
- « traditionnel » si le jambon ne contient que des arômes naturels (substances aromatisantes naturelles, préparations aromatisantes) et aucun autre additif que le nitrate, le nitrite, les acides ascorbique et érythorbique et leurs seuls

- « à l'ancienne » si le jambon répond aux spécifications du jambon traditionnel et si la matière première n'a subi aucun autre traitement que la réfrigération ; (...)

Lamy Dehove - Mai 2009

---

## **ANNEXE A : TABLEAU COMPARATIF DES PRINCIPAUX RÉFÉRENTIELS CONCERNANT LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE UTILISÉS EN AGROALIMENTAIRE**

À compléter et à rendre avec la copie

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <b>Nom du référentiel</b>                |  |  |  |
| <b>Nature d'organisme rédacteur</b>      |  |  |  |
| <b>Pays concernés par ce référentiel</b> |  |  |  |
| <b>Objectif du référentiel</b>           |  |  |  |

# Sujets 2011

**E1- ANGLAIS**

**2011**

ÉPREUVE PASSÉE EN CONTRÔLE EN COURS DE FORMATION DEPUIS LA SESSION 2011.

**E2-U21 MATHÉMATIQUES**

**2011**

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 (11 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) :  $5y' - y = e^{-0,2t}$ ,  
où  $y$  est une fonction de la variable réelle  $t$ , définie et dérivable sur l'intervalle  $[0; +\infty[$ , et  $y'$  la fonction dérivée de la fonction  $y$ .

- Déterminer les solutions sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  de l'équation différentielle  $(E_0) : 5y' - y = 0$ .
- Soit  $h$  la fonction définie sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  par :  $h(t) = at e^{-0,2t}$ , où  $a$  est une constante réelle.  
Déterminer  $a$  pour que la fonction  $h$  soit une solution particulière de l'équation différentielle (E).
- En déduire l'ensemble des solutions de l'équation différentielle (E).
- Déterminer la solution  $f$  de l'équation différentielle (E) qui vérifie la condition initiale:  $f(0) = 0$ .

### B. Étude d'une fonction

Soit la fonction  $f$  définie sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  par :  $f(t) = 0,2t e^{-0,2t}$

On note  $C$  la courbe représentative de la fonction  $f$  dans le plan muni d'un repère orthogonal.

- Déterminer la limite de la fonction  $f$  en  $+\infty$ .  
Que peut-on en déduire pour la courbe  $C$  ?
- On désigne par  $f'$  la fonction dérivée de la fonction  $f$ .

Montrer que pour tout  $t$  de l'intervalle  $[0; +\infty[$ :  $f'(t) = (-0,04t + 0,2) e^{-0,2t}$ .

- Étudier les variations de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  et donner son tableau de variations. On précisera les valeurs remarquables de  $t$  et  $f(t)$ .

4.

- a) Recopier et compléter le tableau de valeurs ci-dessous. On arrondira les résultats à  $10^{-2}$ .

|        |   |     |   |    |    |    |    |
|--------|---|-----|---|----|----|----|----|
| $x$    | 0 | 2,5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| $f(x)$ |   |     |   |    |    |    |    |

- b) Tracer la courbe  $C$  sur la feuille de papier millimétrée fournie.  
Sur l'axe des  $x$ , 2 cm représentent 5 unités. Sur l'axe des  $y$ , 2 cm représentent 0,05 unités.

## C. Application

À l'aide d'une perfusion, on injecte pendant cinq minutes un médicament antalgique à un patient. Après l'injection, l'organisme élimine peu à peu le médicament.

On s'intéresse à la quantité de médicament présente dans l'organisme du patient au cours du temps. L'instant  $t = 0$  correspond au début de l'injection.

On fait l'hypothèse qu'à l'instant  $t$ , exprimé en minute (min), la quantité de médicament, exprimée en millilitre (mL), est égale à  $f(t) = 0,25e^{-0,2t}$ , où  $f$  est la fonction étudiée dans la partie B.

1. Déterminer graphiquement, à une minute près, l'instant à partir duquel la quantité de médicament **redevient** inférieure à 0,05 mL.

On fera apparaître les traits de construction utiles sur le graphique.

2.

- a) On considère la fonction  $F$  définie sur l'intervalle  $[0; +\infty[$  par  $F(t) = (-t - 5)e^{-0,2t}$ .

Montrer que la fonction  $F$  est une primitive de la fonction  $f$ .

- b) En déduire la valeur moyenne de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[0; 23]$ . On donnera la valeur exacte puis une valeur approchée arrondie à  $10^{-2}$ .

- c) Que représente la valeur moyenne calculée au b) dans le contexte de l'exercice?

## EXERCICE 2 (9 points)

Les trois parties de cet exercice sont indépendantes.

Une usine fabrique des tubes en polyéthylène pour le chauffage géothermique.

On s'intéresse à trois types de tubes appelés tubes de type 1, tubes de type 2 et tubes de type 3.

### A. Loi normale

Un tube de type 1 est accepté au contrôle si son épaisseur est comprise entre 1,35 millimètres et 1,65 millimètres.

1. On désigne par  $X$  la variable aléatoire qui à chaque tube de type 1 prélevé au hasard dans la production d'une journée associe son épaisseur exprimée en millimètre.

On suppose que la variable aléatoire  $X$  suit la loi normale de moyenne 1,5 et d'écart type 0,07.

Calculer la probabilité qu'un tube de type 1 prélevé au hasard dans la production de la journée soit accepté au contrôle. On donnera le résultat arrondi à  $10^{-2}$ .

2. L'entreprise désire améliorer la qualité de la production des tubes de type 1: il est envisagé pour cela de modifier le réglage des machines produisant ces tubes.

On note  $X_1$  la variable aléatoire qui, à chaque tube de type 1 prélevé dans la production future, associera son épaisseur. On suppose que la variable aléatoire  $X_1$  suit une loi normale de moyenne 1,5 et d'écart type  $\sigma_1$ .

Déterminer  $\sigma_1$  pour que la probabilité qu'un tube de type 1 prélevé au hasard dans la production future soit accepté au contrôle soit égale à 0,99.

On donnera le résultat arrondi à  $10^{-2}$ .

### B. Loi binomiale

On considère un lot de tubes de type 2.

On note  $E$  l'événement: « un tube prélevé au hasard dans ce lot de tubes de type 2 est défectueux. ». On suppose que  $P(E) = 0,02$ .

On prélève au hasard 20 tubes de type 2 dans ce lot pour vérification.

Le lot est assez important pour que l'on puisse assimiler ce prélèvement de 20 tubes de type 2 à un tirage avec remise.

On considère la variable aléatoire  $Y_1$  qui, à tout prélèvement de 20 tubes de type 2, associe le nombre de tubes défectueux de ce prélèvement.

1. Justifier que la variable aléatoire  $Y_1$  suit une loi binomiale dont on donnera les paramètres.

2. Calculer la probabilité que, dans un tel prélèvement, au plus un tube soit défectueux. On donnera le résultat arrondi à  $10^{-2}$ .

### C. Test d'hypothèse

Un client a passé une commande de tubes de type 3. La longueur de ces tubes doit être de 300 millimètres. On se propose de construire un test d'hypothèse bilatéral pour contrôler, au moment de la livraison, la moyenne  $\mu$  de l'ensemble des longueurs, en millimètres, des tubes de type 3.



On note  $Z$  la variable aléatoire qui, à chaque tube de type 3 prélevé au hasard dans la livraison, associe sa longueur en millimètre. La variable aléatoire  $Z$  suit la loi normale de moyenne inconnue  $\mu$  et d'écart type  $\sigma = 1$ .

On désigne par  $\bar{Z}$  la variable aléatoire qui, à chaque échantillon aléatoire de 100 tubes de type 3 prélevés dans la livraison, associe la moyenne des longueurs, en millimètre, des tubes de cet échantillon. La livraison est assez importante pour que l'on puisse assimiler ces prélèvements à des tirages avec remise.

L'hypothèse nulle est  $H_0 : \mu = 300$ . L'hypothèse alternative est  $H_1 : \mu \neq 300$ .

Le seuil de signification du test est fixé à 0,05.

1. Sous l'hypothèse  $H_0$ , on admet que la variable aléatoire  $\bar{Z}$  suit la loi normale de moyenne 300 et d'écart type  $\frac{1}{\sqrt{100}} = 0,10$ .

Déterminer sous cette hypothèse le nombre réel positif  $h$  tel que :  $P(300 - h \leq \bar{Z} \leq 300 + h) = 0,95$

On donnera le résultat arrondi à  $10^{-2}$ .

2. En déduire la règle de décision permettant d'utiliser ce test.

3. On prélève un échantillon de 100 tubes de type 3 dans la livraison et on observe que, pour cet échantillon, la moyenne des longueurs des tubes est :  $\bar{z} \approx 299,90$ , valeur arrondie à  $10^{-2}$ .

Peut-on, au seuil de 5 %, conclure que la livraison est conforme pour la longueur?

Durée : 2 heures Coefficient: 3

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

Tout autre document est interdit.

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

L'huile d'olive est connue et fait l'objet d'échanges commerciaux depuis des millénaires comme en témoignent les amphores, servant à transporter le liquide doré, retrouvées autour du bassin méditerranéen. Apparaissant initialement en Syrie et en Palestine, les oliveraies sont présentes de nos jours dans le monde entier.

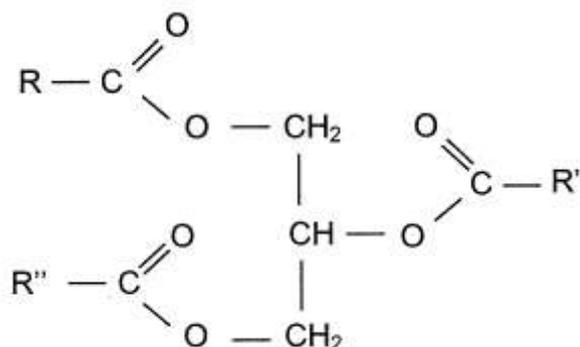
L'organisme qui sert actuellement de référence en ce qui concerne la description et la qualité de l'huile d'olive pour sa commercialisation est le Conseil Oléicole international.

L'huile d'olive, comme toutes les huiles végétales, contient de nombreuses espèces chimiques et fait l'objet de contrôles. Deux d'entre eux, l'indice d'acide (ou acidité libre) et l'indice d'iode, sont étudiés ci-dessous.

## 1. Indice d'acide d'une huile d'olive vierge (9 points)

Les acides gras sont des acides carboxyliques dont la chaîne carbonée est longue: elle comporte plus d'une dizaine d'atomes de carbone. Ils proviennent des corps gras naturels, d'où leur nom.

Les corps gras sont principalement constitués de triglycérides, c'est-à-dire de triesters d'acides gras et du glycérol. La formule générale d'un triglycéride est :



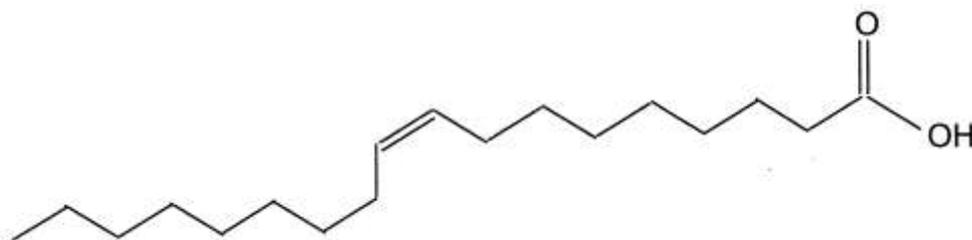
1.1. Le glycérol est le propan-1,2,3-triol.

a- En utilisant le nom systématique du glycérol et/ou la formule générale d'un triglycéride, donner la formule semi-développée du glycérol.

b- En notant  $R_1$  et  $R_2$  les groupements alkyles nécessaires, donner la formule générale d'un ester.

c- Justifier le terme de triester du glycérol donné à un triglycéride.

1.2. La formule topologique d'un acide gras, l'acide oléique, est représentée ci-dessous.



Le nom de l'acide oléique est l'acide (Z)-octadéc-9-énoïque.

a- L'acide oléique présente une stéréoisomérisation. Quelle est l'origine de l'existence de cette stéréoisomérisation?

b- Donner la formule topologique du stéréoisomère de l'acide oléique, ainsi que son nom.

c- Une énergie d'au moins  $200 \text{ kJ.mol}^{-1}$  est nécessaire pour passer d'un stéréoisomère à un autre. L'énergie moyenne d'agitation thermique d'une mole d'acide oléique est d'environ  $3.R.T$ , où R est la constante des gaz parfaits et T la température absolue. Pourquoi le passage d'un stéréoisomère à l'autre est-il impossible à la température de  $25^\circ\text{C}$ ?

Données :

Constante des gaz parfaits  $R = 8,3 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

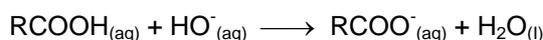
$T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$

1.3. Dans une huile végétale, telle que l'huile d'olive, une partie des acides gras n'est pas estérifiée: elle est dite libre. L'indice d'acide d'une huile est une mesure de cette fraction d'acides libres. Il doit être déterminé selon la norme ISO 660.

L'indice d'acide est le pourcentage en masse d'acides libres dans une huile, pourcentage calculé comme si tous les acides libres étaient l'acide oléique de masse molaire  $M = 282 \text{ g.mol}^{-1}$ . Pour une huile d'olive vierge, les normes imposent que l'indice d'acide soit inférieur à 3,3%.

Les acides libres présents dans un volume  $V_h = 20 \text{ mL}$  d'une huile d'olive vierge sont dosés par une solution d'hydroxyde de potassium dans l'éthanol. Toute la suite sera traitée en considérant que le milieu est aqueux.

L'équation de la réaction de dosage s'écrit donc:



a- Rappeler l'expression de la constante d'acidité  $K_A$  d'un couple acido-basique noté R-COOH/R-COO<sup>-</sup>.

b- On donne à  $25^\circ\text{C}$  :

$$pK_A = pK_A (\text{R-COOH/R-COO}^{-}) = 5$$

$$pK_e = pK_A (\text{H}_2\text{O/ HO}^{-}) = 14$$

Exprimer la constante d'équilibre K de la réaction de dosage puis calculer sa valeur à  $25^\circ\text{C}$ .

c- Cette réaction peut-elle effectivement servir de support à un dosage ? Justifier.

d- À l'équivalence du dosage, quelle est l'espèce majoritairement présente (en dehors de l'eau et des ions spectateurs potassium  $\text{K}^+$ ) ? Justifier. Que pouvez-vous en déduire concernant la valeur du pH?

e- Parmi les deux indicateurs colorés figurant dans le tableau ci-dessous, lequel vous semble approprié pour effectuer le dosage ? Justifier.

| Indicateur      | Zone de virage ( pH) |
|-----------------|----------------------|
| Hélianthine     | 3,1-4,4              |
| Rouge de crésol | 7,2-8,8              |

f- La quantité de matière d'ions hydroxyde versée à l'équivalence, et donc la quantité de matière d'acides gras libres présente dans le volume  $V_h$  d'huile est  $n_{\text{AL}} = 1,74 \text{ mmol}$ .

En déduire l'indice d'acide de l'huile d'olive vierge étudiée.

Sa valeur est-elle conforme aux normes-?

Donnée :

Masse volumique de l'huile d'olive  $\rho_h = 0,91 \text{ g.mL}^{-1}$

Dans le cas d'acides gras insaturés, comme c'est le cas pour l'acide oléique, une grande partie des molécules présentes dans une huile comporte des doubles liaisons: l'action du dioxygène de l'air sur ces liaisons doubles donne naissance à des peroxydes, à l'origine du rancissement de l'huile. Toutes les huiles végétales ne sont pas égales face à ce rancissement : plus la composition initiale d'une huile fait intervenir de molécules insaturées, plus l'huile sera sujette au rancissement. Pour quantifier cela, l'indice d'iode d'une huile est déterminé.

## 2. Indice d'iode d'une huile d'olive (5,5 points)

Pour déterminer l'indice d'iode d'une huile, une masse  $m = 0,20 \text{ g}$  d'huile est mélangée, dans un solvant approprié, à  $20 \text{ mL}$  d'un réactif W contenant du diiode  $\text{I}_2$ . En notant R-CH=CH-R', une molécule insaturée présente dans l'huile, l'équation de la réaction chimique ayant lieu s'écrit :



2.1. Donner, en justifiant brièvement, la nature de cette réaction, en choisissant parmi les propositions suivantes:

- addition nucléophile;
- addition électrophile;
- substitution nucléophile ;
- substitution électrophile.

Après avoir laissé reposer le mélange 40 minutes à l'obscurité en remuant de temps en temps, le diiode restant est extrait de la phase organique et dosé par une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ( $2 \text{Na}^+_{(aq)} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$ ) de concentration  $c_{\text{thio}} = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  en ions thiosulfate.

Le volume équivalent obtenu est:  $V_E = 8,1 \text{ mL}$ .

La concentration en diiode du réactif W n'étant pas connue, un témoin est réalisé, dans les mêmes conditions, mais sans introduire d'huile.

Le dosage du diiode introduit dans le témoin donne un volume équivalent  $V_T = 21,8 \text{ mL}$ .

Les couples mis en jeu dans la réaction de dosage sont:  $\text{I}_{2(aq)}/\text{I}^-_{(aq)}$  et  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(aq)}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$ .

2.2. Établir, en passant par les demi-équations électroniques, l'équation chimique de la réaction de dosage du diiode.

2.3. Donner la relation existant entre:

la quantité de matière  $n_r$  de diiode ayant réagi avec les molécules insaturées de l'huile

la quantité de matière  $n_d$  de diiode dosée pour le mélange ayant contenu l'huile

la quantité de matière  $t$  de diiode introduite.

2.4. Exprimer, en fonction de  $C_{\text{thio}}$  et des volumes appropriés, les quantités de matière  $n_d$  et  $n_t$ . Justifier.

2.5. En déduire que :  $n_r = c_{\text{thio}} \cdot \frac{V_T - V_E}{2}$

2.6. En déduire la masse  $m_r$  de diiode ayant réagi.

Donnée : Masse molaire atomique de l'élément iode  $M(\text{I}) = 126,9 \text{ g.mol}^{-1}$

L'indice d'iode est la masse de diiode (exprimée en grammes) capable de se fixer sur les insaturations présentes dans 100 g d'huile.

2.7. Déterminer l'indice d'iode de l'huile d'olive.

### 3. Acheminement des crus jusqu'à la cuve d'assemblage (5,5 points)

Données :  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ .

On rappelle le théorème de Bernoulli généralisé pour un fluide s'écoulant de  $M_1$  vers  $M_2$  :

$$\left( \frac{v_{M_2}^2}{2.g} + Z_{M_2} + \frac{P_{M_2}}{\rho.g} \right) - \left( \frac{v_{M_1}^2}{2.g} + Z_{M_1} + \frac{P_{M_1}}{\rho.g} \right) = h_{MT} - J$$

où

$g$  est l'intensité de la pesanteur terrestre:  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

$\rho$  est la masse volumique du fluide : pour l'huile,  $\rho_h = 0,91 \text{ g.mL}^{-1}$

$v$  désigne les vitesses d'écoulement,

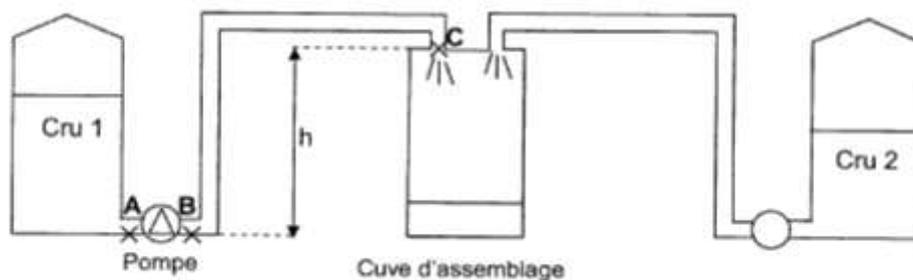
$P$  les pressions aux points considérés

$z$  désigne les altitudes de ces points

$h_{MT}$  est la hauteur manométrique d'une éventuelle pompe se situant entre ces points

$J$  est la perte de charge globale entre ces points

L'huile d'olive d'un des crus est acheminée vers la cuve d'assemblage par une canalisation de diamètre constant  $D = 10,0 \text{ cm}$  et de longueur  $L = AC \approx BC = 20,0 \text{ m}$ . Les cuves ont une hauteur  $h$  de  $8,0 \text{ m}$ .



On se place en régime stationnaire et l'huile est considérée comme un fluide incompressible. À la vitesse d'écoulement  $v = 0,50 \text{ m.s}^{-1}$ , les pertes de charge entre B et C sont estimées à  $2,0 \text{ cm}$  par mètre de canalisation.

3.1. Donner l'origine physique de ces pertes de charge entre B et C.

3.2.

a- Le régime étant stationnaire, que pouvez-vous dire du débit volumique  $Q_v$  de l'écoulement?

b- Rappeler l'expression du débit volumique dans le cas d'un fluide incompressible. En déduire que la vitesse de l'écoulement le long de la canalisation est constante.

c- Calculer la valeur du débit volumique  $Q_v$ .

3.3.

a- Déterminer, en mètres, la valeur des pertes de charge  $J$  entre B et C.

b- Donner l'expression du théorème de Bernoulli entre B et C. Simplifier cette expression, notamment compte tenu de la réponse apportée à la question 3.2.a.

c- Rappeler le nom de l'unité du système international de pression.

d- Sachant que  $P_C = P_{\text{atm}} = 1,01 \text{ bar}$ , calculer la pression en B.

## DENRÉES ANIMALES ET D'ORIGINE ANIMALE

La qualité des produits alimentaires d'origine animale dépend de multiples facteurs liés aux conditions d'élevage et d'abattage des animaux mais aussi aux conditions de transformation et de conservation des produits obtenus. L'importance de la maîtrise de plusieurs phénomènes biochimiques, microbiologiques et toxicologiques intervenant est essentielle pour la qualité des produits animaux. Cette étude portera sur :

- l'effet des conditions d'abattage des animaux sur la qualité du sang et de la viande,
- l'effet des micro-organismes dans les procédés de fermentation des produits carnés ainsi que les conséquences du traitement antibiotique antemortem sur ces fabrications,
- la toxicité de substances parfois retrouvées dans les produits d'origine animale.

### BIOCHIMIE (40 points)

Dans les abattoirs, le sang des animaux sacrifiés est récupéré et vendu à des entreprises l'utilisant comme matière première pour la production d'aliments pour animaux. Lors de l'abattage, les animaux sont généralement à jeun de sorte que leur sang ne contient pas de lipides sous forme de lipoprotéines peu denses.

#### 1. LES PROTÉINES SÉRIQUES (12 points)

Le sérum du sang est très riche en protéines (environ 70 g/L).

- 1.1. Définir la structure primaire d'une protéine.
- 1.2. Certains acides aminés favorisent la solubilité des protéines dans le sang. Donner deux exemples.
- 1.3. Avec deux acides aminés de votre choix correctement nommés, donner l'équation de formation d'une liaison peptidique (on ne tiendra pas compte de l'énergie nécessaire à sa formation). Les formules semi-développées seront présentées, les atomes de la liaison peptidique seront correctement mis en valeur, le nom du peptide fabriqué sera précisé.
- 1.4. Indiquer quels types de liaison interviennent dans la structure secondaire des protéines. Citer les structures géométriques qui résultent de ces liaisons.
- 1.5. Présenter les liaisons qui interviennent dans la formation des structures tertiaires.
- 1.6. Définir la structure quaternaire d'une protéine.
- 1.7. Les protéines sériques remplissent de nombreuses fonctions dans le sang. Donner trois exemples de fonction.

#### 2. LE MÉTABOLISME DU GLUCOSE ET LE STRESS (28 points)

##### 2.1. Production de lactate dans les muscles

À l'abattoir, il est conseillé de ne pas stresser les animaux avant leur abattage pour améliorer la qualité de la viande. En effet les animaux à jeun sous l'effet du stress produisent de l'acide lactique par voie fermentaire à partir du glycogène. Ainsi dans les muscles, les réserves de glycogène tendent à s'appauvrir tandis que le lactate s'accumule. Ce phénomène altère la qualité de la viande.

- 2.1.1. Rappeler succinctement la classification des glucides. Situer le glycogène dans cette classification. Présenter la structure du glycogène.
- 2.1.2. Donner la représentation, selon Haworth, d'une molécule de glucose et les formules semidéveloppées de l'acide pyruvique et de l'acide lactique.
- 2.1.3. Écrire l'équation bilan de la glycolyse.
- 2.1.4. Donner l'équation bilan de la fermentation lactique à partir du glucose.

##### 2.2. Dosage de l'acide lactique dans le sang

L'acide lactique présent dans le sang peut être dosé par voie enzymatique. Cela permet de connaître l'état de stress de l'animal à l'arrivée à l'abattoir. Une étude simplifiée présentée ici permet de savoir si un repos d'une heure suffit à préparer correctement l'animal pour l'abattage.

Le principe du dosage repose sur le fait que l'hydrazine forme un complexe soluble avec l'acide pyruvique rendant ainsi la réaction totale.

Immédiatement après son prélèvement, le sang est déprotéinisé. Pour cela, un échantillon de 0,5 mL de sang est recueilli dans un tube à centrifuger contenant 1 mL d'acide perchlorique glacé.

2.2.1. Expliquer succinctement comment agit l'acide perchlorique sur les protéines du sang.

Après centrifugation le dosage est réalisé selon le protocole suivant dans des cuves de trajet optique égal à un centimètre:

|                                     | Témoin | Essais |
|-------------------------------------|--------|--------|
| Sol. tamponnée d'hydrazine (mL)     | 2      | 2      |
| Surnageant de déprotéinisation (mL) |        | 0,2    |
| Acide perchlorique (mL)             | 0,2    |        |
| Sol. de coenzyme NAD (mL)           | 0,2    | 0,2    |
| Enzyme LDH (mL)                     | 0,2    | 0,2    |

Mélanger et placer au bain thermostaté à 25°C durant 1 heure. Lire contre l'air l'absorbance du témoin et des essais.

Les résultats suivants sont obtenus :

|                                | Absorbance à 340 nm |
|--------------------------------|---------------------|
| Essai à l'arrivée à l'abattoir | 0,522               |
| Essai après une heure de repos | 0,126               |
| Témoin                         | 0,006               |

Valeur de référence 6 à 16 mg d'acide lactique /100 mL de sérum

Données  $\epsilon$  du coenzyme réduit à 340 nm :  $6,3 \cdot 10^3 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1} = 630 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

Masse molaire acide lactique =  $90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

2.2.2. Expliquer pourquoi il est nécessaire de tamponner la solution d'hydrazine et de travailler à 25°C.

2.2.3. Présenter succinctement les deux méthodes de dosage de substrat. Donner le nom de la méthode employée en justifiant la réponse.

2.2.4. Écrire la réaction principale du dosage. Expliquer l'augmentation d'absorbance.

2.2.5. Calculer d'abord les concentrations en acide lactique en mmole par litre dans les deux surnageants de déprotéinisation (essai à l'arrivée à l'abattoir et essai après une heure de repos).

2.2.6. Calculer ensuite les concentrations en acide lactique en mg pour 100 mL de sang lors de l'arrivée à l'abattoir et après une heure de repos.

2.2.7. Conclure sur l'intérêt de l'heure de repos avant abattage.

## TOXICOLOGIE (20 points)

L'entreprise reçoit un lot de sang de bovins. Les analyses révèlent des concentrations en ochratoxine égale à  $5,8 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ . Le qualicien doit décider de l'acceptation du lot ou de son rejet.

L'ochratoxine (OTA) est une mycotoxine produite par des moisissures du genre *Aspergillus* et *Penicillium*. Elle contamine l'alimentation des animaux d'élevage par l'intermédiaire des céréales et des farines et celle de l'homme par le biais de la chaîne alimentaire. La production de la toxine se fait habituellement durant le stockage.

D'après les données toxicologiques, l'OTA est néphrotoxique et cancérigène chez les rongeurs et potentiellement chez l'homme.

### 1. L'INTOXICATION (8 points)

1.1. Donner les grandes phases de l'intoxication. Préciser pour chaque phase les événements qui peuvent s'y produire.

1.2. L'ochratoxine peut subir des modifications dans certaines cellules, en particulier dans celles du foie et des reins. Rappeler ce que peuvent entraîner ces modifications sur le caractère toxique des substances toxiques. A l'aide de l'annexe 1, justifier en quoi les modifications de l'ochratoxine peuvent expliquer le caractère cancérigène de l'ochratoxine.

## **2. TOXICITÉ DE L'OCHRATOXINE (6 points)**

- 2.1. D'après les données des tableaux en annexes 2 et 3, donner une estimation du caractère toxique de l'ochratoxine par voie orale.
- 2.2. Rappeler dans quelle condition expérimentale est déterminée la DL50 d'une substance.

## **3. TENEURS MAXIMALES ADMISSIBLES (6 points)**

Des teneurs maximales de résidus (LMR) admissibles ont été déterminées par l'administration européenne pour des denrées alimentaires destinées à l'alimentation humaine (annexes 4 et 5).

- 3.1. Rappeler les éléments pris en compte dans l'établissement des limites maximales de résidus admissibles. Justifier les différences de teneur choisies pour les différents aliments.
- 3.2. Le sang de bovin est utilisé pour la fabrication d'aliments déshydratés pour chien. Les chiens étant particulièrement sensibles à l'ochratoxine (annexe 2), il convient de vérifier que les lots ne dépassent pas la LMR. Celle-ci a été fixée à 5 µg/kg.

Vérifier la conformité de ces aliments déshydratés pour chiens sachant qu'ils sont composés de :

- 75 % de céréales brutes,
- 10 % de sang de bovins,
- 15 % de matières grasses exemptes d'ochratoxine.

Donnée : masse volumique du sang = 1,1 kg.L<sup>-1</sup>

## **MICROBIOLOGIE (40 points)**

La qualité intrinsèque des viandes utilisées en salaison conditionne la réussite des procédés de transformation particuliers à ce secteur. En effet, la production de saucissons secs requiert le développement de ferments microbiens associé au séchage pour transformer et conserver les viandes. Après un rappel des mécanismes d'action des principaux facteurs intervenant dans les procédés de fermentation, la conséquence de la présence d'antibiotique dans les viandes sera étudiée.

### **1. PRINCIPE DE CONSERVATION PAR FERMENTATION (12 points)**

La fermentation est un procédé très ancien permettant de conserver des aliments périssables ; les bactéries lactiques sont mises en jeu dans la plupart des cas.

- 1.1. Nommer trois genres bactériens habituellement répertoriés comme bactéries lactiques ; pour chaque genre, préciser s'il est Gram négatif ou Gram positif.

Les bactéries lactiques acidifient le milieu en transformant les glucides ajoutés en acide lactique.

- 1.2. Chez les bactéries lactiques cette transformation peut s'effectuer soit par voie homofermentaire (homolactique), soit par voie hétérofermentaire (hétérolactique). Définir chaque voie.
- 1.3. Préciser dans quelle condition physico-chimique se réalise le métabolisme fermentatif chez ces bactéries. Justifier.

L'accumulation de l'acide lactique abaisse le pH du milieu.

- 1.4. Montrer sur un graphique l'évolution du taux de croissance des bactéries lactiques en fonction du pH.
- 1.5. Expliquer pourquoi l'acidité permet la conservation des produits fermentés.
- 1.6. Les bactéries lactiques exercent aussi leur activité antimicrobienne par d'autres mécanismes. Donner un exemple argumenté.
- 1.7. Après étuvage, les produits carnés fermentés sont séchés. Expliquer pourquoi le séchage participe à la conservation des produits fermentés.

### **2. IMPORTANCE DE LA QUALITÉ DES VIANDES TRANSFORMÉES (28 points)**

Les animaux ayant subi un traitement antibiotique ne doivent pas être abattus avant plusieurs semaines afin de ne pas retrouver d'antibiotiques dans leur viande.

En effet, la présence d'antibiotiques pourrait inhiber les procédés de fermentation des produits carnés et présenter un risque toxique pour le consommateur.



2.1. Mode d'action des antibiotiques (20 points)

2.1.1. Donner la définition d'un antibiotique. La comparer à celle d'un désinfectant en dégageant les points communs et les différences.

2.1.2. Faire un schéma légendé d'une bactérie en différenciant les éléments constants et les éléments inconstants.

2.1.3. Citer deux antibiotiques (agissant sur des cibles différentes) et décrire succinctement le mode d'action de chacun d'eux.

2.1.4. Tracer sur la copie l'allure de la courbe de croissance  $\ln N = f(t)$  d'une culture bactérienne en milieu non renouvelé, en absence d'antibiotique. Délimiter les différentes phases de la croissance sur la courbe et donner leur signification physiologique.

