

# COUVERTURE

---

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).

Tous nos remerciements à Pierre BAYARD, Jean-François BRUN (Clermont-Ferrand), Martine CHARRIN, Gabriella MOLINA, Patrick VANESTE (Paris), Annie CARÈME, Benoit COURANJOU, Sophie CANAC, Jean-Louis ROHAUT et Christiane JOFFIN (Saint-Denis) pour le recueil des sujets et les corrigés.

La numérisation des textes a été faite sur Macintosh.

Photographie de couverture réalisée au service de restauration de l'Hôpital de Pontoise, par M<sup>lle</sup> Émilie LEDRU, étudiante au Lycée Paul Éluard de Saint Denis,

#### AVERTISSEMENT

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

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

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

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

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

ISBN 2-910069-34-6



9152910069346

9152910069346

# Sommaire

---

COUVERTURE	1
Sommaire	3
Règlement d'examen	5
Sujets 2000	9
E1- ANGLAIS 2000	9
E2-U21 MATHÉMATIQUES 2000	10
E2-U22 SCIENCES PHYSIQUES	11
E3-U 3 BIOCHIMIE - BIOLOGIE-2000	16
E4-U4 SCIENCES APPLIQUÉES	24
E5-U 52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet 1 -2000	27
E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet 2-2000	31
E6-U 62 QUALITÉ APPLIQUÉE AUX INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET AUX BIOINDUSTRIES - ÉTUDE DE CAS-2000	35
Sujets 2001	43
E1- ANGLAIS 2001	43
E2-U21 Mathématiques 2001	44
E2-U22 SCIENCES PHYSIQUES 2001	46
E3-U 3 BIOCHIMIE - BIOLOGIE- 2001	49
E4-U4 SCIENCES APPLIQUÉES 2001	55
E5-U51 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION TECHNIQUES DE PRODUCTION	61
E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet 1-2001	67
E5-U52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION 2001 TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet 2-2001	72
E6-U62 QUALITÉ APPLIQUÉE AUX INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET AUX BIOINDUSTRIES - ÉTUDE DE CAS 2001	80
Éléments de corrigés	87
corrigés Sujets 2000	87
Mathématiques 2000	87
Sciences physiques 2000	91
Biochimie - Biologie 2000	92

<b>Sciences appliquées 2000</b>	<b>97</b>
<b>Étude de cas 2000</b>	<b>100</b>
Corrigés sujets 2001	103
<hr/>	
<b>Anglais 2001</b>	<b>103</b>
<b>Mathématiques 2001</b>	<b>104</b>
<b>Sciences physiques 2001</b>	<b>107</b>
<b>Biochimie-Biologie 2001</b>	<b>109</b>
<b>Sciences appliquées 2001</b>	<b>113</b>
<b>Étude de cas 2001</b>	<b>118</b>

# Règlement d'examen

## Tableau des épreuves

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

## Définition des épreuves

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 bioindustries et fixant les modalités de la formation sanctionnée par ce diplôme;
- VU l'avis de la Commission professionnelle consultative du 11 décembre 1992;
- VU l'avis du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche du ...
- VU l'avis du Conseil Supérieur de l'Éducation du ...

### ARRÊTE

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

Les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur qualité dans les industries alimentaires et les

bioindustries créé par l'arrêté du ..... susvisé sont fixées conformément aux dispositions du décret n° 86.496 du 14 mars 1986 modifié portant règlement général du brevet de technicien supérieur et des annexes I (règlement d'examen) et II (définition des épreuves) du présent arrêté.

#### ARTICLE 2

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

#### ARTICLE 3

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

#### ARTICLE 4

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

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

#### ARTICLE 5

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

#### ARTICLE 6

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

Fait à Paris. le

(1) Le présent arrêté et son annexe I seront publiés au Bulletin Officiel du Ministère de l'Éducation Nationale du vendu au prix de 12,50 F, disponible au centre national de documentation pédagogique, 13 rue du Four- 75006 Paris. ainsi que dans les centres régionaux et départementaux de documentation pédagogique.

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

## Définition des épreuves

### 1. Anglais

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

L'épreuve soit 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 milieu

C32 : vérifier les produits, réactifs et milieu

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 2000

---

## E1- ANGLAIS 2000

Durée : 2 heures

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

Too-clean beaches "are destroying wildlife"

By Charles Clover, Environment Editor

Councils have agreed to reduce beach cleaning after it was shown to destroy wildlife and to contribute to sand erosion. Many of the best bathing beaches use workmen with tractor-drawn mechanical rakes to scoop up debris.

However, research has shown that removing the naturally occurring piles of dead seaweed, wood and broken shells from shores rapidly decreases the insect population and therefore the wading birds that live on them. There is also evidence that organic flotsam (1) and jetsam (2), in particular seaweed, holds the dunes together.

North Cornwall district council and the city and county council of Swansea have both decided to clean beaches by hand-picking only man-made litter. They are responding to research by Paul Llewellyn, an environmental consultant, and Swansea University on the effects of mechanical beach-cleaning.

Mr Llewellyn said : "All over the globe the pressure of tourism is colossal and with it comes the desire for clean beaches. But the danger of clearing these beaches of everything is that whole ecosystems are destroyed. In some places the desire for clean beaches has reached ridiculous levels ; in the South of France some beaches are sprayed with perfume to make them smell nicer. Unfortunately, some people find dead seaweed distasteful but they should realise that seaweed is very good for you, full of vitamins and natural antiseptics - nothing to worry about and ail perfectly natural".

Mr Llewellyn suspected mechanical raking was to blame when he discovered populations of two types of wader(3) had dropped by 90 % in Swansea Bay in the early 1990s. "The removal of organic material from the beach left the birds with nothing to feed on," he said. His studies showed that on uncleaned beaches there were about 5,000 insects per square metre of sand. On those that had been raked, researchers could find at best a few hundred. Bats, kestrels(4) , badgers(5) , foxes and shrews(6) also search the beach for insects or small animals and their numbers were being hit.

His work confirms research throughout the world, published by the World Wide Fund for Nature last week, which shows that the area between high and low tide is richer even than the rainforests or coral reefs(...). The natural breakdown of seaweed provides enough organic material for flowering plants to survive and help form dunes. A spokesman for Swansea council said it used six staff, seven days a week, to pick up the rubbish. He said : "We find that the current system works very well and may ultimately be more cost-effective than using machines."

David Evans, head of the leisure department at Swansea council, said there had been more birds using Swansea Bay since mechanical cleaning ended last summer. A spokesman for North Cornwall council said the move had been controversial with some wanting the seaweed left and others wanting it removed. "It got to the stage where if we didn't collect it, people were going to the beach and putting it in bin bags themselves. They said it was smelly, attracting flies and putting off tourists," she said. The Council has compromised by continuing with hand-picking but mechanically removing seaweed below the tide mark when it begins to rot.

Adapted from The Daily Telegraph 15 July 1999

Footnotes :

- (1) I.6 : flotsam : épaves flottantes.
- (2) I.6 : jetsam : détrit (jetés par dessus bord).
- (3) I.20 : wader : échassier.
- (4) I.23 kestrel : sorte de faucon.
- (5) I.24 badger : blaireau.
- (6) I.24 : shrew : musaraigne.

## PART 1 : Compréhension (10 points)

1. Vous ferez un compte-rendu en langue française en mettant en évidence les idées essentielles. (environ 130 mots (6 points))
2. Vous traduirez le texte en français à partir de « All over the globe... » (ligne 12) jusqu'à...« perfectly natural » (ligne 18). (4 points)

## PART 2 : Expression en langue anglaise (10 points)

Answer the following questions in English ( $\cong$  150-200 words).

1. Why is it important to preserve wildlife?
2. What efforts can be made to protect the environment and endangered species,
  - a. on an individual level ?
  - b. on a collective level?

## E2-U21 MATHÉMATIQUES 2000

Durée : 2 heures      Coefficient : 1

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

Étude du résultat de la pesée d'un objet de masse  $m$  (exprimée en grammes)

On admet que la variable aléatoire  $X$  qui prend comme valeurs les résultats de la pesée d'un même objet donné suit la loi normale de moyenne  $m$  et d'écart type  $\sigma$ .

#### Partie A

Dans cette partie, on suppose que  $m = 72,40$  et  $\sigma = 0,08$ .

1) Calculer la probabilité des événements suivants (les résultats seront arrondis au millième le plus proche) :

- a) " $X > 72,45$ "
- b) " $X < 72,25$ "
- c) " $72,30 < X < 72,50$ "

2) Déterminer le réel strictement positif  $h$  (arrondi au centième) tel que la probabilité pour que  $X$  prenne une valeur dans l'intervalle  $[m-h, m+h]$  soit égale à 0,989.

#### Partie B

Dans cette partie, on suppose que  $m$  et  $\sigma$  sont inconnus. On a relevé dans le tableau suivant les résultats de 10 pesées d'un même objet :

masse en grammes	72,20	72,24	72,26	72,30	72,36	72,39	72,42	72,48	72,50	72,54
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Les résultats sont arrondis au centième le plus proche.

- 1) Calculer la moyenne et l'écart type de cet échantillon.
- 2) En déduire des estimations ponctuelles de la moyenne  $m$  et de l'écart type  $\sigma$  de la variable  $X$ .

3) Dans la suite, on admet que la variable aléatoire qui à tout échantillon de 10 pesées associe la moyenne de ces pesées suit une loi normale. En prenant pour écart type la valeur estimée en 2), donner un intervalle de confiance au seuil de 5% de la moyenne  $m$ .

4) L'écart type de l'appareil de pesée, mesuré à partir de nombreuses études antérieures, est en réalité, pour un objet ayant environ cette masse, de 0,08. Dans cette question, on prend donc  $\sigma = 0,08$ .

a) Donner un intervalle de confiance au seuil de 5% de la moyenne  $m$ .

b) Déterminer  $\alpha$  (à l'unité près) pour que au seuil de  $\alpha\%$ , un intervalle de confiance de  $m$  soit  $[72,31 ; 72,43]$ .

## EXERCICE 2

### Partie A

Suite à un accident nucléaire, on a consigné dans le tableau suivant, heure par heure, les résultats fournis par un appareil de mesure de la radioactivité. Les  $N_i$  sont des nombres entiers représentant le nombre de particules recueillies par l'appareil pendant une seconde.

$t_i$ en heure	0	1	2	3	4	5	6
$N_i$	170	102	63	39	24	16	9

1) On pose  $z_i = \ln(N_i - 2)$  pour tout  $i$  variant de 0 à 6 (où  $\ln$  désigne le logarithme népérien).

Donner les valeurs de  $z_i$  arrondies au millième le plus proche.

Représenter le nuage  $(t_i ; z_i)$  dans un repère orthogonal (unités graphiques : 3 cm pour une heure en abscisse, 4 cm pour une unité en ordonnée).

2) Donner le coefficient de corrélation linéaire de la série  $(t_i ; z_i)$  et donner une équation de la droite de régression de  $z$  en  $t$  (les coefficients seront arrondis au millième le plus proche).

3) Donner l'expression de  $N$  en fonction de  $t$  déduite de cet ajustement.

4) En supposant que l'expression obtenue en 3) reste valable, déterminer à partir de quel relevé on obtiendra une valeur de  $N$  inférieure ou égale à 3.

### Partie B

Une étude plus approfondie amène à faire l'hypothèse que la fonction, qui au temps  $t$  (en heure), associe le nombre  $N(t)$  est une solution de l'équation différentielle :

$y' = \alpha(y-2)$  où  $\alpha$  est une constante réelle.

1) Déterminer la solution générale de l'équation différentielle ci-dessus.

2) En déduire la solution qui prend la valeur 170 pour  $t = 0$  et la valeur 9 pour  $t = 6$ .

### Partie C

Soit  $f$  la fonction définie sur  $[0 ; +\infty[$  par  $f(x) = 168.e^{-0,53x} + 2$  et  $(C)$  sa courbe représentative dans un repère orthogonal (unités graphiques : 2 cm sur l'axe des abscisses, 1 mm sur l'axe des ordonnées).

1) Calculer la limite de  $F(x)$  quand  $x$  tend vers l'infini ; Interpréter géométriquement le résultat obtenu.

2) Chercher les variations de la fonction  $f$  sur  $[0 ; +\infty[$ .

3) Construire la courbe  $(C)$ .

4) Résoudre l'équation  $f(x) \leq 30$  dans l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  ; vérifier graphiquement.

5) Calculer la valeur moyenne de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[1 ; 6]$  ; on donnera la valeur exacte et une valeur décimale approchée à  $10^{-2}$  près.

## FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES (non reproduit)

BTS : groupement D

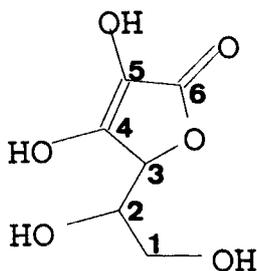
Plusieurs résultats figurant dans ce formulaire ne sont pas au programme de toutes les spécialités de ce BTS appartenant à ce groupement.

## A. L'acide ascorbique .

L'acide ascorbique est également connu sous le nom de Vitamine C. Il est utilisé par l'industrie alimentaire comme antioxydant (additif E 300).

### 1. Structure et propriétés optiques.

La structure de l'acide ascorbique est donnée ci-contre.



- 1.1 Indiquer les 2 carbones asymétriques de cette molécule.
- 1.2 Représenter en projection de FISCHER les 4 isomères de configuration de la molécule, et préciser parmi ces isomères les couples d'énantiomères.
- 1.3 L'acide ascorbique est aussi appelé acide L ascorbique, et son pouvoir rotatoire spécifique est  $[\alpha]_D^{25} = + 21^\circ$ .  
L'acide ascorbique est-il dextrogyre ou lévogyre ?
- 1.4 Rappeler la relation traduisant la loi de BIOT, en précisant le nom des grandeurs et leurs unités. Citer 2 facteurs influant sur le pouvoir rotatoire spécifique d'une substance.
- 1.5 Donner le nom précis des différentes fonctions organiques de l'acide ascorbique.
- 1.6 Le spectre infra-rouge de la molécule d'acide ascorbique fait apparaître des bandes d'absorption pour des longueurs d'onde voisines de 3,1  $\mu\text{m}$  ; 3,4  $\mu\text{m}$  ; 5,8  $\mu\text{m}$ .  
Calculer les nombres d'onde correspondant aux bandes d'absorption observées pour l'acide ascorbique, et préciser les liaisons qui en sont responsables, en utilisant le tableau ci-dessous.

liaison	nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	absorption
C—C	700-1200	faible
C—O	1000-1300	forte
C = C	1620-1680	variable
C = O	1700-1750	forte
C—H	2850-2965	forte
O—H	3200-3650	variable

### 2. Dosage de l'acide ascorbique dans un comprimé .

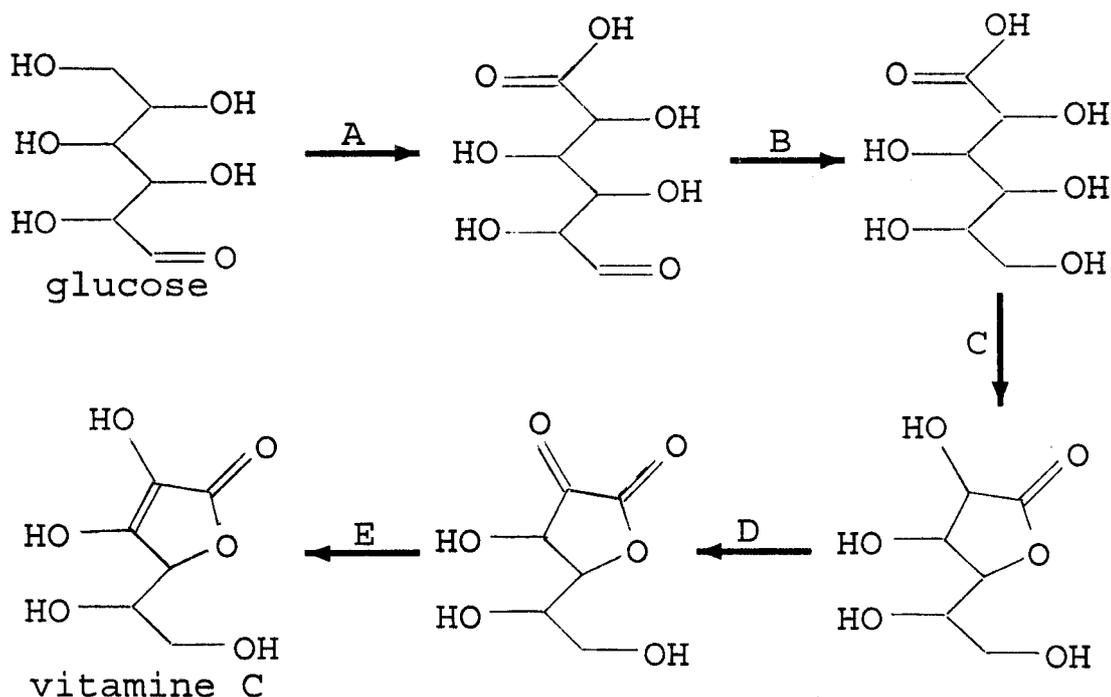
Un comprimé de "Vitamine C 500 tamponnée" contient une quantité de matière en acide ascorbique et en ascorbate de sodium identique (n moles de chaque). On dissout ce comprimé dans 100 mL d'eau distillée. On effectue un prélèvement de 20 mL de cette solution, que l'on dose par pH-métrie au moyen d'une solution de soude de concentration  $c = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  (voir courbe en annexe).