2.1.5. Sur le graphique construit en 2.1.4., représenter l'allure de la courbe de croissance d'une culture bactérienne lorsqu'on introduit en cours de phase exponentielle :

- une concentration bactériostatique d'antibiotique,
- une concentration bactéricide d'antibiotique.

Justifier l'allure des courbes proposées.

2.2. Conséquence de l'activité antimicrobienne des antibiotiques sur les ferments carnés (8 points)

Pour mieux comprendre les conséquences de la présence d'antibiotiques dans les viandes destinées aux industries de salaison, l'expérience suivante est réalisée: à une mûlée additionnée de concentrations différentes d'antibiotique, des ferments spécifiques sont ajoutés. L'ensemble est étuvé pendant 24 h en respectant au mieux les conditions de fermentation industrielle.

Le mode opératoire et les résultats de l'étude sont présentés ci-dessous :

| Sacs  | 1   | 2   | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | Témoin 1 | Témoin 2 |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|----------|----------|
| (1) Mûlée en g  | 100 | 100 | 100 | 100  | 100  | 100  | 100  | 100      | 100      |
| (2) $C_{\text{antibiotique}}$ ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ mûlée)   | 10  | 5   | 2,5 | 1,25 | 0,62 | 0,31 | 0,15 | 0        | 10       |
| (3) Ferment (mL)  | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1        | 0        |
| Malaxage 10 minutes.<br>Incubation 24 h à 25°C.<br>Mesure du pH dans chaque sac à l'aide d'une électrode à pH |     |     |     |      |      |      |      |          |          |
| pH  | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 5,7  | 5,3  | 5,1  | 5,0  | 5,0      | 5,8      |

(1) : Préparation carnée pour saucisson à base de viande maigre, de gras de porc, de sel nitraté, de lactose et d'épices

(2) : Pénicilline

(3) : Ferment complexe (Bactéries lactiques, *Micrococcus*, *Staphylococcus*)

2.2.1. Sur papier millimétré, tracer la courbe  $\text{pH} = f(\text{concentration en antibiotique en } \mu\text{g.g}^{-1} \text{ de mûlée})$ . Situer les témoins sur la courbe.

Échelle : pH : 0,1 unité = 2 cm ;  $C_{\text{antibiotique}}$  :  $1 \mu\text{g.g}^{-1} = 1 \text{ cm}$ .

2.2.2. En se référant aux deux témoins, ajouter au graphique l'échelle des % d'acidification.

Données : le témoin 1 correspond à 100 % d'acidification.

le témoin 2 correspond à 0 % d'acidification.

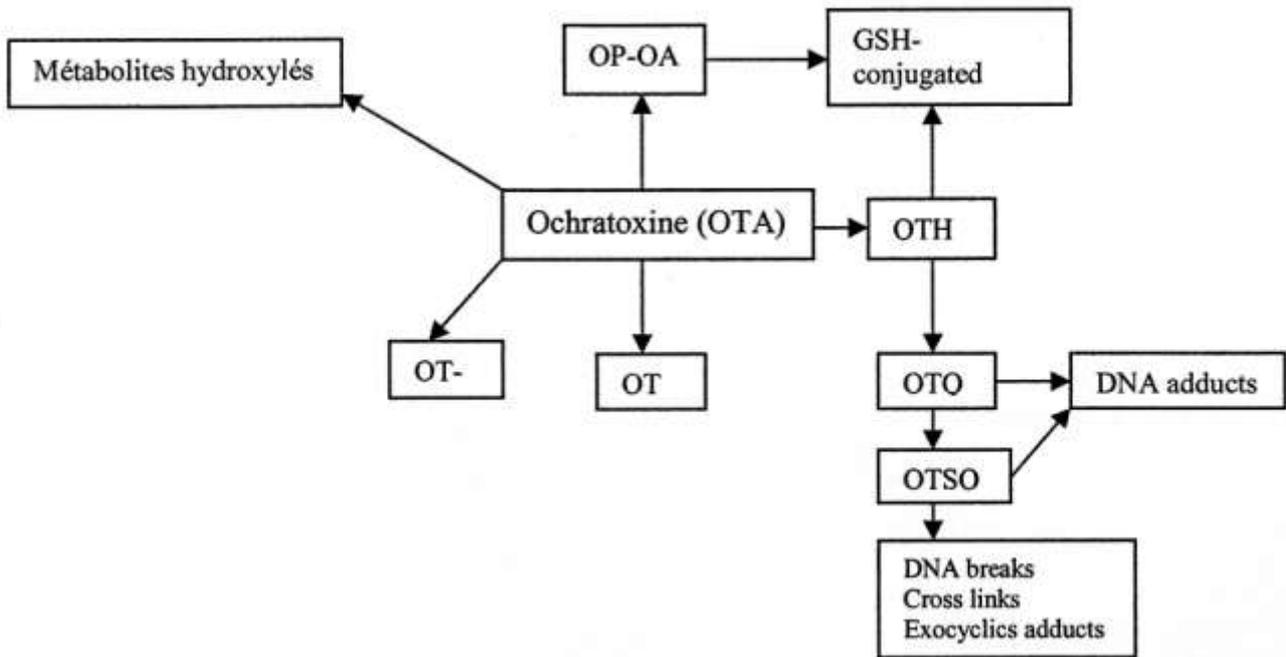
2.2.3. Déterminer graphiquement:

- la concentration en pénicilline (en  $\mu\text{g.g}^{-1}$  de mûlée) qui permet d'obtenir 50% d'acidification;
- la concentration en pénicilline (en  $\mu\text{g.g}^{-1}$  de mûlée) qui inhibe 20% de l'acidification.

2.2.4. En déduire la concentration maximale de pénicilline (en  $\mu\text{g.g}^{-1}$  de mûlée) qui permet d'avoir 100 % d'acidification, c'est à dire une fermentation normale.

## ANNEXE 1

Modifications tissulaires de l'ochratoxine, effets connus et supposés des métabolites sur les cibles de l'organisme. (Les adduits (adducts) sont des liaisons covalentes des métabolites avec leurs cibles biologiques).



## ANNEXE 2

| Animal                | DL50 (mg/kg de poids) | Voie d'administration |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Souris Swiss (mâle)   | 51-68                 | Orale                 |
| Souris femelle        | 22                    | Intrapéritonéale      |
| Rat (mâle-femelle)    | 28 et 21,4            | Orale                 |
| Rat (mâle-femelle)    | 12,6 et 14,3          | Intrapéritonéale      |
| Rat (nouveau-né)      | 3,9                   | Orale                 |
| Caille japonaise      | 16,5                  | Orale                 |
| Cobaye (mâle-femelle) | 9,1 et 8,1            | Orale                 |
| Poulet                | 3,3                   | Orale                 |
| Dinde                 | 5,9                   | Orale                 |
| Truite arc-en-ciel    | 4,7                   | Intrapéritonéale      |
| Porc                  | 1                     | Orale                 |
| Chien                 | 0,2                   | Orale                 |

## ANNEXE 3 :

### Classes de toxicité : Échelle de Gosselin, Smith et Hodge

| Dose orale probablement mortelle | Classe de toxicité  |
|----------------------------------|---------------------|
| Moins de 5 mg/kg                 | Super toxique       |
| De 5 à 50 mg/kg                  | Extrêmement toxique |
| De 50 à 500 mg/kg                | Très toxique        |
| De 500 à 5 000 mg/kg             | Modérément toxique  |
| De 5 000 à 15 000 mg/kg          | Légèrement toxique  |
| Plus de 15 000 mg/kg             | Très peu toxique    |

---

## **ANNEXE 4 : Teneurs maximales de résidus (LMR) admissibles d'après le règlement Européen 2002**

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| Céréales brutes              | 5 µg/kg  |
| Produits dérivés de céréales | 3 µg/kg  |
| Raisin sec                   | 10 µg/kg |
| Café                         | 5 µg/kg  |
| Vin et jus de raisin         | 2 µg/kg  |

---

## **ANNEXE 5 : Contribution de chaque denrée alimentaire dans l'exposition moyenne de la population européenne à VOTA**

|                |     |
|----------------|-----|
| Céréales       | 50% |
| Vin            | 13% |
| Café           | 10% |
| Épices         | 8%  |
| Bière          | 5%  |
| Cacao          | 4%  |
| Fruits secs    | 3%  |
| Viande         | 1%  |
| Autres denrées | 6%  |

Durée: 4 heures Coefficient : 5

Calculatrice autorisée

## FABRICATION DE LASAGNES

### SCIENCES DES ALIMENTS (50 points)

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

L'étude proposée porte sur les ingrédients constitutifs.

#### 1. LA PÂTE (15 points)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 3. LA VIANDE HACHÉE (8 points)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)**

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

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

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

Les particules de semoule obtenues sont ensuite triées par tamisage.

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

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

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

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

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

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

#### Données

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

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

séchage isenthalpique

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

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

### **3. ÉVAPORATION (11 points)**

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

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

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

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

#### 4. PASTEURISATION (10 points)

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

##### Données

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

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

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

#### 5. HACHAGE (6 points)

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

#### 6. ASSEMBLAGE (4 points)

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

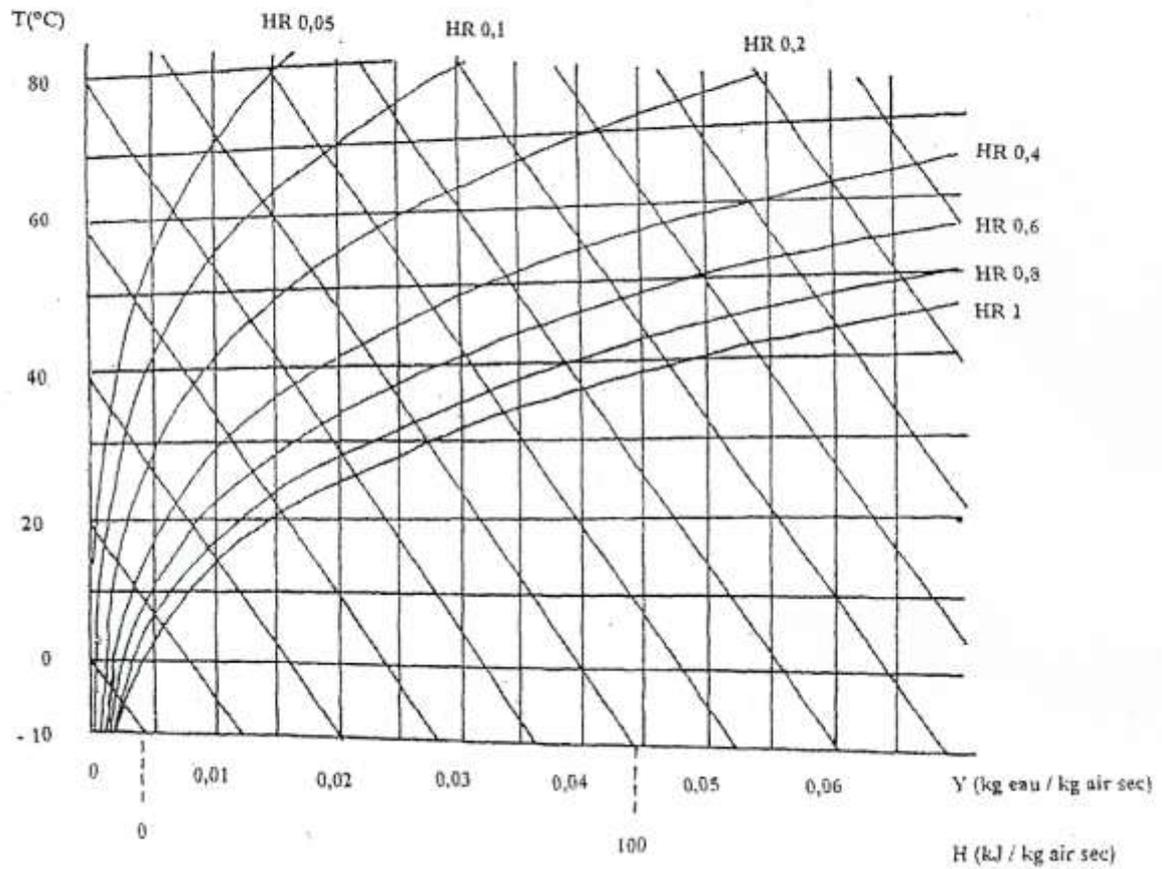
L'entreprise doit respecter les indications mentionnées sur l'étiquette produit: 20 % de pâtes, 40 % de sauce tomate, 25 % de viande de boeuf, le reste étant constitué de sauce béchamel et d'assaisonnement.

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

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

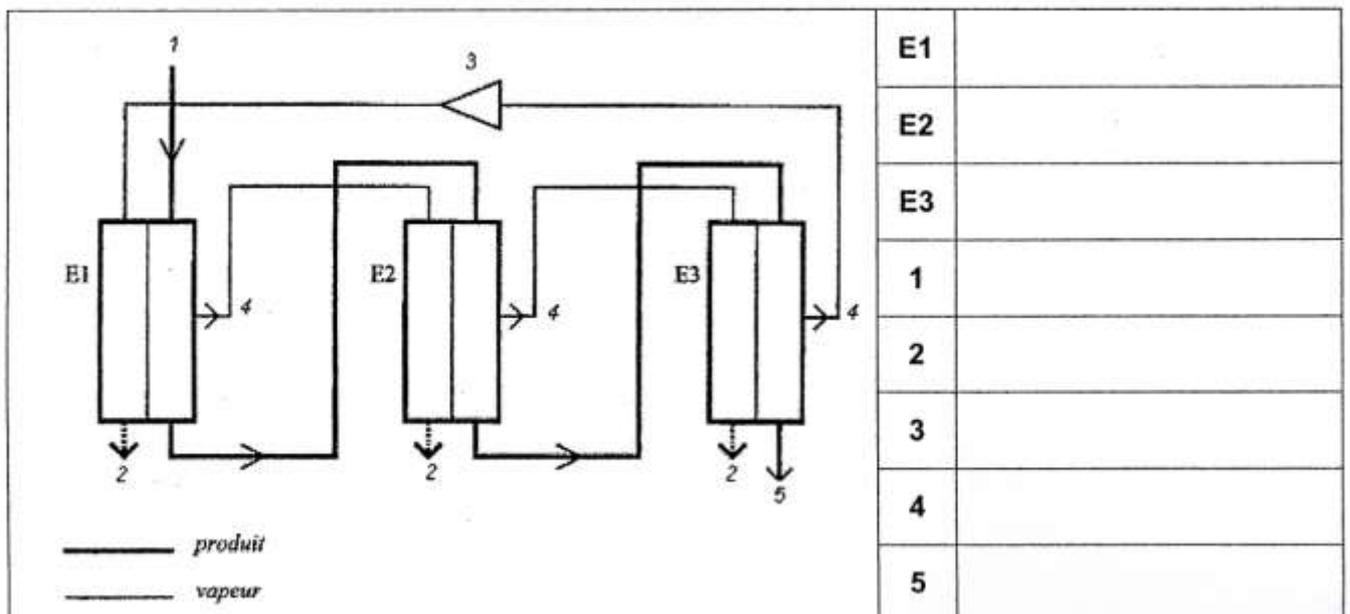
# ANNEXE 1

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



# ANNEXE 2

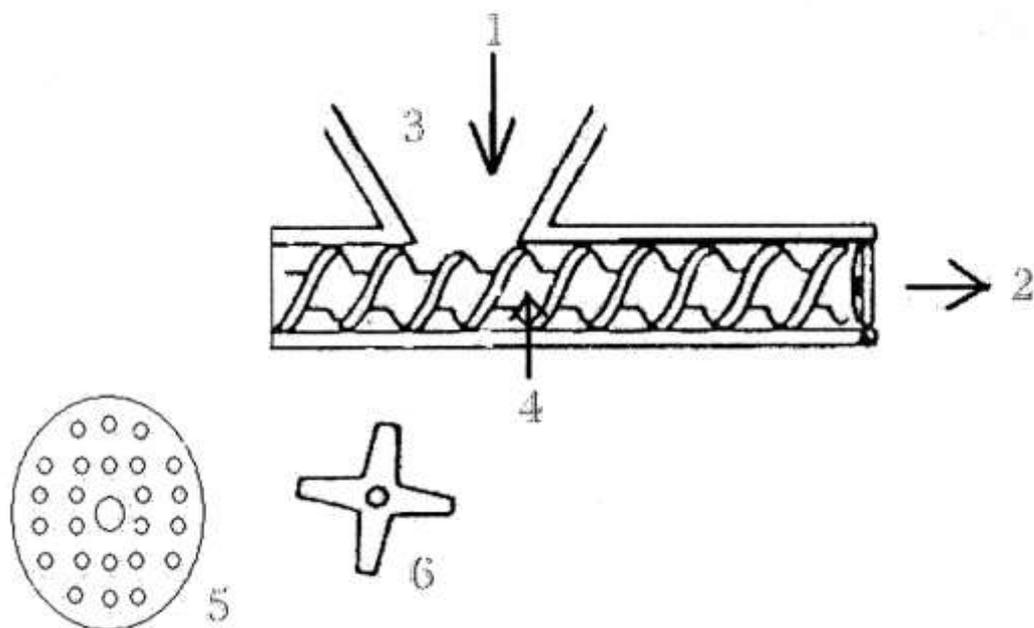
## ÉVAPORATEUR EN FONCTIONNEMENT



## ANNEXE 3

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

HACHOIR A FILIÈRE



d'après Lassoudry



## CONTRÔLES RÉALISÉS SUR UN PRODUIT DE PÂTISSERIE

### Premier jour (5 heures)

Plusieurs contrôles sont réalisés sur un produit de pâtisserie à différentes étapes de son élaboration.

### 1. CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES (25 points)

La qualité microbiologique des produits de pâtisserie repose sur la maîtrise des contaminations primaires et secondaires et sur la prévention du développement des contaminants lors de la fabrication et du stockage des produits finis. Les produits à base de crème bénéficient d'une surveillance particulière.

#### 1.1. Contrôles du produit fini

Afin de garantir la qualité sanitaire de leurs produits, les professionnels ont mis en place une série de critères d'hygiène des procédés internes aux entreprises. Le tableau ci-dessous présente un exemple de critères microbiologiques des pâtisseries et crèmes pâtisseries au stade de la distribution.

| DÉSIGNATION                             | CRITÈRES (par gramme de produit) |
|---|----------------------------------|
| Microorganismes totaux cultivant à 30°C | $3 \cdot 10^5$                   |
| Coliformes totaux                       | $10^4$                           |
| Coliformes thermotolérants              | 1                                |
| <i>Staphylococcus coagulase+</i>        | $10^2$                           |
| <i>Salmonella</i>                       | Absence dans 25 g                |
| Anaérobies sulfitoréducteurs à 46°C     | 10                               |

Le dénombrement des coliformes totaux est réalisé dans un éclair au café prélevé dans la vitrine d'un point de distribution.

#### 1.1.1.1. Matériel

- 1 sachet contenant l'éclair au café, noté « P + n° de poste »
- 1 flacon d'eau peptonée tamponnée stérile (150 mL)
- 1 tube de suspension mère, noté « SM + n° de poste » ?
- 3 tubes contenant exactement 9 mL d'eau peptonée tamponnée
- 6 tubes de 16 mL de gélose VRBL en surfusion
- 6 tubes de 4 mL de gélose VRBL en surfusion
- 6 boîtes de Pétri vides et stériles
- 6 pipettes de 1 mL à usage unique ou pipeteur automatique et embouts stériles
- 1 agitateur mécanique
- 1 homogénéisateur type Stomacher et un portoir pour sachet (à disposition dans la salle)
- 1 balance, 2 spatules et 1 sachet stérile avec une barrette de fermeture (sous le PSM)

#### 1.1.1.2. Protocole

Préparation de la suspension mère

- Peser 10g environ de pâtisserie dans le sachet stérile.
- Ajouter la masse d'eau peptonée tamponnée nécessaire pour obtenir une dilution au 1/10<sup>ème</sup> du produit.
- Fermer le sachet.
- Homogénéiser avec un appareil type Stomacher.

Montrer la réalisation de cette manipulation à un examinateur.

Réalisation des dilutions et ensemencements

Afin de faciliter la manipulation, une suspension mère identique a été réalisée par les techniciens.

Elle est répartie en tube et est notée « SM + n° de poste ».

À partir de cette suspension mère, réaliser le dénombrement des coliformes totaux sur gélose VRBL.

- Nombre de dilutions successives testées : 3
- Nombre d'essai par dilution : 2
- Volume d'inoculum : 1 mL
- Mode d'ensemencement : ensemencement en double couche

Montrer la réalisation de cette manipulation à un examinateur.

### 1.1.3. Compte-rendu

Justifier le choix des dilutions.

Préciser les conditions d'incubation.

Décrire et justifier l'aspect attendu des colonies de coliformes sur milieu VRBL ; sa composition est donnée en annexe 1 .

## ***1.2. Contrôle de l'hygiène sur le point de vente***

### 1.2.1. Propreté des vitrines de présentation

Une moisissure a été isolée lors d'un contrôle de surface, repiquée sur gélose Sabouraud+Chloramphénicol à disposition sur la paillasse (notée « V + n° de poste »).

- Réaliser les examens microscopique et macroscopique de cette moisissure.
- Identifier la moisissure, à l'aide de l'annexe 2 et conclure.
- Montrer un champ microscopique caractéristique à l'examinateur et le schéma légendé de l'observation.

### 1.2.2. Hygiène des opérateurs

Une souche isolée lors d'un contrôle sur les mains d'un opérateur est fournie sur gélose nutritive (notée « O + n° de poste »).

- Réaliser l'examen microscopique.
- Réaliser le test enzymatique adapté.

Montrer l'observation microscopique et la réalisation du test enzymatique.

- Compléter l'annexe A ; proposer une orientation du diagnostic de cette souche et une galerie d'identification. Cette annexe est à rendre 30 minutes avant la fin de l'épreuve.
- Poursuivre l'identification en ensemençant la galerie d'identification distribuée 30 minutes avant la fin de l'épreuve.

## **2. CONTRÔLES IMMUNOLOGIQUES (10 points)**

Comme tous les produits alimentaires, la qualité des produits finis de pâtisserie dépend en partie de la qualité des matières premières.

La farine utilisée pour la réalisation des pâtes à choux par exemple est soumise à plusieurs contrôles : pureté, humidité, détection de la présence de mycotoxines.

L'ochratoxine A (OTA) est une mycotoxine néphrotoxique, produite par plusieurs espèces de champignons des genres *Aspergillus* et *Penicillium*, qui se développent en particulier sur les denrées alimentaires au cours de leur stockage.

La détection de l'ochratoxine A dans deux farines est réalisée par la technique d'Ouchterlony.

### ***2.1. Matériel à disposition***

- 1 gel d'agarose en petite boîte de Pétri
- Tube Eppendorf contenant une solution d'anticorps anti-ochratoxine noté « anti-OC »
- Tube Eppendorf contenant une solution d'ochratoxine A noté « OC »

- Tube Eppendorf contenant un échantillon de farine à tester noté « FAR1 »
- Tube Eppendorf contenant un échantillon de farine à tester noté « FAR2 »
- Tube Eppendorf contenant de l'eau distillée noté « H<sub>2</sub>O »
- 1 pipette automatique (P50) et les cônes adaptés stériles
- 1 emporte pièce
- 1 gabarit de perçage des trous présenté en annexe B
- 1 chambre humide

## 2.2. Mode opératoire

Réaliser 5 puits dans la gélose à l'aide de l'emporte-pièce et du gabarit donné en annexe B. Déposer 10 µL de chaque solution par puits en choisissant une disposition judicieuse des dépôts. Incuber le gel en atmosphère humide à 30°C pendant 24 heures.

## 2.3. Compte rendu

Rendre compte de l'ordre des dépôts à l'aide de l'annexe B et la remettre avec la copie.

Donner l'intérêt du puits contenant l'ochratoxine.

Donner l'intérêt du puits contenant l'eau distillée.

# 3. CONTRÔLES BIOCHIMIQUES (25 points)

La fabrication d'éclairs au café correspond à l'assemblage :

- d'une pâte à choux pour éclairs (ingrédients : eau, margarine, sel, farine de blé et œufs liquides) ;
- d'une crème de garniture des éclairs (ingrédients : poudre crème pâtissière, eau, crème fraîche, poudre de café, sucre) ;
- d'un fondant pour le glaçage des éclairs (ingrédients : nappage blond, sirop de glucose, pâte à glacer au café et oxyde de titane).

Cette fabrication utilise comme matières premières de la farine de blé, de la crème fraîche et du sirop de glucose dont les caractéristiques biochimiques sont contrôlées régulièrement par le laboratoire qualité de l'entreprise.

## 3.1. Dosage du gluten de la farine

Parmi les protéines de la farine, le gluten a une influence déterminante sur les propriétés technologiques de la pâte ; il est en effet responsable de son extensibilité et de son élasticité.

Le gluten de la farine entrant dans la composition de la pâte à choux est dosé par la méthode de Gornall.

### 3.1.1. Mode opératoire

#### Réalisation des essais :

Dans un tube, introduire :

- extrait de gluten : 1 mL,
- réactif de Gornall : 4 mL.

Agiter. Laisser reposer 30 minutes à l'obscurité et à température ambiante.

La coloration est stable plusieurs heures.

Lire au spectrophotomètre à 540 nm contre un témoin réactif.

Réaliser deux essais concordants.

#### Réalisation de la gamme d'étalonnage :

Une solution de protéines étalon à 10 g/L est fournie.

Préparer une gamme d'étalonnage de 6 tubes contenant de 0 à 10 mg/mL de protéines avant addition du réactif de Gornall.

### 3.1.2. Compte rendu

Réaliser un tableau de colorimétrie détaillant la composition de tous les tubes.

Compléter la feuille de résultats donnée en Annexe C.

Traiter les résultats par l'outil informatique et donner les paramètres de régression linéaire.

Déterminer la concentration massique en gluten de l'extrait, exprimée en g/L.

Procéder à la validation des résultats.

Données :

- $sr = 0,30$  g/L
- $uc = 0,03$  g/L
- Annexe 3 : validation et expression d'un résultat

En déduire le pourcentage de gluten par rapport aux protéines totales de cette farine, sachant que le dosage des protéines totales a donné sur le même extrait et dans les mêmes conditions une concentration massique de 5,40 g/L.

Conclure sur la qualité de cette farine sachant que la teneur usuelle en gluten d'une farine est de 85% des protéines totales.

### **3.2. Détermination de l'acidité de la crème**

La crème est obtenue par fermentation du lait et contient de l'acide lactique.

Le dosage de l'acidité de la crème utilise la soude Dornic. La soude Dornic est une solution d'hydroxyde de sodium à  $1/9^{\text{ème}}$  mol/L.

#### 3.2.1. Mode opératoire

- Dans un bécher, introduire 10 g de crème, puis noter exactement sa masse  $m_c$ .
- Ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine.
- Introduire un barreau aimanté dans le bêcher et placer sous agitation douce.
- Titrer par la solution de soude Dornic étalonnée (concentration exacte fournie par le centre) jusqu'au virage au rosé.
- L'équivalence est atteinte lorsque la coloration rosée persiste pendant une dizaine de secondes.
- Réaliser deux essais concordants.
- Appeler un examinateur pour la lecture des chutes de burette.

#### 3.2.2. Compte rendu

- Compléter la feuille de résultats (annexe C).
- Établir la formule littérale de l'acidité titrable.
- Calculer l'acidité titrable de la crème exprimée en g/100g.
- Procéder à la validation des résultats.
- Comparer votre résultat à la norme ci-dessous et conclure.

Données :

- Concentration de la soude fournie par le centre :  $C_{\text{NaOH}}$  en mol/L
- Masse molaire de l'acide lactique :  $M_{\text{acide lactique}} = 90$  g/mol
- Masse de la prise d'essai :  $m_c$  :
- Teneur en matière grasse :  $MG = 30\%$
- Chute de burette :  $V$
- $sr = 7 \cdot 10^{-4}$  g/100g
- $uc = 0,01$  g/100g
- Annexe 3 : validation et expression d'un résultat
- Norme (*critère NDLR*) des crèmes pasteurisées : acidité de la crème exprimée en grammes d'acide lactique pour 100 g de partie non grasse inférieure à 2,5 %

### 3.3. Contrôle à réception du degré Brix d'un sirop de glucose

Le degré Brix d'un sirop de glucose est contrôlé par réfractométrie.

#### 3.3.1. Mode opératoire

L'échantillon noté « sirop de glucose » a déjà été dilué au 1/2.

Homogénéiser l'échantillon à l'aide d'une baguette de verre.

Relever la température de l'échantillon à l'aide d'un thermomètre de précision.

Effectuer une mesure sur le réfractomètre.

Réaliser la mesure devant un examinateur.

#### 3.3.2. Compte rendu

Compléter la feuille de résultats (annexe C).

Corriger la valeur mesurée pour se ramener à 20°C à l'aide de la table de correction du réfractomètre (annexe 4).

Comparer votre résultat aux données fournies dans la fiche technique du produit expédié par le fournisseur (annexe 5).

Conclure.