- 2.1 Donner la formule brute de l'ion ascorbate, qui est la base conjuguée de l'acide ascorbique ( $\text{pK}_a = 4,2$ )
- 2.2 Les tables indiquent pour l'acide ascorbique un deuxième  $\text{pK}_a$  égal à 11,6. Interpréter.
- 2.3 Justifier l'appellation "Vitamine C tamponnée". Justifier que la valeur du pH initial est égale au  $\text{pK}_a$  du couple acide ascorbique / ion ascorbate.
- 2.4 En utilisant la courbe en annexe, calculer la masse d'acide ascorbique dans le comprimé, ainsi que la masse d'ascorbate de sodium. Les valeurs obtenues paraissent-elles compatibles avec la dénomination du médicament ?

Données: Masses molaires en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  : H : 1 ; C : 12 , O : 16 ; Na : 23.

### 3. Synthèse de l'acide ascorbique.

L'acide ascorbique (vitamine C) est synthétisé dans les végétaux à partir du glucose, selon le schéma simplifié ci-dessous :



3.1. Donner le nom des différentes réactions A,B,C,D.

3.2. Sachant que l'ensemble de la transformation nécessite du dioxygène, écrire l'équation-bilan résumant la synthèse de l'acide ascorbique à partir du glucose.

### B. L'acide phosphorique.

L'acide phosphorique  $H_3PO_4$  est utilisé comme conservateur dans de nombreux produits alimentaires (additif E 338).

#### 4. Dosage spectrophotométrique de l'acide phosphorique dans une boisson.

Au moyen d'une solution d'acide phosphorique de concentration connue, on réalise une série d'étalons de concentration en  $H_3PO_4$  comprise entre 1 et 8  $mg.L^{-1}$ , et on forme un complexe jaune clair en faisant agir sur ces étalons un réactif molybdique ; on mesure l'absorbance à la longueur d'onde de travail  $\lambda = 350$  nm de ces étalons complexés, la solution de référence étant de l'eau distillée, d'absorbance nulle (voir courbe d'étalonnage en annexe).

On prépare ensuite un échantillon de boisson en la diluant 100 fois, et en la complexant dans les mêmes conditions que les étalons par le réactif molybdique. On mesure l'absorbance à 350 nm de cet échantillon complexé, ainsi que celle d'un échantillon non complexé :

	absorbance
boisson diluée complexée	0,693
boisson diluée non complexée	0,111

4.1. Le complexe formé par l'acide phosphorique en présence du réactif molybdique absorbe-t-il dans le domaine visible ? Si oui, quelle couleur ? Dans quel autre domaine absorbe-t-il aussi ?

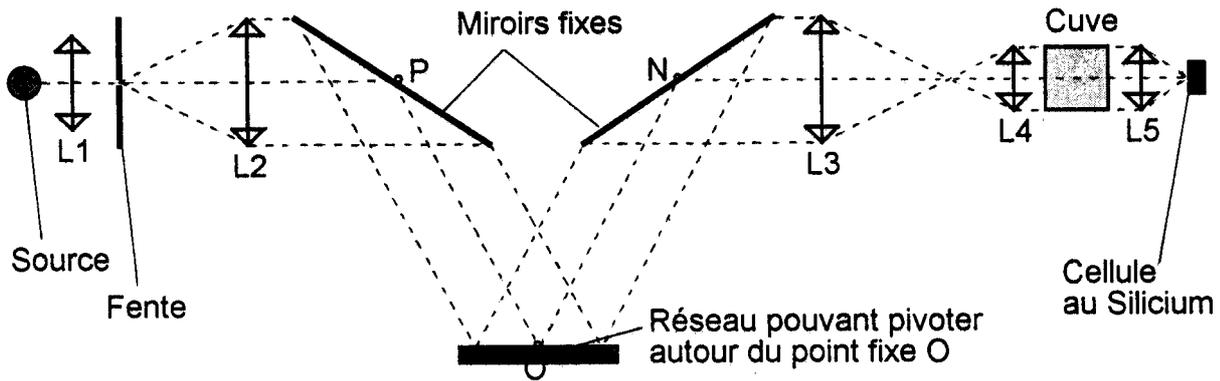
4.2. La boisson non complexée contient un colorant: le caramel. Comment cela se traduit-il dans les mesures d'absorbance ?

4.3. À partir de la courbe en annexe, déterminer la concentration en acide phosphorique de la boisson.

4.4. La législation fixe à 0,6  $g.L^{-1}$  la quantité maximale d'acide phosphorique dans les boissons : la boisson étudiée est-elle conforme à la législation ?

## 5. Principe de fonctionnement du spectrophotomètre.

Le schéma simplifié de l'appareil est le suivant :



5.1. La source peut être une lampe au Deutérium ( $^2_1\text{H}$ ), ou une lampe à filament de Tungstène. Le Deutérium est un isotope de l'Hydrogène ( $Z = 1$ ) : préciser la signification du symbole  $^2_1\text{H}$ .  
Calculer la fréquence des vibrations électromagnétiques émises pour  $\lambda = 350 \text{ nm}$ .

5.2. Quel est le rôle de la lentille L1 ? Pourquoi toutes les lentilles sont-elles ici en quartz ?  
La vergence de la lentille L2 vaut 8,0 dioptries ; calculer la distance de la fente à L2, sachant que le faisceau sortant de L2 est parallèle.

5.3. La différence de marche entre 2 rayons consécutifs diffractés par le réseau est :

$$\delta = 2a \cdot \cos(\Phi/2) \cdot \cos\theta.$$

- a : pas du réseau
- $\Phi$  : angle entre les directions fixes OP et ON (voir schéma) ;  $\Phi = 30^\circ$ .
- $\theta$  : angle entre le plan du réseau et la bissectrice de l'angle  $\Phi$ .  $\theta$  varie quand le réseau pivote.

Quel est le rôle du réseau ?

Calculer le pas a, sachant que le réseau comporte 1200 traits par millimètre.

La longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière réfléchiée par le réseau vérifie la relation :  $\delta = k \cdot \lambda$  (le nombre entier k est l'ordre du spectre) : quelle est la signification physique de cette relation ?

Le spectrophotomètre fonctionne dans le spectre d'ordre 1. Lorsqu'on choisit comme longueur d'onde de travail  $\lambda = 350 \text{ nm}$ , quelle est la valeur prise par l'angle  $\theta$  ?

5.4 La cellule de détection est une photodiode, qui fournit une réponse linéaire. Quel est son rôle ?  
Quand on remplace dans la cuve un échantillon d'absorbance nulle par un autre d'absorbance égale à 1, comment varie l'intensité du courant traversant la photodiode ?

Données :

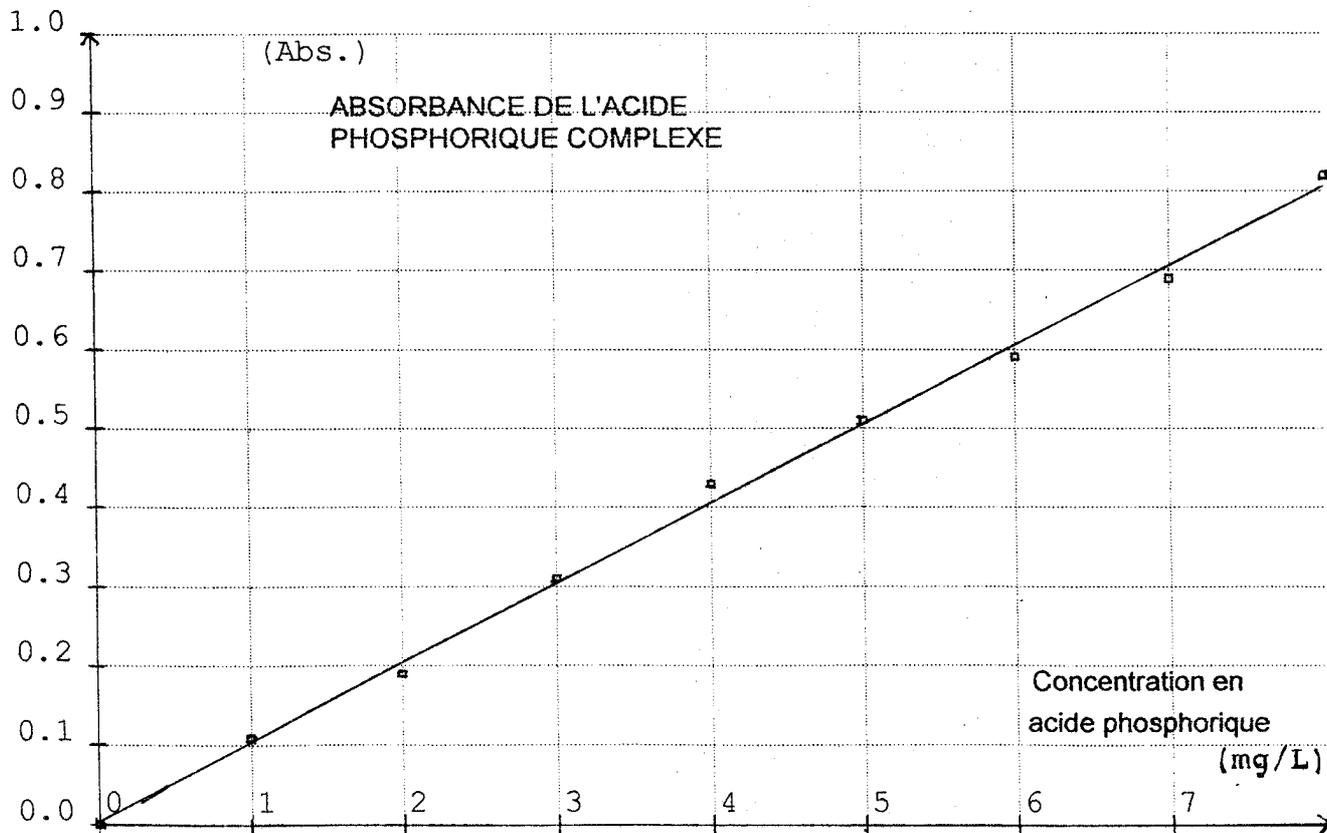
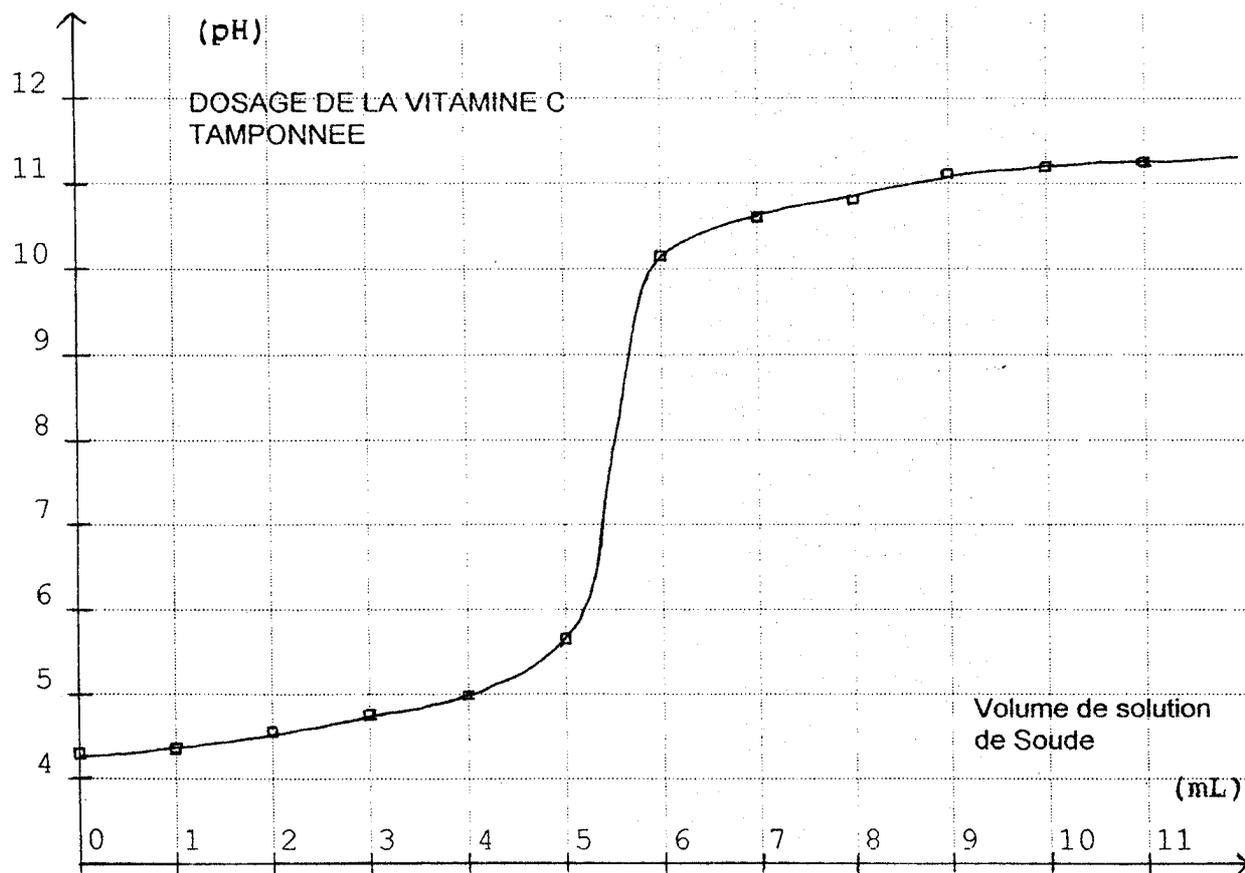
Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Définition de l'absorbance :  $A = \log_{10}(I_0/I)$

$I_0$  : intensité lumineuse avant la cuve

I : intensité lumineuse après la cuve.

Annexe



**LA FABRICATION DE LA BIÈRE**

Traditionnellement la fabrication de la bière implique l'utilisation seulement de malt, d'orge, de houblon, de levures et d'eau. En pratique d'autres matières premières sont autorisées, telles les enzymes exogènes.

La bière est produite par fermentation alcoolique d'un jus sucré dérivé du malt. Sa fabrication (annexe 2) est une succession de transformations catalysées par les enzymes du malt durant le brassage et par la levure durant la fermentation.

**BIOCHIMIE (46 points)****1 - Action des enzymes amylolytiques au maltage et brassage (9 points)**

L'amidon est le constituant majeur de l'orge (63 % à 65 %). L'orge germée dans des conditions contrôlées donne le malt riche en enzymes.

- 1.1. Donner le nom et la structure schématique des 2 constituants de l'amidon.
- 1.2. Sous l'action d'enzymes (annexe 1), l'amidon est dégradé en maltose.
  - 1.2.1. De quelle classe d'enzyme font-elles partie ?
  - 1.2.2. Écrire la formule développée du  $\beta$  maltose et donner sa nomenclature générale.
  - 1.2.3. Écrire l'équation chimique d'hydrolyse enzymatique du maltose en précisant le nom de l'enzyme et les produits obtenus.

**2 - Les enzymes exogènes (9 points)**

Des enzymes exogènes sont ajoutées au cours des différents stades de la fabrication de la bière (annexe 2). Ces enzymes, souvent d'origine bactérienne ou fongique, doivent être pures, ne pas entraîner d'allergie et ne pas être retrouvées actives dans la boisson.

- 2.1. Les brasseurs qui utilisent la filtration stérile à la place de la pasteurisation ne peuvent pas utiliser d'enzymes exogènes après ébullition du moût. Expliquer pourquoi.
- 2.2. Une solution pourrait être l'immobilisation des enzymes.
  - 2.2.1. Décrire et schématiser les procédés d'immobilisation des enzymes.
  - 2.2.2. Quels seraient les avantages de l'utilisation d'une enzyme immobilisée ?

**3 - Fermentation du glucose par la levure *Saccharomyces cerevisiae* (16 points)**

Au cours du brassage, l'hydrolyse de l'amidon par les enzymes du malt produit des dextrines et des sucres fermentescibles qui seront transformés par la levure en alcool, le glucose étant rapidement assimilé par la levure.

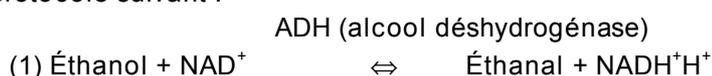
Dans les nouvelles bières, durant la fermentation, l'amyloglucosidase d'*Aspergillus niger* ajoutée hydrolyse jusqu'à 95 % des dextrines : son pH optimum d'action 4 à 4,2 correspond au pH du moût en fermentation ; la température optimale est de 60°C.

- 3.1. Tracer le graphe annoté montrant l'influence du pH sur l'activité des enzymes.
- 3.2. En utilisant les annexes 1 et 2 déduire si l'hydrolyse des dextrines durant la fermentation se fait dans les conditions optimales.
- 3.3. Compléter l'annexe 3 de la glycolyse anaérobie permettant la formation d'éthanol. Préciser le nom des enzymes et des coenzymes.
- 3.4. Écrire le bilan moléculaire et énergétique (en mole d'ATP) de la fermentation d'une molécule de glucose.
- 3.5. Comment évolue le degré alcoolique de ces nouvelles bières ? Le qualificatif donné est bière "Light": pourquoi ?

**4 - Contrôle du titre alcoométrique d'une bière (12 points)**

Le titre alcoométrique volumique ou "% en vol" est le nombre de litre d'éthanol dans 100 litres de bière décarboniquée.

On procède par spectrophotométrie en UV à 340 nm en présence d'alcool déshydrogénase, selon le protocole suivant :



aldéhyde déshydrogénase



Réactifs :

solution 1 = tampon diphosphate de potassium pH=9

comprimé = NAD<sup>+</sup> - aldéhyde déshydrogénase

solution 2 = alcool déshydrogénase

	Témoin	Essai
sol 1 + 1 comprimé	3,00 mL	3,00 mL
eau distillée	0,1 mL	
bière diluée au 1/1000		0,1 mL
mélanger et lire les absorbances contre l'eau distillée		
	A1T = 0,200	A1E = 0,196
déclencher la réaction par la solution 2	0,05 mL	0,05 mL
mélanger et lire les absorbances après 10 min		
	A2T = 0,263	A2E = 0,692

- 4.1 A quelle technique fait appel ce dosage ?
- 4.2 Quel est le rôle de la réaction (2) dans ce principe ?
- 4.3 Expliquer le sens de variation de l'absorbance et l'intérêt de mesurer A1T et A2T.
- 4.4 La concentration massique en alcool de la bière est donnée par la formule :

$$\rho_{g/L} = \Delta A \times K$$

$$\text{avec } \Delta A = \Delta A_E - \Delta A_T$$

Établir la formule littérale complète permettant de calculer K puis la concentration de la bière en gramme d'alcool par litre.

- 4.5 En déduire le titre alcoométrique volumique de cette bière.

Données :

NADH :  $\epsilon_{340\text{ nm}} = 6300 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\text{ cm}^{-1}$  et  $l$  (trajet optique de la cuve) = 1 cm

ou  $630\text{ m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$  et  $l = 10^{-2} \text{ m}$

masse volumique de l'éthanol (entre 4°C et 20°C) =  $0,7892 \text{ Kg}\cdot\text{L}^{-1}$  ou  $789,2 \text{ Kg}\cdot\text{m}^{-3}$

masse molaire de l'éthanol =  $46,07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

## MICROBIOLOGIE (47 points) les microorganismes d'intérêt industriel.

### 1- Taxonomie (7,5 points)

Comme nous l'avons vu précédemment, les moisissures et les levures sont utilisées comme "usine cellulaire" dans la production d'enzymes d'intérêt industriel. Ces micro-organismes sont classés parmi les eucaryotes contrairement aux bactéries qui sont classées parmi les procaryotes.

- 1.1. Définir procaryotes et eucaryotes.

1.2. Certains procaryotes comme les Desulfococcus, les Thermococcus, les Methanobacterium... présentent des caractéristiques particulières (absence de muréine, ribosomes de forme et de composition différentes...) qui permettent phylogénétiquement de les séparer des Eubactéries; dans quel groupe les classe-t-on ?

1.3. Certains genres comme Aspergillus, Penicillium, Mucor, Saccharomyces, Bacillus, Lactobacillus, Streptococcus sont couramment utilisés dans l'agroalimentaire.

Réaliser un schéma simplifié d'un Aspergillus, d'un Saccharomyces et d'un Streptococcus puis pour chacun, donner un exemple d'aliment dans la fabrication duquel ils interviennent.

### 2 - Sélection des microorganismes, culture et production d'enzyme (27 points)

2.1. La production d'enzymes microbiennes pour l'agroalimentaire exige l'utilisation de souches soigneusement sélectionnées selon certains critères essentiels pour les opérations de production. Les principaux critères sont : l'innocuité, la productivité et la stabilité génétique.

- 2.1.1 Expliciter chacun des critères cités ci-dessus.

2.1.2 L'amélioration des souches permet d'augmenter la productivité. Citer une méthode utilisée pour améliorer les souches productrices d'enzymes.

2.2. La culture en milieu liquide en profondeur est la technique la plus répandue. On distingue trois types de cultures liquides en fermentations industrielles : "batch, batch alimenté et culture continue". La figure 1 annexe 4 présente différents types d'évolution de concentration cellulaire (C) et de concentration enzymatique (E) au cours de fermentations microbiennes obtenues par culture en "batch".

2.2.1 Commenter l'allure générale des courbes C et donner brièvement la signification physiologique des principales phases repérables.

2.2.2 Commenter les courbes E de la figure 1 annexe 4 en établissant la relation avec les courbes C.

2.2.3 Donner le principe des deux types de culture : "batch et culture continue", en précisant avantages et inconvénients.

2.3. Outre l'utilisation d'enzymes microbiennes dans la technologie brassicole, les levures de bière restent indispensables à la fermentation du moût. D'autres industries, comme celles de la panification utilisent les levures en grande quantité. Les levuriers qui cultivent et fournissent ces levures ont cherché à augmenter leur rendement de production tout en améliorant l'aptitude des cellules à la fermentation panitaire afin de répondre aux exigences de rapidité de levée de pâte.

Les levuriers peuvent produire des levures par 3 méthodes :

- La méthode "viennoise" en anaérobiose avec apport du sucre en une fois au début de la culture.
- La méthode "aérée" en aérobiose avec un excès de glucose.
- La "zéro méthode" en aérobiose avec apport progressif de sucre puis dans les dernières heures de développement, coulée brutale de sucre.

Les caractéristiques et les rendements sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Méthodes	Caractéristiques	Levures fraîches en Kg pour une même quantité de sucre	Éthanol en g
Viennoise	Anaérobiose Excès de glucose	14	25
Aérée	Aérobiose Excès de glucose	32	15
Zéro méthode	Aérobiose sans excès de glucose	88	0-1
	et après "coulée massive de glucose"	90	18

Donnée : En présence d'une forte concentration de sucre, les levures subissent l'effet Crabtree (les enzymes du cycle de Krebs sont partiellement réprimées et inhibées par les sucres, tandis que les enzymes de la glycolyse sont activées).

2.3.1 Rappeler le rôle des levures en fermentation panitaire, le comparer à celui des levures en fermentation brassicole.

2.3.2 En vous aidant des données ci-dessus et de vos connaissances sur le métabolisme cellulaire, donner le principe de ces trois méthodes et préciser celle qui donne le meilleur rendement en levures actives.

### 3 - Élimination des microorganismes dans l'industrie alimentaire (12,5 points)

La pasteurisation est un traitement thermique de la bière permettant la destruction des enzymes exogènes ajoutées mais aussi la destruction des microorganismes qui n'auraient pas été éliminés par la filtration.

3.1 Tracer les courbes théoriques  $N = f(t)$  et  $\ln N = f(t)$  au cours d'une pasteurisation. Justifier l'allure de ces courbes.

3.2 Quels sont les facteurs qui augmentent la résistance des microorganismes à la chaleur ?

3.3 L'importance du couple temps-température est clairement démontrée sur la figure 2 annexe 4 montrant  $t$  (durée du traitement) =  $f(T^{\circ}\text{C})$  pour la destruction des micro-organismes et des vitamines.

3.3.1 Hachurer sur la figure 2 en rouge la zone dans laquelle les contaminants sont détruits, en bleu la zone dans laquelle les vitamines ne sont pas détruites et délimiter la zone qui élimine les micro-organismes tout en préservant les vitamines.

3.3.2 Dégager les caractéristiques de la dernière zone et donner une application qui découle de ces observations.

### TOXICOLOGIE (7 points)

1 - Les produits de la réaction de Maillard sont responsables de la coloration plus ou moins prononcée de la bière. Cette réaction est obtenue lors du séchage de l'orge germé à haute température. Les produits n'ont pas toujours des effets bénéfiques dans l'industrie alimentaire. On leur connaît deux sortes d'effets en toxicologie : des effets anti-nutritifs et des effets toxiques proprement dit.

Rappeler succinctement les modes d'action des substances anti-nutritives et des substances toxiques.

2. Les amines hétérocycliques sont des substances à effets toxiques de la réaction de Maillard. Elles ont des effets mutagènes démontrés sur les bactéries. On les soupçonne également d'être cancérigènes.

2.1 Qu'est-ce qu'une dose journalière admissible (DJA) ?

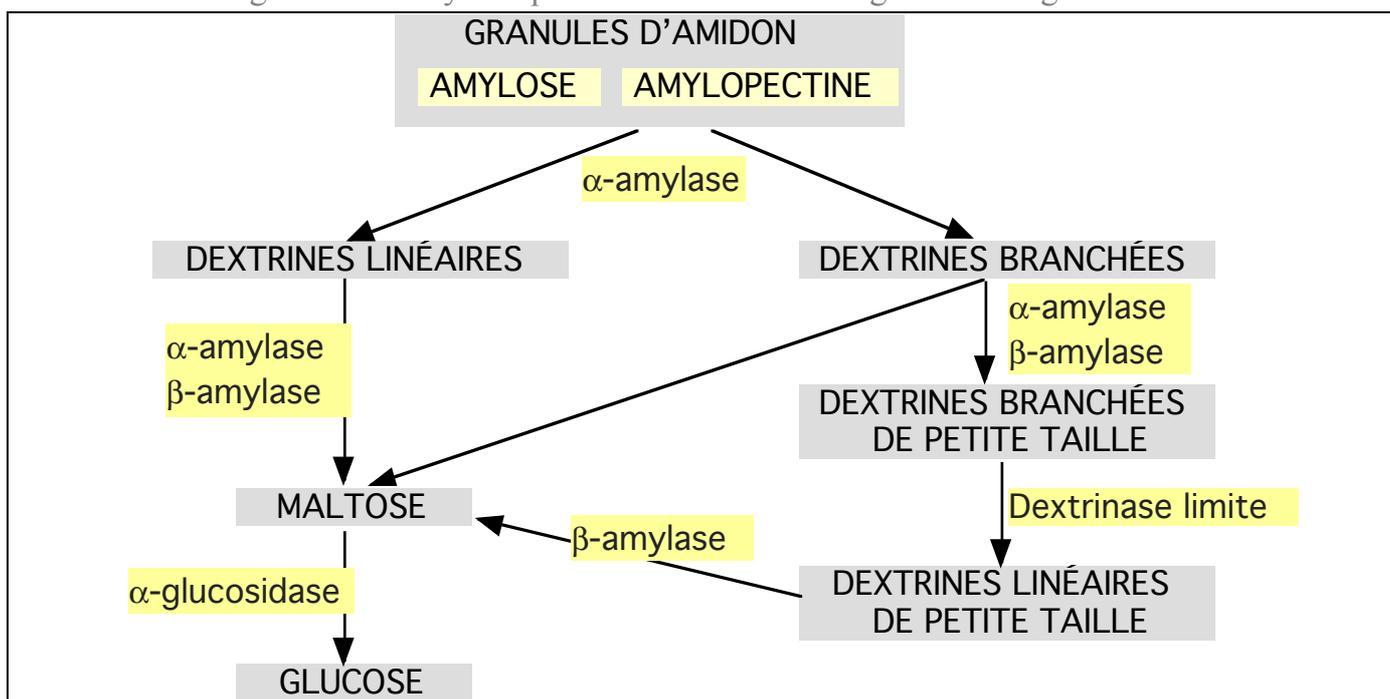
2.2 Expliquer pourquoi il est difficile d'établir une dose journalière admissible chez l'homme pour ces substances.

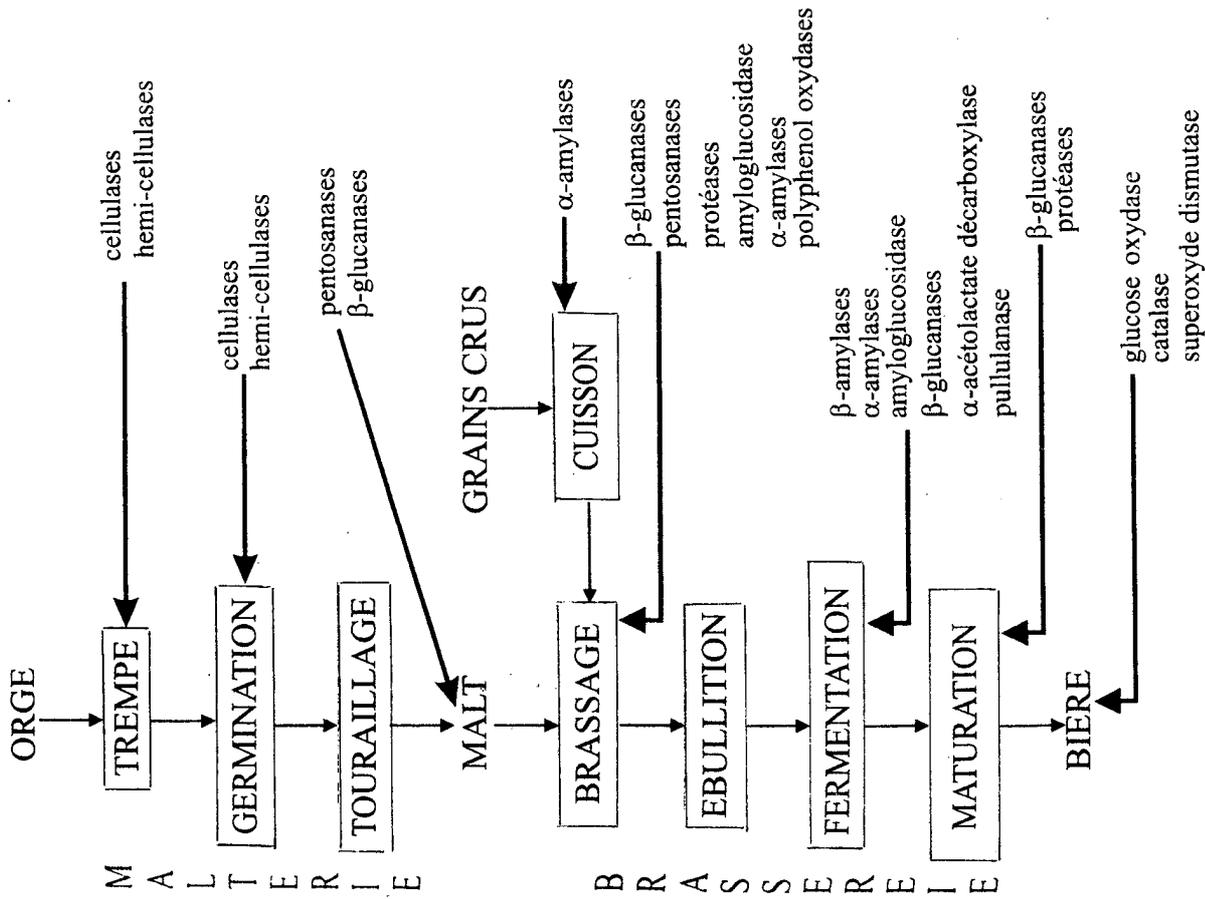
## ANNEXE 1 : Enzymes en agroalimentaire (V.LARRETA-GARDE TEC ET DOC)

**TABLEAU** Température optimum et température d'inactivation des enzymes amylolytiques endogènes du malt.

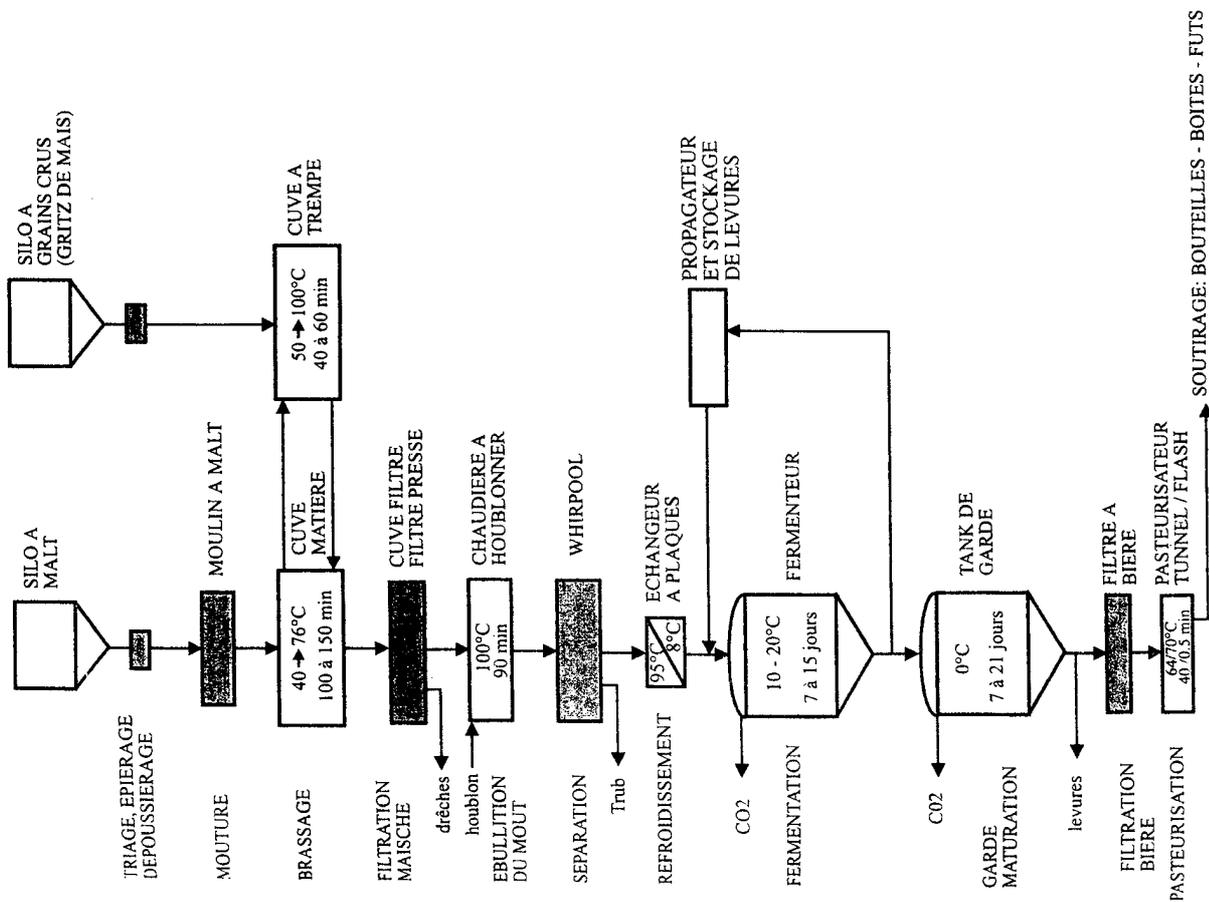
	Activité	Température (°C) optimum	Température (°C) inactivation
$\alpha$ -amylase EC 3.2.1.1	hydrolyse les liaisons $\alpha(1-4)$ à l'intérieur des chaînes d'amidon	70 - 75	75
$\beta$ -amylase EC 3.2.1.2	exoenzyme, hydrolyse les liaisons $\alpha(1-4)$ à l'extrémité non réductrice des chaînes d'amidon et libère du $\beta$ -maltose.	60 - 65	68
Dextrinase limite ou pullulanase	enzyme débranchante, hydrolyse les liaisons $\alpha(1-6)$ des dextrines limites issues de la dégradation de l'amylopectine et donne des chaînes linéaires	55 - 60	70
maltase	hydrolyse les liaisons $\alpha(1-4)$ du maltose	35 - 40	55
$\alpha(1-4)$ glucosidase	hydrolyse les $\alpha$ glucosides	35 - 40	50