---

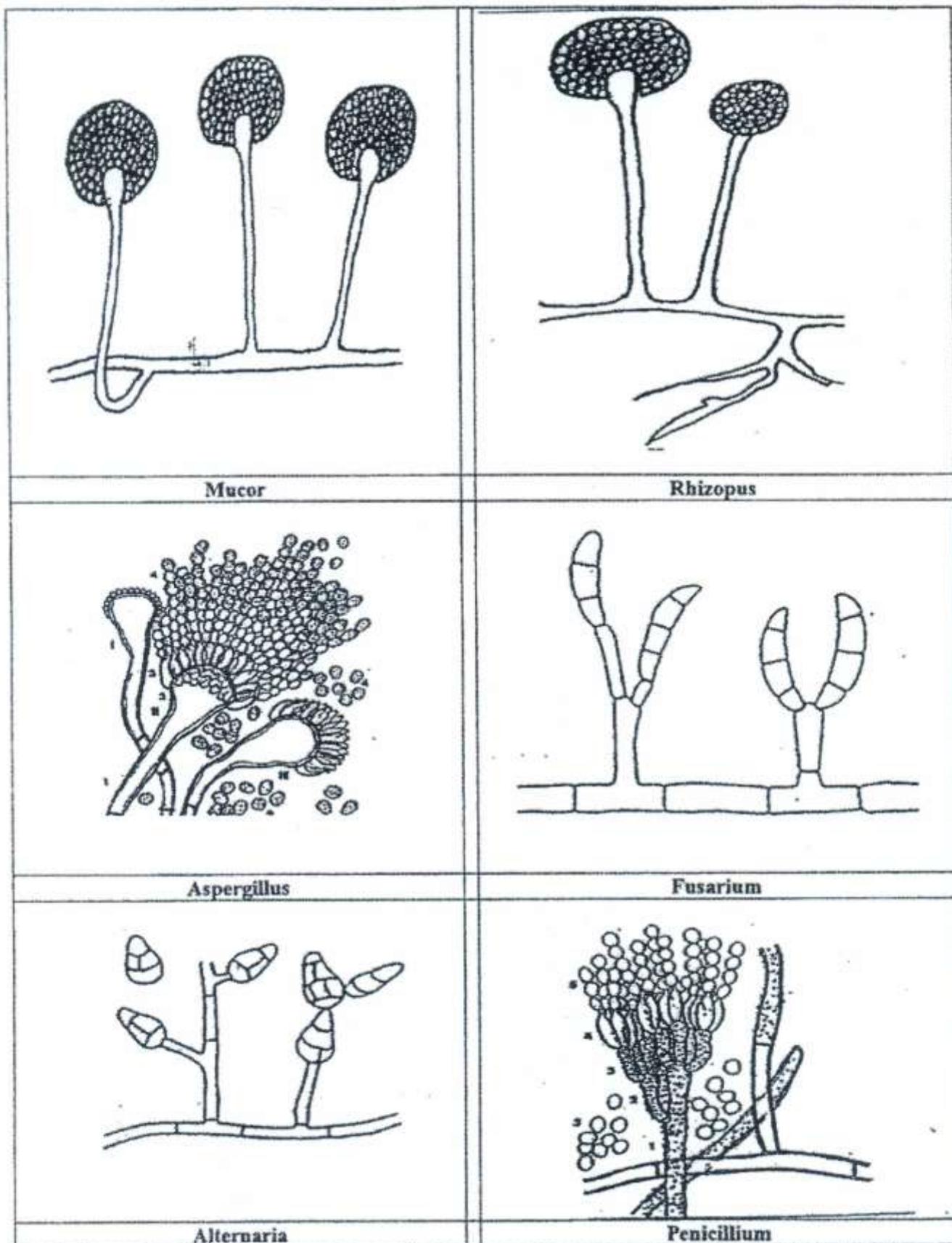
## ANNEXE 1 : Composition du milieu VRBL

Ce milieu est utilisé pour le dénombrement des coliformes.

| Composants              | Concentration en g/L |
|-------------------------|----------------------|
| Peptone                 | 7,0                  |
| Extrait de viande       | 3,0                  |
| Lactose                 | 10,0                 |
| Désoxycholate de sodium | 1,5                  |
| Cristal violet          | 0,002                |
| Rouge neutre            | 0,03                 |
| Chlorure de sodium      | 5,0                  |
| Agar                    | 15,0                 |
| pH = 6,8                |                      |

## ANNEXE 2

### Schémas d'organes de fructification de moisissures



# ANNEXE 3

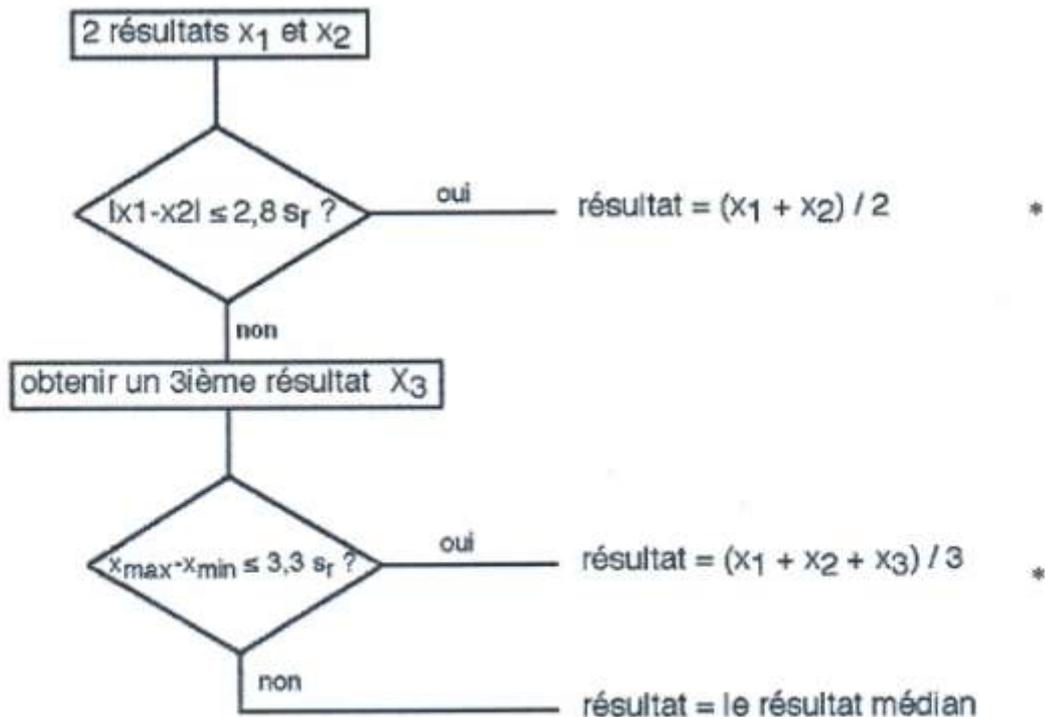
|  |   |  |
|--|---|--|
| Établissement<br><br>Centre d'examen   | INSTRUCTION DE TRAVAIL  | RÉF :  |
|  | <b>VALIDATION ET EXPRESSION<br/>D'UN RÉSULTAT</b>                               | Version : 3.1<br>Date : session 2011<br>Révisée le : 7/12/2010<br>page 1/2 |
| Rédacteurs : membres de la commission de sujets<br>Date : session 2011<br>Visa : | Vérificateur Approbateur : inspection générale<br>Date : session 2011<br>Visa : |  |

## 1 - Vérification de l'acceptabilité entre résultats expérimentaux

- Utiliser l'écart type de répétabilité «  $s_r$  » donné avec l'unité de la grandeur.
- Calculer l'écart-type de répétabilité «  $s_r$  » si le texte donne le coefficient de variation « CV » au moyen de la relation :  $s_r = CV \times \text{valeur}$ .  
On entend par « valeur » soit celle approximative proposée dans le texte, soit l'un des résultats trouvés.  
Arrondir l'écart-type de répétabilité avec 2 chiffres significatifs.

Exemple : CV = 1,2 % ; résultat :  $c_m = 0,723 \text{ g/L}$  ;  $s_r = (1,2/100) \times 0,723 = 0,0087 \text{ g/L}$

- Traiter les résultats en utilisant le logigramme ci-dessous sans arrondir les valeurs des calculs intermédiaires.



\* L'acceptabilité peut être réalisée à l'aide du  $s_r$  fourni dans l'énoncé :  
 - soit sur les valeurs expérimentales (absorbances, volumes...),  
 - soit sur les résultats finaux (concentration, teneur...).

|  |   |  |
|--|---|--|
| Établissement  | INSTRUCTION DE TRAVAIL  | RÉF :  |
| Centre d'examen  | <b>VALIDATION ET EXPRESSION<br/>D'UN RÉSULTAT</b>                               | Version : 3.1<br>Date : session 2011<br>Révisée le : 7/12/2010<br>page 2/2 |
| Rédacteurs : membres de la commission de sujets<br>Date : session 2011<br>Visa : | Vérificateur Approbateur : inspection générale<br>Date : session 2011<br>Visa : |  |

## 2 - Expression finale du résultat

L'expression du résultat nécessite de disposer de l'incertitude type composée notée «  $u_c$  » qui est soit donnée avec l'unité de la grandeur, soit sous forme de CV.

Exemple 1 :  $n = 0,3457 \mu\text{mol}$  ;  $u_c = 0,018 \mu\text{mol}$

Exemple 2 :  $c = 0,1257 \text{ mol/L}$  avec  $\text{CV} = 1,2\%$  (0,012)  
calcul :  $u_c = 0,1257 \times 0,012 = 0,0015 \text{ mol/L}$

- Calculer l'incertitude élargie en multipliant par 2 l'incertitude type composée, ce qui donne un niveau de confiance de 95 %.

**Incetitude élargie :  $U = 2 u_c$**

- Arrondir le résultat final :

- Le dernier chiffre significatif doit être à la même position que le dernier chiffre de l'incertitude élargie.
- Les règles usuelles mathématiques d'arrondi s'appliquent. Si le dernier chiffre est inférieur à 5, on conserve le chiffre immédiatement à gauche, sinon on le majore d'une unité.

Exemple 1 : résultat acceptable :  $c = 0,24319 \text{ mmol/L}$  ;  $2u_c = 0,0051 \text{ mmol/L}$   
→ rendre le résultat sous la forme :  $c = (0,2432 \pm 0,0051) \text{ mmol/L}$

Exemple 2 : résultat acceptable :  $c = 0,24314 \text{ mmol/L}$  ;  $2u_c = 0,0051 \text{ mmol/L}$   
→ rendre le résultat sous la forme :  $c = (0,2431 \pm 0,0051) \text{ mmol/L}$

- Rendre le résultat final avec sa valeur numérique, son incertitude, son unité et accompagné de :

- soit la phrase suivante : « L'incertitude proposée est une incertitude élargie par un facteur d'élargissement de 2 qui donne un niveau de confiance d'environ 95 % » ;
- soit la notation :  $k = 2$ , notation qui remplace la phrase ci-dessus.

Exemple :

$c = (0,2431 \pm 0,0051) \text{ mol/L}$  ; l'incertitude proposée est une incertitude élargie par un facteur d'élargissement de 2 qui donne un niveau de confiance d'environ 95 %.

ou

$c = (0,2431 \pm 0,0051) \text{ mol/L}$  avec  $k = 2$



## ANNEXE 4 :

### Corrections à effectuer pour des températures différentes de 20°C

On considère que la température de l'échantillon est la même que celle de l'appareil (la température du film de liquide placé entre le prisme et le volet atteint très rapidement la température de l'appareil). Cet appareil est réglé pour être utilisé à une température ambiante de 20°C. S'il est utilisé à des températures différentes, il faut soit additionner, soit retrancher une valeur à celle lue en se référant à l'abaque ci-joint.

Exemple pour une température de 30°C: supposons que la valeur lue sur l'appareil est de 15% en se référant à l'abaque on observe qu'il faut ajouter 0,78%. La concentration théorique du liquide mesuré est donc : 15 + 0,78 soit 15,78%.

Exemple pour une température à 12°C : opérer comme précédemment (toujours en supposant une lecture à 15%) mais dans ce cas retrancher 0,50% à la valeur lue. La concentration théorique est donc : 15 - 0,5% soit 14,5%.

|   |   | Concentration (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|---|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   |   | 0                 | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   |      |
| T<br>E<br>M<br>P<br>É<br>R<br>A<br>T<br>U<br>R<br>E | à<br>r<br>e<br>t<br>r<br>a<br>n<br>c<br>h<br>e<br>r | 10                | 0.50 | 0.54 | 0.58 | 0.61 | 0.64 | 0.66 | 0.68 | 0.70 | 0.72 | 0.73 | 0.74 | 0.75 | 0.76 | 0.78 | 0.79 |
|   |   | 11                | 0.46 | 0.46 | 0.53 | 0.55 | 0.58 | 0.60 | 0.62 | 0.64 | 0.65 | 0.66 | 0.67 | 0.68 | 0.69 | 0.70 | 0.71 |
|   |   | 12                | 0.42 | 0.45 | 0.48 | 0.50 | 0.52 | 0.54 | 0.56 | 0.57 | 0.58 | 0.59 | 0.60 | 0.61 | 0.61 | 0.63 | 0.63 |
|   |   | 13                | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.44 | 0.46 | 0.48 | 0.49 | 0.50 | 0.51 | 0.52 | 0.53 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.55 |
|   |   | 14                | 0.33 | 0.35 | 0.37 | 0.39 | 0.40 | 0.41 | 0.42 | 0.43 | 0.44 | 0.45 | 0.45 | 0.46 | 0.46 | 0.47 | 0.48 |
|   |   | 15                | 0.27 | 0.29 | 0.31 | 0.33 | 0.34 | 0.34 | 0.35 | 0.36 | 0.37 | 0.37 | 0.38 | 0.39 | 0.39 | 0.40 | 0.40 |
|   |   | 16                | 0.22 | 0.24 | 0.25 | 0.26 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 0.29 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.31 | 0.31 | 0.32 | 0.32 |
|   |   | 17                | 0.17 | 0.18 | 0.19 | 0.20 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.24 |
|   |   | 18                | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
|   |   | 19                | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
|   |   | 20                |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | à<br>a<br>j<br>o<br>u<br>t<br>e<br>r                | 21                | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |      |
|   |   | 22                | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |      |
|   |   | 23                | 0.19 | 0.20 | 0.21 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |      |
|   |   | 24                | 0.26 | 0.27 | 0.28 | 0.29 | 0.30 | 0.30 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |      |
|   |   | 25                | 0.33 | 0.35 | 0.36 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.39 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |      |
|   |   | 26                | 0.40 | 0.42 | 0.43 | 0.44 | 0.45 | 0.46 | 0.47 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 |      |
|   |   | 27                | 0.48 | 0.50 | 0.52 | 0.53 | 0.54 | 0.55 | 0.55 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 |      |
|   |   | 28                | 0.56 | 0.57 | 0.60 | 0.61 | 0.62 | 0.63 | 0.63 | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |      |
|   |   | 29                | 0.64 | 0.66 | 0.68 | 0.69 | 0.71 | 0.72 | 0.72 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.73 |      |
|   |   | 30                | 0.73 | 0.74 | 0.77 | 0.78 | 0.79 | 0.80 | 0.80 | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 0.81 |      |

---

## ANNEXE 5

ROCLYS A3879S

Définition :

SIROP DE GLUCOSE

Solution aqueuse purifiée et concentrée de saccharides nutritifs, obtenue par hydrolyse de l'amidon

Spécifications :

\* PHYSICO – CHIMIQUES

|                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Aspect                          | liquide sirupeux, incolore à jaunâtre |
| Goût                            | sucré                                 |
| Odeur                           | neutre                                |
| Lecture réfractométrique à 20°C | 80,8 à 81,8 Degrés Brix               |
| Indice de réfraction à 20°      | 1,4928 – 1,4954                       |
| Extrait sec                     | 78,6 – 79,5%                          |

VALEURS INDICATIVES :

Composition hydrocarbonée MCL 190 A

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| GLUCOSE                    | 15% env. |
| DISACCHARIDES              | 12% env. |
| POLYSACCHARIDES SUPÉRIEURS | 73% env. |

## **ANNEXE A**

**N° de poste :**

**Nom :**

**ANNEXE A  
À COMPLETER ET À RENDRE AVEC LA COPIE  
ORIENTATION DU DIAGNOSTIC (Souche O)**

**Observation macroscopique :**

**Observation microscopique :**

**Test complémentaire :**

Nom du test :

Réactif nécessaire :

Résultat :

**Proposition d'orientation :**

**Demande de galerie miniaturisée :**

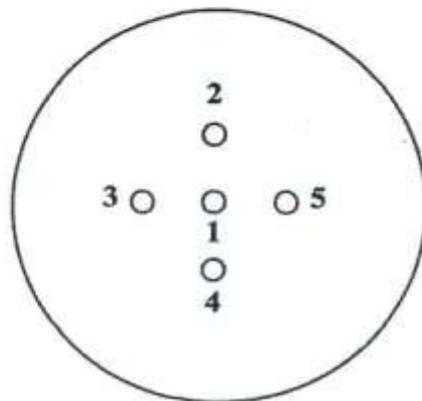
## ANNEXE B

N° de poste :

Nom :

**ANNEXE B**  
**À COMPLETER ET À RENDRE AVEC LA COPIE**  
**FEUILLE DE RÉSULTATS IMMUNOLOGIE**

Gabarit :



Nature des dépôts :

1:

2:

3:

4:

5:

## ANNEXE C

N° de poste :

Nom :

### ANNEXE C À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

#### 1. Dosage du gluten de la farine

| N° tubes   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | E1 | E2 |
|------------|---|---|---|---|---|---|----|----|
| A à 540 nm |   |   |   |   |   |   |    |    |

#### 2. Détermination de l'acidité de la crème

Masse pesée n°1=

Ve<sub>q1</sub> =

Masse pesée n°2=

Ve<sub>q2</sub> =

#### 3. Contrôle du degré Brix

Température mesurée :

Température arrondie au nombre entier :

Indice de réfraction :

## Deuxième jour (1 heure)

### 1. CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES

#### 1.1. Contrôles du produit fini

Déterminer le nombre de coliformes totaux par g d'éclair au café.

Exprimer ce résultat en se référant aux données de l'annexe : Extrait de la norme NF ISO 7218/A1 décembre 2001.

Discuter le résultat obtenu et la conduite à adopter par l'entreprise.

Rappel des critères microbiologiques d'hygiène des procédés internes établis par l'entreprise X pour les produits de pâtisserie :

| DÉSIGNATION                             | CRITÈRES (par gramme de produit) |
|---|----------------------------------|
| Microorganismes totaux cultivant à 30°C | $3 \cdot 10^9$                   |
| Coliformes totaux                       | $10^4$                           |
| Coliformes thermotolérants              | 1                                |
| <i>Staphylococcus</i> coagulase+        | $10^2$                           |
| <i>Salmonella</i>                       | Absence dans 25 g                |
| Anaérobies Sulfite Réducteurs à 46°C    | 10                               |

#### 1.2. Contrôle de l'hygiène sur le point de vente

Procéder à l'identification de la souche isolée, à partir d'un prélèvement sur les mains d'un opérateur. Conclure.

### 2. CONTRÔLES IMMUNOLOGIQUES

Les farines utilisées en pâtisserie doivent être exemptes d'ochratoxine A.

En utilisant les données de l'annexe B du jour 1, décrire les résultats obtenus après incubation et les interpréter.

### ANNEXE : Extrait de la norme NF ISO 7218/A1 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 une boîte contenant au minimum 15 colonies.

Calculer ensuite 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 :

|  |  |
|--|--|
| $N = \frac{\sum c}{v \cdot (n_1 + 0,1 \cdot n_2) \cdot d}$ | Où<br>$\sum c$ est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient au minimum 15 colonies ;<br>v est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitre ;<br>n <sub>1</sub> est le nombre de boîtes retenues à la première dilution ;<br>n <sub>2</sub> est le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ;<br>d est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue. |
|--|--|

**Arrondir le résultat à deux chiffres significatifs.**

Si le 3<sup>ème</sup> chiffre est inférieur à 5, le précédent n'est pas modifié ; sinon, il est augmenté d'une unité.

**Retenir comme résultat un nombre compris de préférence entre 1,0 et 9,9 multiplié** par la puissance de 10 approprié ou un nombre entier avec deux chiffres significatifs.

Exprimer le résultat comme suit : Nombre N de microorganismes par millilitre (produits liquides) ou par gramme (autres produits)

#### Mode de calcul : Estimation des petits nombres : Cas de deux boîtes contenant moins de 15 colonies

Si les deux boîtes, au niveau de l'échantillon pour essai (produits liquides) ou de la suspension mère (produits solides) ou de la première dilution ensemencée ou retenue, contiennent moins de 15 colonies, **calculer le nombre NE 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 :

|  |  |
|--|--|
| $N_E = \frac{\sum c}{v \cdot n \cdot d}$ | Où<br>$\sum c$ est la somme des colonies comptées sur les deux boîtes ;<br>v est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitre ;<br>n est le nombre de boîtes retenues ;<br>d est le taux de dilution de la dilution retenue. |
|--|--|

**Arrondir le résultat et l'exprimer comme précédemment.**

Durée : 6 heures      Coefficient : 3

## ÉTUDE D'UNE BOISSON ÉNERGÉTIQUE

### Premier jour (5 heures)

Une entreprise fabriquant des boissons énergétiques constate un défaut de goût sur l'un de ses produits.

La boisson énergétique en cause contient entre autres de l'eau, du fructose et de la tartrazine.

L'entreprise entreprend différents contrôles biochimiques et microbiologiques afin d'identifier la ou les cause(s) de ce défaut et de mettre en place les actions correctives nécessaires.

## 1. DOSAGE SPECTROPHOTOMÉTRIQUE DE LA TARTRAZINE (12 pts)

La tartrazine est un colorant jaune (E102) dont la teneur dans la boisson ne doit pas excéder  $15 \text{ mg.L}^{-1}$  car il peut être source d'amertume.

### 1.1. Principe

La tartrazine présente un pic d'absorbance situé entre 350 et 450 nm.

### 1.2. Matériel et réactifs

#### 1.2.1. Matériel

- Spectrophotomètre UV-Visible ;
- Cuves jetables de spectrophotométrie ;
- Pipettes de 2 mL

#### 1.2.2. Réactifs

- Solution de tartrazine à  $25 \text{ mg.L}^{-1}$  notée « tartrazine  $25 \text{ mg.L}^{-1}$  »
- Boisson énergétique défectueuse notée « boisson B »
- Eau désionisée

### 1.3. Mode opératoire

#### 1.3.1. Détermination de la longueur d'onde du pic d'absorbance

Effectuer sur la solution de tartrazine un spectre d'absorbance entre 350 et 450 nm.

#### 1.3.2. Préparation des solutions étalons

Préparer directement en cuve 6 solutions étalon à 0, 5, 10, 15, 20 et  $25 \text{ mg.L}^{-1}$  sous un volume final de 2,5 mL. Le diluant est de l'eau désionisée.

#### 1.3.3. Lecture d'absorbance

Effectuer une lecture des absorbances de la gamme étalon et de la boisson énergétique défectueuse sans dilution préalable à la longueur d'onde adéquate ; 2 essais compatibles seront effectués.

### 1.4. Résultats et compte-rendu

Justifier le choix de la longueur d'onde pour la lecture d'absorbance.

Construire le tableau de colorimétrie.

Détailler la préparation d'une cuve de la gamme.

Réaliser au moyen de l'outil informatique la courbe de l'absorbance en fonction de la concentration en tartrazine.

Donner les paramètres de la régression linéaire.

Calculer la concentration en tartrazine des essais.

Vérifier la concordance des résultats.

En déduire la teneur moyenne en  $\text{mg.L}^{-1}$  de tartrazine de la boisson défectueuse.

Conclure sur la conformité de la boisson.

Données :

|    | Concentration en tartrazine ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) |
|----|--|
| Sr | 0,05   |
| Uc | 0,1  |

---

## Annexe 1 : validation et expression d'un résultat : voir TP A

### 2. DÉTERMINATION du TITRE HYDROTIMÉTRIQUE de L'EAU (18 pts)

Le service qualité soupçonne une interaction entre les arômes et l'eau utilisée pour la fabrication de la boisson. En effet, des interférences peuvent apparaître entre les arômes et les minéraux comme le calcium et le magnésium.

La dureté de l'eau, due aux ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , s'évalue par la détermination du titre hydrotimétrique (TH) qui s'exprime en °f en France.

L'eau est satisfaisante si son TH est inférieur ou égal à 15°f.

#### 2.1. Principe

La détermination du titre hydrotimétrique de l'eau s'effectue par un dosage complexométrique des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  par l'EDTA (noté  $\text{Y}^{2-}$ ).

#### 2.2. Matériel et réactifs

##### 2.2.1. Matériel

- Burette de 25 mL,
- coupelle de pesée,
- spatule,
- pipette jaugée de 50 mL

##### 2.2.2. Réactifs

- Solution d'EDTA à environ  $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$  notée « EDTA  $\approx 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$  »
- Noir Eriochrome noté « NET »
- Sulfate de magnésium solide noté «  $\text{MgSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$  »
- Eau à analyser notée « eau à analyser »
- Tampon ammoniacal de pH 10 noté « tampon pH 10 »

#### 2.3. Mode opératoire

##### 2.3.1. Étalonnage de l'EDTA

Peser exactement une masse de sulfate de magnésium approchée à 50 mg.

Dans une fiole d'Erlenmeyer de 250 mL, placer :

- la masse de sulfate de magnésium pesée,
- environ 50 mL d'eau désionisée,
- 5 mL de tampon ammoniacal pH 10,
- une pointe de spatule de NET.

Titrer par la solution d'EDTA jusqu'au virage à la couleur bleue, sans trace de coloration violette.

Appeler un examinateur pour la lecture du dosage.

Deux essais concordants seront réalisés.

##### 2.3.2. Dosage du titre hydrotimétrique de l'eau



Dans une fiole d'Erlenmeyer de 250 mL, placer :

- 50 mL d'eau à analyser,
- 5 mL de tampon ammoniacal de pH 10,
- une pointe de spatule de NET.

Titrer par la solution d'EDTA jusqu'au virage à la couleur bleue, sans trace de coloration violette. Deux dosages compatibles seront réalisés.

## 2.4. Résultats et compte rendu

Établir la formule littérale donnant la concentration molaire de la solution d'EDTA.

Exprimer la concentration molaire moyenne de la solution d'EDTA en mol.L<sup>-1</sup> sous conditions de répétabilité (Annexe 1).

Établir la formule littérale donnant la dureté de l'eau analysée en °f.

Calculer la dureté moyenne de l'eau analysée.

Conclure.

Données :

- M (MgSO<sub>4</sub>, 7 H<sub>2</sub>O) = 246,5 g.mol<sup>-1</sup>
- 1°f correspond à une concentration en ions Ca<sup>2+</sup> ou Mg<sup>2+</sup> égale à 0,1 mmol.L<sup>-1</sup>.

|    | Concentration EDTA (mmol.L <sup>-1</sup> ) | Dureté (°f) |
|----|--|-------------|
| Sr | 0,10                                       | 0,25        |
| Uc | 0,2  | 0,3         |

## 3. ÉTUDE MICROBIOLOGIQUE DE LA BOISSON (7 points)

Afin de vérifier la salubrité de la boisson, la recherche de microorganismes est réalisée par filtration sur membrane de nitrocellulose.

### 3.1. Principe

Les critères microbiologiques utilisés pour contrôler la boisson énergétique sont donnés dans le tableau ci-dessous.

| Critères du 20 décembre 2001                |              |
|---|--------------|
| Germes à 20°C                               | 100 UFC/mL   |
| Germes à 37°C                               | 20 UFC/mL    |
| Anaérobies sulfito-réducteurs et les spores | 1 UFC/50mL   |
| Entérocoques                                | 0 UFC/250 mL |
| <i>Escherichia coli</i>                     | 0 UFC/250 mL |

Seul le dénombrement d'*Escherichia coli* est réalisé.

### 3.2. Matériel et réactifs

- 600 mL de boisson pour sportif notée « boisson M »
- 2 petites boîtes de Pétri avec de la gélose au tergitol 7 + TTC
- 2 membranes de nitrocellulose
- 300 mL d'eau désionisée stérile
- 1 éprouvette 250 mL
- Système de filtration

### 3.3. Mode opératoire

Effectuer deux filtrations de 250 mL chacune. Montrer une des deux filtrations à un examinateur.

Déposer chaque filtre sur une gélose au tergitol 7 + TTC.

Incuber 24 heures à 37°C.

## 4. VALIDATION DU PROCÉDÉ DE NEUTRALISATION DES DÉSINFECTANTS UTILISÉS DANS L'USINE (16 points)

Le service qualité de l'usine souhaite savoir si la méthode employée pour neutraliser les désinfectants est valable pour ceux utilisés dans l'usine : Aniostérisil et P3 oxonia.

### 4.1. Principe

La détermination de l'activité bactéricide d'un désinfectant nécessite la réalisation d'un essai préliminaire validant le procédé de neutralisation du désinfectant utilisé.

Cette étude utilisera comme souche de référence : *Escherichia coli*.

### 4.2. Matériel et réactifs

- Suspension bactérienne d'*E.coli* entre  $2.10^8$  et  $6.10^8$  cellules/mL, notée « suspension A »
- 2 mL de Aniostérisil
- 2 mL de P3 oxonia
- 6 tubes de 9 mL de tryptone-sel stérile (TS)
- 1 tube de 9,5 mL de TS
- 1 tube de 5 mL d'eau désionisée stérile
- 3 tubes de 9 mL de diluant-neutralisant
- 170 mL de PCA en surfusion en flacon
- 8 boîtes de Pétri vides
- 1 vortex (agitateur, mélangeur ou secoueur)
- 20 pipettes de 1 mL
- 1 chronomètre

### 4.3. Mode opératoire

#### 4.3.1. Dilution de la « suspension A »

Effectuer les dilutions en série au 1/10 nécessaires pour obtenir 10 mL d'une suspension contenant entre  $2.10^3$  et  $6.10^3$  cellules par mL, appelée « suspension fille ». Montrer la réalisation d'une dilution à un examinateur.

#### 4.3.2. Dénombrement de la « suspension fille »

Introduire 0,5 mL de la « suspension fille » dans 9,5 mL de tryptone-sel.

Ensemencer en profondeur et en simple couche 1 mL de cette nouvelle suspension dans un milieu PCA.

Effectuer 2 essais.

#### 4.3.3. Réalisation de l'essai préliminaire

Dans 3 tubes de 9 mL de diluant-neutralisant, introduire :

- dans T1 : 0,5 mL d'Aniostérisil,
- dans T2 : 0,5 mL de P3 oxonia,
- dans T3 : 0,5 mL d'eau désionisée stérile.

Agiter et laisser en contact 10 min à 20°C.

Introduire dans chacun des tubes 0,5 mL de la « suspension fille » en déclenchant le chronomètre dès le début de l'addition.

Agiter au vortex (agitateur électrique) 3 à 5 s.

Laisser en contact pendant 5 min à 20°C.

Ensemencer en profondeur et en simple couche 1 mL de chaque tube dans un milieu PCA.

Effectuer 2 essais pour chaque tube.

Incuber 48 heures à 37°C.

#### 4.4. *Compte rendu*

Expliquer les dilutions effectuées pour obtenir « la suspension fille ».

## 5. ÉVALUATION TOXICOLOGIQUE DE LA BOISSON ÉNERGÉTIQUE (7 pts)

Pour que la boisson soit considérée comme réhydratante, elle doit être isotonique à la concentration plasmatique. Un test d'hémolyse des globules rouges de lapin avec la boisson énergétique est réalisé.

### 5.1. *Matériel et réactifs*

- 500 µL de globules rouges, noté « globules rouges »
- 150 µL d'eau physiologique, noté « phy »
- 150 µL d'eau désionisée, noté « désio »
- 150 µL d'une solution de NaCl à 15g/L, noté « NaCl »
- 150 µL de la boisson énergétique notée « boisson T »
- Microplaque à fond conique
- P100 + cônes
- Étuve à 37°C

### 5.2. *Réalisation du test*

Déposer successivement :

- 50 µL d'eau désionisée dans les puits A1 et A2
- 50 µL d'eau physiologique dans les puits A3 et A4
- 50 µL de la solution de NaCl à 15 g/L dans les puits A5 et A6
- 50 µL de boisson énergétique dans les puits B1 et B2

Homogénéiser la solution de globules rouges et en déposer 50 µL dans chacun des puits de la ligne A et B utilisés. Agiter doucement la plaque pendant 30 secondes.

Recouvrir la plaque.

Incuber 30 minutes à 37°C.

Sortir la plaque et laisser à température ambiante pendant 2 heures.

### 5.3. *Lecture*

Observer les résultats de la ligne A.

À l'aide de ces résultats, évaluer l'hémolyse dans les puits de la ligne B.

### 5.4. *Compte rendu*

Faire un tableau comprenant le contenu de chaque puits et le résultat obtenu.

Expliquer les résultats obtenus dans la ligne A.

Conclure sur le pouvoir réhydratant de la boisson énergétique.

# Annexe 1 : Validation et expression des résultats : voir Annexe 3 TP A

## Deuxième jour (1 heure)

### 1. ÉTUDE MICROBIOLOGIQUE DE LA BOISSON

#### 1.1. Lecture des boîtes

Dénombrer des colonies présentes sur les boîtes. Présenter les résultats dans un tableau.

#### 1.2. Interprétation des résultats

Calculer la concentration bactérienne en *Escherichia coli* de la boisson pour sportif. Conclure par rapport aux critères choisis par l'entreprise.

Données :

| Critères du 20 décembre 2001                |              |
|---|--------------|
| Germes à 20°C                               | 100 UFC/mL   |
| Germes à 37°C                               | 20 UFC/mL    |
| Anaérobies sulfite-réducteurs et les spores | 1 UFC/50mL   |
| Entérocoques                                | 0 UFC/250 mL |
| <i>Escherichia coli</i>                     | 0 UFC/250 mL |

### 2. VALIDATION DU PROCÉDÉ DE NEUTRALISATION DES DÉSINFECTANTS UTILISÉS DANS L'USINE

#### 2.1. Dénombrement de la suspension fille

Dénombrer les colonies présentes sur les boîtes du dénombrement.

Présenter la totalité des résultats dans un tableau.

Calculer la concentration de la « suspension fille » sachant qu'il a été réalisé le premier jour le mélange suivant : 0,5 mL de suspension fille introduit dans 9,5 mL de tryptone sel.

Vérifier que le résultat obtenu correspond à la « suspension fille » de  $2 \cdot 10^3$  et  $6 \cdot 10^3$  cellules/mL.

#### 2.2. Réalisation de l'essai préliminaire

Dénombrer les colonies présentes sur les boîtes ensemencées.

Présenter la totalité des résultats dans un tableau.

Vérifier que le neutralisant est sans effet sur la suspension bactérienne.

Le neutralisant est considéré sans effet sur la culture si au moins 90% des cellules restent en vie.

Vérifier que 50 % au moins des cellules bactériennes d'*E.coli* sont protégées de l'action antibactérienne des désinfectants par le neutralisant.

Justifier.

Conclure sur l'efficacité du neutralisant employé.

Pour traiter cette 2<sup>ème</sup> partie un rappel du sujet du 1<sup>er</sup> jour est fourni aux étudiants : principe, matériel, réactifs et mode opératoire de la validation du procédé de neutralisation des désinfectants utilisés dans l'usine.

## **SYSTÈME DE MANAGEMENT DE LA QUALITÉ APPLIQUÉE AUX ACTEURS DE LA FILIÈRE LAIT**

Un éleveur à la tête d'une exploitation laitière est adhérent d'une coopérative. Une charte qualité, intitulée « Lait cru VALAIT, sortie exploitation laitière / collecte réception », lui est imposée.

Le respect de la charte doit garantir la sécurité sanitaire du lait et assurer la traçabilité en cours de production. Il est évalué au cours d'un audit.

L'adhésion à la charte est d'une durée de 36 mois à partir du premier audit.

Les fluctuations du prix actuel du lait ont amené l'éleveur à s'interroger sur une éventuelle réorientation ou diversification de son activité. Plusieurs pistes sont explorées, à savoir :

- la vente directe de lait cru au consommateur,
- la vente sur les marchés locaux,
- le contact privilégié avec le réseau régional GMS (Grandes et Moyennes Surfaces).