Schéma de la dégradation enzymatique de l'amidon au maltage et brassage



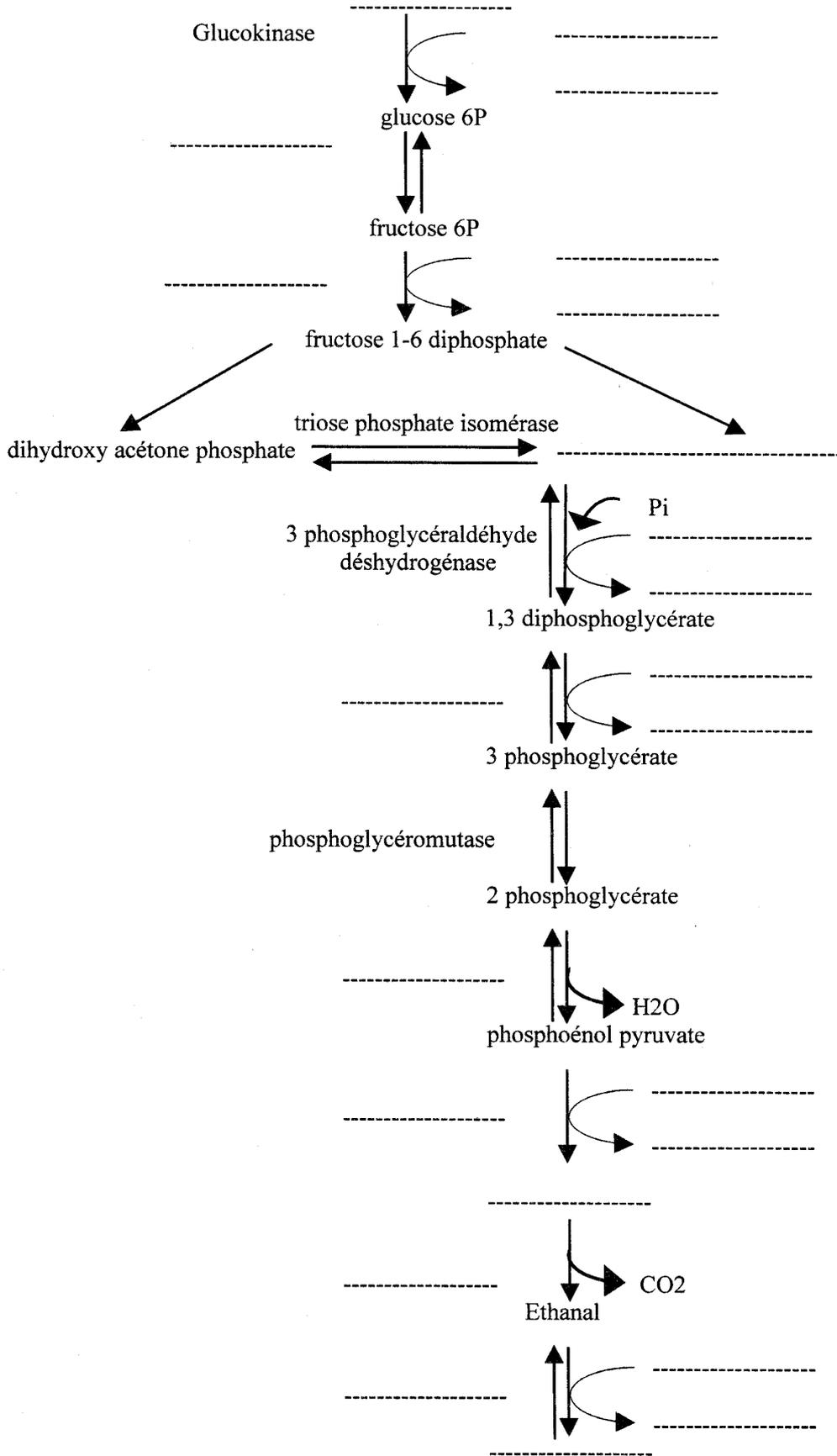


b) Utilisation possible d'enzymes exogènes en malterie et brasserie



d) Schéma de la fabrication de la bière

ANNEXE 3 : à rendre avec la copie



ANNEXE 4 : à rendre avec la copie

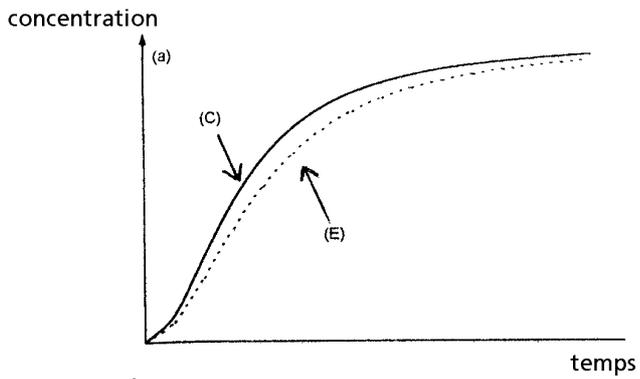


Figure 1 : Différents types d'évolution de concentration cellulaire C et de concentration enzymatique (E) au cours de fermentation microbiennes (Enzymes en agroalimentaire V. LARRETA-GARDE, TEC et DOC).

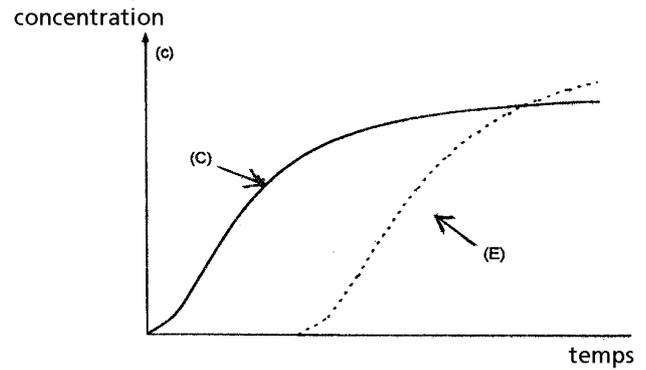
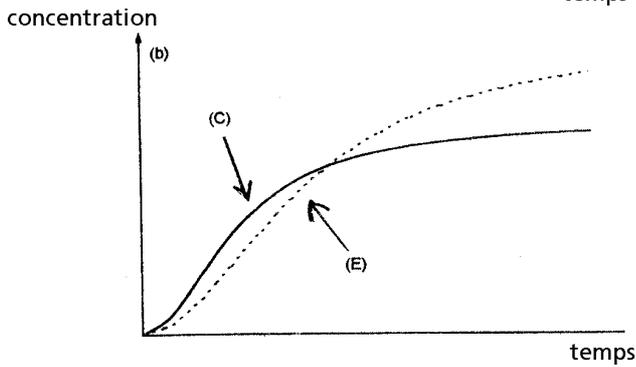
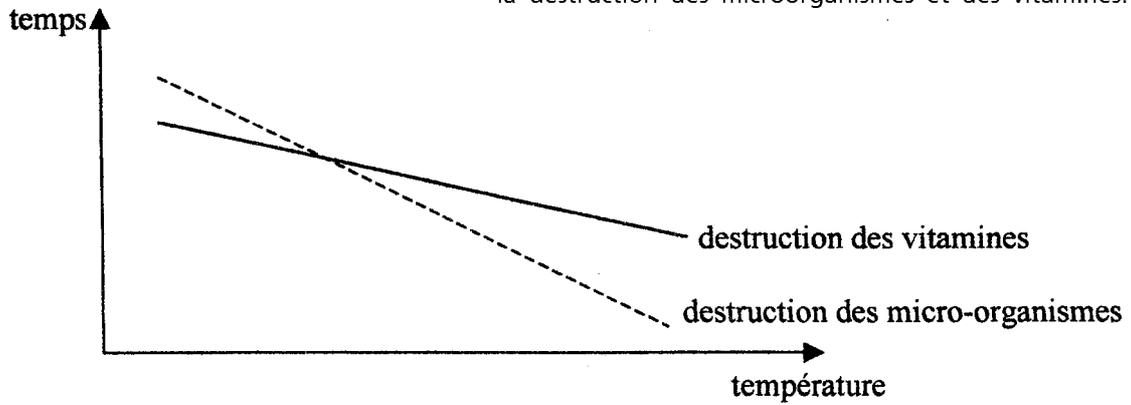


Figure 2 : relation temps - température lors de la destruction des microorganismes et des vitamines.



Produit alimentaire traditionnel, les pâtes alimentaires ont conservé une place de choix dans l'alimentation des Français (7 kg/personne en 1995) parce qu'elles répondent aux attentes d'équilibre nutritionnel et que leur consommation s'adapte à tous les modes de vie. Les pâtes aux œufs représentent 20 % de ce marché.

### SCIENCES DES ALIMENTS (50 points)

#### 1- Étude des matières premières entrant dans la formulation des pâtes alimentaires aux œufs. (30 points)

##### 1.1. La semoule de blé

- 1.1.1. Citer les trois variétés de blé utilisées commercialement. Donner les caractéristiques et la destination industrielle majeure de chacune de ces variétés.
- 1.1.2. Les pâtes complètes sont fabriquées à partir de semoules de blé complètes. Justifier le terme "complètes". Comparer le taux d'extraction d'une semoule de blé complète à celui d'une semoule de blé classique.
- 1.1.3. Citer deux critères permettant de distinguer les semoules de qualité supérieure (SSSE) des semoules courantes (SSSF).
- 1.1.4. Les semoules livrées en vue de la fabrication de pâtes alimentaires doivent présenter un taux d'humidité de 14,5 % maximum. Citer les conséquences possibles d'un taux d'humidité plus élevé.

##### 1.2. L'eau.

L'eau utilisée dans la fabrication des pâtes alimentaires doit être potable. Citer et justifier les critères de qualité d'une eau potable.

##### 1.3. Les œufs

Les pâtes aux œufs peuvent contenir 3, 5 ou 7 œufs par kg généralement incorporés sous forme d'ovoproduits, le plus utilisé étant la poudre d'œufs entiers.

- 1.3.1. Donner la définition légale d'un ovoproduit.
- 1.3.2. Donner les intérêts de l'utilisation d'œufs dans la fabrication des pâtes alimentaires.
- 1.3.3. Réaliser le diagramme de fabrication de la poudre d'œufs entiers et justifier les opérations unitaires réalisées.
- 1.3.4. Donner les avantages pour l'industriel de l'utilisation des œufs sous forme de poudre.

#### 2 - Étude du procédé de fabrication. (8 points)

Le diagramme de fabrication des pâtes aux œufs est présenté en annexe.

- 2.1. Justifier les étapes de tamisage et de malaxage sur la semoule.
- 2.2. Expliquer l'intérêt de la désaération sous vide partiel.
- 2.3. Lorsque les pâtes sont conditionnées dans des emballages transparents la législation exige que ces derniers soient exempts de coloration. Expliquer pourquoi.

#### 3- Qualité du produit fini (12 points)

La qualité du produit fini est estimée par deux critères :

- l'aspect des pâtes crues,
  - la qualité culinaire.
- 3.1. Donner les deux facteurs déterminant l'aspect des pâtes crues.
  - 3.2. Citer les deux principaux défauts d'aspect et donner leur origine.
  - 3.3. La qualité culinaire des pâtes est directement liée à la cuisson. Citer les conséquences organoleptiques et nutritionnelles de la cuisson des pâtes.
  - 3.4. Citer trois méthodes d'analyse permettant d'évaluer la qualité des pâtes alimentaires.

## GÉNIE INDUSTRIEL ALIMENTAIRE (50 points)

### 1- Fabrication de la semoule (26 points)

La semoule de blé est obtenue par passage des grains de blé dans des broyeurs puis dans des tamis de type plansichters et des sasseurs.

1.1. Préalablement au broyage, le blé subit un "conditionnement".

1.1.1. Expliquer en quoi consiste cette opération.

1.1.2. 1,5 tonne de blé, contenant 2 % d'impuretés, est livrée au semoulier. Après nettoyage, ce lot de blé dont la teneur en eau initiale est de 14 %, est additionné d'eau afin d'obtenir un blé à 16 % d'humidité.

Calculer la masse d'eau à mettre en œuvre ainsi que la masse de blé humidifié obtenue.

1.2. Ce blé "conditionné" subit ensuite une étape de broyage.

1.2.1. Citer les critères de choix d'un broyeur.

1.2.2. Identifier les différents types de risques auxquels sont exposés les opérateurs travaillant à proximité d'un broyeur et proposer des mesures de prévention (matérielles et comportementales).

1.2.3. Le blé précédemment conditionné au 1.1.2. est broyé. On obtient 1,125 tonne de semoule à 14 % d'humidité.

Calculer la masse d'issues (sons) ainsi que les pertes en eau résultant de l'opération de broyage sachant que les issues sortent de l'opération avec une teneur en eau de 12 %.

Calculer le rendement semoulier du lot de blé livré.

1.3. La semoule est ensuite introduite dans un plansichter.

Décrire succinctement le principe de fonctionnement d'un plansichter.

### 2 - Fabrication des pâtes alimentaires. (24 points)

2.1. Il existe deux grands types de pâtes : les pâtes extrudées et les pâtes laminées.

2.1.1. Indiquer les différences entre les procédés aboutissant à ces deux types de pâtes.

2.1.2. Réaliser un schéma simplifié et légendé d'une extrudeuse.

2.2. Les pâtes extrudées sont ensuite séchées.

Le séchoir à air chaud sèche 1,5 tonne par heure de pâtes à 30 % d'humidité. L'air extérieur, aspiré au débit de 27,3 tonnes par heure (compté en air sec) est à 16°C. Il est chauffé dans une batterie de chauffage jusqu'à 75°C, alimente le séchoir et ressort à 40°C.

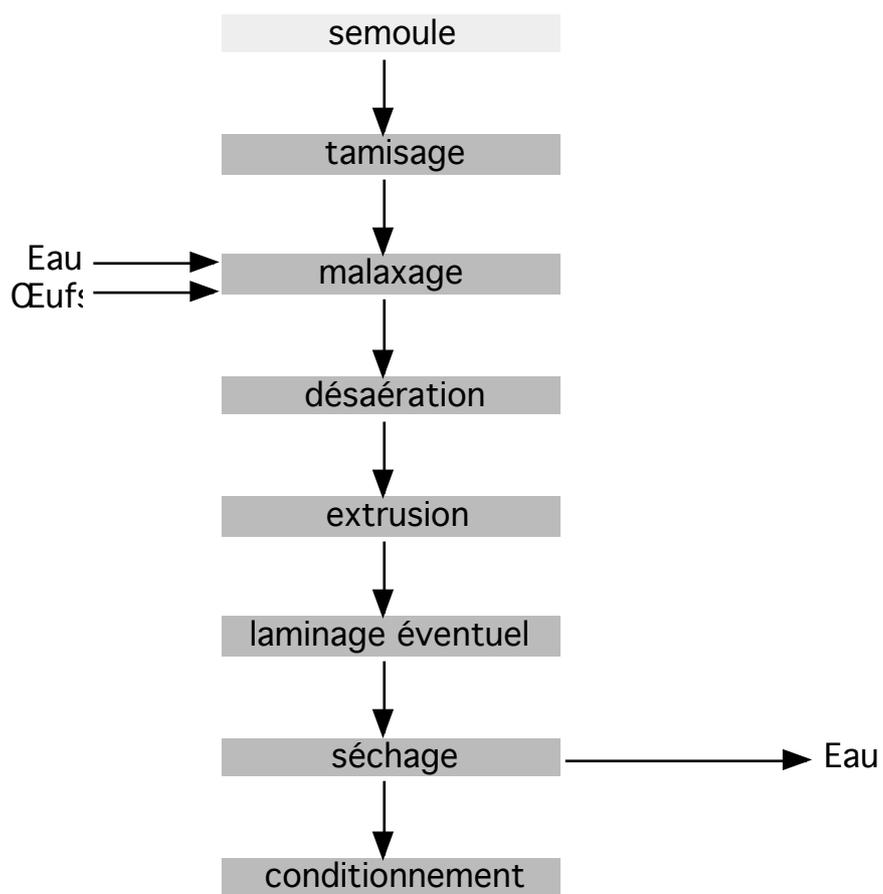
2.2.1. Sachant que l'humidité absolue  $w$  de l'air est :

- en entrée  $w_e = 0,009$  kg / kg air sec
- en sortie  $w_s = 0,02$  kg / kg air sec

Calculer la capacité évaporatoire du séchoir et en déduire la teneur en eau des pâtes en sortie du séchoir.

2.2.2. La chaleur spécifique de l'air étant de 0,28 kWh /°C, calculer le rendement thermique du séchage ainsi que sa consommation énergétique spécifique CES (par tonne d'eau évaporée).

Annexe : Diagramme de fabrication des pâtes aux œufs



# E5-U 52 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION - TECHNIQUES D'ANALYSES ET DE CONTRÔLES Sujet 1 -2000

Durée : 6 heures Coefficient : 3

## TECHNIQUES D'ANALYSE DANS L'INDUSTRIE SUCRIÈRE Contrôles en cours de fabrication Revalorisation des déchets

### PREMIER JOUR : 5 heures

Un diagramme de la fabrication du sucre à partir de la betterave est présenté en annexe 1. Les études proposées vont porter, d'une part, sur certaines étapes dont le bon déroulement est indispensable à la qualité du sucre, d'autre part, sur la revalorisation des produits dérivés tels que mélasse et pulpe.

#### 1. DOSAGE DES IONS CALCIUM EN COURS DE FABRICATION (10 points)

L'épuration du jus de betterave se fait par un procédé calco-carbonique comprenant un chaulage (ajout de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), une carbonatation (barbotage de gaz carbonique). Après ce traitement, il est nécessaire d'éliminer les ions calcium qui peuvent être à l'origine d'un trouble, incompatible avec la qualité exigée du sucre.

On dosera donc les ions calcium dans le jus trouble II et dans le jus clair ( $15^\circ$  Brix), pour évaluer l'efficacité de l'élimination par filtration.

##### 1.1. Dosage des ions calcium dans les jus.

Déposer dans un erlen de 100 mL :

- E = 10 mL du jus à tester
- 2 mL de soude à 100 g/L
- une pointe de spatule de Patton et Reader

Vérifier que le pH est  $\geq 12$ .

Verser la solution de EDTA jusqu'au virage.

On réalisera deux essais sur le jus trouble II et un essai sur le jus clair ( $15^\circ$  Brix).

##### 1.2. Résultats.

Calculer la concentration massique volumique en calcium dans les deux jus.

Conclure.

$M_{\text{Ca}} = 40 \text{ g/mole}$

#### 2. DOSAGE DU SACCHAROSE DANS LE SIROP (20 points)

Ce sirop est celui qui va être utilisé pour la cristallisation. Pour déterminer les paramètres à maintenir en cours d'opération, la pureté du sirop doit être connue : pour cela, il est nécessaire de mesurer le taux de saccharose du sirop.

##### 2.1. Préparation de la solution de travail.

Peser dans un bécher de 50 mL une masse  $m$  de sirop, comprise entre 0,090 et 0,120 g.

Transférer quantitativement dans une fiole jaugée de 250 mL et ajuster avec de l'eau distillée.

On obtient la solution  $S_1$ .

##### 2.2. Hydrolyse du saccharose.

Dans un tube à hémolyse, déposer 0,5 mL de la solution  $S_1$ , et ajouter 0,5 mL de solution d'invertase à 1 mg/mL.

Incuber 15 minutes dans un bain thermostaté à  $37^\circ \text{C}$ .

On obtient la solution  $S_2$ .

##### 2.3. Dosage.

Doser le glucose présent dans les solutions  $S$  en utilisant le protocole présenté en annexe 2.

On réalisera deux essais pour  $S_2$ , et un essai pour  $S_1$ .

##### 2.4. Résultats.

Établir la relation littérale donnant la teneur en glucose et la teneur en saccharose dans le sirop, exprimée en g par kg de sirop.

En déduire la pureté en saccharose.

Conclure.

$M_{\text{glucose}} = 180 \text{ g / mole.}$

$M_{\text{saccharose}} = 342 \text{ g / mole.}$

#### 3. LA MÉLASSE MILIEU DE CROISSANCE (30 points)

La mélasse diluée représente un bon milieu de culture pour la production de *Saccharomyces cerevisiae*.

Pour mettre au point une production à plus grande échelle, on étudie la croissance de cette levure dans un milieu M préparé avec de la mélasse.

### 3.1. Contrôles préliminaires (12 points)

Contrôle de pureté de l'inoculum :

- Examen microscopique : état frais ou coloration.
- Isolement sur gélose Sabouraud.

### 3.2. Inoculation et suivi de la croissance (18 points).

Introduire stérilement 10 mL d'inoculum prélevé à partir du flacon de préculture dans l'erlenmeyer contenant 90 mL du milieu M.

L'erlenmeyer est placé dans un bain thermostaté à 37° C.

À t = 1 heure et à t = 3 heures, effectuer un prélèvement de 3 mL dans des tubes à essais stériles. Ce sont respectivement les prélèvements t<sub>1</sub> et t<sub>3</sub>.

Attention : Laisser les tubes d'échantillons correctement identifiés dans la glace pilée si les analyses ne sont pas faites immédiatement. Bien agiter avant tout prélèvement pour les mesures, les micro-organismes sédimentent !

Analyses à réaliser :

Dénombrement en milieu solide à t = 1 h et à t = 3 h :

À partir des prélèvements, préparer des dilutions :

- de 10<sup>-1</sup> à 10<sup>-5</sup> pour le prélèvement t<sub>1</sub>
- de 10<sup>-1</sup> à 10<sup>-6</sup> pour le prélèvement t<sub>3</sub>.

On travaillera sur 0,1 mL de chaque dilution.

Les géloses Sabouraud seront ensemencées en surface.

Un essai sera effectué sur chaque dilution.

Incuber 24 heures à 37 C.

## DEUXIÈME JOUR : 1 heure

### I- CONTRÔLE DE LA PURETÉ DE L'INOCULUM

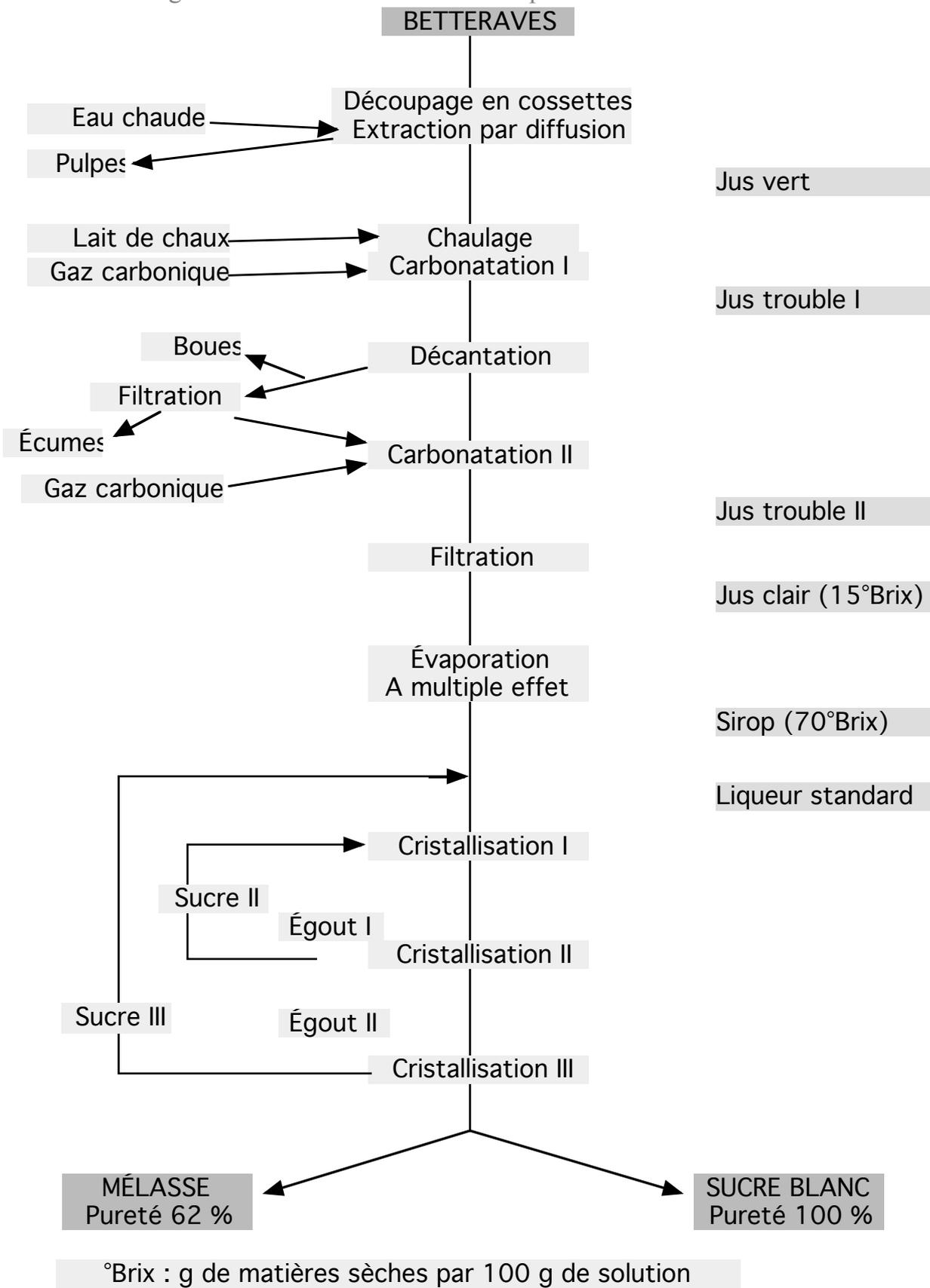
### 2- DÉNOMBREMENT

- Dénombrer le nombre d'unités formant colonies sur les géloses Sabouraud.

Calculer la concentration en micro-organismes par mL de la suspension initiale.

Déterminer le temps de génération et la vitesse spécifique de croissance.

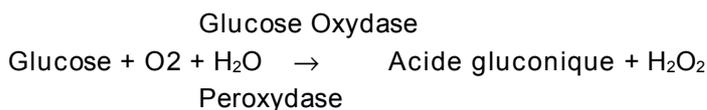
Annexe 1 : Diagramme de fabrication du sucre à partir de la betterave



---

## Annexe 2 : Dosage du glucose par méthode enzymatique : Kit GOD-PAP

### a. Principe.



La concentration en colorant formé est proportionnelle à la concentration en glucose.

### b. Réactifs.

- SR Solution réactionnelle :

tampon phosphate	150 mmol/L
phénol	10 mmol/L
GOD	15 000 U/L
POD	300 U/L
amino-4-antipyrine	0,4 mmol/L

- ST : Solution standard de glucose :  $c_s = 0,1 \text{ g/L}$ .

### c. Protocole.

	Échantillon	Standard	Blanc
Solution S (S1 ou S2)	0,100 mL		
Solution standard ST		0,100 mL	
Eau bidistillée	0,200 mL	0,200 mL	0,300 mL
Solution réactionnelle SR	2,000 mL	2,000 mL	2,000 mL

Mélanger, incuber à  $37^\circ \text{C}$  pendant 20 à 30 minutes. Éviter l'exposition directe à la lumière solaire.  
Lire les absorbances des échantillons ( $A_e$ ) et du standard ( $A_s$ ) contre le blanc à 510 nm..

### d. Calculs et résultats

Déterminer la relation littérale entre  $A_e$ ,  $A_s$  et  $C_s$ .

$C_v = 5 \%$

---

## BIOCHIMIE Feuille de résultats n°1

### Dosage du Calcium dans les jus ( $CV = 3 \%$ ) (10 points)

Tableau de résultats :

	E (jus)	V (EDTA) mL	C $\text{mg.L}^{-1}$
Jus trouble II			
Jus clair			

Relation littérale (à justifier) :

Résultats :

Conclusion :

---

## BIOCHIMIE Feuille de résultats n°2 Dosage des sucres (20 points)

Tableau de résultats :

	S1 Essai	S2 Essai 1	S2 Essai 2	Standard
Absorbance 510 nm				
Concentration (g/L)				

Relation littérale entre les absorbances et la concentration du standard :

Relation littérale donnant la teneur en saccharose, en g par kg de sirop :

Application numérique

Pureté du jus

Conclusion :

**CONTRÔLE D'UN PRODUIT PHARMACEUTIQUE INJECTABLE STÉRILE**

Il est proposé d'étudier quelques aspects du contrôle de la production du vaccin antitétanique dont la composition est la suivante :

- |  |                   |
|--|-------------------|
| - Anatoxine tétanique purifiée               | 1 dose vaccinante |
| - Hydroxyde d'aluminium exprimé en aluminium | 1,25 mg maximum   |
| - Mercurothiolate sodique (conservateur)     | 0,05 mg maximum   |
| - Soluté isotonique de chlorure de sodium    | qsp 0,5 mL.       |

**PREMIER JOUR : 4 heures 30**

**1. CONTRÔLE DE STÉRILITÉ (20 points)**

Lors du contrôle d'un médicament, la pharmacopée exige :

- que soit vérifiée la stérilité de tous les milieux utilisés,
- que soient vérifiées les propriétés nutritives des milieux de culture choisis pour la recherche de germes dans le produit analysé,
- que soit testée la fertilité des milieux en présence et en absence du produit à examiner.
- que soit ensuite testée la stérilité du médicament.

Lors de cette séance, les propriétés nutritives du milieu de culture utilisé vont être étudiées.

Cette vérification sera faite selon la 4<sup>ème</sup> édition de la pharmacopée en ensemençant le milieu avec  $10^2$  microorganismes de la souche suivante :

- Staphylococcus aureus ATCC 6538P (NCTC 7447) notée S.

**1.1. Choix et préparation d'une souche de Staphylococcus aureus.**

- Deux souches de Staphylococcus aureus ATCC 6538P (NCTC 7447) notées S1 et S2 sont à disposition. Vérifier la morphologie et la pureté de chacune en réalisant une coloration de Gram. Choisir l'une d'entre elles pour la poursuite du travail et justifier ce choix. Isoler la souche choisie sur gélose nutritive.
- Introduire 10 mL d'une solution tamponnée peptonée au chlorure de sodium (pH 7.0) dans le tube de gélose correspondant à la souche choisie et mettre en suspension la culture à l'aide de 5 billes de verre stériles.
- Dans un tube de 10 mL de solution tamponnée peptonée au chlorure de sodium (pH 7.0), préparer une suspension-fille à  $10^8$  germes par mL en ajustant l'absorbance à 620 nm à une valeur donnée par le centre au moment de l'épreuve.
- Vérifier la concentration de la suspension par ensemencement de 1 mL de 3 dilutions judicieusement choisies dans la masse d'un milieu gélosé A (méthode en profondeur. une seule couche). Effectuer deux essais pour chaque dilution. Les dilutions sont à effectuer dans une solution tamponnée au chlorure de sodium (pH 7,0).

Données : Milieu gélosé A: milieu gélosé aux peptones de caséine et de soja.

**1.2. Vérification des propriétés nutritives du milieu utile pour l'essai de stérilité.**

À partir d'une dilution correspondant à  $10^2$  microorganismes par mL, opérer comme suit :

Préparer un témoin de la façon suivante :

- introduire 1 mL de la dilution dans un tube contenant le milieu liquide aux peptones de caséine et de soja (milieu B : milieu A non gélosé).
- introduire 1 mL de solution tamponnée au chlorure de sodium (pH 7.0) dans un tube contenant le milieu liquide aux peptones de caséine et de soja (milieu B : milieu A non gélosé)
- incuber à 30 - 35°C pendant 24 heures.

**2. CONTRÔLE DE LA NATURE DE LA MOLÉCULE ACTIVE (10 points)**

Ce contrôle est réalisé en utilisant la technique d'immunodiffusion double dite d'Ouchterlony sur une dilution adéquate du médicament notée Mo.

### 2.1. Préparation de la boîte

Dans une petite boîte de Pétri déjà glycinée, couler 5 mL d'agarose à 1 % en PBS (tampon phosphate). Laisser prendre en masse à la température ambiante, puis mettre au moins 30 minutes au réfrigérateur.

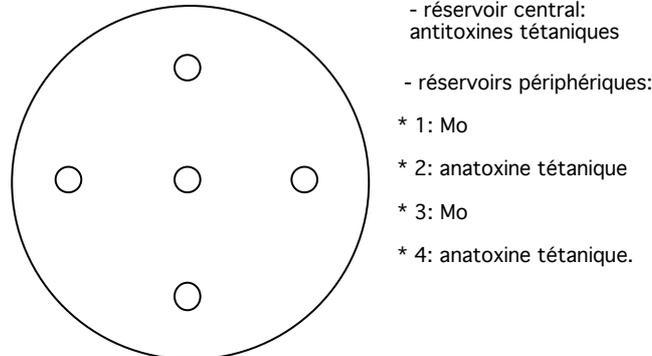
À partir du schéma gabarit joint, creuser les réservoirs avec des emporte-pièces de diamètre adéquat :

- placer la boîte au-dessus du gabarit et repérer la position des réservoirs par transparence.
- enfoncer verticalement l'emporte-pièce jusqu'au fond, puis le retirer également verticalement.
- si le cylindre de gélose n'est pas enlevé, éventuellement l'aspirer avec une pipette Pasteur effilée.