Le sujet se propose d'étudier le système de management de la qualité mis en place entre les différents acteurs, les axes d'amélioration à développer au sein de l'exploitation laitière, la faisabilité des réorientations envisagées, et la résolution d'un problème majeur sur l'exploitation.

### **1. MANAGEMENT DE LA QUALITÉ (18,5 points)**

L'éleveur laitier applique dans son exploitation les exigences de la norme de certification NF V 01-005 Agri confiance, système de management de la qualité de la production agricole.

Le respect de cette norme lui permet de respecter la charte d'élevage laitier de la filière laitière française.

Il livre sa production à une coopérative certifiée ISO 9001: 2008.

La coopérative assure la collecte, la vente du lait aux usines de transformation et assure un soutien logistique et de formation aux éleveurs.

Les éleveurs adhérents de la coopérative sont liés par une charte qualité qui précise les exigences à satisfaire pour garantir la sécurité sanitaire du lait et sa traçabilité.

#### **1.1. Le cadre normatif**

- 1.1.1. Définir le terme « norme ».
- 1.1.2. Donner les caractéristiques de la norme ISO 9001: 2008.
- 1.1.3. Citer quatre principes de la norme ISO 9001: 2008.

#### **1.2. Le cahier des charges**

- 1.2.1. Préciser le contenu d'un cahier des charges et l'intérêt de ce type de document dans la relation client - fournisseur quelque soit le domaine d'activité.
- 1.2.2. En vous aidant des données de l'annexe 1 et de vos connaissances, proposer un exemple de contenu du cahier des charges éleveur laitier - coopérative.

#### **1.3. La politique qualité**

La politique qualité voulue par la coopérative est d'assurer la traçabilité et la qualité du lait en vue de sa livraison et transformation par les groupes laitiers Candia® et Yoplait®. Les référentiels utilisés varient en fonction des intervenants :

- les éleveurs appliquent la norme NF V 01-005 Agri confiance, norme appliquée sur les pratiques d'élevage;
- la coopérative applique la norme ISO 9001 : 2008;

• les groupes laitiers qui assurent la transformation sont certifiés ISO 9001 : 2008 et IFS. Les groupes laitiers envisagent d'engager dans leurs usines de transformation une nouvelle démarche de certification liée à la sécurité sanitaire des produits commercialisés.

1.3.1. Donner le nom de la certification envisagée. Préciser les objectifs de cette norme et citer deux moyens utilisés pour y répondre.

1.3.2. À l'aide des données de l'énoncé et de vos connaissances, discuter le choix de cette nouvelle démarche de certification pour les usines de transformation.

## **2. LES AXES D'AMÉLIORATION (35 points)**

### **2.1. L'audit**

L'engagement de l'exploitant auprès de la coopérative laitière implique la réalisation d'audit tous les 3 ans.

2.1.1. Définir le terme « audit ».

2.1.2. Préciser la catégorie d'audit réalisé. Argumenter la réponse.

2.1.3. Donner les finalités de l'audit.

### **2.2. Audit et système documentaire**

L'adhésion à la charte qualité donnée dans l'annexe 1 impose à l'éleveur de constituer un recueil de documents dont la liste est donnée dans l'annexe A. Une mention précise: « l'éleveur doit être capable d'expliquer son système documentaire ».

2.2.1. À partir des annexes 1 et A, proposer 5 questions susceptibles d'être posées par l'auditeur pour le chapitre 1 de la charte.

2.2.2. Le rapport d'audit a révélé une incapacité de l'éleveur à expliquer la gestion de son système documentaire. Donner l'organisation théorique d'un système documentaire.

2.2.3. L'auditeur propose à l'éleveur une organisation de son système documentaire en trois catégories : documents directeurs (DR), documents techniques (DT) et documents d'enregistrements (DE). Réaliser le classement des différents documents en complétant l'annexe A. Justifier vos choix en définissant chacune des trois catégories de documents cités.

### **2.3. La création de documents**

L'éleveur est maître d'apprentissage. Afin de faciliter la formation des apprentis et d'explicitier la démarche d'archivage, il aurait été intéressant de disposer d'une procédure spécifique d'archivage.

2.3.1. Définir le terme « procédure ».

2.3.2. Lister les différents chapitres devant figurer dans cette procédure et préciser le contenu de chacun d'eux.

L'éleveur doit réaliser à fréquence régulière le suivi des températures du lait. Les documents présentés lors de l'audit sont des feuillets A4, sans aucun référencement, constitués par une succession de dates manuscrites. Le rapport d'audit a préconisé une présentation plus rigoureuse des données sous forme de tableau en vue de son informatisation.

2.3.3. Construire le document d'enregistrement « suivi des températures du lait » tel qu'il pourrait être construit par informatique avec les logiciels WORD ou EXCEL.

### **2.4. Les contrôles**

L'audit réalisé par la coopérative laitière a relevé des manquements d'hygiène au niveau de la salle de traite. L'auditeur demande à l'éleveur de revoir son protocole de nettoyage -désinfection et décide d'augmenter la fréquence des contrôles. Ces contrôles généralement réalisés mensuellement le seront désormais de manière hebdomadaire.

Au moment de la collecte, le technicien est chargé de réaliser un contrôle de température du lait à sa sortie du tank et un échantillon de 15 mL est prélevé. Chaque prélèvement est étiqueté, accompagné d'une fiche d'identification et placé en chambre froide. Il sera analysé par le laboratoire agréé par la coopérative.

2.4.1. À l'aide de vos connaissances et des données du sujet, dresser la liste des contrôles qui seront réalisés par le laboratoire.

2.4.2. Préciser la finalité des contrôles réalisés en correspondance avec la révision du plan de nettoyage -désinfection.

2.4.3. Indiquer l'intérêt de l'apposition de l'étiquette sur l'échantillon prélevé et la saisie de la fiche d'identification.

### 3. RÉORIENTATION DE L'ACTIVITÉ (12 points)

L'éleveur a la possibilité de diversifier son activité en transformant 40% de sa production laitière dans son exploitation et en ne livrant plus que 60% à la coopérative.

Il envisage dans un premier temps de réaliser la vente directe du lait cru sur son exploitation, puis dans un second temps, sur le marché de la ville voisine située à 20 km.

A terme, il envisage d'étendre son circuit de vente aux GMS de la région Grand Est. La livraison hors de son exploitation impose de réaliser le conditionnement du lait.

L'exploitant doit se mettre en conformité avec les exigences réglementaires qui sont présentées dans les annexes 2 et 3.

#### 3.1. Étude des exigences réglementaires (annexes 2 et 3)

3.1.1. Lister les éléments que doit vérifier l'éleveur avant de vendre son lait cru sur son exploitation.

3.1.2. La livraison hors de son exploitation lui impose de réaliser le conditionnement de son lait. Lister les caractéristiques du contenant à choisir.

3.1.3. L'étiquetage doit comporter la mention du produit. L'éleveur propose de nommer son produit «Lait cru haute qualité ». Vérifier la validité de cette dénomination.

#### 3.2. Étude de la durabilité du lait cru

Le datage à appliquer est une DLC. Justifier.

### 4. ÉTUDE D'UN PROBLÈME DE NON QUALITÉ (14,5 points)

La laiterie est un réduit attenant à la salle de traite. Elle comporte le tank à lait, la vaisselle utilisée pour la traite et un point d'eau. L'éleveur, faute de place, y entrepose également les produits de nettoyage - désinfection, le matériel utilisé pour le nettoyage de sa salle de traite, les tenues vestimentaires, les bottes et tabliers de traite. Le sol, jadis recouvert d'un traitement antidérapant, s'est usé. Le béton brut est apparent et inégal. La pièce ne dispose que d'une fenêtre, et la porte en communication avec la salle de traite est systématiquement ouverte. Le sol est humide et présente des flaques. La salle de traite est un local ouvert qui communique avec l'étable. Depuis cet été, la laiterie est envahie par un film noir qui envahit peu à peu murs et plafonds. Des analyses ont révélé la présence de moisissures de type *Aspergillus*.

#### 4.1. La démarche de résolution

4.1.1. Identifier le problème et choisir un outil permettant ensuite d'établir un plan d'actions. Justifier.

4.1.2. Mettre en oeuvre cet outil puis proposer au moins 4 solutions à l'éleveur.

#### 4.2. Intérêt de l'étude

Justifier l'intérêt porté à cette étude.

# ANNEXE 1 : CHARTE QUALITÉ

## « LAIT CRU VALAIT, SORTIE EXPLOITATION LAITIÈRE - COLLECTE-RÉCEPTION »

Les Objectifs de la charte sont de:

- Garantir l'origine des produits et leur mode de production
- Répondre aux exigences réglementaires et exigences des consommateurs en matière de sécurité alimentaire et de respect de l'environnement
- Reconnaître et valoriser l'engagement des producteurs
- Associer tous les acteurs dans une démarche continue de progrès

### Chapitre 1: HYGIÈNE et QUALITÉ - CONTRÔLES

#### 1.1 : Fourniture régulière d'un lait de qualité

- Hygiène et qualité du lait doivent être assurées par le respect des règles d'hygiène et la maîtrise du risque microbiologique.
- Une traçabilité sans faille: le lait est étiqueté, référencé.
- La qualité du lait est évaluée par des contrôles microbiologiques réalisés par des laboratoires interprofessionnels.

Le lait répond aux critères fixés:

| Germes totaux /mL | Cellules somatiques/ mL | Spores butyriques /L |
|-------------------|-------------------------|----------------------|
| ≤ 100 000         | ≤ 400 000               | ≤ 5000               |

| Point de mouillage | Inhibiteurs |
|--------------------|-------------|
| Absence            | Absence     |

#### 1.2 : Lait exclus de la collecte

- Le lait des animaux malades est traité séparément.
- Les protocoles d'utilisation des médicaments vétérinaires sont respectés.

### Chapitre 2 : RÉCEPTION - STOCKAGE DU LAIT À LA FERME

#### 2.1: Le local de réfrigération et le stockage du lait

- Le local de réfrigération est séparé de la salle de traite.
- L'aménagement du local, sa propreté, ses conditions d'entretien sont définies et régulièrement évalués.
- Le local ne doit comporter que le matériel de stockage.
- Le lait est stocké à la ferme dans un tank à lait mis à disposition de la coopérative.
- Le lait doit être stocké à moins de 4°C.
- Un contrôle du tank doit être réalisé selon une fréquence à définir.
- Un contrat de maintenance est établi entre la coopérative et l'éleveur.
- La température du tank est régulièrement vérifiée.
- Les abords et les accès du local doivent permettre de collecter le lait dans les meilleures conditions.
- La distance maximale entre le tank à lait et le camion de ramassage ne doit pas excéder 20m.

#### 2.2: La salle de traite

La traite réalisée deux fois par jour doit s'effectuer dans des conditions optimales de sécurité et de confort aussi bien pour les animaux que les trayeurs.

- L'aménagement du local de traite doit permettre de respecter la marche en avant.
- Le local de traite doit permettre un accès aisé aux animaux.
- Après chaque utilisation le local de traite est nettoyé et désinfecté.
- Les appareils de nettoyage à haute pression sont à proscrire.

### Chapitre 3 : TRAITE ADAPTÉE

#### 3.1 : Conformité de la machine à traire

- Le fonctionnement de la machine à traire doit être contrôlé annuellement par la société OPTIMUS.
- Les réparations préconisées sont à réaliser.

#### 3.2 : Nettoyage - désinfection



- L'ensemble du matériel de traite est entièrement nettoyé et désinfecté après chaque utilisation.
- La machine à traire est nettoyée, désinfectée selon le protocole établi par la coopérative.
- Les produits d'hygiène utilisés respectent la législation en vigueur.
- Une liste de fournisseurs homologués pour la vente des produits autorisés est transmise aux producteurs.

## **Chapitre 4: BIEN ÊTRE ET ALIMENTATION**

### **4.1 : État physique des vaches laitières**

- Les vaches sont en bonne santé, bien nourries et bien logées.
- L'éleveur assure une surveillance de l'état corporel des animaux.
- Les animaux sont traités sans brutalité.

### **4.2 : Environnement et conditions de logement**

- Les bâtiments sont adaptés et répondent à la charte d'élevage de la filière laitière française.
- En hiver les animaux disposent d'un abri.

### **4.3 : Identification des animaux**

- Les animaux doivent être parfaitement identifiés.
- Les documents d'identification sont classés dans un passeport.
- L'exploitation dispose d'un registre des animaux.

### **4.4 : Alimentation des animaux**

- Un plan d'alimentation est défini.
- L'origine et la qualité de l'alimentation sont maîtrisées.
- L'alimentation est exempte d'OGM.

## **Chapitre 5 : GARANTIES SANITAIRES**

### **5.1 : Qualification sanitaire**

- L'élevage dispose d'une qualification sanitaire.

### **5.2 : Suivi sanitaire**

- Un plan de suivi sanitaire des animaux est réalisé.
- Les pratiques de l'éleveur en matière de suivi sont définies.
- L'éleveur dispose d'un vétérinaire référent.
- L'utilisation des médicaments est raisonnée.
- Les soins dispensés à chaque animal sont enregistrés dans un carnet sanitaire.

### **5.3 : Hygiène et sécurité des aliments**

- La conservation des fourrages est maîtrisée.
- L'ensilage est maîtrisé pour éviter les spores butyriques.
- Les produits potentiellement toxiques sont stockés à l'écart des fourrages.
- L'eau fournie aux vaches est contrôlée.

## **Chapitre 6: RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT**

- L'éleveur s'engage à respecter l'environnement.
- Il veille à réaliser une insertion paysagère harmonieuse de son exploitation.
- Il assure un embellissement des abords de la ferme.
- Veille à limiter les nuisances : odeurs, bruits, insectes.

## **Chapitre 7 : APPROCHE GLOBALE**

- Une gestion appropriée des effluents d'élevage est réalisée.
- L'éleveur veille à une gestion raisonnée de l'eau.
- Son activité doit s'inscrire dans une démarche de développement durable.

### **Remarques complémentaires :**

- L'éleveur est audité lors d'un audit conseil
- Il peut durant son activité être assisté de conseillers qui l'accompagnent dans le suivi des actions à entreprendre
- Il est acteur du processus d'amélioration.
- Sa compétence est reconnue: lors de l'audit une note est attribuée lui permettant d'obtenir une prime complémentaire à son revenu

---

# ANNEXE 2 : EXTRAITS DU DÉCRET N°55-771 DU 21 MAI 1955 RELATIF AUX LAITS DESTINÉS À LA CONSOMMATION HUMAINE

Version consolidée au 8 juin 2006

## *Titre 1<sup>er</sup> : Lait cru*

### Article 1

Les laits qui peuvent être vendus à l'état cru pour la consommation humaine, en application de l'article 4 de la loi du 2 juillet 1935 et de l'article 6 du décret n° 53979 du 30 septembre 1953, doivent simultanément répondre aux prescriptions:

- De l'article 1er de la loi du 2 juillet 1935 et des articles 2 et 3 de la même loi, modifiés par les articles 4 et 5 du décret n° 53-979 du 30 septembre 1953;
- Du titre 1er du décret du 25 mars 1924 modifié par le décret du 23 septembre 1934;
- Des articles 2 et 3 ci-après.

### Article 2

Les laits destinés à être vendus à l'état cru pour la consommation humaine doivent:

1° Conformément aux dispositions du décret du 24 janvier 1934, ne pas provenir d'animaux tuberculeux, ni renfermer de bacilles tuberculeux. Ces laits doivent provenir :

- a) D'étables officiellement contrôlées visées à l'article 4 de la loi du 2 juillet 1935;
- b) D'étables patentées, c'est-à-dire titulaires de la patente sanitaire délivrée dans les conditions prévues par les articles 11 et 12 du décret du 29 septembre 1935;
- c) D'étables possédant un cheptel reconnu indemne de tuberculose par les services vétérinaires, à la suite d'épreuves de tuberculine ou de toute autre épreuve diagnostique approuvée par le comité consultatif des épizooties ;

2° Provenir d'exploitations pourvues d'eau naturellement potable ou rendue potable par un procédé approuvé par le directeur départemental de la santé et d'étables assainies et blanchies au moins une fois par an : l'entreposage et la manipulation du lait ne doivent pas être effectués à l'intérieur de l'étable;

3° Être récoltés et transportés dans des récipients répondant aux prescriptions de l'article 3 du présent décret;

4° Être propres et le demeurer jusqu'au moment de la vente au consommateur, leur propreté étant reconnue par l'épreuve de filtration sur ouate;

5° Être refroidis immédiatement après la traite et être maintenus jusqu'au moment de la vente au consommateur à une température inférieure à 15 degrés, ces prescriptions ne s'appliquant pas toutefois aux laits vendus directement au consommateur dans les deux heures suivant la fin de la traite;

6° Au moment de la vente au consommateur, ne pas décolorer le bleu de méthylène en moins de trois heures, dans les conditions fixées par l'arrêté prévu à l'article 16 du présent décret.

Les prescriptions des paragraphes 5° et 6° du présent article seront mises en application pour tout ou partie de chaque département, par arrêté du ministre de l'agriculture, pris après avis du préfet intéressé.

### Article 3

Les récipients utilisés pour la récolte et pour le transport des laits destinés à être vendus à l'état cru pour la consommation humaine doivent:

- 1° Être maintenus en bon état d'entretien;
- 2° Avant utilisation, être propres et aseptisés ; les ingrédients employés doivent avoir été autorisés par le conseil supérieur d'hygiène publique de France;
- 3° S'ils sont destinés au transport hors de l'exploitation, ils doivent en outre:
  - a) Porter sur une bande jaune entourant complètement le récipient ou sur une étiquette l'inscription: "lait cru", en caractères très apparents d'au moins 3 cm de haut;
  - b) Sitôt remplis et refroidis, être fermés
  - c) Ne pas être ouverts depuis la prise en charge jusqu'à la vente au consommateur, sauf dans le cas où les laits sont, pour la vente au détail, recueillis dans un bac réfrigéré ; en cas, les récipients ne peuvent être ouverts qu'au moment du transvasement;

d) Au moment de la prise en charge, être munis d'un dispositif (plomb, cachet ou autre) permettant de s'assurer du respect de la prescription de l'alinéa c ci-dessus ; le dispositif doit porter le numéro d'immatriculation prévu à l'article 5 du présent décret. Les prescriptions du paragraphe 3° du présent article ne s'appliquent pas aux producteurs vendant directement au consommateur les laits produits exclusivement sur leur exploitation, sous réserve que la vente ait lieu, soit sur l'exploitation même, soit dans un dépôt où ces laits puissent être individualisés.

## ***Titre II: Lait pasteurisé***

Articles 6 à 11

## ***Titre III : Vente au consommateur.***

Article 12

Les laits destinés à la consommation humaine, visés au présent décret, n'ont droit, selon le cas, qu'à la dénomination "lait cru" ou "lait pasteurisé" ou "lait pasteurisé conditionné", sans aucune adjonction susceptible de faire croire à une supériorité de qualité, notamment de caractère médical.

Le "lait cru" peut néanmoins, le cas échéant, sous réserve qu'il provienne exclusivement de l'une ou l'autre de ces catégories d'étables, être vendu dans des récipients portant, outre cette dénomination, l'inscription "lait provenant d'étables officiellement contrôlées" ou "lait provenant d'étables patentées".

De même le "lait pasteurisé conditionné" peut, le cas échéant, sous réserve qu'il provienne exclusivement de l'une ou l'autre de ces catégories d'étables, être vendu dans des récipients portant, outre cette dénomination, l'inscription "lait provenant d'étables officiellement contrôlées" ou "lait provenant d'étables surveillées", cette dernière inscription s'appliquant à la fois aux étables patentées et aux étables prévues au paragraphe c de l'article 2 du présent décret.

Article 13 (abrogé)

Article 14

À moins qu'elle n'ait lieu sur l'exploitation même du producteur, la vente au consommateur doit avoir lieu exclusivement dans des magasins ou installations spécialement aménagés à cet effet. Des arrêtés préfectoraux pris après avis des organisations professionnelles intéressées et du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques traiteront, notamment, de l'aménagement des locaux et de l'interdiction d'y exercer certaines activités susceptibles de nuire à la qualité du lait.

Nonobstant les prescriptions de l'alinéa précédent, est autorisée la livraison à domicile dans des récipients fermés maintenus jusqu'au moment de la remise au consommateur à une température inférieure ou égale à 15 degrés:

1° Du lait pasteurisé conditionné;

2° Du lait cru transporté dans des récipients répondant aux prescriptions du paragraphe 3° a) de l'article 3 et des paragraphes 1°, 2° et 3° de l'article 10 du présent décret.

## ***Titre IV: Contrôle.***

Article 15

La surveillance sanitaire de la production, le contrôle du traitement, de la conservation, du transport et de la vente des laits destinés à la consommation humaine relèvent du ministre de l'agriculture.

Le service de la répression des fraudes, les services vétérinaires et les services de la santé échangent à l'échelon départemental toutes informations relatives à la qualité hygiénique du lait.

Lorsque des motifs d'ordre sanitaire et hygiénique le nécessitent, les contrôles peuvent être effectués conjointement par le service de la répression des fraudes, la direction départementale des services vétérinaires et le service départemental de la santé.

Pour la surveillance des ateliers de traitement du lait, lorsque ces contrôles conjoints viennent en sus des prévisions du service de la répression des fraudes à qui incombe cette surveillance, les frais supportés par ce service donnent lieu à remboursement de la part du ministre de la santé publique et de la population selon des modalités fixées par arrêté interministériel.

Des instructions du ministre de l'agriculture fixeront les attributions des services départementaux relevant de son autorité dans les diverses missions énoncées au premier alinéa du présent article.

En tout état de cause, la constatation des infractions incombe aux fonctionnaires qualifiés en application du premier alinéa du présent article. Cependant, quel que soit le stade de la production, du traitement, de la conservation ou de la commercialisation du lait au cours duquel une infraction aura été relevée, aucune poursuite ne pourrait être engagée sans que le service de la répression des fraudes ait été appelé à donner son avis préalable.

## Article 16

Tout prélèvement d'échantillon effectué en exécution de la loi du 2 juillet 1935, modifiée par le décret n° 53-979 du 30 septembre 1935, pour le contrôle de la teneur microbienne des laits destinés à la consommation humaine comporte un seul échantillon.

Pour les laits pasteurisés conditionnés, chaque échantillon est constitué par un récipient plein et fermé.

Tout prélèvement d'échantillon donne lieu à un procès-verbal de prélèvement ; toute analyse d'échantillon donne lieu à un rapport d'analyse ; procès-verbal et rapport d'analyse doivent être adressés au préfet intéressé.

Tout contrôle d'un atelier de traitement donne lieu à plusieurs prélèvements d'échantillons.

Des arrêtés conjoints du ministre de l'agriculture et du ministre de la santé publique et de la population fixent les modalités du contrôle hygiénique et bactériologique des laits destinés à la consommation humaine en ce qui concerne, notamment:

1° Les prélèvements d'échantillons, leur identification, leur refroidissement, leur conservation et leur transport au laboratoire d'analyse;

2° L'établissement du procès-verbal de prélèvement et du rapport d'analyse;

3° L'analyse contradictoire prévue à l'article 18 du présent décret;

4° La description des méthodes d'analyse.

Le ministre de l'agriculture établit la liste des laboratoires agréés pour l'analyse bactériologique du lait, ainsi que le ressort de ces laboratoires.

.....

---

## **ANNEXE 3 : PARAGRAPHE 2, CLASSIFICATION DES PATENTES. (EXTRAIT DU CODE RURAL)**

### Article R224-58 Créé par Décret 2003-768 2003-0801 art. 2, annexe JORF 7 août 2003

Les étables officiellement indemnes de tuberculose sont classées en trois catégories:

1° Étables dont les animaux ont été reconnus indemnes de tuberculose dans les conditions indiquées à l'article R.224-59;

2° Étables titulaires d'une patente dite patente sanitaire;

3° Étables titulaires d'une patente dite patente vétérinaire et médicale.

Article R224-59 Modifié par Décret n°2009-1484 du 3 décembre 2009 - art. 20 (V)

Constituent des étables de la 1<sup>ère</sup> catégorie les étables dont les animaux sont reconnus non tuberculeux à la suite d'opérations collectives de prophylaxie entreprises avec aide de l'État, conformément aux dispositions du paragraphe 1 de la présente sous-section, ou au cours d'opérations de contrôle entreprises, à titre individuel, à la demande et à la charge de leurs propriétaires, sous l'autorité du directeur départemental chargé de la protection des populations.

Un arrêté du ministre chargé de l'agriculture détermine les modalités du contrôle de ces étables.

### Article R224-60 créé par Décret 2003-768 2003-08-01 art. 2, annexe JORF 7 août 2003

Seules peuvent prétendre à la patente sanitaire les étables dont les animaux ont été reconnus non tuberculeux conformément aux dispositions de l'article R. 224-59 lorsque les locaux destinés aux animaux et le matériel destiné à la traite, au transport et à la conservation du lait sont hygiéniquement aménagés, utilisés et entretenus et que l'exploitant dispose d'eau potable, notamment pour la traite et l'entretien de la vaisselle laitière.

Dans l'ensemble du territoire national, la patente sanitaire ne pourra être attribuée ou maintenue qu'aux étables qui, satisfaisant aux exigences définies à l'alinéa précédent, auront, en outre, été reconnues indemnes de brucellose dans les conditions déterminées par arrêté du ministre chargé de l'agriculture pris après avis du ministre chargé de la santé ; le lait sortant de ces étables devra provenir de vaches en parfait état sanitaire, soumises à une surveillance particulière, notamment en ce qui concerne les modifications ou altérations susceptibles d'être apportées aux caractères normaux du lait.

Le ministre chargé de l'agriculture fixe les conditions de l'octroi, du maintien et du retrait de la patente sanitaire et les modalités du contrôle qui doit être effectué sur les étables titulaires de cette patente. Il précise les divers engagements que devront prendre les propriétaires, notamment en vue d'éviter la modification ou l'altération des caractères normaux du lait.

### Article R224-61 Modifié par Décret n°2006-1675 du 22 décembre 2006 - art. 2 JORF 27 décembre 2006

La patente vétérinaire et médicale est attribuée aux étables désignées à l'article 4 de la loi du 2 juillet 1935 relative à l'organisation et à l'assainissement des marchés du lait et des produits résineux et à l'article 2 du décret n° 55-771 du 21 mai 1955 relatif aux laits destinés à la consommation humaine comme "officiellement contrôlés".

Les conditions du contrôle vétérinaire et médical auquel l'attribution et le maintien de cette patente sont subordonnés sont déterminées par décret pris sur le rapport des ministres chargés de l'agriculture et de la santé et après avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

Ces conditions sont fixées, en application du précédent alinéa, par les articles D. 224-62 à D. 224-65.

**Article D224-62 Créé par Décret n°2005-368 du 19 avril 2005 - art. 10 (V) JORF 22 avril 2005**

La possession de la patente vétérinaire et médicale prévue à l'article R. 224-60 autorise le propriétaire d'un cheptel bovin à se prévaloir, pour la vente de ses produits, du titre "étable à patente vétérinaire et médicale".

Seules peuvent prétendre à la patente vétérinaire et médicale les étables qui remplissent les conditions suivantes

1° Elles doivent être titulaires de la patente sanitaire définie à l'article R. 224-61 et délivrée conformément à l'arrêté d'application prévu par ledit article;

2° Le personnel chargé régulièrement de l'entretien des animaux, de la traite ou de la manipulation du lait doit avoir subi favorablement un contrôle médical dont les conditions sont fixées à l'article D. 224-63.

**Article D224-63 Créé par Décret n°2005-368 du 19 avril 2005 - art. 10 (V) JORF 22 avril 2005**

Doit être soumis au contrôle médical prévu à l'article D. 224-62 le personnel en fonction au moment de l'établissement de la patente, ainsi que tout personnel entrant ultérieurement en fonction.

Ce contrôle vise à s'assurer de l'absence chez les assujettis d'affections susceptibles d'être transmises par le lait; il comprend :

1° Un examen effectué par un praticien assermenté de médecine générale;

2° Un examen spécialisé comportant un contrôle radiographique effectué soit dans un dispensaire antituberculeux public, soit chez un phthisiologue qualifié ou compétent.

Ce contrôle médical sera renouvelé au moins une fois par an.

**Article D224-64 Modifié par Décret n°2009-1484 du 3 décembre 2009 - art. 20 (V)**

La patente vétérinaire et médicale est accordée sur demande de l'intéressé, par arrêté préfectoral pris sur la proposition du directeur départemental chargé de la protection des populations et après avis favorable du médecin inspecteur de la santé.

Sa validité ne peut excéder une année.

Elle est renouvelée à la suite de la constatation du respect des conditions fixées pour son attribution.

Article D224-65 Modifié par Décret n°2009-1484 du 3 décembre 2009 - art. 20 (V)

La patente vétérinaire et médicale devient caduque de plein droit dans les cas suivants:

1° Refus du propriétaire d'autoriser ou de faciliter les contrôles nécessaires par les agents des services publics intéressés;

2° Non-observation des conditions fixées les articles R. 224-61 à D. 224-64 ; dès que cette éventualité se produit, le propriétaire doit sans délai cesser de se prévaloir de la patente et aviser, suivant le cas, le directeur départemental chargé de la protection des populations ou le médecin inspecteur de la santé ; ce dernier avertit alors immédiatement le directeur des services vétérinaires.

Aussitôt informé, le directeur départemental chargé de la protection des populations provoque la suspension immédiate de la patente et, éventuellement, son retrait.

# ANNEXE A : PIÈCES JUSTIFICATIVES À PRODUIRE ET DURÉE D'ARCHIVAGE

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

|  | Durée minimum d'archivage | Types de documents : DR, DT DE |
|--|---------------------------|--------------------------------|
| Plan d'exploitation  | Illimité                  |                                |
| Fiche descriptive de l'élevage   | 5 ans                     |                                |
| Résultats d'analyses de lait   | 3 ans                     |                                |
| Relevés de température de conservation du lait                               | 3 ans                     |                                |
| Fiches de suivi intervention "entretien du tank"                             | 3 ans                     |                                |
| Fiche de contrôle de la machine à traire                                     | 3 ans                     |                                |
| Fiche de suivi intervention entretien machine à traire                       | 3 ans                     |                                |
| Plan d'alimentation  | 5 ans                     |                                |
| Factures et bons de livraison des matières premières de fourrages incorporés | 5 ans                     |                                |
| Étiquettes d'aliments ou factures  | 5 ans                     |                                |
| Certificats de compositions  | 5 ans                     |                                |
| Résultats d'analyse d'eau (si forage)  | 3 ans                     |                                |
| Suivi des mouvements animaux (identification, naissances, entrées, sorties)  | 5 ans                     |                                |
| Registre d'élevage   | 5 ans                     |                                |
| Documents d'enregistrement des traitements médicamenteux ou carnet sanitaire | 5 ans                     |                                |
| Ordonnances  | 5 ans                     |                                |
| Charte de Bonnes pratiques d'Élevage   | 5 ans                     |                                |
| Bilan des audits   |                           |                                |
| Audit d'évaluation   | Illimité                  |                                |
| Audit d'évaluation et de qualification                                       |                           |                                |

# 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@wanadoo.fr](mailto:jnjoffin@wanadoo.fr) et/ou [gisele.rigard@wanadoo.fr](mailto:gisele.rigard@wanadoo.fr)

- de lire les éventuels erratums sur le site UBPM : <http://www.upbm.org> (rubrique annales)

## Corrigés sujets 2010

### Mathématiques 2010

#### 1. Exercice 1

##### A. Résolution d'une équation différentielle

1.  $(E_0)$  est une équation différentielle du premier ordre sans second membre, les solutions sur  $[0; +\infty[$  sont :

$$y(t) = k e^{-2t} \quad k \in \mathfrak{R}$$

2.  $h(t) = 2t e^{-2t}$   $h'(t) = 2e^{-2t} + 2t(-2)e^{-2t} = 2e^{-2t} - 4t e^{-2t}$  (forme  $u v$ )

$h$  solution particulière de  $(E) \Leftrightarrow h'(t) + 2h(t) = 2e^{-2t}$

$$\text{Or } h'(t) + 2h(t) = 2e^{-2t} - 4te^{-2t} + 2(2te^{-2t}) = 2e^{-2t} - 4te^{-2t} + 4te^{-2t} = 2e^{-2t}$$

Donc la fonction  $h$  est bien une solution particulière de  $(E)$

3. Les solutions de  $(E)$  sont formées des solutions de l'équation homogène  $(E_0)$  et d'une solution particulière de  $(E)$ .  
Donc  $y(t) = k e^{-2t} + 2te^{-2t} \quad k \in \mathfrak{R}$

4.  $y(0) = k e^{-2 \times 0} + 2 \times 0 \times e^{-2 \times 0} = k e^0 = k$  Comme  $y(0) = 1$ ,  $k = 1$  et donc :

$$\text{pour tout } t \in [0; +\infty[ \quad f(t) = e^{-2t} + 2te^{-2t} = (1 + 2t)e^{-2t}$$

##### B. Étude d'une fonction

1. C' est une forme indéterminée «  $+\infty \times 0$  »,

mais :  $f(t) = e^{-2t} + 2te^{-2t} = (1+2t)e^{-2t} = e^{-2t} + 2te^{-2t} = e^{-2t} + \frac{2t}{e^{2t}}$

Et  $\lim_{X \rightarrow +\infty} \frac{e^X}{X} = +\infty$  donc  $\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{e^{2t}}{2t} = +\infty$  d'où  $\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{2t}{e^{2t}} = 0$

$$\left. \begin{array}{l} \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{2t}{e^{2t}} = 0 \\ \lim_{X \rightarrow -\infty} e^X = 0 \\ \lim_{t \rightarrow +\infty} -2t = -\infty \end{array} \right\} \lim_{t \rightarrow +\infty} e^{-2t} = 0 \left. \vphantom{\lim_{t \rightarrow +\infty} e^{-2t} = 0} \right\} \lim_{t \rightarrow +\infty} f(t) = 0$$

Comme  $\lim_{t \rightarrow +\infty} f(t) = 0$ , la courbe C possède une asymptote horizontale d'équation  $y = 0$  (l'axe des abscisses).