Les réservoirs doivent avoir une forme cylindrique parfaite.

### 2.2. Remplissage des réservoirs

Remplir les réservoirs en suivant les indications suivantes :



- réservoir central:  
antitoxines tétaniques

- réservoirs périphériques:

\* 1: Mo

\* 2: anatoxine tétanique

\* 3: Mo

\* 4: anatoxine tétanique.

(le volume nécessaire sera précisé dans chaque centre)

### 2.3. Incubation

Placer la boîte en chambre humide à température ambiante (ou à 37°C suivant les indications du centre).

## 3. PRÉPARATION D'UNE DOSE VACCINALE (30 points)

Pour réaliser une dose vaccinale, l'anatoxine antitétanique, obtenue sous forme concentrée, doit être diluée dans une "solution isotonique de chlorure de sodium".

### 3.1. Dosage des chlorures de la solution isotonique par mercurimétrie (14 points)

#### 3.1.1. Étalonnage de la solution d'ions $Hg^{2+}$

Préparer 100 ml d'une solution de chlorure de sodium de concentration parfaitement connue et voisine de 0,03 mol/L.

Dans une fiole d'erenmeyer, placer :

- 10 mL de la solution réalisée
- environ 10 mL d'eau distillée
- environ 1 mL d'acide nitrique
- 5 gouttes de diphénylcarbazon

Doser au moyen de la solution d'ions  $Hg^{2+}$  placée dans la burette jusqu'à obtention d'une coloration violacée.

#### 3.1.2. Dosage

Dans une fiole d'erenmeyer placer :

- 2 mL de "solution isotonique"
- environ 18 mL d'eau distillée
- environ 1 mL d'acide nitrique
- 5 gouttes de diphénylcarbazon

Doser au moyen de la solution d'ions  $Hg^{2+}$  placée dans la burette.

3.2. Dosage de l'anatoxine concentrée par la méthode du biuret (16 points)

3.2.1. Préparation d'une gamme étalon

À partir d'une solution étalon de protéine à 10 g/L, réaliser en tubes à essais la gamme indiquée dans le tableau ci-dessous :

tubes n°	0	1	2	3	4
Solution étalon en µL	0	250	500	750	1000
Eau physiologique en µL	1000	750	500	250	0
Réactif de Gornall en mL	4	4	4	4	4

Placer tous les tubes 30 min à l'obscurité.

3.2.2. Dosage des protéines

Opérer avec 1 mL d'anatoxine concentrée dans les mêmes conditions que pour la gamme étalon. Deux essais seront réalisés.

3.2.3. Mesures

Laisser la réaction agir 30 minutes. Déterminer les absorbances de chaque tube de la gamme et des essais. La coloration reste stable plusieurs heures.

**DONNÉES**

1. Les ions chlorures réagissent en milieu acide avec les ions mercure II pour donner un précipité selon la réaction :



2. Le pourcentage d'imprécision sera calculé au moyen de la relation ci-dessous :

$$\% \text{ d'imprécision} = 100 \times \frac{|c_1 - c_2|}{c_1 + c_2}$$

3. On validera le résultat lorsque le % d'imprécision sera inférieur ou égal à 2 fois la valeur du CV (Voir feuille de résultat).

4.  $M_{\text{Na}} = 23 \text{ g/mole}$ .  $M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g/mole}$ .

**FEUILLE DE RÉSULTATS**

3.1. Dosage des chlorures de la "solution isotonique" par mercuriométrie (14 points)

3.1.1. Étalonnage de la solution d'ions  $\text{Hg}^{2+}$

	$M_{\text{NaCl}}$ pesée en mg	$V_{\text{Hg}}$ en mL versé	$(\text{Hg}^{2+})$ en mmol/L
Essai 1			
Essai 2			
% d'imprécision			
Validation (CV 0,5 %)			
Concentration en $\text{Hg}^{2+}$ moyenne			

3.1.2. Dosage

	Chute de burette en mL	(Chlorures) en mmol / L
Essai 1		
Essai 2		
% d'imprécision		
Validation (CV 0,5 %)		
Concentration moyenne en $\text{Cl}^-$ du soluté isotonique en mmol/L		

### 3.2. Dosage de l'anatoxine antitétanique (16 points)

	0	1	2	3	4	essai 1	essai 2
protéine mg/tube							
Absorbance							

Déterminer au moyen d'un graphe ou d'une régression linéaire (dans ce cas, indiquer les paramètres de régression) la masse de protéine dans chaque tube essai.

% d'imprécision	
Validation (CV 3 %)	
Masse moyenne de protéine/tube essai	

En déduire la concentration massique en protéine de chaque vaccin sachant que la solution initiale d'anatoxine est diluée au 1/100 dans la dose vaccinnante.

## DEUXIÈME JOUR : 1 h 30

### 1. CONTRÔLE DE STÉRILITÉ

Vérification des propriétés nutritives du milieu utilisé pour l'essai de stérilité noté milieu A

#### 1.1. Étude de la souche de Staphylococcus aureus utilisée

- Vérifier la pureté de la souche de Staphylococcus aureus
- Dénombrer la suspension fille :
- présenter les résultats obtenus sous forme d'un tableau.
- en déduire la concentration microbienne de la suspension fille.
- conclure sachant que cette suspension fille devait contenir  $10^5$  microorganismes par mL.

#### 1.2. Vérification des propriétés nutritives du milieu utile pour l'essai de stérilité

- Observer le milieu B ensemencé avec la dilution à  $10^2$  germes par mL et conclure.

### 2. CONTRÔLE DE LA NATURE DE LA MOLÉCULE ACTIVE

Faire un schéma de la boîte observée

Analyser les résultats obtenus et conclure.

Rappel :

- réservoir central : antitoxines tétaniques
- réservoirs périphériques :
- 1 : Mo
- 2 : anatoxine tétanique
- 3 : Mo
- 4 : anatoxine tétanique

# E6-U 62 QUALITÉ APPLIQUÉE AUX INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET AUX BIOINDUSTRIES - ÉTUDE DE CAS-2000

Durée : 4 heures Coefficient : 4

Documents non autorisés et calculatrices non autorisées.

## ENTREPRISE DE PRODUCTION DE CONFITURES ET DE CONSERVES DE FRUITS

La société « S... » est une petite entreprise du secteur agroalimentaire qui produit des confitures et des conserves de fruits.

Son responsable qualité, Monsieur X., nouvellement nommé réalise un audit interne et constate divers dysfonctionnements, en particulier dans les domaines suivants :

- hygiène du personnel.
- établissement et respect des spécifications produits finis.
- analyse des dangers.

### 1. Hygiène du personnel (4 points)

Monsieur X. constate une méconnaissance de certaines règles élémentaires d'hygiène, une certaine négligence dans le respect du port de la tenue et l'absence de documents hygiène. Dans un souci immédiat d'efficacité, il décide de concevoir et rédiger un seul document : un livret d'hygiène destiné à chacun des membres du personnel de production. Son objectif est d'y indiquer les consignes en matière d'hygiène et de convaincre le personnel de les respecter.

Préciser les éléments qui devront être abordés dans ce document les caractéristiques de sa rédaction ainsi que les modalités de sa diffusion (la rédaction complète de ce livret n'est pas demandée)

### 2. Spécifications des produits finis (10,5 points)

2.1. Monsieur X prend connaissance de documents relatifs à deux produits « ananas en tranches » et « macédoine de fruits » :

- les dénominations de ces produits mentionnées sur les étiquettes (ANNEXE 1),
- les éléments concernant le milieu de couverture, indiqués dans les spécifications produits finis (ANNEXE 2).

Monsieur X. étudie les données du Codex Alimentarius (ANNEXE 3). Quelles constatations peut-il faire ? Quelle(s) décision(s) doit-il prendre ?

2.2. Monsieur X. s'intéresse au produit « boîtes de pêches au sirop », dont l'étiquette figure en ANNEXE 4. Cette fabrication fait l'objet de nombreuses réclamations. Il demande au laboratoire de réaliser des contrôles portant sur les caractéristiques qualitatives (matières étrangères - défauts) et pondérales sur un lot de ce produit. Il communique au laboratoire les données extraites du Lamy-Dehove (ANNEXE 5). Au vu des résultats transmis par le laboratoire (ANNEXE 6) quelles constatations Monsieur X est-il amené à faire ? Quelles décisions doit-il prendre ?

2.3. Monsieur X. entreprend la mise en place d'un contrôle pondéral « poids net égoutté » sur la ligne de fabrication des bocaux de pêches au sirop. Il prépare un planning détaillé des opérations à réaliser pour créer la carte de contrôle.

Indiquer avec précision ces différentes étapes et leur rôle.

### 3. Analyse de dangers (5,5 points)

Certains produits sont conditionnés en bocaux de verre fermés par un bouchon capsule.

Monsieur X. se rend compte qu'aucune étude sérieuse n'a été menée sur le risque de fêlure et / ou cassure sur ces bocaux, lors de la fabrication.

Dans un premier temps, il recherche le diagramme de cheminement des bocaux et obtient uniquement les renseignements suivants :

Les bocaux sont placés sur un tapis et maintenus avec des guides. Ils sont rincés par un jet d'eau chaude, égouttés et séchés. Ils sont remplis, capsulés, stérilisés, puis passent devant un détecteur de fuite, juste avant d'être mis en carton.

L'ensemble des opérations automatisées est sous la surveillance visuelle de 2 opérateurs.

3.1. À partir de ces données Monsieur X. entreprend de rédiger un diagramme de cheminement de ces bocaux et d'y mentionner les points critiques en les justifiant. Établir ce document.

3.2. Monsieur X. se renseigne sur l'existence de problèmes concernant ces bocaux. Il recueille les éléments donnés en ANNEXE 7.

À partir d'un diagramme causes - effet que vous établirez, analyser les résultats et citer les actions à entreprendre.

3.3. Monsieur X. considère ce problème comme majeur et décide de le résoudre de façon méthodique. Préciser chacune des étapes d'une méthode permettant d'analyser et de résoudre ce problème.

## ANNEXE 1

ANANAS TRANCHES ENTIÈRES AU SIROP
---

MACÉDOINE DE FRUITS au jus de fruits (ananas, citron, poire, orange) et eau sans sucre ajouté
---

Remarque : Les étiquettes ci-dessus sont simplifiées et ne concernent que le critère étudié.

## ANNEXE 2

Spécifications « ANANAS TRANCHES ENTIÈRES »

Milieu de couverture : solution de saccharose à 160 g / L

Spécifications « MACÉDOINE DE FRUITS »

Milieu de couverture :

40 % mélange de jus de fruits (30 % citron, 20 % orange, 10 % poire, 40 % ananas)  
60% eau

## ANNEXE 3

Codex Alimentarius Volume 5A - 1994

### MILIEUX DE COUVERTURE (COMPOSITION ET ÉTIQUETAGE)

À sa seizième session, la Commission du Codex Alimentarius a adopté les amendements concernant les milieux de couverture et les densités en degrés Brix. Les normes auxquelles les amendements sont soumis et les détails concernant les degrés Brix sont énumérés dans le tableau ci-dessous.

### FACTEURS ESSENTIELS DE COMPOSITION ET DE QUALITÉ

#### Milieux de couverture

Les milieux de couverture ci-après peuvent être utilisés :

Eau - liquide de couverture composé uniquement d'eau ;

Jus de fruits<sup>1</sup> - liquide de couverture composé uniquement de [jus d'abricot]<sup>2</sup> ou de tout autre jus de fruit compatible ;

Mélange de jus de fruits<sup>1</sup> - liquide de couverture composé de deux ou plusieurs jus de fruits compatibles, qui peuvent comprendre du jus [d'abricot] ;

Eau et jus de fruits - liquide de couverture composé d'eau et de jus [d'abricot] ou d'eau et tout autre jus de fruit unique ou d'eau et de deux ou plusieurs jus de fruits dans n'importe quelle proportion ;

L'un quelconque des milieux de couverture susmentionnés peut être additionné d'un ou plusieurs édulcorants nutritifs définis par la Commission du Codex Alimentarius : saccharose, sirop de sucre inverti, sirop de glucose déshydraté, sirop de glucose, fructose, sirop de fructose, miel.

Les édulcorants nutritifs secs, à savoir saccharose, sucre inverti, dextrose et sirop de glucose peuvent être ajoutés aux milieux de couverture solides, sans adjonction de liquide, mais avec les faibles quantités de vapeur, d'eau ou de jus naturel qui pénètrent normalement au cours de la mise en conserve du produit.

#### Classification des milieux de couverture lorsqu'il y a adjonction d'édulcorants nutritifs

Lorsqu'on ajoute des édulcorants nutritifs aux jus de fruits, les milieux de couverture doivent avoir une densité non inférieure à [16°] Brix et doivent être classés en fonction de leur densité finale comme suit :

Jus de fruit légèrement sucré - au minimum [16°] Brix

Jus de fruit fortement sucré - au minimum [21°] Brix

<sup>1</sup> Le jus de fruit peut être pulpeux, trouble ou limpide, comme indiqué dans la Norme Codex pour le jus en question.

<sup>2</sup> Tous les crochets doivent être remplacés par le nom du produit approprié ou le chiffre extrait du tableau ci après.

Lorsqu'on ajoute des édulcorants nutritifs à l'eau, ou à l'eau et au jus de fruit, ou à l'eau et au nectar, les milieux de couverture doivent être classés en fonction de la densité finale comme suit :

Eau légèrement sucrée	)	
Eau sucrée légèrement	}	Au minimum [10°] Brix mais au maximum [16°] Brix
Sirop très léger	)	
Sirop léger		Au minimum [16°] Brix mais au maximum [21°] Brix
Sirop épais		Au minimum [21°] Brix mais au maximum [25°] Brix
Sirop très épais		Pas moins de [25°] Brix

Lorsqu'on ajoute des édulcorants nutritifs à l'eau et aux jus de fruits et que la teneur minimale en jus de couverture n'est pas inférieure à 40 % m/m, le milieu de couverture peut être classé comme un nectar, à condition que la densité finale ne soit pas inférieure à [16°] Brix.

La densité finale du jus sucré ou du sirop doit être déterminée sur la moyenne, mais aucun récipient ne doit avoir une densité Brix plus faible que celle de la catégorie immédiatement inférieure.

## ÉTIQUETAGE

Nom du produit

.....

Le milieu de couverture doit être déclaré comme faisant partie du nom ou à proximité du nom.

Lorsque le milieu de couverture est composé d'eau, il doit être déclaré comme étant :

« À l'eau » ou « Conditionnés à l'eau »

Lorsque le milieu de couverture se compose d'un seul jus de fruit, il doit être déclaré comme étant :

« Au jus » ou « Au jus [d'abricot] » lorsqu'on utilise du jus [d'abricot] ou « Au jus de (nom du fruit) » pour tous les autres jus de fruit.

Lorsque le milieu de couverture se compose de deux ou plusieurs jus de fruit, pouvant inclure du jus [d'abricot], il doit être déclaré comme étant :

« Au jus de (nom des fruits) » ou « Au jus de fruits » ou « Au jus de fruits mélangés ».

Lorsqu'on ajoute des édulcorants nutritifs au [jus d'abricot], le milieu de couverture doit être déclaré comme étant :

« Jus légèrement sucré » ou « Jus [d'abricot] légèrement sucré » ou « Jus très sucré » ou « Jus [d'abricot] très sucré », selon le cas.

Lorsqu'on ajoute des édulcorants nutritifs à un seul jus de fruit (non compris le [jus d'abricot]) ou des mélanges de deux ou plusieurs jus de fruits (qui peuvent inclure le [jus d'abricot]), le milieu de couverture doit être déclaré comme étant :

« Jus de (nom du fruit) légèrement sucré » ou « Jus de (nom des fruits) légèrement sucré » ou « Jus très sucré » ou « Mélanges de jus de fruits légèrement sucrés », selon le cas, ou de même pour « Les jus très sucrés ».

Lorsqu'on ajoute des édulcorants nutritifs à l'eau ou à l'eau et à un seul jus de fruit (y compris le jus [d'abricot]), ou à l'eau et à deux ou plusieurs jus de fruits, le milieu de couverture doit être déclaré comme étant :

« Eau légèrement sucrée » ou « Eau sucrée légèrement » ou « Sirop très léger » ou « Sirop léger » ou « Sirop épais » ou « Sirop très épais ».

Lorsqu'on mélange des édulcorants nutritifs, de l'eau et des jus de fruits pour former un nectar, le milieu de couverture doit être déclaré comme suit :

« Au nectar » ou « Au nectar [d'abricot] » lorsque le jus est composé uniquement d'abricot ou « au nectar de (nom du fruit) » ou « Au nectar de (nom des fruits) » ou « Aux nectars de fruits » ou « Aux mélanges de nectars de fruits » suivant le cas pour tous les autres.

Lorsque le milieu de couverture contient de l'eau et du jus [d'abricot], ou de l'eau et un ou plusieurs jus de fruits, le milieu de couverture doit être précisé de façon à indiquer la prédominance de l'eau ou de ce jus de fruit, le cas échéant, par exemple :

« Jus [d'abricot] et eau » ou « Eau et jus [d'abricot] » ou « Jus de (nom du (des) fruit(s)) et eau » ou « Eau et jus de (nom du (des) fruit(s)) ».

La composante en jus de fruits de tout milieu de couverture ne doit pas être déclarée d'après le nom de l'aliment s'il comprend moins de 10 % m/m du milieu de couverture total, mais doit être déclaré dans la liste des ingrédients.