2. a) La fonction  $f$  est dérivable sur  $[0; +\infty[$  comme produit et composée de fonctions dérivables sur  $[0; +\infty[$ .

$f$  est un produit, on utilise la forme  $(uv)' = u'v + v'u$

$u(t) = 1+2t \quad u'(t) = 2$

$v(t) = e^{-2t} \quad v'(t) = -2e^{-2t}$

$f'(t) = 2e^{-2t} + (1+2t)(-2)e^{-2t} = 2e^{-2t} - 2e^{-2t} - 4te^{-2t} = -4te^{-2t}$

b)

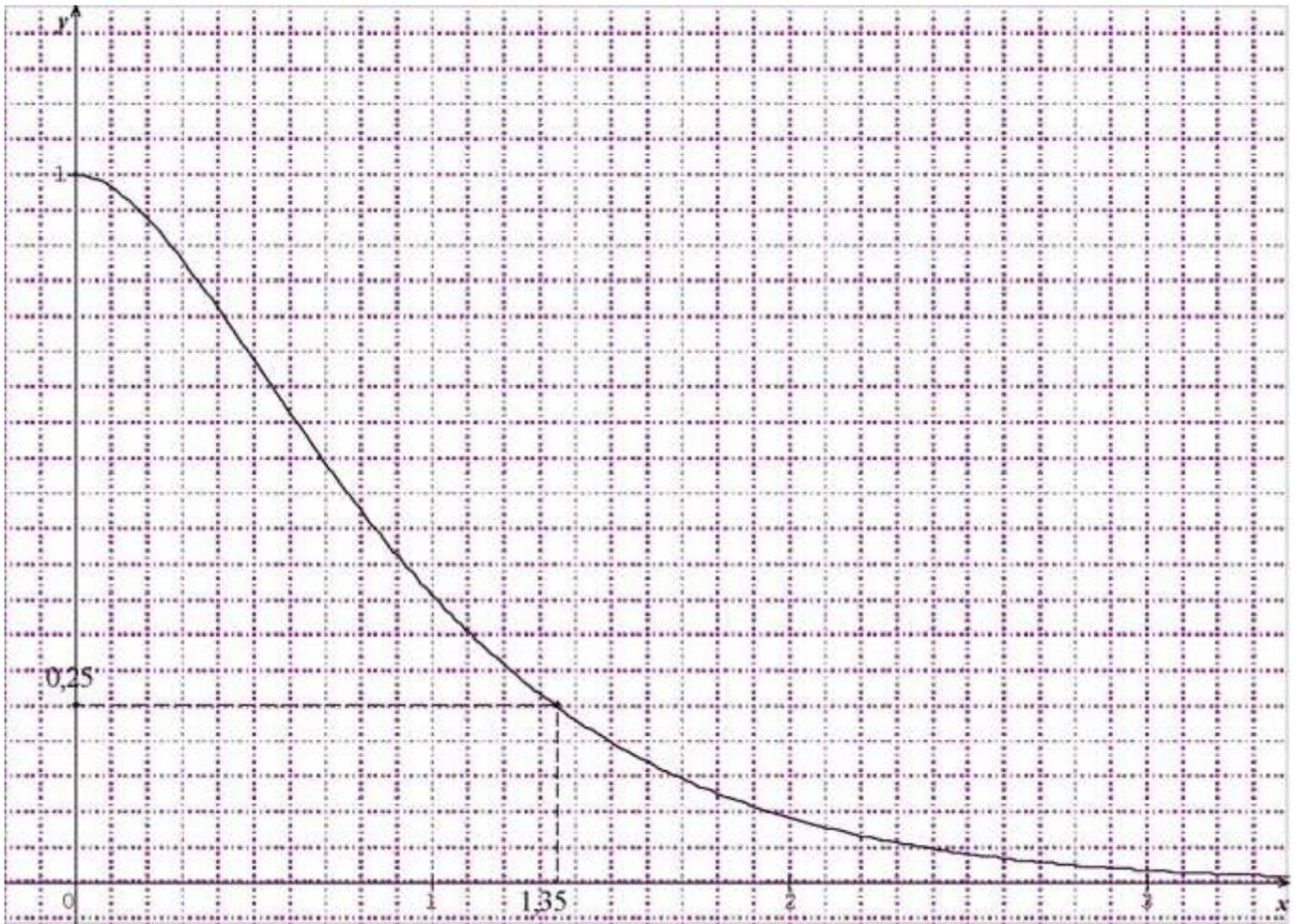
|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| $t$       | 0 | $+\infty$ |
| $e^{-2t}$ |   | +         |
| $-4t$     |   | -         |
| $f'(t)$   |   | -         |
| $f(t)$    | 1 |           |

Pour tout  $t \in [0; +\infty[$ ,  $e^{-2t} > 0$  et  $-4t \leq 0$

3. a)

b.





### C. Application de la partie B

1. a)  $g(1) = 1 - (1+2)e^{-2} = 1 - 3e^{-2} \approx 0,59$

Au bout d'une heure, le taux de défaillance du réfractomètre est de 0,59 à  $10^{-2}$  près

b)  $g(2) = 1 - (1+4)e^{-4} = 1 - 5e^{-4} \approx 0,91$

Au bout de 2 heures, le taux de défaillance du réfractomètre est de 0,91 à  $10^{-2}$  près

2) a)  $g(t) \geq 0,75 \Leftrightarrow 1 - f(t) \geq 0,75 \Leftrightarrow -f(t) \geq -0,25 \Leftrightarrow f(t) \leq 0,25$

b) voir graphique, le taux de défaillance est supérieur à 0,75 si  $t \geq 1,3$  h.

## 2. Exercice 2

### A. Loi normale

X suit une loi normale de paramètres 60 ; 0,03 .

$$P(59,93 \leq X \leq 60,07) = P(-0,07 \leq X - 60 \leq 0,07) = P\left(\frac{-0,07}{0,03} \leq \frac{X - 60}{0,03} \leq \frac{0,07}{0,03}\right) = P\left(\frac{-7}{3} \leq \frac{X - 60}{0,03} \leq \frac{7}{3}\right)$$

Et  $Y = \frac{X - 60}{0,03}$  suit une loi  $N(0;1)$

donc  $P\left(\frac{-0,07}{0,03} \leq Y \leq \frac{0,07}{0,03}\right) = 2\pi\left(\frac{7}{3}\right) - 1 \approx 2 \times 0,9901 - 1 \approx 0,98$  à  $10^{-2}$  près

## B. Événements indépendants

1. Les événements  $E_1$  et  $E_2$  sont indépendants ,

donc  $P(E_1 \cap E_2) = P(E_1) \times P(E_2) = 0,02 \times 0,01 = 0,0002$

2. a)  $P(E_1 \cup E_2) = P(E_1) + P(E_2) - P(E_1 \cap E_2) = 0,02 + 0,01 - 0,0002 = 0,0298$

b) Ne présenter aucun des 2 défauts est l'événement contraire du précédent , donc :

$$P(\overline{E_1 \cup E_2}) = 1 - P(E_1 \cup E_2) = 1 - 0,0298 = 0,9702$$

## A. Loi binomiale

1.  $Y$  suit une loi binomiale de paramètres 50 et 0,02  $Y \sim B(50;0,02)$

2.  $P(Y) = \binom{50}{1} (0,02)^1 (0,98)^{49} = 50 \times 0,02 \times (0,98)^{49} \approx 0,37$  à  $10^{-2}$  près .

3. a) On peut approcher la loi binomiale par une loi de poisson de paramètre  $\lambda = 50 \times 0,02 = 1$

b)  $P(Y_1 \leq 3) = P(Y_1 = 0) + P(Y_1 = 1) + P(Y_1 = 2) + P(Y_1 = 3) = 0,368 + 0,368 + 0,184 + 0,061 = 0,981$

## D. Intervalle de confiance

$\bar{C}$  suit une loi normale de paramètres  $\mu$  et d'écart type  $\frac{\sigma}{\sqrt{50}}$ .

On souhaite déterminer  $h$  pour que :  $P(119,88 - h \leq \bar{C} \leq 119,88 + h) = 0,95$

$$P(119,88 - h \leq \bar{C} \leq 119,88 + h) = 0,95 \Leftrightarrow P(-h \leq \bar{C} - 119,88 \leq h) = 0,95 \Leftrightarrow P\left(\frac{-h}{\frac{\sigma}{\sqrt{50}}} \leq \frac{\bar{C} - 119,88}{\frac{\sigma}{\sqrt{50}}} \leq \frac{h}{\frac{\sigma}{\sqrt{50}}}\right) = 0,95$$

$$\Leftrightarrow P\left(\frac{-h \times \sqrt{50}}{\sigma} \leq \frac{\bar{C} - 119,88}{\frac{\sigma}{\sqrt{50}}} \leq \frac{h \times \sqrt{50}}{\sigma}\right) = 0,95$$

La variable aléatoire  $\frac{\bar{C} - 119,88}{\frac{\sigma}{\sqrt{50}}}$  suit une loi  $f(0;1)$ . On a alors :

$$P\left(\frac{-h \times \sqrt{50}}{\sigma} \leq \frac{\bar{C} - 119,88}{\frac{\sigma}{\sqrt{50}}} \leq \frac{h \times \sqrt{50}}{\sigma}\right) = 0,95 \Leftrightarrow 2\pi\left(\frac{h \times \sqrt{50}}{\sigma}\right) - 1 = 0,95 \Leftrightarrow \pi\left(\frac{h \times \sqrt{50}}{\sigma}\right) = \frac{1 + 0,95}{2} = 0,975$$

Par lecture de la table :  $\frac{h \times \sqrt{50}}{\sigma} = 1,96$  d'où  $h = \frac{1,96 \times \sigma}{\sqrt{50}} = \frac{1,96 \times 0,06}{\sqrt{50}} \approx 0,01663 \approx 0,02$  à  $10^{-2}$  près.

L'intervalle de confiance à 95% centré sur la moyenne est donc :  $[119,88 - 0,02; 119,88 + 0,02]$  soit  $[119,86; 119,90]$ .

## Sciences physiques 2010

### 1. Pressurage et transformation du jus de raisin

La réaction entre l'éthanol et le dioxygène est possible car on met en présence l'oxydant le plus fort d'un couple avec le réducteur le plus fort de l'autre couple.

En milieu acide, la  $\frac{1}{2}$  équation d'oxydation pour le couple  $\text{CH}_3\text{CHO}/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  est  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{CHO} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$

En milieu acide la  $\frac{1}{2}$  équation de réduction pour le couple  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$  est  $\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- = 2 \text{H}_2\text{O}$

La réaction bilan de la réaction d'oxydoréduction entre l'éthanol et le dioxygène est  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 = 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$

L'oxydation d'un alcool primaire donne un aldéhyde, l'oxydation de l'éthanol donne l'acétal.

### 2. Pompage du moût

2.1. Le temps nécessaire pour pomper  $100 \text{ m}^3$  de moût en heures :

$$t = \frac{V}{Q_v} = \frac{100}{5,56 \cdot 10^{-3}} \approx 17986 \text{ s} \approx 5 \text{ h}$$

2.2 La vitesse,  $v$ , en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  d'écoulement du moût dans les canalisations

$$v = \frac{Q_v}{S} = \frac{4Q_v}{\pi D^2} = \frac{4 \times 5,56 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (0,08)^2} \approx 1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

2.3 Comparaison des vitesses d'écoulement  $V_A$  et  $V_B$  en A et en B.

Le débit volumique étant constant, si la section  $S_B$  diminue par rétrécissement, la vitesse  $V_B$  augmente par rapport à  $V_A$ .

2.4 Calcul de  $\Delta P$

$$\Delta P = P_A - P_B = 1/2 \times 1,1 \times 10^3 \times [1/(\pi R_B^2)^2 - 1/(\pi R_A^2)^2] \times (5,56 \times 10^{-3})^2$$

$$S_A = \pi R_A^2 = \pi \times (4 \times 10^{-2})^2 = 5,03 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$S_B = \pi R_B^2 = \pi \times (3 \times 10^{-2})^2 = 2,83 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\Delta P = 1/2 \times 1,1 \cdot 10^3 \times [1/(2,83 \cdot 10^{-3})^2 - 1/(5,03 \cdot 10^{-3})^2] \times (5,56 \cdot 10^{-3})^2 = 1451 \text{ Pa}$$

2.5 Calcul de la différence de hauteur de moût dans les colonnes.

D'après la relation de l'hydrostatique :  $\Delta P = \rho g \Delta h$

$$\Delta h = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{1451}{1,1 \cdot 10^3 \times 9,81} = 0,134 \text{ m soit } 13,4 \text{ cm}$$

### 3 Fermentation

3.1 Détermination de la variation d'enthalpie standard molaire de la réaction de fermentation à 298°K.

$$\Delta_R H_{298}^0 = 2\Delta_f H_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + 2\Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) - \Delta_f H_{298}^0(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = -82,2 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



## 4. Contrôle de la teneur en éthanol

4.1 La solution de dichromate est acidifiée car la réaction consomme des ions  $H^+$ .

4.2 Calcul de la quantité de matière en éthanol contenue dans le volume  $V_E$  de vin versé :

A l'équivalence,  $n_{\text{éthanol}} = \frac{3}{2} n_{\text{dichromate}} = \frac{3}{2} C_1 \cdot V_1 = 0,015 \text{ mol}$  d'éthanol dans 8,3 mL de vin.

4.3 Calcul de la masse d'éthanol contenue dans le volume  $V_E$  de vin :

$$m_{\text{éthanol}} = n_{\text{éthanol}} \times M_{\text{éthanol}} = 0,015 \times 46 = 0,69 \text{ g}$$

4.4 Calcul du volume d'éthanol contenu dans le volume  $V_E$  de vin :

$$V_{\text{éthanol}} = \frac{m_{\text{éthanol}}}{\rho_{\text{éthanol}}} = \frac{n_{\text{éthanol}} \cdot M_{\text{éthanol}}}{\rho_{\text{éthanol}}} = \frac{0,015 \times 46}{790} \approx 0,873 \text{ mL}$$

4.5 Détermination du degré alcoolique du vin :

$$d = \frac{V_{\text{éthanol}}}{V_E} \times 100 = \frac{0,873}{8,30} \times 100 \approx 10,5\% ; d \text{ doit être compris entre } 10\% \text{ et } 12\% \text{ en fin de fermentation donc la fermentation arrive à terme.}$$

**Biochimie-Biologie 2010****Étude de la crème glacée****Biochimie :**

1. Étude des lipides du lait.

1.1. Acide butyrique (butanoïque)  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-COOH}$  ;

acide linoléique  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$ ;

acide linoléique  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$ .

1.2. Les acides linoléique et linoléique sont des précurseurs de 2 familles d'acides gras insaturés ; ceux qui sont issus de l'acide linoléique ont tous la première double liaison située sur le 6<sup>ème</sup> carbone en commençant par le carbone méthyle en fin de chaîne ( $\omega 6$ ) et ceux qui sont issus de l'acide linoléique ont tous la première double liaison située sur le 3<sup>ème</sup> carbone en commençant par le carbone méthyle en fin de chaîne ( $\omega 3$ ).

1.3. Les protéines et les phospholipides sont des substances amphiphiles : grâce à leur caractère hydrophile, elles permettent la mise en suspension des globules gras dans le lactosérum et grâce à leur caractère hydrophobe, elles peuvent interagir avec les triglycérides totalement hydrophobes.

1.4. La température de fusion d'un acide gras dépend de son nombre de carbones et de son degré d'insaturations. La température de fusion est proportionnelle au nombre de carbones (d'autant plus élevée que le nombre de carbone est important) et inversement proportionnelle au degré d'insaturation (d'autant plus élevée que le nombre de double liaison est faible).

1.5. À température ambiante, exemple d'un acide gras solide: l'acide stéarique et exemple d'un acide gras liquide : l'acide linoléique.

2. Dosage enzymatique du cholestérol de la crème glacée.

2.1 Cette opération permet de saponifier les esters ce qui permet d'obtenir tout le cholestérol à l'état « libre » c'est-à-dire non estérifié.

2.2 La solution tampon maintient le pH (ici à 7) pour avoir une activité optimale enzymatique.

2.3. Enzyme 1 : cholestérol oxydase ; enzyme 2 : catalase.

Toutes deux appartiennent à la classe I (oxydo-réductases).

2.4.1 Activité de la cholestérol oxydase en nkat dans la cuve de mesure =  $\text{catc} \times \text{volume} = 250 \times 20 \cdot 10^{-6} = 5$  nkat.

2.4.2 Calcul de la concentration molaire en cholestérol de la solution limpide avec  $\Delta A = 0,609$ .

$C_{\text{cholestérol}} = \Delta A \cdot V_T / \epsilon \cdot l \cdot V_E = 0,609 \cdot 2,17 / (741 \cdot 0,01 \cdot 0,15) = 1,19 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = 1,19 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

2.4.3 Masse de cholestérol pour 100g de crème glacée =  $C_{\text{cholestérol}} \cdot M_{\text{cholestérol}} \cdot V_F \cdot 100 / m_{(\text{crème glacée})} = 0,00119 \cdot 386,73 \cdot 0,1 \cdot 100 / 51,234 = 0,09\%$ .

3. Importance énergétique

3.1. Étape d'activation de l'acide palmitique :  $\text{RCOOH} + \text{ATP} + \text{CoA-SH} = \text{RCO-SCoA} + \text{AMP} + 2\text{P}_i$

3.2. La L-carnitine est un transporteur qui permet au palmitoyl-CoA formé dans le cytoplasme de franchir la membrane interne mitochondriale.

3.3.

1<sup>ère</sup> étape :  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-SCoA} + \text{FAD} \rightarrow \text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-CH=CH-CO-SCoA} + \text{FADH}_2$

2<sup>ème</sup> étape :  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-CH=CH-CO-SCoA} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-CHOH-CH}_2\text{-CO-SCoA}$

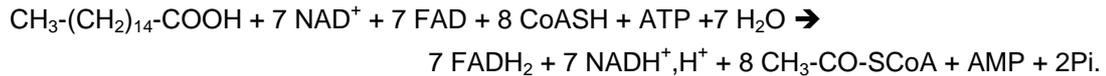
3<sup>ème</sup> étape :  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-CHOH-CH}_2\text{-CO-SCoA} + \text{NAD}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-CO-CH}_2\text{-CO-SCoA} + \text{NADH} + \text{H}^+$

4<sup>ème</sup> étape :  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-CO-CH}_2\text{-CO-SCoA} + \text{CoASH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-CO-SCoA} + \text{CH}_3\text{-CO-SCoA}$

3.4.  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-CO-SCoA} + \text{FAD} + \text{NAD}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CoASH} \rightarrow$

$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-CO-SCoA} + \text{FADH}_2 + \text{NADH, H}^+ + \text{CH}_3\text{CO-SCoA}$ .

3.5. Sept cycles de  $\beta$ -oxydation seront nécessaires pour obtenir la dégradation complète de l'acide palmitique en acétyl coenzyme A.



3.6. L'acide palmitique dégradé en acétyl CoA pourra fournir de nombreux ATP en aérobiose grâce au cycle de Krebs et à la chaîne respiratoire.

## Microbiologie

### 1. Structure des bactéries

1.1. Sur un schéma annoté faire apparaître : le cytoplasme, la membrane plasmique, la paroi, un filament d'ADN, des flagelles (cils) péritriches.

1.2. Pour le peptidoglycane présenter :

- -les chaînes glucidiques avec alternance de molécules d'acide N acétyl muramique et de Nacétyl glucosamine, molécules unies par des liaisons  $\beta$ 1-4 glycosidiques.
- -les tétrapeptides unis aux molécules d'acide N acétyl muramique reliés entre eux par une chaîne peptidique.

1.3.

1.3.1 Nature biochimique des flagelles : protéine

1.3.2 Mélanger des Ac spécifiques des AG flagellaires avec les bactéries à identifier et observer l'apparition éventuelle d'une agglutination qui signera la reconnaissance spécifique.

### 2 Caractéristiques culturelles

2.1 La composition chimique d'un milieu synthétique est connue précisément tant sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif ce qui n'est pas le cas pour un milieu empirique.

2.2.1 La principale source de carbone dans le milieu D est le glucose. Si le glucose est indispensable à la croissance de *Listeria monocytogenes*, on peut dire que le type trophique vis-à-vis du carbone de cette bactérie est l'hétérotrophie.

2.2.2 *Listeria* ne se développe pas sur les milieux A, B et C bien qu'ils contiennent du glucose, ce n'est donc pas la source de carbone qui fait défaut. *Listeria* pousse sur le milieu D qui contient de nombreux acides aminés (leucine, isoleucine, valine, méthionine, arginine, cystéine, glutamine), et vitamines (riboflavine, thiamine, biotine), ces éléments sont donc indispensables à la croissance de cette bactérie et elle ne sait pas les synthétiser ce sont donc des facteurs de croissance pour elle. *Listeria* est dite auxotrophe vis-à-vis de ces substances.

2.3 Les colonies de *Listeria monocytogenes* sur milieu de Palcam sont entourées d'un halo noir car elles ont dégradé l'esculine en esculetine qui a réagi avec les sels de fer III du citrate ferrique pour donner un précipité noir. En dehors du halo noir, le milieu est resté rouge car les bactéries n'ont pas dégradé le mannitol et donc pas acidifié le milieu (le rouge de phénol reste à sa teinte neutre rouge).

### 3. Pouvoir pathogène

3.1. Toxiinfection : intoxication alimentaire due à la présence de microorganismes dans l'aliment qui provoquent chez le consommateur des manifestations pathologiques par leur multiplication chez l'individu (infection) accompagnée parfois d'invasion, avec éventuellement la production de toxines (toxi).

3.2. Structures bactériennes responsables d'adhésion : pili, capsule, glycocalyx

3.3.1. Un antibiotique est une molécule toxique pour un groupe cible de microorganismes à de faibles concentrations (de l'ordre du  $\mu\text{g/mL}$ ) ; il agit par un mode d'action spécifique.

3.3.2. La pénicilline empêche la synthèse du peptidoglycane, la bactérie en croissance se retrouve sans paroi et éclate lorsqu'elle se trouve dans un milieu hypotonique par rapport à son cytoplasme.

### 4. Croissance

4.1.1. On observe entre 0 et 11 jours, une stabilité de  $\text{Ln}(N)$  : les bactéries sont en phase de latence, elles s'adaptent aux nouvelles conditions de leur environnement (synthèse de nouvelles enzymes) puis entre 11 jours et 30 jours une phase presque linéaire : c'est la phase exponentielle de croissance où leur nombre s'accroît exponentiellement.

4.1.2. Le taux de croissance népérien ( $\mu_{\text{expo}}$ ) correspond à la vitesse de croissance c'est-à-dire à l'augmentation de  $\ln(N)$  par unité de temps (ici en jour) pendant la phase exponentielle.

$$\mu_{\text{expo}} = 0,05 \text{ jour}^{-1}.$$

4.1.3. Le temps (durée) de génération (G) est la durée nécessaire au doublement de la population.

$$G = \ln 2 / \mu_{\text{expo}} = \ln 2 / 0,05 = 13,7 \text{ jours.}$$

4.1.4. Sur l'annexe 6, on observe que c'est à 37°C que *Listeria* a un temps de génération le plus court, c'est donc une bactérie mésophile. Toute fois elle est capable de se multiplier à 4°C.

4.2 En liaison froide, si un aliment est contaminé par des *Listeria monocytogenes*, il y aura multiplication de celles-ci lors du stockage au froid ; il est donc important que les aliments en liaison froide ne soient pas au départ contaminés par des *Listeria*.

## Toxicologie

1.

1.1. La phase I d'activation (ou fonctionnalisation). Elle est assurée par 2 grandes classes d'enzymes, les cytochromes P450 ou les flavines monooxygénases. Elle permet de démasquer ou d'introduire un groupement polaire dans la molécule. La phase II de détoxification (ou conjugaison). Elle correspond à la fixation covalente sur la fonction hydroxyle précédemment formée d'un groupement hydrophile qui va favoriser l'élimination de la molécule en la rendant plus soluble. Le groupe le plus fréquemment utilisé est le groupe glucuronique. Il peut s'agir aussi de dérivés sulfites ( $R-SO_3H$ )

1.2. Il s'agit d'un phénomène de biotoxification engendré par la formation d'un époxyde lors de la phase I.

1.3. Mutagénèse : étude des modifications de l'ADN transmissible à la descendance cellulaire. L'interaction avec l'ADN des aflatoxines époxydes est susceptible d'entraîner une mauvaise lecture de l'ADN lors de la réplication et l'apparition de cellules mutantes.

2. Caractérisation des dangers

2.1. La DSE (dose sans effet) ou NOAEL est la quantité maximale de toxique qui peut être administrée sans que n'apparaissent d'effets toxiques décelables.

2.2. La DJT (dose journalière tolérable) est la quantité de substance qui peut être consommée chaque jour par Kg de masse corporelle sans que n'apparaissent d'effets toxiques même si la consommation a lieu tous les jours pendant toute la vie. On parle de DJA (dose journalière admissible) pour les substances ajoutées intentionnellement et de DJT pour celles présentes dans l'écosystème et qu'il est impossible d'éliminer.

2.3. Concentration plasmatique :  $0,15 \cdot 1,1 / 0,03 = 5,5 \text{ ng/L}$

2.4. La LMR est la quantité de substance autorisée dans une denrée pour être conforme.

$$LMR = 1000 \cdot P/C \cdot DJT = 1000 \cdot 60 / 10 \cdot 0,15 \cdot 10^{-6} = 9 \cdot 10^{-4} \text{ mg.kg}^{-1}$$



## Sciences appliquées 2010

### Sciences des aliments : Étude de deux variétés de biscuits

#### 1. Fabrication d'un biscuit aux graines de sésame

##### 1.1. L'œuf une matière première

###### 1.1.1. Recette artisanale

1.1.1.1. Rôles des jaunes d'œufs : émulsifiant, liant, colorant, aromatique.

1.1.1.2. Propriété technologique des blancs d'œuf : moussant, anti-cristallisant, leur incorporation dans le biscuit permet d'aérer la pâte (foisonnement), ils sont introduits doucement pour ne pas « casser » la structure aérée des blancs battus.

1.1.1.3. Risques liés à l'utilisation des œufs frais, de manière générale : microbiologique (faible ici car produit cuit), altération enzymatique (amines), technologique.

###### 1.1.2. Dans l'adaptation artisanale

1.1.2.1. Les dérivés d'œufs sont des ovoproduits ; les ovoproduits sont des produits qui ont été obtenus à partir de l'œuf, de ses différents composants ou de leurs mélanges, après élimination de la coquille et des membranes.

1.1.2.2. Sous forme liquide, concentrée.

1.1.2.3. La poudre sèche est plus économique car le stockage et la conservation sont facilités (température ambiante, longue durée, encombrement plus faible).

##### 1.2. Fabrication industrielle et conditionnement

1.2.1. Les farines sont classées en taux d'extraction et type : le type dépend de la masse sèche (teneur minérale) après incinération de 100 g de farine. Par exemple l'incinération de 100 g de farine de type 55 produira moins de 0,55 g de cendres minérales. Le taux d'extraction correspond à la proportion de grain restant après séparation de la farine du son.

La farine de type 150 par exemple correspond à 96% du grain alors que la farine de type 55 correspond à 74% du grain.

Les farines de type 55 (farines blanches constituées uniquement de l'albumen) sont utilisées pour fabriquer du pain blanc (type baguette) alors que les farines de type 150 (farines contenant l'albumen + les sons) sont utilisées pour fabriquer du pain complet.

1.2.2. Le pétrissage permet l'hydratation de la farine ainsi qu'une transformation mécanique de la pâte, rupture des ponts disulfure et alignement des polypeptides (formation du réseau de gluten), lui donnant la souplesse et l'élasticité.

1.2.3. L'emballage hermétique du produit contribue à limiter les phénomènes d'oxydation des matières grasses (huile de germe de blé sensible) qui donneraient un goût de rance aux biscuits.

##### 1.3. Aspect nutritionnel

L'intérêt nutritionnel d'enrichir la préparation en huile de germe de blé et en germe de blé est pour le germe de blé l'apport protéique (26/100 g) et l'apport de vitamines (B1, B2, PP, B6, E) et pour l'huile de germe de blé l'apport de vitamine E (antioxydant).

#### 2. Préparation spécifique d'un biscuit exempt de gliadine : cookies pépites chocolat

##### 2.1. Les gliadines

2.1.1. Une graine de céréale est composée des enveloppes, de l'albumen farineux et du germe (ou embryon). La partie la plus riche en gliadine est l'albumen.

2.1.2. Les gliadines sont des protéines globulaires, à ponts disulfure (riches en glutamine et proline, pauvres en aa basiques). Les gliadines sont associées aux gluténines. Les gliadines associées aux gluténines ont un rôle agrégatif et élastique permettant de faciliter le malaxage et le façonnage. Ces protéines sont fortement hydrophobes.

2.1.3. La maladie coeliaque pouvant être liée à la présence de gliadines du blé fortement immunogènes, les cookies au chocolat très pauvre en gluten (traces) seront donc adaptés aux personnes prédisposées à la maladie coeliaque.

2.1.4. Ces 3 farines ne contiennent pas de gluten (ou très peu) donc pas de gliadines immunogènes.

## 2.2. Les matières grasses

2.2.1. L'huile concrète est une huile solide à 15°C. Autres exemples : huile de cocotier, de palme (pulpe de fruit).

2.2.2. L'hydrogénation des corps gras consiste à soumettre l'huile à un courant d'hydrogène sous pression (3 mPa) à 200-210°C en présence d'un catalyseur (nickel de RANAY). La valeur du point de fusion d'un acide gras diminue avec le degré d'insaturation. Un triglycéride liquide naturel insaturé devient solide à température ambiante après hydrogénation. Un lipide hydrogéné est plus stable et moins sensible aux oxydations, car il contient moins d'insaturations.

2.2.3. Huile végétale partiellement hydrogénée dans le biscuit aux graines de sésame : huile solide, peu onéreuse, stable mais résidus toxiques provenant du traitement technologique ; de plus les acides gras étant saturés, cette huile est peu intéressante nutritionnellement. L'huile de germe de blé (liquide à T° ambiante, non saturée) améliore l'apport nutritionnel comme vu précédemment. Huile de palmiste non hydrogénée dans les cookies au chocolat : huile solide naturellement (pas de résidus toxiques de traitement technologique) mais plus onéreuse.

## 2.3. Composition et intérêt nutritionnel

2.3.1. Lécithine de colza, carbonate de calcium, gomme xanthane, extrait de vanille, sel (*le sel participe à la régulation de la volémie, donc il a un intérêt nutritionnel*).

### 2.3.2.

Additif alimentaire : toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi, habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive ; son adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires est faite dans un but technologique, au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage ; elle a pour effet de devenir elle-même ou ses dérivés un composant des denrées alimentaires.

Auxiliaires de fabrication : toute substance utilisée intentionnellement dans la préparation de denrées ou de boissons destinées à l'alimentation humaine, ou de leurs ingrédients, cette utilisation pouvant entraîner la présence de traces techniquement inévitables de ladite substance ou de ses dérivés dans le produit fini, à condition que ces résidus ne présentent pas de risques sanitaires et n'aient pas d'effets technologiques sur le produit.

Comparaison : Un auxiliaire de fabrication n'a pas d'effet dans le produit fini contrairement à l'additif alimentaire.

2.3.3. La lécithine de colza permet de stabiliser le mélange en jouant le rôle d'émulsifiant (grâce à sa propriété amphiphile). C'est un phospholipide qui provient de la graine de colza.

## 2.4. Mentions

2.4.1. Allégation nutritionnelle : toute représentation ou tout message publicitaire qui énonce, suggère ou implique qu'une denrée alimentaire possède des propriétés nutritionnelles particulières.

2.4.2. « riche en germe de blé », « à faible pouvoir allergisant ».

2.4.3. En cas d'allégation nutritionnelle, l'étiquetage nutritionnel est obligatoire.

2.4.4. Cette mention vise à rassurer les personnes allergiques à tous les aliments cités.

# Génie industriel : huile de germe de blé

## 1 séchage des germes de blé

1.1. germes de blé = GB, capacité évaporatoire = CE

Bilan matières : DébitGB = DébitGB secs + CE ; DébitGB = DébitGB secs + 50

Bilan en eau : débitGB x 0,2 = débitGB secs x 0,07 + 50

**Débit GB = 357,7 kg.h<sup>-1</sup>**

1.2.

1.2.1. Voir annexe A (diagramme de Mollier) complété.

1.2.2. Y air entrant = 0,008 kg d'eau/kg air sec ;

Y air sortant = 0,13 kg d'eau /kg d'air sec.

Débit d'air x Ysortant = débit d'air x Yentrant + CE

CE = Debit air (Ysortant-Yentrant)

**Débit d'air = 10000 kg.h<sup>-1</sup>**

1.3. CES = débit d'air x cp air (T<sub>séchage</sub> - T<sub>ambiant</sub>) / CE

$$CES = 10\,000 \times 1004 (60-20)/50$$

$$CES = 8\,032\,000 \text{ J.kg}^{-1} = 8032 \text{ KJ.kg}^{-1}$$

## 2. Extraction et filtration de l'huile de germe de blé

2.1. Débit de l'huile = 300 x 0,09 x 0,95 = 25,65 kg.h<sup>-1</sup>

2.2. voir schéma de l'annexe B complété

$$V = Qt = \frac{\Delta P \cdot A^2}{r \eta C Q}$$

2.3.

$$\Delta P = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$A = 10 \left( \frac{\pi 0,6^2}{4} - \frac{\pi 0,15^2}{4} \right) = 2,65 \text{ m}^2$$

$$C = 5 + 20 = 25 \text{ g.L}^{-1} = 25 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$Q = \frac{500}{1000 \times 3600} = 1,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$r = 2 \cdot 10^{11} \text{ m.Kg}^{-1}$$

$$\eta = 11 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$$

Le volume de filtrat d'huile, V = 0,459 m<sup>3</sup>

2.4. Le gühr est un adjuvant de filtration qui rend le gâteau incompressible.

2.5. Pour mesurer la résistance du gâteau, il faut réaliser une filtration sur une petite surface filtrante (montage au laboratoire) et à perte de charge constante. Lors de cette filtration, le volume de filtrat est mesuré en fonction du temps et la perte de charge est notée. La courbe t/v = f(v) est tracée. A perte de charge constante cette courbe est une droite dont la pente est mesurée. La viscosité du filtrat est déterminée et la résistance du gâteau est calculée.

$$\text{pente} = \frac{r \eta C}{2A^2 \Delta P}$$

$$r = \frac{2A^2 \Delta P \cdot \text{pente}}{\eta C}$$

## 3. Préparation d'une émulsion à base d'huile de germe de blé

3.1.

Pour stabiliser une émulsion il faut :

HLB du mélange actif = HLB de la phase grasse.

Les HLB sont additifs :

$$\text{HLB Tween} \cdot x + \text{HLB de PEG} \cdot y \text{ avec } x_{(\text{tween})} + y_{(\text{PEG})} = 1$$

$$12,5 = 14,9 \cdot x + 11,6 \cdot (1-x)$$

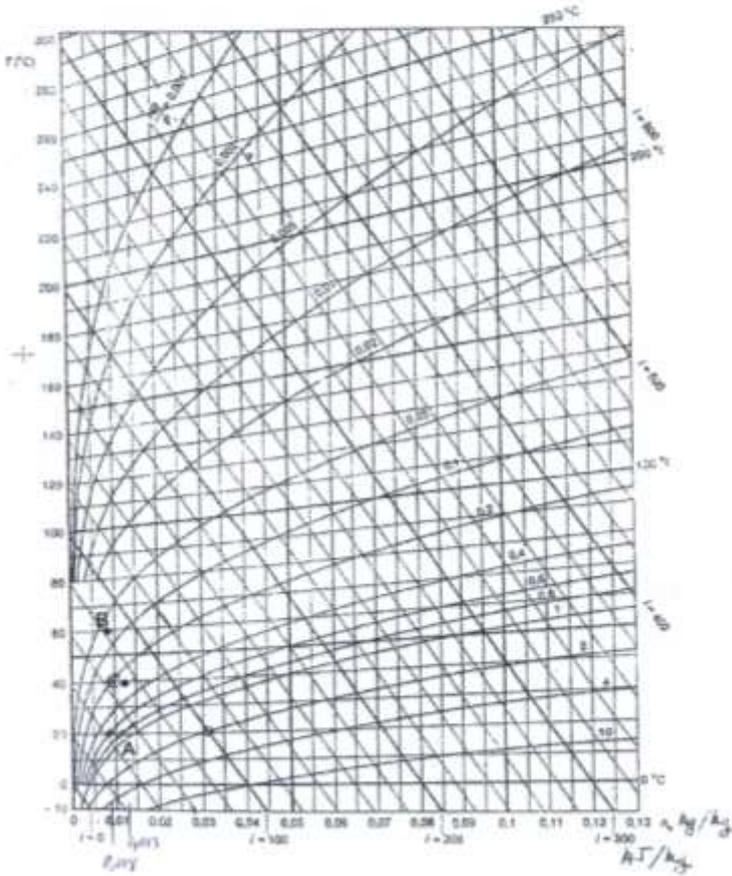
x = 0,2727 soit 27,3 % de Tween 80 et donc 72,7 % de monostéarate de PEG 400

3.2. Composition de l'émulsion

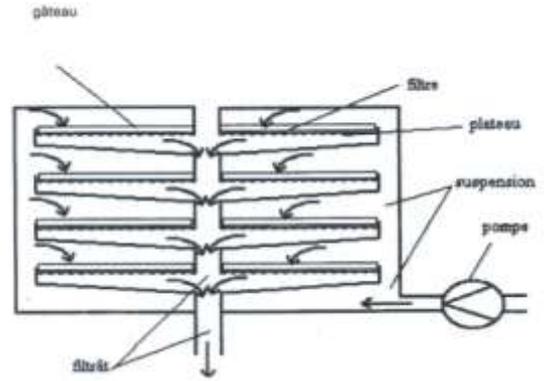
| Ingrédients             | Calculs            | Pourcentages |
|-------------------------|--------------------|--------------|
| Tween 80                | $8 \times 0,273 =$ | 2,184 %      |
| Monostéarate de PEG 400 | $8 \times 0,727 =$ | 5,816%       |
| Huile de germe de blé   |                    | 20%          |
| eau                     |                    | 72%          |

**Annexe A :**

DIAGRAMME ENTHALPIQUE  
DE L'AIR HUMIDE  
moyennes températures



**Annexe B :**



# E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet B – 2010

## LES ADDITIFS ALIMENTAIRES

### 1. ANALYSES BIOCHIMIQUES

Analyses réalisées sur un sirop de menthe de marque Auchan (bouteille en verre de 1L).

Code barre : 3254560030886

Choisir un sirop de menthe dont la composition montre la présence d'acide citrique.

#### 1.1. Dosage d'un colorant du sirop de menthe

1.1.1. Purification des colorants du sirop de menthe

1- Indiquer dans un tableau la nature et l'intensité de la coloration observée dans chaque fraction (l'intensité de la coloration sera notée de - à +++).

|   |   |   |   |   |   |     |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7   | 8 | 9 | 10 |
| - | J | J | - | - | B | B   | B | - | -  |
|   | + | + |   |   | + | +++ | + |   |    |

2- Conclure sur la qualité de la chromatographie réalisée.

La séparation des colorants est réussie.

1.1.2. Dosage de la tartrazine

#### 1- Construire le tableau de gamme.

Dilution au 1/50 de la solution étalon mère.

| Tube                       | T | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | E<br>tartrazine<br>purifiée | E<br>menthe<br>1/10 | E menthe<br>1/10 |
|----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|---------------------|------------------|
| V eau distillée (mL)       | 1 | 0.8   | 0.6   | 0.4   | 0.2   | 0     |                             |                     |                  |
| V Sol étalon fille (mL)    | 0 | 0.2   | 0.4   | 0.6   | 0.8   | 1     |                             |                     |                  |
| V tartrazine purifiée (mL) |   |       |       |       |       |       | 1                           |                     |                  |
| V menthe 1/10 (mL)         |   |       |       |       |       |       |                             | 1                   | 1                |
| C tartrazine (mg/L)        | 0 | 5     | 10    | 15    | 20    | 25    |                             |                     |                  |
| A 450 nm                   | 0 | 0.191 | 0.369 | 0.551 | 0.728 | 0.910 | 0.151                       | 0.302               | 0.291            |

#### 2- A l'aide de l'annexe 1, justifier le choix de la longueur d'onde pour la mesure des absorbances.

La longueur d'onde correspondant à l'absorbance maximale pour la tartrazine est 420 nm. Le bleu patenté absorbe à cette longueur d'onde. On doit donc se placer à 450 nm.

#### 3- Donner les paramètres de la régression linéaire.

$$a = 0.03625 \text{ mg}^{-1} \cdot \text{L}$$

$$b = 0.00510$$

$$r = 0.99995$$

#### 4- Déterminer la concentration massique de la tartrazine dans la solution de tartrazine purifiée par la chromatographie.

$$C \text{ tartrazine} = 4.03 \pm 0.24 \text{ mg/L}$$

#### 5- Déterminer la concentration massique de la tartrazine dans le sirop de menthe étudié.

$$C \text{ menthe} = C \text{ menthe } 1/10 \times 10$$

$$C \text{ menthe} = 80.4 \pm 4.8 \text{ mg/L}$$

**6- Déterminer le rendement de la purification réalisée.**

$$R = (q \text{ récupérée} / q \text{ déposée}) \times 100$$

$$R = [(c \text{ récupérée} \times V \text{ récupéré}) / (c \text{ déposée} \times V \text{ déposé})] \times 100$$

$$R = 100 \pm 6 \%$$

**1.2. Dosage de l'acide citrique**

| Cuve | Blanc | Essai | Essai |
|------|-------|-------|-------|
| A1   | 1.493 | 1.557 | 1.589 |
| A2   | 1.484 | 1.073 | 1.122 |

**1- Calculer ΔA de la manière suivante : ΔA = (A1-A2)<sub>essai</sub> - (A1-A2)<sub>blanc</sub>**

$$\Delta AE1 = 0.475 \quad \Delta AE2 = 0.458$$

$$\Delta AEm = (0.475 + 0.458) / 2 = 0.466$$

**2- Calculer la concentration massique en acide citrique du sirop de menthe étudié.**

$$C_{\text{Acide Citrique}} = \Delta A \cdot \frac{1}{\epsilon \cdot l} \cdot \frac{V_{MR}}{E_{ech}} \cdot M_{\text{Acide Citrique}}$$

$$C_{\text{Acide Citrique}} = 0,214 \pm 0,018 \hat{g} / L$$

**2. ANALYSES TOXICOLOGIQUES**

Analyses réalisées sur un liquide vaisselle incolore de marque Auchan.

**1-Calculer les dilutions initiales de la solution d'additif X**

|                   |    | 1        | 2          | 3          | 4          | 5           | 6           | 7           | 8            | 9            | 10           | 11            | 12            |
|-------------------|----|----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Tampon PBS        | μL | -        | 100        | 100        | 100        | 100         | 100         | 100         | 100          | 100          | 100          | 100           | 100           |
| Additif X         | μL | 100      | 100        | ↓          | ↓          | ↓           | ↓           | ↓           | ↓            | ↓            | ↓            | ↓             | -             |
| Redistribuer      | μL | -        | -          | 100        | 100        | 100         | 100         | 100         | 100          | 100          | 100          | 100           | 100           |
| <b>D Initiale</b> |    | <b>1</b> | <b>1/2</b> | <b>1/4</b> | <b>1/8</b> | <b>1/16</b> | <b>1/32</b> | <b>1/64</b> | <b>1/128</b> | <b>1/256</b> | <b>1/512</b> | <b>1/1024</b> | <b>1/2048</b> |
| GRM               | μL | 50       | 50         | 50         | 50         | 50          | 50          | 50          | 50           | 50           | 50           | 50            | 50            |

**2-Sachant que la concentration de la solution d'additif X est de 10 g/L, calculer les concentrations en additif X dans chaque cupule**

|                           |            | 1         | 2          | 3          | 4           | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           | 11            | 12            |
|---------------------------|------------|-----------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| <b>D Initiale</b>         |            | <b>1</b>  | <b>1/2</b> | <b>1/4</b> | <b>1/8</b>  | <b>1/16</b>  | <b>1/32</b>  | <b>1/64</b>  | <b>1/128</b> | <b>1/256</b> | <b>1/512</b> | <b>1/1024</b> | <b>1/2048</b> |
| <b>Concentration de X</b> | <b>g/L</b> | <b>10</b> | <b>5</b>   | <b>2.5</b> | <b>1.25</b> | <b>0.625</b> | <b>0.313</b> | <b>0.156</b> | <b>0.078</b> | <b>0.026</b> | <b>0.013</b> | <b>0.007</b>  | <b>0.003</b>  |

**3-Analyser les deux témoins**

Témoin 0% : GRM et PBS

Permet de vérifier que les GRM ne sont pas auto hémolysables dans le tampon utilisé.

Lecture attendue NH (non hémolytique)

Lecture obtenue NH

Témoin validé

Témoin 100% :

GRM + eau distillée

Permet d'obtenir une hémolyse totale des GRM

Lecture attendue HT (hémolyse totale)

Lecture obtenue HT

Témoin validé

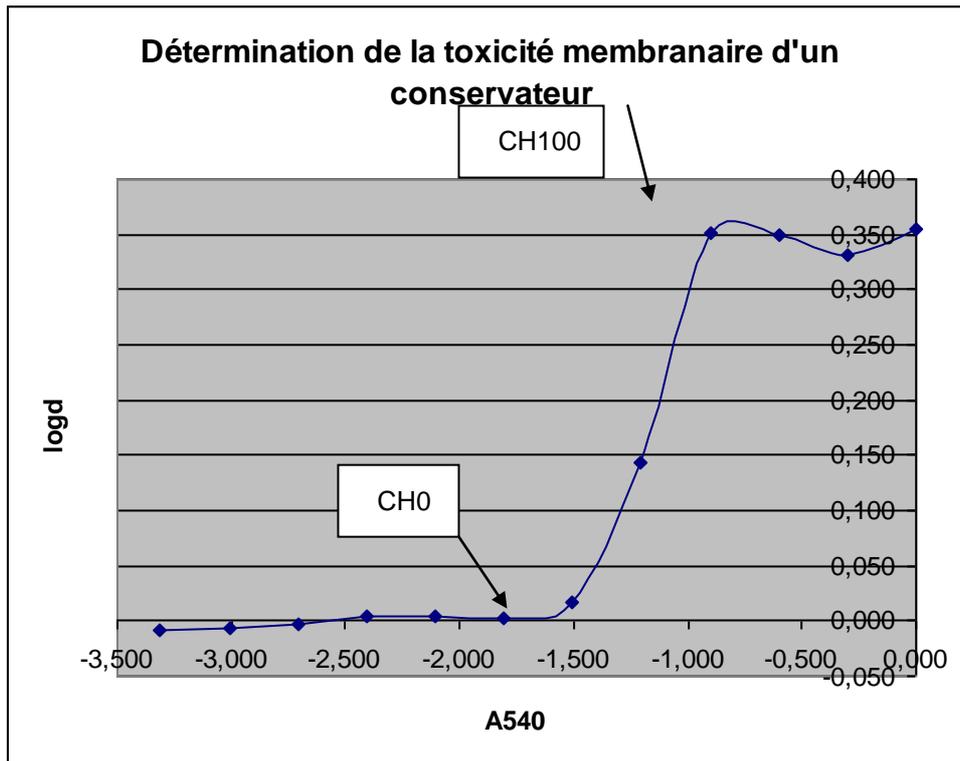
Note : HP = hémolyse partielle

4- Donner la lecture à l'œil nu des résultats obtenus.

|         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Cupule  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | T0 | T100 |
| Lecture | HT | HT | HT | HP | HP | NH | NH | NH | NH | NH | NH | NH | NH | HT   |

5- Tracer la courbe  $A_{540nm} = f(\log d_{initiale})$

|            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|            | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10     | 11     | 12     |
| d Initiale | 1     | 1/2   | 1/4   | 1/8   | 1/16  | 1/32  | 1/64  | 1/128 | 1/256 | 1/512  | 1/1024 | 1/2048 |
| Log d      | 0     | -0.30 | -0.60 | -0.90 | -1.20 | -1.51 | -1.81 | -2.11 | -2.41 | -2.71  | -3.10  | -3.31  |
| A540       | 0.354 | 0.331 | 0.349 | 0.351 | 0.144 | 0.016 | 0.002 | 0.004 | 0.005 | -0.003 | -0.006 | -0.009 |



6- En déduire la concentration maximale sans effet hémolytique (CH0%), les concentrations minimales hémolytiques 100% (CH100%) et 50% (CH50%).

- CH0% :  $\log(d) = -1.81$   
 $d = 0.015$  (soit  $d \approx 1/65$ )  
 concentration de X =  $0.015 \times 10$  soit  $0.15 \text{ g/L}$
- CH100% :  $\log(d) = -0.09$   
 $d = 0.126$  (soit  $d \approx 1/8$ )  
 concentration de X =  $0.126 \times 10$  soit  $1.26 \text{ g/L}$
- CH50% :  $\log(d) = -1.17$   
 $d = 0.067$  soit ( $d \approx 1/15$ )  
 concentration de X =  $0.067 \times 10$  soit  $0.67 \text{ g/L}$

## Étude de cas 2010

### 1. Politique qualité

#### Management de la sécurité des denrées alimentaires

L'entreprise doit s'orienter vers la norme ISO 22000.

Principales exigences de la norme choisie (norme ISO 22000)

- mise en place des Bonnes pratiques de fabrication (BPF) et des bonnes pratiques d'hygiène (BPH),
- mise en place de la méthode HACCP (Hazard Analysis Critical Point)
- établissement d'un système de management de la qualité avec notamment amélioration continue, responsabilité de la direction,.....

#### Exigences des clients de l'entreprise « X »

Les 2 référentiels privés de certification du système de maîtrise de la sécurité des aliments les plus utilisés en France sont les référentiels des distributeurs européens BRC (British Retail Consortium) et l'IFS (International Food Standard).

|                           |  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|
| BRC                       | Regroupement de professionnels de la grande distribution | Européen (Grande Bretagne)                 | Fixer des exigences dans le but de limiter les audits fournisseurs à compte client |
| IFS                       |  | Européen (France et Allemagne)             |  |
| ISO 22000                 | Organisme international de normalisation                 | Tous (international)                       | Système de management de la sécurité alimentaire                                   |
| <b>Nom du référentiel</b> | <b>Nature de l'organisme rédacteur</b>                   | <b>Pays concernés par ces référentiels</b> | <b>Objectif du référentiel</b>   |

#### Signe qualité produit

La certification produit la plus judicieuse pour ce jambon est « le label rouge » car c'est un produit de qualité supérieure.

Caractéristiques du label rouge :

- Marque collective (appartenant au ministère de l'Agriculture),
- Marque garantissant un niveau de qualité supérieure, le distinguant des produits similaires
- Reconnaissance fondée sur le respect d'un cahier des charges (exigences de moyens) et des analyses sensorielles (exigences de résultats),
- Présence d'un logo spécifique comportant le n° de décret d'application.

L'organisme auprès duquel l'entreprise pourra déposer sa demande de reconnaissance de cette démarche qualité (label rouge) est l'INAO (institut national de l'origine et de la qualité).

#### Règlementation relative au jambon cuit supérieur

Les spécificités liées à la mention complémentaire d'étiquetage « cuit au torchon » sont : ce jambon a été « cuit au bouillon en torchon ou entouré de bandelettes, linges, filets ou sacs textiles » (chapitre 316-209).

Caractéristiques du traitement thermique du jambon cuit supérieur : il doit garantir une valeur pasteurisatrice minimale Vp de 40 minutes (chapitre 316-303).

Il est possible d'ajouter du E 250 : nitrite de sodium sous forme de sel nitrité (chapitre 316-302). Cet additif

- conservateur en tant qu'antimicrobien (inhibition de la croissance de *Clostridium botulinum*)
- permet la coloration rose à la cuisson (réaction entre l'oxyde d'azote et la myoglobine)
- apporte du goût.



## 2. Dossier d'agrément

### Marquage des produits

D'après la réglementation européenne sur l'hygiène des denrées alimentaires, l'entreprise «X » a l'obligation d'apposer une marque d'identification sur ses produits qui est la marque de salubrité : estampille sanitaire : marque ovale avec FR en haut, le numéro d'agrément de l'entreprise au milieu : XX (département) - XXX (commune) – XXX n° de l'entreprise dans la commune) et en bas CE.

Toutes les entreprises ne sont pas concernées par ce marquage, seules sont concernées les entreprises manipulant, fabriquant ou entreposant des produits animaux ou d'origine animale.

Le nom de l'ensemble des textes réglementaires européens concernant l'hygiène des denrées alimentaires est le Paquet Hygiène.

### Plan de maîtrise sanitaire

Le rôle de ce plan est de décrire les mesures prises par l'établissement pour assurer l'hygiène et la sécurité sanitaire de ses productions vis à vis des dangers biologiques, physiques et chimiques.

Éléments constituant le plan de maîtrise sanitaire :

- Pré-requis correspondant aux bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication,
- Plan HACCP fondé sur les 7 principes énoncés par le Codex Alimentarius,
- Système de traçabilité et de gestion des produits non conformes avec en particulier la procédure permettant la mise en œuvre d'un retrait/rappel de produit en cas de défaut identifié.

Étapes du plan de travail HACCP d'après le Codex Alimentarius :

1. Constituer une équipe HACCP,
2. Décrire le produit,
3. Déterminer son utilisation prévue,
4. Établir le diagramme des opérations,
5. Vérifier sur place le diagramme,
6. Énumérer tous les dangers potentiels, effectuer une analyse des risques, prendre des mesures préventives,
7. Déterminer les CCP,
8. Fixer une (ou des) limite(s) critique(s) pour chaque CCP,
9. Mettre en place un système de surveillance pour chaque limite critique
10. Prendre des mesures correctives
11. Appliquer des mesures de vérification,
12. Constituer des dossiers et tenir des registres

Définition de la traçabilité : aptitude à retrouver l'historique, la mise en œuvre ou l'emplacement d'une entité au moyen d'identifications enregistrées.

La traçabilité aval permet de retrouver où se trouvent les produits finis à la sortie de l'entreprise.

La traçabilité amont permet de suivre les matières premières ayant servi à la fabrication des produits d'un lot.

### Maîtrise de l'hygiène

Le livret d'hygiène

Contenu (consignes impératives) :

- **Sensibilisation aux microorganismes** : notions concernant les microorganismes, notions concernant les divers procédés permettant l'élimination des microorganismes et notions concernant l'influence des paramètres physicochimiques des produits fabriqués sur le développement des microorganismes.

- **Tenue du personnel** : description de la tenue et du port correct de celle-ci, fréquence de changement, indication du fait que le port hors des ateliers est interdit.

- **Hygiène du personnel** : indication de la nécessité de signaler toute maladie, de la nécessité de protéger toute blessure, de ne pas porter de bijoux et surtout description de tout ce qui concerne le lavage des mains et le comportement à adopter.

\* Lavage des mains : à décrire les modalités (nom du produit, méthode à respecter avec les durées de chaque temps, les modalités d'essuyage) et la fréquence en insistant sur le fait de se laver les mains à chaque entrée dans l'atelier, à chaque changement de poste, après passage aux toilettes, et aussi souvent que cela est nécessaire.

\* Comportement : nécessité de bien indiquer quel doit être le flux de circulation du personnel, comment gérer les déchets, nécessité de préciser l'interdiction de fumer, de boire, de manger dans les ateliers .....

- **Rédaction** : style simple, clair, concis avec des phrases courtes et des termes compréhensibles par tous, illustré le plus possible par des dessins, des schémas, des photos.

- **Diffusion** : il doit être remis nominativement à toute personne travaillant dans l'entreprise, intérimaire, stagiaire y compris. Il faut faire signer les personnes attestant qu'elles l'ont reçu et lu. Une formation doit accompagner cette diffusion.

Prérequis nécessaires à la maîtrise de l'hygiène :

- Milieux (locaux) : propreté, conformité, respect de la marche en avant,
  - Matériel (équipements) : bonne maintenance, bon nettoyage désinfection (propreté),
  - Main d'œuvre (personnel) : qualification, mise en place d'un plan de formation, suivi médical, tenue vestimentaire adéquate, suivi médical convenable,
  - Matières : bonne qualité de la viande de porc mise en œuvre et bonne traçabilité, identification et sélection des fournisseurs, bonne gestion des stocks,
  - Méthodes (de travail et d'organisation) : présence d'instructions de travail, présence de procédés de fabrication, présence de procédures de nettoyage désinfection.
- Représentation attendue : diagramme d'Ishikawa selon le modèle suivant :

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

Attention bien indiquer :

- le nom de l'effet concerné : pré-requis nécessaires à la maîtrise de l'hygiène
- compléter chaque arête avec les causes envisagées.

### 3. Étude des réclamations clients

Nom de la représentation graphique : diagramme de Pareto.

Interprétation du diagramme de Pareto : très souvent une minorité de causes (20%) est responsable d'une majorité des effets (80%) : 80% des réclamations sont imputables à 20% des causes possibles.

Ce diagramme permet d'identifier graphiquement les causes responsables de 80% des réclamations afin d'**agir en priorité** sur celles-ci et permet de **les hiérarchiser**.

Tracé du diagramme

Exemple de regroupement :

| Nature du défaut |                                | Nombre (effectif) | %  | % cumulé |
|------------------|--------------------------------|-------------------|----|----------|
| Conditionnement  | Emballage secondaire mal fermé | 12+14+3 = 29      | 39 | 39       |
|                  | Ouverture difficile du sachet  | 6+3=9             |    |          |
|                  | Sachet percé                   | 1                 |    |          |
| Tranchage        | Tranches trop fines            | 2+1+4+8=15        | 24 | 63       |
|                  | Mauvaise tenue des tranches    | 4+5=9             |    |          |
| Étiquetage       | Étiquette mal centrée          | 6+3+8=17          | 19 | 82       |
|                  | Absence de numéro de lot       | 1                 |    |          |
|                  | DLC erronée                    | 1                 |    |          |
| Organoleptique   | Produit trop salé              | 5+4+4=13          | 18 | 100      |
|                  | Produit acide                  | 1                 |    |          |
|                  | Odeur désagréable              | 2+2=4             |    |          |

Lors de la réalisation du graphique, nécessité de :

- faire apparaître l'histogramme du % des effectifs et la droite des % cumulés
- préciser le titre,
- d'indiquer sur l'axe des abscisses la nature des défauts,
- d'indiquer sur l'axe des ordonnées à gauche le % et à droite le % cumulé,
- de faire apparaître la ligne des 80% (% cumulé).

Commentaires :

- Les défauts de conditionnement, tranchage et étiquetage représentent 80% des réclamations, il convient donc d'agir prioritairement sur ces problèmes en commençant par les défauts critiques (sachet percé, absence de numéro de lot et DLC erronée). (Parmi les 20% restants, il n'y a pas de défauts critiques).
- Concernant les défauts de conditionnement, une hausse des réclamations est constatée sur juillet et août. Est ce que cela est dû à la présence d'intérimaires pour remplacer le personnel en congé d'été ?
- À propos des défauts de tranchage, la mauvaise tenue des tranches et le fait qu'elles soient trop fines sont vraisemblablement des défauts liés entre eux.

Classement des défauts en critique, majeur et mineur avec justification :

| Type du défaut (critique, majeur, mineur) | Définition justificative  | Classement   |
|---|---|--|
| Défaut critique                           | Défaut mettant en danger la sécurité du consommateur<br>et / ou<br>Défaut en infraction avec la réglementation  | Sachet percé<br><br>Absence de numéro de lot<br>DLC erronée                        |
| Défaut majeur                             | Défaut n'étant pas en infraction avec la réglementation et ne mettant pas en danger la sécurité du consommateur, mais pouvant être responsable du non rachat du produit | Défauts organoleptiques<br>Défauts de tranchage<br>Ouverture difficile des sachets |
| Défaut mineur                             | Tous les autres défauts   | Étiquette mal centrée<br>Emballage secondaire mal fermé                            |

Rappel : les réclamations critiques : sachet percé, absence de numéro de lot et DLC erronée doivent être traitées en priorité.

Plan d'action global

- DLC erronée : recherche de l'origine de l'erreur (erreur de valeur, erreur de transmission, erreur d'impression....).
- Absence de numéro de lot : recherche de l'origine de l'oubli (oubli de l'opérateur, défaut d'impression....).
- Sachet percé : recherche de la cause (fournisseur, stockage, manipulation...).
- Défauts de conditionnement : revoir les spécifications des emballages, les instructions de travail relatives à la fermeture des sachets, la surveillance et la formation du personnel intérimaire.
- Défauts de tranchage : revoir les instructions de travail relatives à l'utilisation du matériel ; réglage de l'appareil avec la maintenance, formation du personnel ....
- Défauts d'étiquetage (étiquettes mal centrées) : revoir les instructions de travail relatives à l'utilisation du matériel, réglage de l'appareil avec l'aide de la maintenance, formation du personnel ....

#### Coût de la non qualité

Les réclamations des clients se situent dans la catégorie des coûts des défaillances externes : frais directs ou indirects apparaissant, après transfert du produit chez le client, lorsque le produit ne répond pas aux exigences de qualité, autrement dit coûts liés aux produits non conformes distribués.

#### Indicateur qualité

Définition : grandeur mesurée, à intervalles réguliers, représentatives de l'efficacité du système qualité ou d'une partie de ce système.

Critères de choix :

- Grandeur fortement corrélée à la qualité,
- Grandeur bien définie, restant définie sur des bases inchangées et sur une longue période,
- Grandeur facilement mesurable (temps, coût...),
- Grandeur facilement interprétable par tout le personnel.

# Corrigés sujets 2011

## E31 Mathématiques 2011

corrigé

### 1. Exercice 1

#### A. Résolution d'une équation différentielle

1.  $(E_0)$  est une équation différentielle du premier ordre sans second membre, les solutions sur  $[0; +\infty[$  sont :

$$y(t) = k e^{-\frac{1}{5}t} = k e^{-0,2t} \quad \text{où } k \in \mathfrak{R}$$

2.  $h(t) = at e^{-0,2t} \quad h'(t) = a e^{-0,2t} + at(-0,2e^{-0,2t}) = a e^{-0,2t} - 0,2at e^{-0,2t}$  (de la forme  $u v$ ).

$h$  est solution particulière de  $(E) \Leftrightarrow 5h'(t) + h(t) = e^{-0,2t}$

$$\Leftrightarrow 5(a e^{-0,2t} - 0,2at e^{-0,2t}) + at e^{-0,2t} = e^{-0,2t}$$

$$\Leftrightarrow 5a e^{-0,2t} - ate^{-0,2t} + ate^{-0,2t} = e^{-0,2t}$$

$$\Leftrightarrow 5a e^{-0,2t} = e^{-0,2t}$$

$$\Leftrightarrow 5a = 1 \quad \text{car pour tout } t \in [0; +\infty[ \quad e^{-0,2t} \neq 0$$

$$\Leftrightarrow a = \frac{1}{5}$$

Soit  $h(t) = \frac{1}{5}t e^{-0,2t} = 0,2t e^{-0,2t}$ .

Pour  $a = 0,2$ , la fonction  $h$  est bien une solution particulière de  $(E)$ .

3. Les solutions de  $(E)$  sont formées des solutions de l'équation homogène  $(E_0)$  et d'une solution particulière de  $(E)$ .

Donc :  $y(t) = k e^{-0,2t} + 0,2t e^{-0,2t}$  où  $k \in \mathfrak{R}$ .

4.  $y(0) = k e^{-0,2 \times 0} + 0,2 \times 0 \times e^{-0,2 \times 0} = k e^0 = k$  Or  $y(0) = 0$  donc  $k = 0$  et par conséquent :

pour tout  $t \in [0; +\infty[$ ,  $f(t) = 0,2t e^{-0,2t}$ .