Lorsque les fruits composant un mélange de jus de fruits ou de nectars de fruits mélangés sont énumérés séparément dans le milieu de couverture, ils doivent être déclarés par ordre décroissant, selon leur proportion.

Lorsque le milieu de couverture ne contient aucun agent édulcorant d'ajout, la mention « aucune adjonction de sucre » ou toute autre mention analogue peut figurer en liaison avec le nom du produit ou à proximité immédiate de celui-ci.

## ANNEXE 4

DEMI - PÊCHES	Contenance : 850 mL
	Poids net : 765 g
	Poids net égoutté : 470 g

Remarque : L'étiquette ci-dessus est simplifiée et ne concerne que le critère étudié.

## ANNEXE 5

### 473-50 Définitions

Au sens du régime d'aide à la production, on entend par " pêches au sirop ", des pêches entières ou en morceaux, pelées, ayant subi un traitement thermique, conditionnées en récipients hermétiquement fermés contenant comme liquide de couverture du sirop de sucre (Règl. CEE n° 1599/84, art. 1<sup>er</sup>, § 2, a).

Au sens des présentes dispositions, on entend par " sirop de sucre " un liquide où l'eau est combinée aux sucres et dont la teneur en sucres totaux déterminée après homogénéisation est au moins égale à 14 % (Règl. CEE n° 1599/84, art. 1<sup>er</sup>, § 2, p modifié par Règl. CEE n° 3951/86).

### 473-S 1 Matières premières

Pour la fabrication des pêches au sirop et/ou au jus naturel de fruits, seules les pêches *Prunus persica* L sont utilisées, à l'exclusion des nectarines. La matière première doit être fraîche, saine, propre et appropriée à la transformation.

Avant son utilisation pour la fabrication de pêches en conserve, la matière première peut avoir été réfrigérée (Règl. CEE n° 2320/89, art. 2).

### 473-52 Présentation

Les pêches au sirop et/ou au jus naturel de fruit doivent être présentées selon un des modes définis ci-après.

Au sens des présentes dispositions, les modes de présentation sont les suivants :

- " pêches entières " : fruits entiers, non dénoyautés ;
- moitiés " : fruits dénoyautés, coupés dans le sens vertical en 2 morceaux approximativement égaux ;
- " quarts " : fruits dénoyautés coupés en 4 morceaux approximativement égaux ;
- " quartiers " : fruits dénoyautés, coupés en plus de 4 morceaux cunéiformes ;
- " dés " : fruits dénoyautés, coupés en morceaux cubiques (Règl. CEE n° 2320/89, art. 3, § 1 et 2).

### 473-55 Uniformité

Chaque récipient de pêches au sirop et/ou de pêches au jus naturel de fruits ne contient que des fruits présentés selon le même mode. Les fruits ou parties de fruits doivent avoir une grosseur pratiquement uniforme. Aucun autre fruit ne peut se trouver dans le récipient (Règl. CEE n° 2320/89, art. 3, § 3).

Les fruits ou parties de fruits sont considérés comme ayant une taille pratiquement uniforme lorsque, dans un récipient, le poids de la plus grande unité ne dépasse pas 2 fois celui de la plus petite unité.

S'il y a moins de 20 unités dans un récipient, une unité peut être négligée. Lors de la détermination des unités les plus grandes et les plus petites, les unités brisées ne doivent pas être prises en considération (Règl. CEE n° 2320/89, art. 4, § 1).

### 473-56 Couleur

La couleur des pêches en conserve doit être caractéristique du type utilisé. Les portions, qui étaient manifestement proches du noyau ou en faisaient partie et se sont décolorées après leur mise en conserve, sont considérées comme présentant une couleur caractéristique normale.

Les récipients de pêches au sirop et/ou de pêches au jus naturel de fruits ne doivent pas contenir d'unités comportant des parties vertes (Règl. CEE n° 2320/89, art. 3, § 4).

Au sens de l'alinéa précédent les couleurs suivantes sont considérées comme normales pour le type :

- jaune, y compris les types variétaux où la couleur prédominante va du jaune pâle au rouge orange vif ;

- blanc, y compris les types variétaux où la couleur prédominante va du blanc au blanc jaunâtre (Règl. CEE n° 2320/89, art. 4, § 2).

#### 473-57 Matières étrangères - Défauts

Les pêches en conserve doivent être exemptes de matières étrangères d'origine non végétale ainsi que de saveurs et odeurs étrangères. Le fruit doit être charnu et peut être de tendreté variable, mais ne peut être ni trop mou ni trop ferme.

Les pêches en conserve doivent être pratiquement exemptes :

- de matières étrangères d'origine végétale ;
- de peaux ;
- d'unités altérées.

Les fruits entiers, les moitiés et les quarts doivent être pratiquement exempts d'unités endommagées mécaniquement (Règl. CEE n° 2320/89, art. 3, § 5 et 6).

Les pêches au sirop et/ou au jus naturel de fruits sont considérées comme remplissant les conditions fixées ci-dessus lorsque les tolérances suivantes ne sont pas dépassées :

	Forme	
	Pêches entières moitiés et quarts	Autres
Noyaux ou débris de noyaux	2 noyaux	2 noyaux
Unités altérées	10 % en nombre	1500 g
Unités endommagées mécaniquement	5 % en nombre	non applicable
Peaux	150 cm <sup>2</sup> d'agrégats	150 cm <sup>2</sup> d'agrégats
Matières étrangères d'origine végétale	20 fragments	20 fragments

Les tolérances admises, autres que celles qui ont été fixées par référence à un pourcentage en nombre, sont valables pour 10 kg de poids net égoutté.

Les noyaux ne sont pas considérés comme un défaut dans les pêches entières au sirop et/ou au jus naturel de fruits.

Au sens des présentes dispositions, on entend par :

- « noyaux ou débris de noyaux » : les noyaux entiers ou morceaux de noyaux durs et pointus.

Les fragments de noyaux dont la plus grande dimension est inférieure à 5 mm non pourvus de pointes ou de bords tranchants, ne sont pas pris en compte. Les morceaux de noyaux sont considérés comme équivalent à un noyau lorsque :

- un morceau est plus grand qu'une moitié de noyau ;
- 3 morceaux ont été trouvés au total ;
- « unités altérées » : les fruits décolorés à la surface ou pourvus de taches qui contrastent nettement avec la couleur d'ensemble et qui peuvent pénétrer dans la chair, notamment les meurtrissures, les tavelures et les taches sombres ;
- « unités endommagées mécaniquement » : les unités qui ont été divisées en plusieurs parties et sont considérées comme une seule unité si toutes ces parties mises ensemble équivalent à la grosseur d'une unité entière ou les unités dont le parage a été excessif et qui présentent des entailles à la surface, ce qui nuit gravement à leur aspect. Les moitiés qui n'ont pas été coupées dans le sens vertical sont également considérées comme endommagées mécaniquement ;
- « peaux » : à la fois peau adhérent à la chair de la pêche et celle que l'on trouve détachées dans le récipient ;
- « matières étrangères d'origine végétale » : les matières végétales qui n'ont rien à voir avec le fruit lui-même ou qui faisaient partie du fruit frais mais auraient dû être enlevées au cours de la transformation, notamment les queues et les feuilles et les parties de celles-ci, les peaux et les noyaux ou débris de noyaux étant exclus (Règl. CEE n° 2320/89, art. 3, § 3 et 4).

#### 473-58 Caractéristiques pondérales

Les pêches et le sirop et/ou le jus naturel de fruit dans le récipient doivent occuper au moins 90 % de la capacité en eau de ce récipient.

Le poids net égoutté du fruit est en moyenne au moins égal au pourcentage suivant de capacité d'eau, exprimé en grammes, du récipient (cf. ci-après).

Taux de remplissage

Mode de présentation	Récipients ayant une capacité d'eau nominale de :	
	425 ml ou plus	moins de 425 ml
Pêches entières	52	50
Moitiés	55	50
Quarts	58	50
Quartiers	58	50
Dés	58	55

Lorsque les pêches au sirop et/ou au jus naturel de fruits sont conditionnées dans des récipients en verre, la capacité d'eau est réduite de 20 ml avant que les pourcentages visés ci-après ne soient calculés (Règl. CEE n° 2320/89, art. 5, § 1, 2 et 3).

(c) les LAMY CD-Rom - LAMY S.A.

## ANNEXE 6

Service émetteur : laboratoire de contrôle

Date : 6/09/99

Produit : Demi-pêches  
Boîtes 4/4 (8 pièces par boîte)

Lot : C0087

Quantité contrôlée : 20 boîtes

Résultats

Caractéristiques qualitatives

Défauts	Quantités trouvées
Peaux	8 pièces avec un fragment de peau (environ 3 cm x 2 cm pour chacun)
Noyaux	4 petits fragments 1 gros (environ 3/4 du noyau)
Matières étrangères	2 queues
Meurtrissures	8 pièces
Zones blanchâtres en surface	8 pièces
Taches sombres	5 pièces
Zones décolorées à l'emplacement du noyau	4 pièces

Caractéristiques pondérales

Poids net égoutté (g)				
471	470	472	470	469
471	470	470	468	471
470	469	470	470	472
471	470	470	468	468

## ANNEXE 7

Stockage produits finis : 2 bocaux trouvés cassés dans un carton (lot V0049)  
1 bocal trouvé cassé dans un carton (lot V0056)  
2 bocaux trouvés cassés dans un carton (lot V0075)

Mise en carton : 5 bocaux non mis en carton (fêlés) (lot V0045)  
3 bocaux non mis en carton (fêlés) (lot V0050)  
2 bocaux non mis en carton (fêlés) (lot V0052)

Remplissage : 4 bocaux éliminés avant remplissage car fêlés

Détecteur : 10 bocaux éliminés par le détecteur (fêlures)

Autres : 15 bocaux cassés sur 3 livraisons différentes (réclamation du grossiste)





# Sujets 2001

---

## E1- ANGLAIS 2001

Durée 2 heures, coefficient 1      L'usage de la calculette est interdit  
L'usage d'un dictionnaire bilingue est autorisé

Organic food is a waste of money

Organic food is neither safer nor more nutritious than conventionally grown food and people are wasting their money by paying a premium (1) for it, the head of the Food Standards Agency said yesterday.

Sir John Krebs, chairman of the government-appointed body, said there was no evidence that organic food was healthier than conventionally grown produce. He said he believed that people were only getting value for their money if they wished to pay for the holistic approach (2) to farming. "They're not getting value for money, in my opinion and the opinion of the Food Standards Agency, if they think they're buying food with extra nutritional quality or extra safety. We don't have the evidence to support those claims", he said.

Environmental and organic organisations said they were "appalled" by Sir John's comments, who they believed was "out of touch" with consumers and failing to inform himself properly about organic food.

In Britain sales of organic food are soaring by 40 per cent a year. The projected organic food sales for this year are £546m and expected to reach more than £1bn by 2002. Customers pay an average of 70 per cent more for organic produce than the ordinary equivalents.

Sir John said he thought the market was booming because people were seduced by an image of healthy and nutritious products. "I think the organic industry relies on image and that image is one that many consumers clearly want to sign up to", he said. [...]

Harry Hadaway, a spokesman for the Soil Association, a standards setter (3) which registers organic farmers, said : "We are deeply concerned that Sir John Krebs of the FSA is failing to inform himself and be objective in the on-going national food debate." [...]

Independent scientific tests, commissioned by the BBC, found conventionally grown carrots free of pesticides. Scientists at the Eclipse Scientific Group laboratory in Cambridgeshire extensively tested carrots bought anonymously from supermarkets. An organic British carrot, an organic carrot from abroad and a conventionally grown carrot were examined for more than 40 pesticide residues. The tests were negative for all three.

This latest research contradicts previous evidence by the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food's working party on pesticide residues which showed in 1998 that 26 per cent of foods tested contained pesticide residues and 1.3 per cent contained residues above legal levels. Even organic carrots found to contain residues, albeit at levels 10 times lower than the maximum level allowed in non-organic vegetables.

Sandra Bell, real food campaigner for Friends of the Earth said the group was "appalled" that Sir John had launched this attack. "Organic foods avoids synthetic pesticides, the routine use of antibiotics and genetically modified ingredients", she said.

"No one knows what long-term impact these may have on human health. If there is no problem with pesticides in conventionally grown food, why does the government advise people to wash and peel vegetables before giving them to children ?"

- Cherry Norton-  
The independent, 2 November 2000.

Footnotes :

(1) to pay a premium : payer plus cher

(2) holistic approach : approche holistique, approche globale

(3) a standards setter : to set standards : fixer des normes

## QUESTIONS :

### Part 1 : compréhension (10 points)

1. Vous ferez un compte rendu du texte en langue française en mettant en évidence les idées essentielles (environ 150 mots  $\pm$  10 %).
2. Vous traduirez le texte en français (titre inclus) jusqu'à "to support those claims", he said.

### Part 2 : Expression en langue anglaise (10 points)

Answer the following questions in English (150 - 200 words)

1. What are the two positions expressed in this article ? ( $\approx$  70 words)
2. Where do you stand ? Do you pay much attention to what you eat and drink ? Develop your point of view. ( $\approx$  130 words)

## E2-U21 Mathématiques 2001

Durée : 2 heures Coefficient : 1

Les calculatrices de poche sont autorisées. Le formulaire officiel est autorisé  
La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

### EXERCICE 1 (12 points)

Les parties A et B peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

On se propose d'étudier l'évolution en fonction du temps des températures d'un bain et d'un solide plongé dans ce bain. Ces températures (à l'instant  $t$ ) sont respectivement notées  $\alpha(t)$  et  $\beta(t)$ . Le temps  $t$  est exprimé en seconde et les températures en  $^{\circ}\text{C}$ .

#### Partie A

Les températures  $\alpha(t)$  et  $\beta(t)$  vérifient les conditions suivantes :

$$\begin{cases} (1) \alpha'(t) = -0,011\alpha(t) - \beta(t) \\ (2) \beta'(t) = 0,021\alpha(t) - \beta(t) \end{cases} \text{ avec } \begin{cases} \alpha(0) = 40 \\ \beta(0) = 10 \end{cases}$$

1. On pose  $f(t) = \alpha(t) - \beta(t)$ .

- a. Vérifier que  $f$  est une solution de l'équation différentielle  $y' + 0,032y = 0$ .
- b. Résoudre l'équation précédente.
- c. Calculer  $f(0)$  et montrer que  $f(t) = 30 e^{-0,032t}$

2. Soit  $F$  la primitive de  $f$  qui vérifie  $F(0) = 0$ .

- a. Exprimer  $F(t)$  en fonction de  $t$ .
- b. À l'aide de la condition (2) justifier que  $\beta(t) = K + 0,021F(t)$  où  $K$  est une constante.
- c. Déterminer  $K$  et donner une expression de  $\beta(t)$  en fonction de  $t$ .

#### Partie B

Pour tout  $t$  dans  $[0; +\infty[$  on pose

$$\begin{cases} \alpha(t) = \frac{5}{16} \left( 95 + 33 e^{\frac{-4t}{125}} \right) \\ \beta(t) = \frac{5}{16} \left( 95 - 63 e^{\frac{-4t}{125}} \right) \end{cases}$$

1. Déterminer la limite de  $\alpha$  ainsi que celle de  $\beta$  en  $+\infty$ . Que peut-on en déduire pour les courbes représentatives de ces fonctions ?

2. Calculer la dérivée et donner les variations de chacune des fonctions  $\alpha$  et  $\beta$ .

3. Construire les courbes représentatives des fonctions  $\alpha$  et  $\beta$  dans un repère orthogonal (sur papier millimétré; unités graphiques : 1 cm pour 5 secondes en abscisse et 2 cm pour 5°C en ordonnée; on fera varier  $t$  entre 0 et 120 secondes).

4. À partir de quel instant la différence de température entre le solide et le bain est-elle inférieure à 1 °C ?

## EXERCICE 2 ( 8 points )

Un magicien prétend qu'il peut souvent deviner à distance la couleur d'une carte tirée au hasard d'un jeu de cartes bien battu et comportant des cartes de deux couleurs différentes en nombre égal.

On appelle  $p$  la probabilité que le magicien donne une réponse juste (succès) lors d'un tirage.vg

Si le magicien est un imposteur, on a  $p=1/2$ , sinon  $p > 1/2$ .

On appellera échantillon de taille  $n$  toute réalisation de  $n$  tirages successifs d'une carte dans le jeu, avec remise.

### Partie A

On suppose  $p = 1/2$  et on note  $Y$  la variable aléatoire qui, à tout échantillon de taille  $n$ , associe le nombre de succès du magicien. (On arrondira les probabilités au dix millième le plus proche.)

1. Dans cette question on prend  $n = 20$ .

a. Quelle est la loi suivie par  $Y$  ? Donner ses paramètres.

b. Calculer la probabilité  $P(Y= 15)$ .

2. Dans cette question on prend  $n = 100$ . On admet que la variable aléatoire  $Y$  peut-être approchée par une variable aléatoire  $Z$  suivant une loi normale.

a. Préciser les paramètres de cette loi normale.

b. Utiliser cette approximation pour calculer  $P(Y > 60)$ .

### Partie B

On appelle  $F$  la variable aléatoire qui, à tout échantillon de taille  $n$ , associe la fréquence des succès obtenus par le magicien au cours des  $n$  tirages d'une carte. On admet que  $F$  suit la loi normale de moyenne inconnue  $p$  et d'écart type  $\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$ .

On construit un test unilatéral permettant de détecter, pour un échantillon de taille 100, au risque de 5%, si le magicien est un imposteur.