#### B. Étude d'une fonction

1. C'est une forme indéterminée «  $+\infty \times 0$  », mais :  $f(t) = 0,2t e^{-0,2t} = \frac{0,2t}{e^{0,2t}}$ .

Or  $\lim_{t \rightarrow +\infty} 0,2t = +\infty$  et  $\lim_{X \rightarrow +\infty} \frac{e^X}{X} = +\infty$  donc  $\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{e^{0,2t}}{0,2t} = +\infty$  d'où  $\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{0,2t}{e^{0,2t}} = 0$

soit  $\lim_{t \rightarrow +\infty} f(t) = 0$ .

Comme  $\lim_{t \rightarrow +\infty} f(t) = 0$ , la courbe  $C$  possède une asymptote horizontale d'équation  $y = 0$  (l'axe des abscisses).

2. La fonction  $f$  est dérivable sur  $[0; +\infty[$  comme produit et composée de fonctions dérivables sur  $[0; +\infty[$ .  $f$  est un produit, on utilise la forme  $(u v)' = u' v + v' u$

où  $u(t) = 0,2t$      $u'(t) = 0,2$

$v(t) = e^{-0,2t}$      $v'(t) = -0,2e^{-0,2t}$

$f'(t) = 0,2e^{-0,2t} + 0,2t(-0,2e^{-0,2t}) = 0,2e^{-0,2t} - 0,04te^{-0,2t}$  donc  $f'(t) = e^{-2t} (0,2 - 0,04t)$ .

3.

|                |   |   |           |
|----------------|---|---|-----------|
| $t$            | 0 | 5 | $+\infty$ |
| $e^{-0,2t}$    | + |   | +         |
| $-0,04t + 0,2$ | + | ○ | -         |
| $f'(t)$        | + |   | -         |
| $f(t)$         |   |   |           |

4. a)

Pour tout  $t \in [0; +\infty[$ ,  $e^{-0,2t} > 0$  et  $0,2 - 0,04t \geq 0 \Leftrightarrow -0,04t \geq -0,2$

$\Leftrightarrow t \leq \frac{-0,2}{-0,04}$

$\Leftrightarrow t \leq 5$

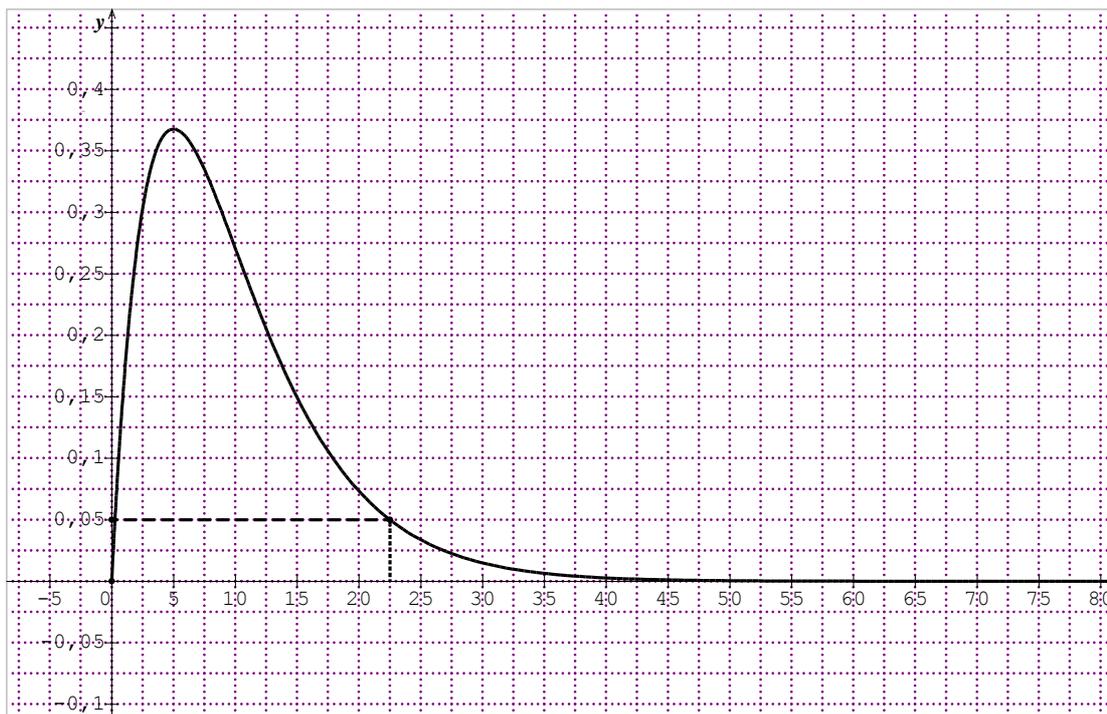
$f(0) = 0$

$f(5) = 0,2 \times 5 e^{-0,2 \times 5} = e^{-1} \approx 0,368$

La fonction  $f$  possède un maximum égal à  $e^{-1}$  atteint pour  $t = 5$ .

|        |   |      |      |      |      |      |      |
|--------|---|------|------|------|------|------|------|
| $t$    | 0 | 2,5  | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   |
| $f(t)$ | 0 | 0,30 | 0,37 | 0,27 | 0,15 | 0,07 | 0,03 |

4.b)



## C. Application

1. Graphiquement, au bout de 23 minutes, la quantité de médicament redevient inférieure à 0,05 mL.

2.

a)

$F$  est dérivable sur  $[0; +\infty[$  :

$$F'(t) = (-1)e^{-0,2t} + (-t-5)(-0,2e^{-0,2t}) = -e^{-0,2t} + 0,2te^{-0,2t} + e^{-0,2t} = 0,2te^{-0,2t} = f(t).$$

Comme  $F' = f$ ,  $F$  est une primitive de  $f$  sur  $[0; +\infty[$ .

b)

$$Vm = \frac{1}{23-0} \int_0^{23} f(t) dt = \frac{1}{23} [F(x)]_0^{23} = \frac{1}{23} (F(23) - F(0))$$

$$\text{Or } F(23) = (-23-5)e^{-0,2 \times 23} = -28e^{-4,6} \text{ et } F(0) = (-0-5)e^{-0,2 \times 0} = -5.$$

$$\text{Donc : } Vm = \frac{1}{23} (-28e^{-4,6} + 5) \approx 0,21 \text{ à } 10^{-2} \text{ près.}$$

c)

La valeur moyenne sur l'intervalle  $[0; 23]$  ( les 23 premières minutes ) est de 0,21 mL.

## 2. Exercice 2

### A. Loi normale

1.  $X$  suit une loi normale de paramètres 1,5 ; 0,07.

$$P(1,35 \leq X \leq 1,65) = P(-0,15 \leq X - 1,5 \leq 0,15) = P\left(\frac{-0,15}{0,07} \leq \frac{X - 1,5}{0,07} \leq \frac{0,15}{0,07}\right) = P\left(\frac{-15}{7} \leq \frac{X - 1,5}{0,07} \leq \frac{15}{7}\right)$$

$$\text{Et } Y = \frac{X - 1,5}{0,07} \text{ suit une loi } N(0;1) \text{ donc : } P\left(\frac{-15}{7} \leq Y \leq \frac{15}{7}\right) = 2\pi\left(\frac{15}{7}\right) - 1 \approx 2 \times 0,9838 - 1 \approx 0,97 \text{ à } 10^{-2} \text{ près.}$$

2.  $X_1$  suit une loi normale de paramètres 1,5 ;  $\sigma_1$ . On a donc:

$$P(1,35 \leq X_1 \leq 1,65) = 0,99 \Leftrightarrow P(1,35 - 1,5 \leq X_1 - 1,5 \leq 1,65 - 1,5) = 0,99$$

$$\Leftrightarrow P\left(\frac{-0,15}{\sigma_1} \leq \frac{X_1 - 1,5}{\sigma_1} \leq \frac{0,15}{\sigma_1}\right) = 0,99$$

Et  $Y_1 = \frac{X_1 - 1,5}{\sigma_1}$  suit une loi  $N(0;1)$ , donc :

$$P\left(\frac{-0,15}{\sigma_1} \leq Y_1 \leq \frac{0,15}{\sigma_1}\right) = 0,99 \Leftrightarrow 2\pi\left(\frac{0,15}{\sigma_1}\right) - 1 = 0,99 \Leftrightarrow \pi\left(\frac{0,15}{\sigma_1}\right) = \frac{1+0,99}{2} = 0,995.$$

Par lecture de la table :  $\frac{0,15}{\sigma_1} = 2,58$  d'où  $\sigma_1 = \frac{0,15}{2,58} \approx 0,06$  à  $10^{-2}$  près.

### B. Loi binomiale

1. Le tirage est assimilé à un tirage avec remise, les événements sont donc indépendants.

Il y a 2 issues possibles : un tube est soit défectueux, soit non défectueux.

$Y_1$  compte le nombre de tubes défectueux dans le prélèvement de 20 tubes, la variable aléatoire  $Y_1$  suit donc une loi binomiale de paramètres :  $n = 20$  et  $p = p(E) = 0,02$ .  $Y_1 \square B(20; 0,02)$

$$2. p(Y_1 \leq 1) = p(Y_1 = 0) + p(Y_1 = 1) = \binom{20}{0} (0,02)^0 (0,98)^{20} + \binom{20}{1} (0,02)^1 (0,98)^{19} \approx 0,94 \text{ à } 10^{-2} \text{ près.}$$

### C. Test d'hypothèse

1. Sous l'hypothèse  $H_0$  :  $\bar{Z}$  suit une loi normale de paramètres  $\mu = 300$  et d'écart type  $\sigma = \frac{1}{\sqrt{100}} = \frac{1}{10} = 0,1$ .

$$P(300 - h \leq \bar{Z} \leq 300 + h) = 0,95 \Leftrightarrow P(-h \leq \bar{Z} - 300 \leq h) = 0,95 \Leftrightarrow P\left(\frac{-h}{0,1} \leq \frac{\bar{Z} - 300}{0,1} \leq \frac{h}{0,1}\right) = 0,95.$$

La variable aléatoire  $\frac{\bar{Z} - 300}{0,1}$  suit une loi  $N(0; 1)$ . On a alors :

$$P\left(\frac{-h}{0,1} \leq \frac{\bar{Z} - 300}{0,1} \leq \frac{h}{0,1}\right) = 0,95 \Leftrightarrow 2\pi\left(\frac{h}{0,1}\right) - 1 = 0,95 \Leftrightarrow \pi\left(\frac{h}{0,1}\right) = \frac{1 + 0,95}{2} = 0,975.$$

Par lecture de la table :  $\frac{h}{0,1} = 1,96$ , soit  $h = 1,96 \times 0,1 = 0,196 \approx 0,20$  à  $10^{-2}$  près.

2. Si la moyenne d'un échantillon est dans l'intervalle  $[300 - 0,20; 300 + 0,20]$ , soit  $[299,80; 300,20]$ , on accepte la commande avec un risque d'erreur de 5%.

Si la moyenne d'un échantillon n'est pas dans l'intervalle  $[299,80; 300,20]$ , on n'accepte pas la commande avec un risque d'erreur de 5%.

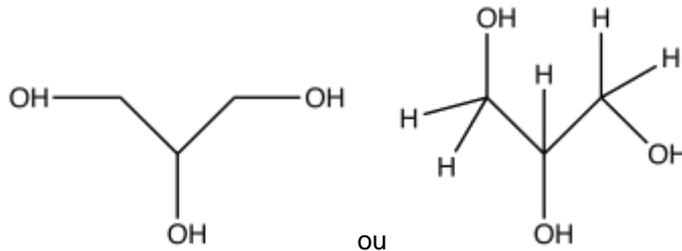
3. Comme  $299,90 \in [299,80; 300,20]$ , on peut, au seuil de 5%, conclure que la livraison est conforme pour la longueur.



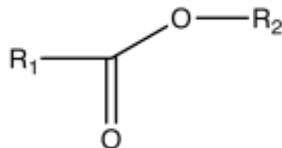
## Sciences physiques 2011

### indice d'acide d'une huile d'olive vierge

1.1.a la formule développée du glycérol est :



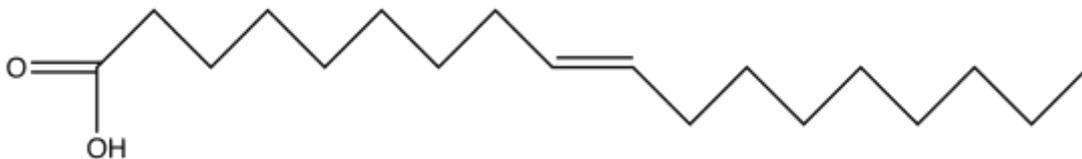
1.1.b La formule générale d'un ester est :



1.1.c Dans un triglycéride, 3 fonctions « ester » sont présentes. Les 3 groupes hydroxyles du glycérol sont estérifiés. D'où le nom de triester du glycérol.

1.2.a À température ambiante, il n'y a pas libre rotation autour d'une double liaison carbone-carbone (comme c'est le cas pour une liaison simple). On obtient donc 2 molécules non superposables dans l'espace selon que les 2 chaînes carbonées sont du même côté ou de part et d'autre de la double liaison. C'est ce qui est à l'origine de l'existence de la diastéréoisomérie Z/E.

1.2.b Le stéréoisomère est l'acide (E)-octadéc-9-énoïque dont la formule topologique est :



1.2.c L'énergie moyenne d'agitation thermique d'une mole d'acide oléique est :

$3.R.T = 3 \cdot 3,8 \cdot (25+273) = 7,4 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 7,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  ce qui est très inférieur au  $200 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  nécessaires pour passer d'un stéréoisomère à un autre. Le passage d'un stéréoisomère à l'autre est donc impossible à  $25^\circ\text{C}$ .

1.3.a La constante d'acidité  $K_A$  d'un couple acido-basique noté  $\text{HA}/\text{A}^-$  est la constante d'équilibre de la réaction de l'acide sur de l'eau, d'où :

$$K_A = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}]}$$

1.3.b On en déduit :  $K_A = \frac{[\text{R}-\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{R}-\text{COOH}]}$  et  $K_e = \frac{[\text{HO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]}$

Or :

$$K = \frac{[\text{R}-\text{COO}^-]}{[\text{R}-\text{COOH}][\text{HO}^-]} = \frac{[\text{R}-\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{R}-\text{COOH}]} \cdot \frac{1}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-]} = \frac{K_A}{K_e} = \frac{10^{-pK_A}}{10^{-pK_e}}$$

D'où  $K = 10^{pK_e - pK_A} = 10^9$  à  $25^\circ\text{C}$

1.3.c La constante d'équilibre de la réaction de dosage est supérieure à  $10^4$  : la transformation peut donc être considérée comme totale et servir de support à un dosage.

1.3.d A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométriques de la réaction de dosage et ont intégralement réagi. L'espèce majoritaire est donc le produit de la réaction, à savoir la base

conjuguée de l'acide oléique : l'ion oléate. Le pH correspond donc nettement au domaine de prédominance de l'ion oléate. Le pH est donc largement supérieur à  $pK_A + 1 = 6$ . Le pH sera supérieur à 7 et donc basique.

1.3.e Le pH à l'équivalence doit être compris dans la zone de virage de l'indicateur coloré : l'hélianthine ne peut donc en aucun cas être utilisée.

Étant donné la réponse à la question précédente, le rouge de crésol semble, quant à lui, tout à fait approprié.

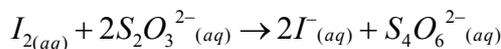
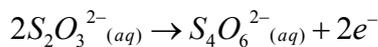
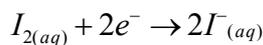
1.3.f L'indice d'acide de cette huile est :

$$IA = \frac{n_{AL} \cdot M}{\rho_h \cdot V_h} \cdot 100 = \frac{1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 282}{0,91 \cdot 20} \cdot 100 = 2,7\% \leq 3,3\%, \text{ ce qui est conforme.}$$

## Indice d'iode d'une huile d'olive

2.1 Dans la molécule obtenue, les atomes d'iode sont présents, sans avoir remplacé aucun atome ou groupe : c'est une addition, rendue possible par la présence de double liaison, site riche en électrons, d'où le nom d'addition électrophile.

2.2



2.3 Le diiode introduit dans le mélange contenant l'huile a soit réagi avec les molécules insaturées, soit été dosé ensuite, d'où :  $n_t = n_r + n_d$

2.4 D'après l'équation chimique de la réaction de dosage :  $n_d = \frac{C_{thio} \cdot V_E}{2}$

Dans le témoin, tout le diiode introduit est dosé, d'où :  $n_t = \frac{C_{thio} \cdot V_T}{2}$

2.5  $\frac{C_{thio} \cdot V_T}{2} = n_r + \frac{C_{thio} \cdot V_E}{2} \Rightarrow n_r = C_{thio} \cdot \frac{V_T - V_E}{2}$

2.6  $m_r = n_r \cdot M(I_2) = \frac{C_{thio} \cdot (V_T - V_E)}{2} \cdot M(I_2) = \frac{0,10 \cdot (21,8 \cdot 10^{-3} - 8,1 \cdot 10^{-3})}{2} \cdot 2 \cdot 126,9 = 0,17g$

2.7. Ayant travaillé avec un échantillon d'huile de masse  $m = 0,20 g = \frac{100}{500} g$ , l'indice d'iode est de  $500 \cdot m_r = 87$ .

## Acheminement des crus jusqu'à la cuve d'assemblage

3.1 Lors de la circulation du fluide dans les coudes, de l'énergie est également dissipée (pertes de charges singulières).

3.2.a Le régime étant stationnaire et le fluide incompressible, le débit volumique est constant.

3.2.b  $D_v = S \cdot v$  où S représente la section de la conduite et v la vitesse du fluide au point considéré.

Le diamètre D de la canalisation étant constant, la section l'est également.

$D_v$  et S étant constants, v l'est par voie de conséquence.

3.2.c  $D_v = S \cdot v = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot v = \frac{\pi \cdot (10,0 \cdot 10^{-2})^2}{4} \cdot 0,50 = 3,9 \cdot 10^{-3} m^3 \cdot s^{-1}$

3.3.a Les pertes de charge linéaires sont estimées à  $j = 2,0$  cm par mètre de canalisation. Sur la partie BC de conduite :  $J = j \cdot L = 20 \cdot 2,0 \cdot 10^{-2} = 0,40$  m.

3.3.b Théorème de Bernouilli appliqué entre B et C (absence de pompe) :

$$\left(\frac{V_C^2}{2 \cdot g} + Z_C + \frac{P_C}{\rho_h \cdot g}\right) - \left(\frac{V_B^2}{2 \cdot g} + Z_B + \frac{P_B}{\rho_h \cdot g}\right) = -J$$

La vitesse étant constante le long de l'écoulement :  $H + \frac{P_C - P_B}{\rho_h \cdot g} = -J$

3.3.c Dans le SI, la pression s'exprime en pascal.

$$3.3.d P_B = P_C + \rho_h \cdot g \cdot (H + J) = 1,01 \cdot 10^5 + 0,91 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot (8,0 + 0,4) = 1,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

## DENRÉES ANIMALES ET D'ORIGINE ANIMALE

## BIOCHIMIE (40 points)

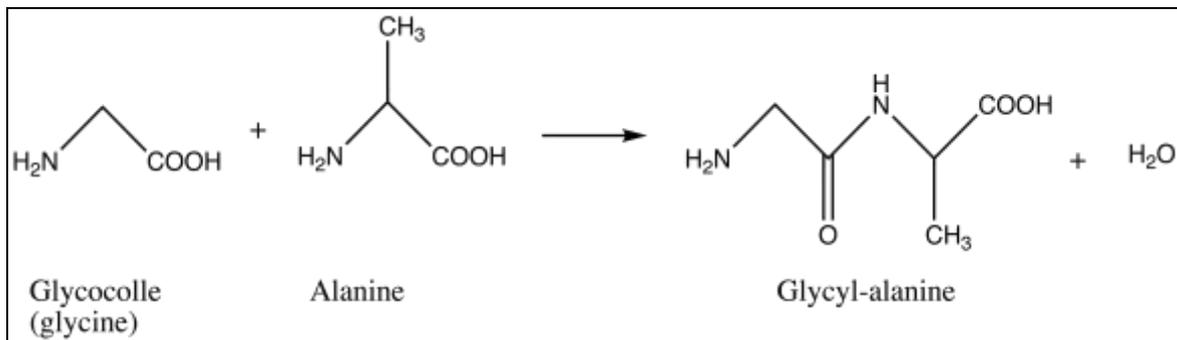
## 1. Les protéines sériques (12 points)

1.1 La structure primaire d'une protéine est l'enchaînement d'acides aminés attachés entre eux par des liaisons peptidiques.

1.2. Exemple : ASP, HIS, SER, CYS.

La solubilité des protéines dans l'eau est facilitée par la présence d'a.a. possédant un groupement hydrophile : hydroxyle, carboxylique, amine etc.

1.3.



1.4. Les liaisons qui interviennent dans la structure secondaire des protéines sont des liaisons hydrogènes établies entre les atomes des liaisons peptidiques distantes dans la structure primaire.

Les liaisons hydrogène ont une géométrie précise, qui conduit à des structures particulières en hélices ou en feuillets.

1.5. Deux sortes de liaisons interviennent dans les structures tertiaires :

des liaisons fortes de covalence : ponts disulfure

des liaisons faibles : Van Der Waals, liaisons H, ioniques, interactions hydrophobes ...

1.6. Les structures quaternaires représentent l'assemblage de plusieurs protéines entre elles.

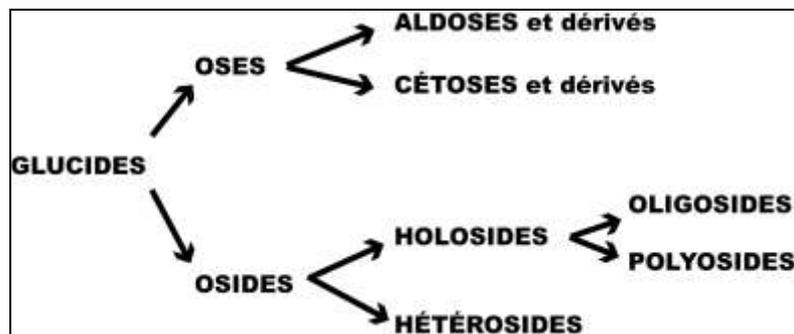
1.7. Trois exemples de fonctions : enzyme, transport, protection, régulation de la pression oncotique.

## 2. Le métabolisme du glucose et le stress

2.1 Production de lactate dans les muscles (12 points)

## 2.1.1. Le glycogène est un glucide.

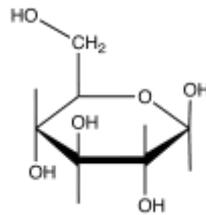
Classification des glucides :



Le glycogène est un polyside.

Le glycogène est un polymère homogène du  $\alpha$  D glucopyranose enchaînés par des liaisons  $\alpha$  1-4 et  $\alpha$  1-6.

### 2.1.2. Le glucose



( $\beta$ -D-glucose)

$\text{CH}_3\text{-CO-COOH}$  acide pyruvique

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

### 2.1.3 Bilan de la glycolyse

Glucose + 2 ADP + 2Pi + 2 NAD<sup>+</sup> → 2 acide pyruvique + 2 ATP + 2 NADH,H<sup>+</sup> + 2 H<sub>2</sub>O

### 2.1.4 Bilan de la fermentation lactique à partir du glucose

Glucose + 2 ADP + 2Pi → 2 acide lactique + 2 ATP + 2 H<sub>2</sub>O

## 2.2. Dosage de l'acide lactique dans le sang (16 points)

**2.2.1.** L'acide perchlorique dénature et provoque la précipitation des protéines

**2.2.2.** On tamponne la solution d'hydrazine parce que :

le surnageant de sang contient de l'acide perchlorique dénaturant les protéines, la LDH est sensible aussi à la dénaturation

la LDH a un pH optimal d'activité

pour standardiser la méthode (les résultats sont exploitables dans certaines conditions opératoires standardisées).

On travaille à 25°C pour standardiser la méthode de dosage (comme pour le pH).

### 2.2.3. Méthodes de dosage de substrat :

-méthode en point final : le temps de réaction est important, en fin de réaction, le substrat est entièrement transformé.

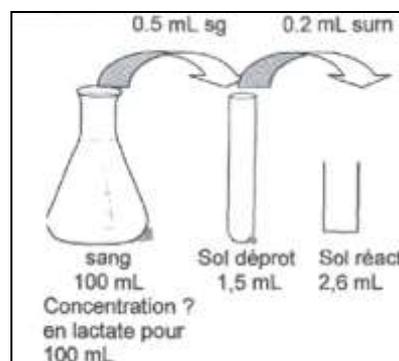
-méthode cinétique : le dosage se fait en présence d'un excès de substrat, la mesure de la variable est faite sur 2 points rapprochés dans le temps.

C'est une méthode en point final car le principe repose sur le fait que l'hydrazine forme un complexe soluble avec l'acide pyruvique rendant la réaction totale, de plus le dosage se fait après 1 heure de réaction enzymatique (substrat entièrement consommé).

**2.2.4.** acide lactique + 2 NAD<sup>+</sup> → acide pyruvique + 2 NADH+H<sup>+</sup>  
LDH (Lactico-déshydrogénase)

**2.2.5.** Calcul des concentrations en acide lactique en mmole par litre dans les 2 surnageants

Schéma opératoire :



### Équation littérale :

L'absorbance correspond à une concentration dans la solution d'essai selon la loi de Beer Lambert :  $A = \epsilon \cdot l \cdot C$ .

Nous devons retirer l'Abs du témoin (bruit de fond) à celles des essais :  $\text{AbsE} - \text{AbsT} = \text{Abslact}$

$$C = \frac{\Delta A_e - \Delta A_t}{\epsilon \cdot l} \times \frac{V_t}{V_e}$$

Application numérique :

$$C_{lact. arrivée} = \frac{0,522 - 0,006}{6,3 \cdot 10^3} \times 10^3 \times \frac{2,6}{0,2} = 1,06 \text{ mmolL}^{-1}$$

$$C_{lact. 1h repos} = \frac{0,126 - 0,006}{6,3 \cdot 10^3} \times 10^3 \times \frac{2,6}{0,2} = 0,25 \text{ mmolL}^{-1}$$

**2.2.6** Calcul de la concentration en acide lactique en mg pour 100 mL de sang dans les 2 conditions

Équation littérale :

$$C_{lact \text{ mg}/100\text{mL}_{sg}} = C_{lact \text{ mmolL}^{-1}} \times MM \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^3 \times \frac{V_{déprot}}{V_{sang}} \times 100$$

Application numérique :

$$C_{lact \text{ sang arrivée}} = 1,06 \times 90 \times 10^{-3} \times \frac{1,5}{0,5} \times 100 = 28,7 \text{ mg}/100\text{mL}$$

$$C_{lact \text{ sang } 1h \text{ repos}} = 0,25 \times 90 \times 10^{-3} \times \frac{1,5}{0,5} \times 100 = 6,7 \text{ mg}/100\text{mL}$$

À l'arrivée, la Concentration en lactate dans le sang est de 28,7 mg/100mL

Après 1 heure la Concentration en lactate dans le sang est de 6,7 mg/100mL.

Le stress est mis en évidence à l'arrivée ; après une heure de repos, le taux d'acide lactique sanguin est revenu à une valeur normale, les animaux peuvent être abattus.

## TOXICOLOGIE (20 points)

### 1. L'intoxication (8 points)

1.1. Les phases de l'intoxication

phase d'exposition : interactions possibles avec des facteurs de l'environnement ; augmentation ou diminution possible de la disponibilité physique de la substance toxique.

Phase toxicocinétique : absorption, élimination, distribution, modification ; ces événements déterminent alors la disponibilité biologique de la substance toxique.

Phase toxodynamique : interaction de la substance toxique avec la cible biologique. Cette interaction détermine les effets de la substance toxique.

1.2.

L'ochratoxine subit des modifications durant la phase toxicocinétique, certains des produits sont des adduits avérés d'autres sont incertains, on peut dire que l'ochratoxine subit une bioactivation. Le caractère cancérigène de l'ochratoxine peut s'expliquer par l'aptitude de ses métabolites à casser l'ADN ou à s'y fixer.

### 2. Toxicité de l'ochratoxine (6 points)

2.1. Selon le modèle animal, l'ochratoxine peut être considérée de très toxique à supertoxique.

2.2. La DL50 est déterminée dans des conditions d'intoxication aiguë c'est-à-dire une ou plusieurs prises réparties sur 24 heures dont on suit les effets délétères durant 14 jours.

### 3. Teneurs maximales admissibles (6 points)

3.1. Les éléments pris en compte dans l'établissement des limites maximales admissibles : la dose journalière admissible, la consommation moyenne journalière d'un aliment sensible par la population et le risque de contamination de la denrée alimentaire. Ces considérations expliquent que les teneurs maximales admissibles ne soient pas les mêmes selon les denrées alimentaires présentées.

**3.2. Calcul de la concentration en ochratoxine dans les aliments déshydratés pour chiens.**

$$C = (\text{LMR céréales} \times \% \text{ céréales}) + (C_{\text{ochra sang}} (\mu\text{/L}) / \text{masse volumique sang} \times \% \text{ sang}) = (5 \times 0,75) + (5,8/1,1 \times 0,1) = 4,3 \mu\text{g/Kg}$$

4,3  $\mu\text{g/Kg}$  < 5  $\mu\text{g/Kg}$ , le lot d'aliment pour chien est donc conforme.

## MICROBIOLOGIE (40 POINTS)

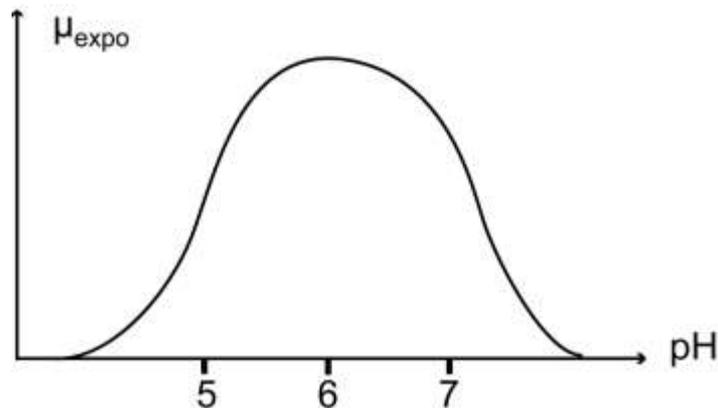
### 1. Principe de conservation par fermentation (12 points)

1.1. Trois genres de bactéries lactiques ; exemples : *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus (thermophilus)*, *Brevibacterium*; tous gram +

1.2. Voie homofermentaire production uniquement d'acide lactique et voie hétérofermentaire production d'acide lactique et d'autres produits comme l'éthanol et le dioxyde de carbone.

1.3. Le métabolisme fermentatif est obtenu lorsque les cellules sont mises en anaérobiose (absence d'oxygène) car en présence d'oxygène l'acide pyruvique est oxydé dans le cycle de Krebs et la chaîne respiratoire.

1.4 Courbe  $\mu_{\text{expo}} = f(\text{pH})$



1.5. Le pH acide inhibe le développement de la plupart des microorganismes surtout ceux responsables de putréfaction.

1.6. Ils produisent des substances bactéricides comme des bactériocines (ex : la nisine, pédiocine), des ions superoxydes ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )... (on peut citer aussi leur activité antimicrobienne par compétition vis à vis des substrats = occupation du terrain).

1.7. Le séchage permet d'éliminer de l'eau, la déshydratation fait diminuer l' $A_w$  (l'eau biodisponible) jusqu'à la rendre insuffisante à tout développement microbien.

### 2. Importance de la qualité des viandes transformées (28 points)

2.1. Action des antibiotiques (20 points)

**2.1.1. Définition :** un antibiotique est un agent chimique à propriété antimicrobienne, il agit à faible dose par une action spécifique. Il est généralement utilisé pour traiter une maladie.

Comparaison avec un désinfectant:

Points communs:

Actifs (activité antimicrobienne) sur les microorganismes

Agent chimique

Différences (liste non exhaustive):

|   | antibiotique        | désinfectant                                 |
|---|---------------------|--|
| utilisé sur un organisme vivant                       | oui                 | oui, si tissus sains<br>non sur tissus lésés |
| Utilisable par voie générale (ingestion ou injection) | oui pour la plupart | non, seulement en cutanée                    |
| utilisé sur des surfaces inertes                      | non                 | oui  |
| actif sur les virus                                   | non                 | oui certains                                 |
| actif à faible concentration                          | oui                 | non en général                               |
| actif par action spécifique                           | oui                 | non  |

### 2.1.2. Schéma d'une bactérie

Schéma d'une bactérie faisant apparaître :

les éléments constants : paroi, membrane plasmique, nucléoïde, cytoplasme, ribosomes.

les éléments inconstants : capsule, plasmide, pili, flagelle, réserves et éventuellement endospore.

### 2.1.3. Deux antibiotiques et leur mode d'action

La pénicilline inhibant la synthèse de la paroi (du peptidoglycane)

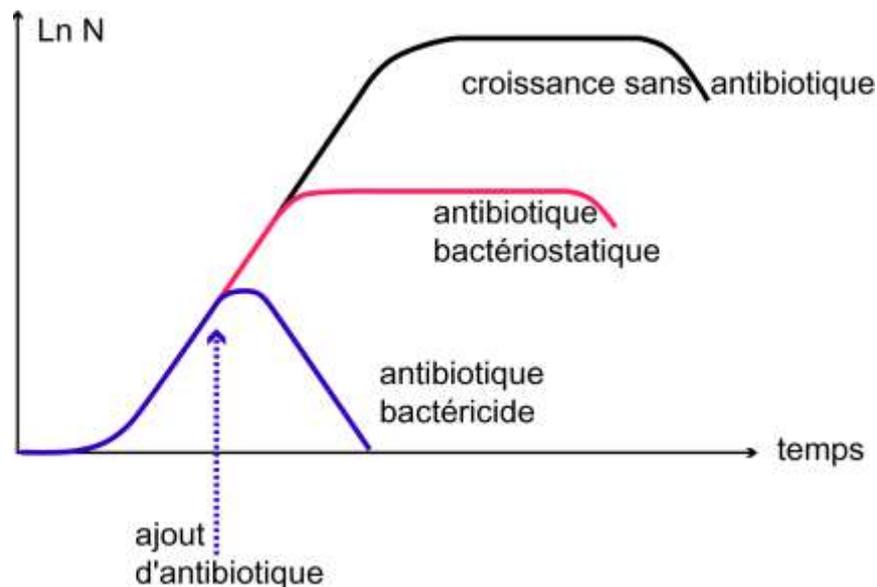
La polymyxine modifiant les propriétés de la membrane plasmique

Le chloramphénicol inhibant la synthèse protéique en agissant sur les ribosomes

Etc...

### 2.1.4. Courbe de croissance

Tracé courbe 1 sans antibiotique



Signification physiologique de chaque phase avec les phases délimitées sur le tracé:

- phase de latence : adaptation au milieu, pas de multiplication ;  $\mu = 0$
- phase d'accélération : division de plus en plus rapide ;  $\mu$  augmente
- phase exponentielle de croissance : la vitesse de division est la plus rapide, le nombre augmente de façon exponentielle ;  $\mu$  max pour les conditions et constant.
- phase de ralentissement : les bactéries ne trouvent plus dans le milieu tous les éléments nécessaires à une multiplication rapide, la vitesse de croissance diminue ;  $\mu$  diminue.
- phase stationnaire maximale : le nombre de bactéries n'augmente plus (récolte maximale), les bactéries sont en présence d'un facteur limitant (épuisement de la source de C ou d'N ou autre) ;  $\mu = 0$
- phase de déclin : le nombre de bactéries diminue, le milieu est devenu hostile, les bactéries se lysent ;  $\mu < 0$

### 2.1.5.

- pour la croissance en présence d'un AB bactériostatique le nombre de microorganismes cesse de croître et reste constant.



- pour la croissance en présence d'un AB bactéricide le nombre de microorganisme diminue par l'effet létal de l'antibiotique.

2.2 Conséquence de l'activité des antibiotiques sur les ferments carnés (8 points)

2.2.1. Tracé pH = f (concentration en antibiotique)

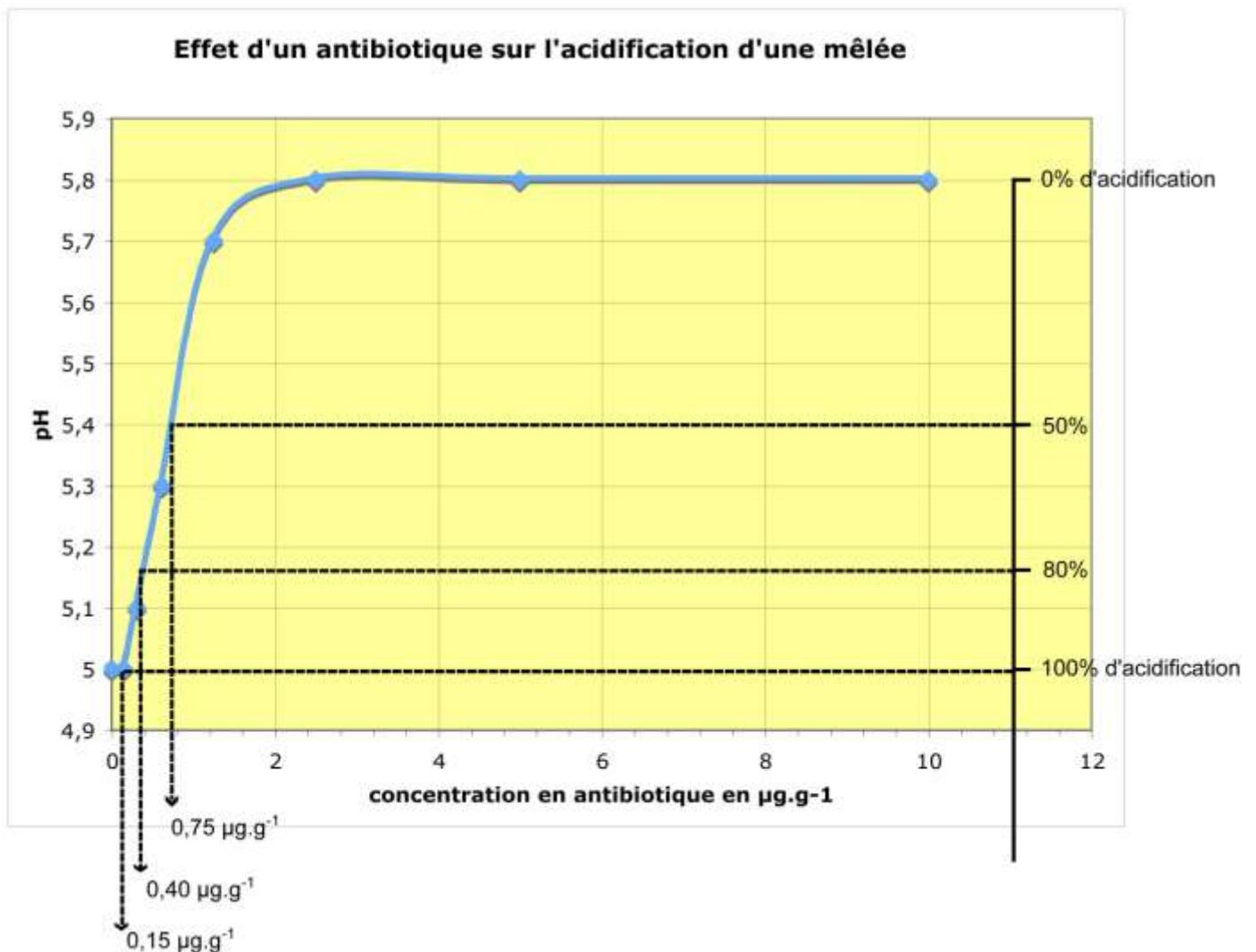
- courbe soit en respectant l'échelle donnée soit en l'augmentant pour faciliter la lecture.
- points témoins : le Témoin 1 = 100% pour pH = 5, le témoin 2 = 0% pour pH = 5,8

2.2.2. échelle % acidification placée à la verticale avec logiquement 0% (pH = 5,8) en haut de l'échelle et 100 % (pH = 5,0) en bas de l'échelle.

2.2.3.

- pour inhibition de 20 % d'acidification (C = 0.40 ± 0,1 µg/g) soit 80 % d'acidification,
- pour 50 % d'acidification (C = 0.75 ± 0,1 µg/g )

2.2.4. Cmax d'Ab pour 100 % d'acidification = 0,15 µg/g



## Sciences appliquées 2011

### Sciences des aliments (50 points)

#### 1. La pâte (15 points)

1.1. L'humidification en périphérie permet une plus grande souplesse des grains afin qu'ils ne se brisent pas lors de la mouture, elle permet aussi d'augmenter le rendement d'extraction en favorisant la séparation du son de l'albumen.

1.2. Le travail sous vide évite d'incorporer des bulles d'air dans la pâte et évite l'oxydation.

1.3. Les constituants protéiques du gluten sont : la gliadine et la gluténine. Les principales caractéristiques de la gliadine sont qu'il s'agit d'une protéine globulaire riche en ponts disulfure responsable de l'éxtensibilité.

Les gluténines sont des protéines fibreuses porteuses de ponts disulfures interchaînes et responsables de l'élasticité de la pâte.

1.4. L'intérêt d'utiliser des semoules de blé complètes du point de vue industriel est d'augmenter le rendement (taux d'extraction supérieur) et du point de vue nutritionnel est d'améliorer le transit intestinal (présences d'avantage de fibres) et d'apporter d'avantage de minéraux (elle abrite par contre les pesticides).

1.5. L'étape de séchage permet de diminuer  $A_w$  de la pâte nécessaire à sa bonne conservation.

1.6 Le brunissement non enzymatique est certainement lié un traitement thermique excessif lors de l'étape de séchage. Il provient de réactions chimiques connues sous le nom de **réaction de Maillard** entre des glucides réducteurs et des fonctions amines (protéines) entraînant la formation de polymères bruns, les **mélanoïdines** et de molécules volatiles **aromatiques**. Les conséquences sur le produit sont de type organoleptique (modification de la couleur, de l'odeur, de la saveur).

#### 2. Le jambon cuit (8 points)

2.1. Lors de l'étape de saumurage du jambon, le sel va améliorer le goût, diminuer l' $a_w$  (par augmentation de la force ionique et par dessiccation) et donc améliorer la conservation de la viande.

2.2. Intérêt des additifs :

- Sel nitrité (mélange de chlorure de sodium (99.4 %) et de nitrite de sodium (0.6 %)) :
  - NaCl propriétés bactériostatique et organoleptiques (saveur salée et exhausteur de goût)
  - $\text{NaNO}_2$  inhibiteur de la sporulation des *Clostridium* et colorant par la formation de nitrosomyoglobine (rouge) qui à la cuisson se transforme en nitroso-ferrohémochrome (rose).
- Salpêtre sert en saumurage traditionnel à former des nitrites grâce aux bactéries nitrate réductase (+).
- Acide ascorbique : antioxydant réduisant les nitrites en azote nitreux pour former la nitrosomyoglobine, limitant la formation de nitrosamines, antioxydant des graisses (protection contre le rancissement).
- Glutamate de sodium : exhausteur de goût (intensifie les saveurs).

#### 3. La viande hachée (8 points)

3.1. Dans le cas des emballages sous atmosphère protectrice, le  $\text{CO}_2$  permet d'abaisser le pH et d'inhiber les croissances bactériennes et fongiques de la flore aérobie de surface de la viande.

3.2. La couleur rouge foncée de la viande emballée sous vide s'explique par le fait que la myoglobine en absence d'oxygène est sous sa forme réduite de couleur brune.

3.3. Lorsqu'on ouvre l'emballage, la myoglobine s'oxyde de nouveau en contact avec l'oxygène et reprend une couleur rouge vif (oxymyoglobine).

#### 4. Les fromages (8 points)

4.1. Caractéristiques :

Gel lactique : gel friable, fragile, humide dont l'exsudation se fait spontanément et facilement.

Gel présure : gel rigide, cohésif, contractile et imperméable. L'égouttage se fait difficilement.

(La justification des caractéristiques de ces gels n'était pas demandée)

4.2. Lors de l'affinage de l'emmental, on observe des modifications de texture, de saveur et d'odeur.

## 5. Les légumes et les herbes aromatiques (7 points)

5.1. On appelle brunissement enzymatique la transformation de composés phénoliques incolores en polymères colorés, les **mélanines** brunes ou noires.

La réaction nécessite des **polyphénols oxydases** et la présence de dioxygène. Il se forme des quinones.

L'oxydation des quinones par le dioxygène (phase non enzymatique) aboutit à la formation de mélanines.

Pour éviter le brunissement enzymatique, il faut :

- éviter les contusions qui mettent en contact les enzymes et leurs substrats
- réaliser un blanchiment qui inactive les enzymes
- ajouter des antioxydants (acide ascorbique) qui empêchent la formation de quinones
- empêcher la présence de dioxygène (mise sous vide)
- ajouter du SO<sub>2</sub> ou des sulfites (agents réducteurs)
- abaisser le pH pour s'éloigner du pH optimal des oxydases
- conserver au froid (ralentir les réactions enzymatiques)

5.2. Le rayonnement gamma.

5.3. Les radiations ionisantes assainissent les denrées alimentaires en détruisant des microorganismes (action principalement par altération de la structure spatiale de l'ADN), on les utilise également pour bloquer la germination des végétaux (pommes de terre, ail, oignons...).

## 6. La sauce béchamel (4 points)

6.1. Une émulsion est un mélange de deux phases liquides non miscibles. La béchamel est une émulsion L/H (huile dans eau).

6.2. L'additif qui stabilise l'émulsion est l'**émulsifiant** (ici les protéines apportées par le lait et le beurre).

6.3. La viscosité augmente au cours de la fabrication de la sauce béchamel car le chauffage entraîne, en milieu aqueux, l'éclatement des grains d'amidon et donc la gélatinisation.

# GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)

## 1. Broyage du blé dur et mélange (9 points)

1.1. 2 cylindres tournant à des vitesses différentes et en sens inverse écrasent le blé dur et le fragmentent.

1.2. Un plansichter est une armoire à secousses contenant des tiroirs équipés de tamis qui vont séparer les particules selon leur taille (travail par refus ou par passage). Un sasseur est un appareil qui trie selon la taille mais aussi selon la densité des particules grâce à un courant d'air ascendant.

1.3. Le mouillage et malaxage de la semoule permet la formation de la pâte ; l'extrusion de la pâte permet sa mise en forme.

## 2. Séchage de la pâte (10 points)

2.1. Capacité évaporatoire du sécheur

$$m_e \times M_{Se} = m_s \times M_{Ss} \quad (e = \text{entrant}, s = \text{sortant})$$

$$\text{Pour 1 tonne par heure d'alimentation : } 1000 \times (100-32) = m_s \times (100-13) ; m_s = 781,6 \text{ Kg}$$

Capacité évaporatoire du sécheur :  $m_e - m_s = m$  eau retirée par heure

soit  $1000 - 781,6 = 218,4$  Kg d'eau par heure

soit environ **218 Kg/h**.

2.2. Débit nécessaire à éliminer 218 Kg d'eau/h. Lire sur Mollier (voir annexe 1)



Il s'agit d'un évaporateur à 3 effets en série avec RMV (Recompression Mécanique de Vapeur).

Dans le 1<sup>er</sup> effet entre le jus de tomate et la vapeur primaire ; celle-ci cède sa chaleur (et se condense) au jus qui est ainsi amené à ébullition. Le jus (concentré 1) est ensuite séparé de sa vapeur d'eau (vapeur secondaire). Le condensat de vapeur primaire est éliminé.

Le concentré 1 entre dans le 2<sup>ème</sup> effet et va être porté à ébullition grâce à la chaleur de la vapeur secondaire du 1<sup>er</sup> effet devenue vapeur primaire du deuxième. On sépare la vapeur d'eau (vapeur secondaire issue du concentré 1) et le concentré 2.

Le même phénomène se répète dans le 3<sup>ème</sup> effet d'où sortent la sauce tomate (triple concentré de jus) et la vapeur secondaire qui va subir une recompression mécanique (CMV ou RMV) ce qui va permettre de l'utiliser comme vapeur primaire dans le 1<sup>er</sup> effet.

Dans les effets, la température diminue donc on diminue la pression pour maintenir l'ébullition.

3.2. Osmose inverse : procédé de séparation en phase liquide par perméation à travers des membranes denses semi-sélectives sous l'effet d'un gradient de pression. Une forte pression (50 à 80 bars) est appliquée sur la sauce tomate et va provoquer un flux d'eau en sens inverse du flux osmotique.

Avantage : respect du produit ; inconvénient : coût élevé.

## 4. Pasteurisation

4.1. Traitement qui permet de réduire la charge microbienne et les pathogènes en particulier à un niveau tel que le produit soit sans danger pour le consommateur, quand il s'agit d'un traitement thermique, la température est inférieure à 100°C. Un produit pasteurisé doit être conservé au froid.

Pour la sauce tomate une pasteurisation suffit à rendre le produit stable à température ordinaire car celui-ci est très acide (pH<4,5) ce qui inhibe le développement de la plupart des micro-organismes et leur forme sporulée, de plus l'acidité rend les micro-organismes plus sensibles à la chaleur (traitement thermique plus efficace).

4.2. Valeur pasteurisatrice d'un traitement thermique de 2 min à 75°C. Tref = 70°C et z = 7°C

$$VP = 2 \times 10^{(75-70)/7} = 10,35 \text{ minutes}$$

$$\text{Nombre de microorganismes résiduels} : N = N_0 \times 10^{-VP/D} = 5.10^4 \times 10^{(-10,35/2,95)} = 15,5 \text{ UFC/g.}$$

4.3. Si la température de traitement thermique est de 74 °C, la VP =  $2 \times 10^{(74-70)/7} = 7,45$  minutes.

La charge microbienne résiduelle sera alors =  $5.10^4 \times 10^{(-7,45/2,95)} = 150 \text{ UFC/g}$  soit 10 fois plus qu'à 75°C, la différence est significative, il faut donc bien maîtriser la température (la remarque de l'auditeur est donc pertinente).

## 5. Hachage

5.1. Légende du hacheur :

- 1 : entrée produit ;
- 2 : sortie produit haché ;
- 3 : trémie ;
- 4 : vis sans fin ;
- 5 : grille ;
- 6 : couteau.

5.2. cutter

## 6. Assemblage

- m lasagnes avant cuisson :  $1000/0,98=1020$  g pour tenir compte des 2% de perte à la cuisson.
- m pâte =  $1020 \times 0,20=204$  g ; **m blé =  $204/0,6= 340$  g** pour tenir compte des 40 % de perte à la fabrication de la pâte.
- m sauce tomate =  $1020 \times 0,40 = 408$  g ; **m de tomate =  $408/0,5 = 816$  g** pour tenir compte des 50 % de pertes à la fabrication de la sauce tomate.
- m viande de bœuf =  $1020 \times 0,25 = 255$  g ; **m viande de bœuf =  $255/0,96=266$  g** pour tenir compte des 4 % de pertes au hachage.

## Étude de cas 2011

### 1. MANAGEMENT DE LA QUALITÉ (18,5 points)

#### 1.1. Le cadre normatif

1.1.1. **Norme** : document écrit, non obligatoire, obtenu par consensus entre les différents acteurs, approuvé par un organisme reconnu et qui fixe des exigences.

1.1.2. **Caractéristiques de la norme ISO 9001: 2008** :

- norme internationale,
- norme s'appliquant à toutes les entreprises (et pas seulement aux entreprises alimentaires),
- norme fixant des exigences pour le système de management de la qualité.

1.1.3. **Principes de la norme ISO 9001: 2008** :

- Principe 1 : orientation client,
- Principe 2 : leadership,
- Principe 3 : implication du personnel,
- Principe 4 : approche processus,
- Principe 5 : management par approche processus,
- Principe 6 : amélioration continue,
- Principe 7 : approche factuelle pour la prise de décisions,
- Principe 1 : relations mutuellement bénéfiques avec les fournisseurs.

#### 1.2. Le cahier des charges

1.2.1. **Contenu d'un cahier des charges** : tous les besoins auxquels doit répondre le client, c'est à dire :

- nom, adresse, téléphone, fax, courriel du client et du fournisseur,
- spécifications du produit ou du service à fournir, exigences en matière de qualité, exigences en matière de traçabilité,
- modalités de communication entre les deux acteurs : nature des échanges, interlocuteurs,
- clauses juridiques à appliquer en cas de non respect du cahier des charges, sanctions.

**Intérêt de ce type de document dans la relation client – fournisseur** :

- document contractuel signé entre les deux parties,
- document permettant de garantir un produit (ou un service) conforme aux spécifications,
- document facilitant les relations entre les deux partenaires

1.2.2. **Exemple de contenu du cahier des charges éleveur laitier – coopérative** :

| Item à aborder  | Contenu correspondant pour le cahier des charges éleveur laitier – coopérative laitière   |
|---|---|
| Nature des échanges entre les deux partenaires de l'opération (client et fournisseur)<br>Contrôles réalisés<br>Obligations des deux parties | Livraison de lait toutes les 48 heures<br>Collecte réalisée par camion citerne toutes les 48 heures entre 10 et 12 heures<br>Prélèvement d'un échantillon |
| Conditions d'accès  | Distance du camion au tank : 20 m<br>Abords faciles d'accès, déneigés l'hiver....   |
| Exigences liées au produit  | Lait sans colostrum, sans dilution<br>Absence de traces d'antibiotiques<br>Respect des critères microbiologiques<br>Température à la collecte 4°C         |
| Respect des conditions d'hygiène  | Énoncé des règles d'hygiène à appliquer   |
| Respect des conditions d'élevage  | Gestion sanitaire du troupeau   |

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | Définition du plan d'alimentation<br>Tenue du registre d'élevage  |
| Nature des échanges | Nom, numéro de téléphone de l'interlocuteur privilégié<br>Nom, numéro de téléphone des personnes du service de maintenance<br>Nom, numéro de téléphone des personnes du service de maintenance<br>Forme des échanges : téléphone, courriel, courrier de réclamation |
| Clauses juridiques  | Présentation des sanctions si défaut  |

### 1.3. La politique qualité

1.3.1. **Nom de la certification envisagée** : norme ISO 22 000.

**Objectifs de cette norme** :

- Fixer des exigences pour que soit mis en place un système de management de la sécurité alimentaire efficace et efficient,
- Assurer la fabrication de produits sûrs pour le consommateur.

**Deux moyens essentiels utilisés pour répondre aux objectifs de la norme** :

- application des BPF/H
- mise en place d'une démarche HACCP.

1.3.2. **Discussion du choix de cette nouvelle démarche de certification pour les usines de transformation** :

- Norme plus intéressante car spécifique de l'industrie agro-alimentaire,
- Norme importante car elle concerne tous les maillons de la chaîne (de la fourche à la fourchette),
- Norme permettant de répondre aux évolutions réglementaires (paquet hygiène).

## 2. LES AXES D'AMÉLIORATION (35 points)

### 2.1. L'audit

2.1.1. « **Audit** » : processus méthodique, indépendant et documenté permettant d'obtenir des preuves d'audit et de les évaluer de manière objective pour déterminer dans quelle mesure les critères d'audit sont satisfaits.

2.1.2. **Catégorie d'audit réalisé** : audit externe de seconde partie, audit fournisseur puisqu'il s'agit d'un audit réalisé par la coopérative pour évaluer l'éleveur qui est son fournisseur.

2.1.3. **Finalités de l'audit** :

- Récolter les preuves d'audit afin de vérifier la conformité au cahier des charges
- Proposer un plan d'actions dans le but de réaliser une correction de ce qui n'est pas conforme et une amélioration du processus.

### 2.2. Audit et système documentaire

2.2.1. **Questions susceptibles d'être posées par l'auditeur pour le chapitre 1 de la charte** :

1- Quelles sont les mesures d'hygiène prises pour assurer la qualité du lait :

- mesures d'hygiène prises au niveau de la traite,
- mesures d'hygiène prises au niveau du tank ?

2- Le plan de nettoyage désinfection est-il formalisé ? (OUI/NON)

3- Les opérateurs sont-ils formés aux bonnes pratiques d'hygiène ?

4- Le lait est-il contrôlé ?

- Par quel organisme le lait est-il contrôlé ?
- À quelle fréquence le lait est-il contrôlé ?

5- Les résultats obtenus sont-ils conformes

- pour les germes totaux,
- pour les cellules somatiques,
- pour les spores butyriques ?

6 -Le lait est il exempt d'inhibiteurs ?

7- Existe t'il un classeur d'archivage pour les résultats d'analyse du lait ?

8- Les animaux malades sont ils référencés ?

9- Existe t'il un document d'enregistrement des traitements médicamenteux ?

10- Existe t'il un système d'étiquetage formalisé ?

**2.2.2. Organisation théorique d'un système documentaire** : organisation pyramidale à 4 niveaux :

- niveau 1 : manuel qualité et éventuellement documents directeurs
- niveau 2 : procédures
- niveau 3 : documents opératoires (= documents techniques) : instructions de travail, modes opératoires.....
- niveau 4 : enregistrements.

**2.2.3. Classement des différents documents en complétant l'annexe A :**

|  | Durée minimum d'archivage | Types de documents : DR, DT DE   |
|--|---------------------------|--|
| Plan d'exploitation  | Illimité                  | DT   |
| Fiche descriptive de l'élevage   | 5 ans                     | DT   |
| Résultats d'analyses de lait   | 3 ans                     | DE   |
| Relevés de température de conservation du lait                               | 3 ans                     | DE   |
| Fiches de suivi intervention "entretien du tank"                             | 3 ans                     | DE   |
| Fiche de contrôle de la machine à traire                                     | 3 ans                     | DT (si instruction décrivant la réalisation du contrôle)<br>DE (si enregistrement) |
| Fiche de suivi intervention entretien machine à traire                       | 3 ans                     | DE   |
| Plan d'alimentation  | 5 ans                     | DT   |
| Factures et bons de livraison des matières premières de fourrages incorporés | 5 ans                     | DE   |
| Étiquettes d'aliments ou factures  | 5 ans                     | DE   |
| Certificats de compositions  | 5 ans                     | DE   |
| Résultats d'analyse d'eau (si forage)  | 3 ans                     | DE   |
| Suivi des mouvements animaux (identification, naissances, entrées, sorties)  | 5 ans                     | DE   |
| Registre d'élevage   | 5 ans                     | DE   |
| Documents d'enregistrement des traitements médicamenteux ou carnet sanitaire | 5 ans                     |  |
| Ordonnances  | 5 ans                     | DE   |
| Charte de Bonnes pratiques d'Élevage   | 5 ans                     | DR   |
| Bilan des audits   |                           | DE   |
| Audit d'évaluation   | Illimité                  | ?  |
| Audit d'évaluation et de qualification                                       |                           | ?  |

**Définition de chacune des trois catégories de documents cités :**

- Documents directeurs : documents de référence pour le système mis en place au sein de l'exploitation (charte qualité, norme Agri France, ...)
- Documents techniques : documents supports de travail décrivant les activités à réaliser, l'utilisation du matériel, des produits .....
- Enregistrements : documents fournissant la preuve tangible qu'une activité a été réalisée ou qu'un résultat a été obtenu.



## 2.3. La création de documents

2.3.1. « **Procédure** » : document qui décrit de manière spécifiée comment réaliser une activité ou un processus.

2.3.2. **Liste et contenu des différents chapitres devant figurer dans cette procédure :**

- Objet : procédure précisant les modalités d'archivage des documents
- Domaine d'application : documents de l'exploitation X .....située à .....
- Responsabilités : éleveur, apprenti
- Définitions, abréviations
- Document de référence : charte qualité imposant la mise en place d'un système d'archivage
- Description des modalités d'archivage dans l'exploitation : indication précise de la manière de réaliser l'archivage.

2.3.3. **Document d'enregistrement « suivi des températures du lait » tel qu'il pourrait être construit par informatique :**

|  |  |   |
|--|--|---|
| Nom de l'exploitant<br>Lieu<br>Adresse | <b>Enregistrement<br/>Suivi des températures du lait</b> | Référence :<br>Date de création<br>Indice de révision<br>Page |
| Rédacteur                              | Vérificateur   | Approbateur   |

| Identification<br>N° de lot | Date / heure | Température<br>relevée | Limite | Décision<br>prise | Nom de<br>l'opérateur | Visa de<br>l'opérateur |
|-----------------------------|--------------|------------------------|--------|-------------------|-----------------------|------------------------|
|                             |              |                        | T<4°C  |                   |                       |                        |
|                             |              |                        | T<4°C  |                   |                       |                        |
|                             |              |                        | T<4°C  |                   |                       |                        |

## 2.4. Les contrôles

2.4.1. **Liste des contrôles réalisés par le laboratoire :**

- Dénombrement des germes totaux
- Dénombrement des spores butyriques
- Dénombrement des cellules somatiques,
- Recherche d'inhibiteurs,
- Détermination du point de congélation (= mouillage)
- Dosage de l'acidité Dornic
- Réalisation du test à l'éthanol.

2.4.2. **Finalité des contrôles réalisés en correspondance avec la révision du plan de nettoyage – désinfection :** seuls les dénombrements des germes totaux et des spores butyriques peuvent éventuellement avoir un lien avec une plus ou moins grande efficacité du plan de nettoyage de la salle de traite.

2.4.3. **Intérêt de l'apposition de l'étiquette sur l'échantillon prélevé et de la saisie de la fiche d'identification :** assurer une traçabilité et permettre ainsi une vérification ultérieure si nécessaire et un retrait du lait.

## 3. RÉORIENTATION DE L'ACTIVITÉ (12 points)

3.1. *Étude des exigences réglementaires (annexes 2 et 3)*

3.1.1. **Liste des éléments que doit vérifier l'éleveur avant de vendre son lait cru sur son exploitation :**

- Étable indemne de tuberculose et contrôlée par les services officiels, en apporter la preuve ou étable patentée,
- Eau utilisée naturellement potable ou rendue potable par un traitement autorisé,
- Entreposage du lait à l'extérieur de l'étable,

- Récolte et transport du lait dans des récipients maintenus en bon état, propres et aseptisés avant emploi,
- Refroidissement immédiat du lait (possibilité d'une température de 15°C si lait vendu dans les 2 heures),
- Si lait cru vendu directement à la ferme : patente sanitaire ou patente vétérinaire et sanitaire (surveillance du bétail, mais aussi du personnel au contact avec le bétail).

### 3.1.2. Liste des caractéristiques du contenant à choisir :

- Emballage compatible avec le produit lait,
- Présence d'une bande jaune entourant le récipient,
- Contenant refroidi et fermé dès que rempli,
- Transvasement possible, seulement si contenant réfrigéré

### 3.1.3. Vérification de la dénomination «Lait cru haute qualité » :

L'article 12 de l'annexe 2 montre que la mention « lait cru de haute qualité » ne peut pas être apposée car elle n'est pas conforme. Il pourrait par contre être apposée la mention « lait provenant d'étables officiellement contrôlées » ou « lait provenant d'étables patentées ».

## 3.2. Étude de la durabilité du lait cru

Datage à appliquer est une DLC : date limite de consommation, car le lait cru est un lait n'ayant subi aucun traitement thermique, seulement conservé par le froid. Il peut donc présenter un risque microbiologique pour le consommateur, s'il est consommé après la DLC (il doit être consommé dans un délai de 48 heures).

## 4. ÉTUDE D'UN PROBLÈME DE NON QUALITÉ (14,5 points)

### 4.1. La démarche de résolution

#### 4.1.1. Problème à choisir : présence de moisissures

**Outil permettant ensuite d'établir un plan d'actions et justification de l'outil choisi :** diagramme d'Ishikawa (diagramme causes / effet) car il permet de rechercher et de classer (organiser) toutes les causes potentielles de la présence de moisissures.

#### 4.1.2. Présentation du diagramme d'Ishikawa :

- Bien inscrire l'effet : présence de moisissures
- Classer les causes selon les 5M : milieu, méthode, matière, main d'œuvre, matériel.
- Énoncé des causes potentielles correspondant à chaque M :
  - Milieu : hygrométrie importante, présence de spores, vétusteté des locaux, nature inadéquate du revêtement, béton à nu, ventilation incomplète, air vicié provenant de l'étable.
  - Méthode : protocole de nettoyage désinfection inadapté, protocole inexistant.
  - Matière : produit de nettoyage désinfection inefficace, eau polluée.
  - Main d'œuvre : formation du personnel absente ou insuffisante, personnel en nombre insuffisant, personnel inexpérimenté.
  - Matériel : matériel de nettoyage désinfection non adapté.

Solutions proposées :

- Réaliser une désinfection totale de la laiterie avec des produits, du matériel et une méthode adaptés,
- Chercher la source de contamination au niveau des fourrages,
- Rénover les sols,
- Fermer la porte de communication avec la salle de traire,
- Modifier le système de ventilation de la salle de traite.

### 4.2. Intérêt de l'étude

**Intérêt porté à cette étude :** si les moisissures se retrouvent dans le lait, il y a un risque sanitaire pour le consommateur.



**<http://www.upbm.org>**

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 978-2-910069-60-5