On choisit comme hypothèse nulle  $H_0 : p = 1/2$  et comme hypothèse alternative  $H_1 : p > 1/2$

1. Calculer, sous l'hypothèse  $H_0$ , le réel positif  $h$  tel que  $P\left(F \leq \frac{1}{2} + h\right) = 0,95$ .

2. Énoncer la règle de décision du test.

3. Sur un échantillon de taille 100, le magicien a obtenu 64 succès. Peut-on considérer, au risque de 5%, que le magicien est un imposteur ?

Durée 2 heures ; coefficient 2

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée

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

**PREMIÈRE PARTIE : CHIMIE LE VIN**

La composition chimique du vin est d'une grande complexité : plusieurs centaines de corps y participent. Ils proviennent directement du raisin ou sont produits au cours de la fermentation alcoolique et des transformations bactériennes.

On y trouve de l'eau, de l'éthanol, des acides organiques (acide tartrique, acide citrique ...), du dioxyde de soufre (surtout dans les vins blancs), des sucres, des substances minérales (fer, cuivre à l'état d'ions) ...

**I. L'ÉTHANOL DANS LE VIN (7 points)**

Dosage de l'éthanol d'un vin :

- On place, dans un ballon rôdé, 20,0 mL de vin, 200 mL d'eau distillée ; on distille ce mélange. On obtient 50,0 mL de distillat qu'on verse dans une fiole jaugée de 250 mL. On complète avec de l'eau distillée; cette solution est notée S<sub>1</sub>.
- On prélève 10,0 mL de S<sub>1</sub> auxquels on ajoute V<sub>2</sub> = 20,0 mL de solution de dichromate de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) de concentration C<sub>2</sub> = 0,115 mol.L<sup>-1</sup> et 10 mL d'acide sulfurique concentré.
- On dose l'excès d'ions dichromate par les ions fer II d'une solution de sel de Mohr. La concentration des ions Fe<sup>2+</sup> est C<sub>1</sub> = 0,700 mol.L<sup>-1</sup>. Le volume équivalent est V<sub>1</sub> = 10,3 mL.

Données : potentiels standards (à 25° C) :



1. Écrire l'équation de la réaction d'oxydation de l'éthanol en acide éthanoïque par les ions dichromate
2. Écrire l'équation de la réaction entre les ions de dichromate en excès et les ions fer II.
3.
  - a. Calculer la quantité de matière d'ions dichromate en excès.
  - b. Calculer la quantité de matière d'ions dichromate ayant réagi avec l'éthanol.
  - c. Calculer la quantité de matière d'éthanol présente dans 10,0 mL de solution S<sub>1</sub>.
4. Calculer la quantité de matière puis la concentration en éthanol contenu dans l'échantillon de vin initial.
5. La teneur en alcool d'un vin est exprimée par son pourcentage en volume : volume d'éthanol liquide (en litres à 20° C) dissout dans un volume total de 100 L de mélange. Déterminer le pourcentage volumique en éthanol du vin étudié (encore appelé degré alcoolique).

Données : masse volumique de l'éthanol à 20° C : 789 g.L<sup>-1</sup>  
masses molaires en g.mol<sup>-1</sup> : H : 1 C : 12 O : 16

**II. ACIDITÉ D'UN VIN (6 points)**

L'acidité d'un vin est due à la présence d'acides organiques (acide tartrique, acide citrique, acide maléique...), de dioxyde de carbone et de dioxyde de soufre (pour les vins blancs).

La sous-commission de l'office national du vin définit l'acidité totale ainsi : « c'est la somme des acides titrables quand on amène le vin à pH = 7 par addition d'un volume V de base titrée. Le dioxyde de carbone, le dioxyde de soufre libre et combiné ne font pas partie de l'acidité totale ». Pour l'Union européenne, l'acidité totale, quand on ramène le vin à pH = 7, est exprimée en grammes d'acide tartrique par litre.

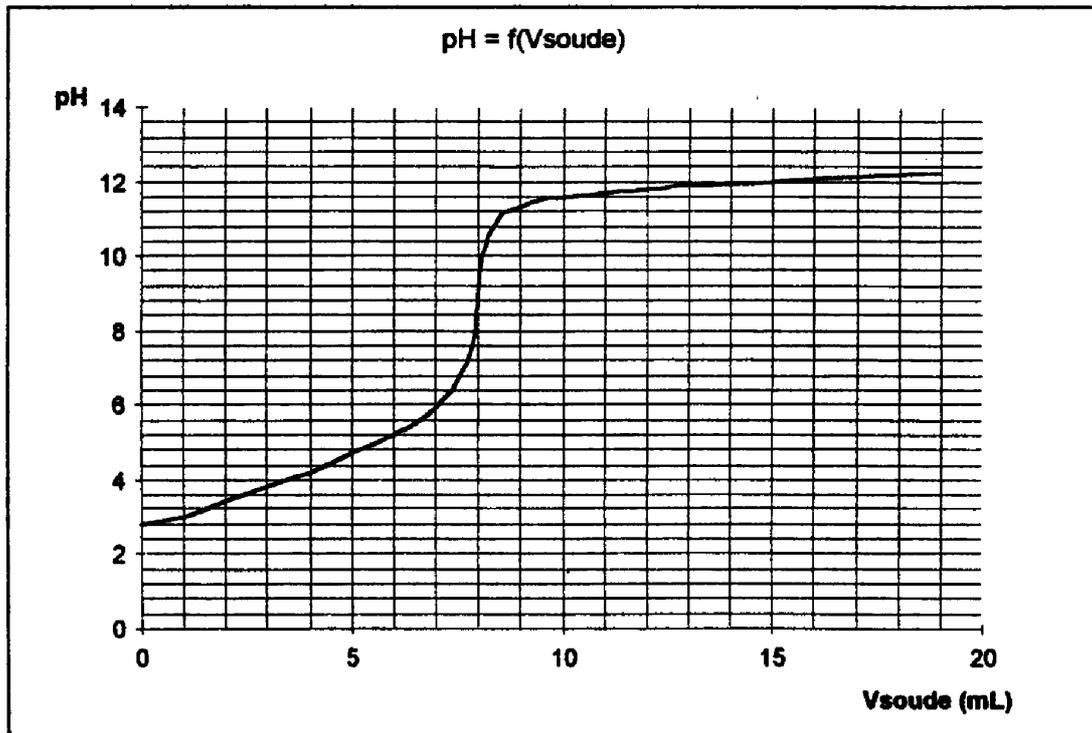
**1. Acide tartrique**

1.1. La formule de l'acide tartrique est HOOC-CHOH-CHOH-COOH. Identifier le ou les carbone(s) asymétrique(s) de cette molécule.

1.2. Combien de stéréoisomères l'acide tartrique présente-t-il ? Justifier. Les représenter en projection de votre choix (Fischer ou Newman).

2. Dosage de l'acidité totale

- On porte à ébullition 20,0 mL de vin afin d'éliminer le dioxyde de soufre, puis on élimine le dioxyde de carbone par agitation du vin sous pression réduite.
- On dose ensuite la solution obtenue par la soude de concentration  $C_b = 0,050 \text{ mol.L}^{-1}$ . Le dosage est suivi par pHmétrie ; on obtient la courbe ci-dessous :



- 2.1. Estimer le pH à l'équivalence ; est-il acide, basique ou neutre ? Que peut-on conclure par rapport à la force des acides dans le vin ?
- 2.2. Pour  $\text{pH} = 7$ , quel est le volume de soude versé ?
- 2.3. Écrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide tartrique et la soude.
- 2.4. Calculer l'acidité totale du vin étudié, exprimée en grammes d'acide tartrique par litre.  
masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  : H: 1 C: 12 O: 16

DEUXIÈME PARTIE : PHYSIQUE : LAMPE À HYDROGÈNE SPECTROSCOPIE À RÉSEAU (7 points)

Données : Constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$   
Célérité de la lumière  $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$   
 $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

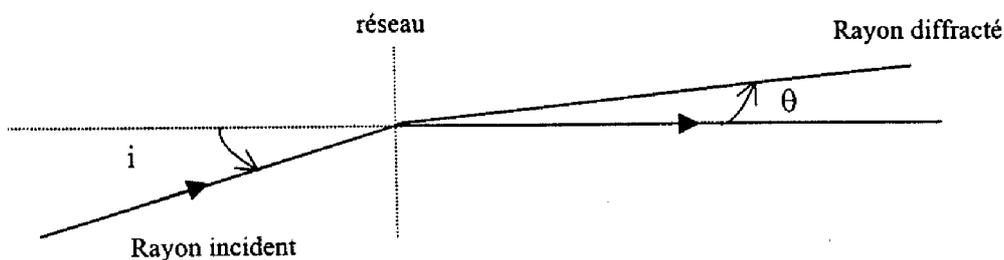
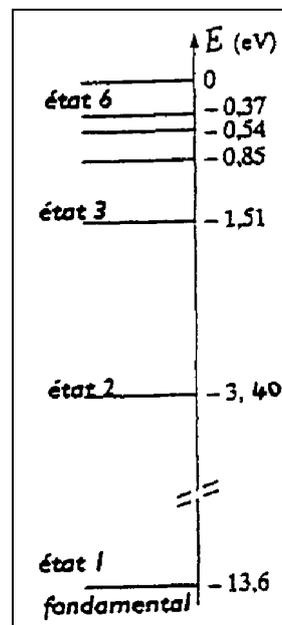
- III. Le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène est donné par la figure ci-contre :

1. Reproduire le diagramme en représentant la transition correspondant au minimum d'énergie absorbée, l'atome étant dans son état fondamental. Quelle est donc la plus grande longueur d'onde qu'il peut absorber ? À quel domaine appartient-elle ?
2. Dans le spectre d'émission d'une lampe à hydrogène on observe, entre autres, une raie rouge de longueur d'onde  $\lambda_1 = 656 \text{ nm}$  et une raie bleue de longueur d'onde  $\lambda_2 = 486 \text{ nm}$ . Préciser à quelle transition entre les états 1, 2 et 3 correspond la raie rouge émise en mentionnant le niveau initial et le niveau final.
3. Un réseau plan par transmission portant  $n = 530$  traits par millimètre est éclairé par un faisceau de lumière parallèle provenant de la lampe à hydrogène, Il est disposé de la manière représentée ci-dessous :

Les angles d'incidence et de diffraction mesurés à partir de la normale au plan du réseau sont comptés positivement dans le sens trigonométrique (voir schéma).

On rappelle la formule du réseau :  $\sin \theta = \sin i + k \lambda n$  (voir schéma)

$i$  = angle d'incidence       $\theta$  = angle de diffraction       $k$  = ordre du spectre



Quel est l'angle d'incidence  $i$  qui permet d'obtenir un rayon diffracté d'ordre 1 normal au réseau (angle de diffraction  $\theta = 0$ ) pour la raie de longueur d'onde  $\lambda_2 = 486 \text{ nm}$  ? Faire le schéma correspondant.

4. Quel est, dans ces conditions, l'angle de diffraction de la raie de longueur d'onde  $\lambda_1 = 656 \text{ nm}$  pour le spectre d'ordre 1 ?
5. On place sur la trajectoire du faisceau ainsi diffracté une lentille mince convergente de distance focale image  $1,0 \text{ m}$ . L'axe optique de la lentille est perpendiculaire au plan du réseau. Dans le plan focal image de cette lentille on place un écran parallèle au plan du réseau. Faire un schéma clair du dispositif sur lequel vous préciserez le trajet des rayons des faisceaux de longueurs d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ .
6. Calculer la distance qui sépare, sur l'écran, la raie diffractée de longueur d'onde  $\lambda_2$  de l'autre raie de longueur d'onde  $\lambda_1$ .

Durée : 4 heures Coefficient : 5 L'usage de la calculatrice est autorisé.

**LES EXHAUSTEURS DE GOÛT**

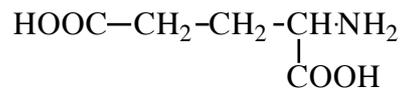
Un exhausteur de goût est une substance qui, présente dans un aliment, accentue sa saveur sans en apporter elle-même. Les véritables exhausteurs de goût sont le glutamate monosodique (E 621), la guanosine 5' monophosphate (GMP - E 631) et l'inosine 5' monophosphate (IMP - E 627).

Ces additifs sont utilisés pour des produits tels que les soupes, le bouillon de viande, la chair à saucisse, le concentré de tomate etc...

**BIOCHIMIE (45 points)**

Le glutamate monosodique est produit par *Corynebacterium glutamicum* qui, cultivée sur un substrat glucosé, sécrète cet acide aminé en grande quantité dans le milieu.

1. La formule de l'acide glutamique est la suivante :



Les pK des fonctions ionisables sont :

$$\text{pK } \alpha\text{COOH} = 2,19$$

$$\text{pK } \alpha\text{NH}_2 = 9,67$$

$$\text{pK } \gamma\text{COOH} = 4,25$$

- 1.1. Écrire les différentes formes ioniques de l'acide glutamique en fonction du pH.
- 1.2. Définir et calculer le pHi (pH isoionique) de cet acide aminé.
- 1.3. Quelle est la forme ionique de l'acide glutamique en solution dans l'eau ? En déduire le pH de cette solution.
- 1.4. Écrire la formule du glutamate monosodique.

2. Pour séparer l'acide glutamique des autres constituants présents dans le milieu de culture, on peut effectuer une chromatographie d'échange d'ions. Le milieu est amené à pH 2 puis traité sur une résine polystyrénique substituée par des radicaux sulfonate ( $-\text{SO}_3^-$ ).

- 2.1 Quel est le principe de la chromatographie d'échange d'ions ?

- 2.2 Dans ces conditions l'acide glutamique est-il retenu par la résine ou élué ? Justifier votre réponse.

Donnée : les radicaux sulfonate  $-\text{SO}_3^-$  sont totalement ionisés à pH 2.

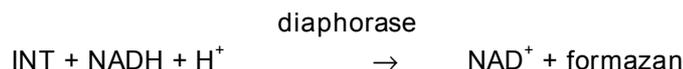
3. L'acide L glutamique est dosé dans les produits finis afin de vérifier si la proportion trouvée correspond aux spécifications. Ce dosage est réalisé par une méthode enzymatique.

Le dosage de l'acide L glutamique est réalisé de la façon suivante :

En présence de glutamate déshydrogénase (GLDH) et de  $\text{NAD}^+$ , l'acide L glutamique subit une désamination en 2 oxoglutarate. Cette réaction est réversible.



Le NADH formé, en présence de diaphorase, réduit le chlorure d'iodonitrotétrazolium (INT) en formazan qui absorbe à 492 nm. Cette réaction est irréversible.



Le mode opératoire de ce dosage est le suivant :

Tampon pH 8,6	2,50 mL
$\text{NAD}^+$ (6,7 mmol/L)	0,20 mL
INT (1,2 mmol/L)	0,20 mL
Diaphorase (15 U/mL)	0,05 mL
Échantillon	0,10 mL
Mélanger, attendre 3 minutes et lire l'absorbance A1 à 492 nm.	
GLDH (1200 U/mL)	0,05 mL
Mélanger, attendre environ 20 minutes et lire l'absorbance A2 à 492 nm.	

Un témoin "réactifs" est effectué en remplaçant l'échantillon par le même volume d'eau distillée ; les mesures d'absorbances sont notées AT1 et AT2.

Toutes les mesures d'absorbance sont effectuées en réglant le zéro du spectrophotomètre sur l'eau distillée.

- 3.1. Préciser si cette méthode de dosage est une méthode cinétique ou une méthode en point final. Justifier la réponse.
- 3.2. Expliquer le rôle du témoin dans cette méthode.
- 3.3. Établir une relation entre les absorbances mesurées (A1, A2, AT1 et AT2) et la concentration en acide glutamique de l'échantillon exprimée en  $\text{g.L}^{-1}$ .
- 3.4. Les spécifications d'un potage déshydraté précisent :  
glutamate monosodique :  $(28,5 \pm 0,3) \text{ g.kg}^{-1}$

Un dosage de contrôle est effectué sur une solution de potage à  $1 \text{ g.L}^{-1}$  selon le mode opératoire précédent et les résultats suivants sont obtenus (le trajet optique des cuves utilisées est de 1 cm) :

A1 = 0,102  
A2 = 0,216  
AT1 = 0,100  
AT2 = 0,105

Calculer la concentration en glutamate monosodique du potage déshydraté exprimée en  $\text{g.kg}^{-1}$  et comparer le résultat obtenu aux spécifications.

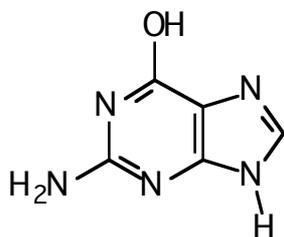
Données : masse molaire de l'acide glutamique :  $147 \text{ g.mol}^{-1}$

masse molaire du glutamate monosodique :  $169,13 \text{ g. mol}^{-1}$

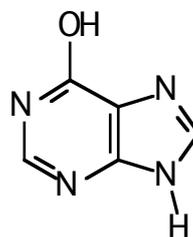
Coefficient d'absorption spécifique molaire du formazan à 492 nm :  $1,99 \cdot 10^3 \text{ m}^2.\text{mol}^{-1}$ .

4. *Corynebacterium glutamicum* est dépourvue de 2 oxoglutarate déshydrogénase. À l'aide de l'annexe 1 expliquer la production importante d'acide glutamique.

5. Le GMP et l'IMP sont des ribonucléotides monophosphates. L'inosine est un ribonucléoside dont la base azotée est l'hypoxanthine. Les structures de la guanine et de l'hypoxanthine figurent ci-dessous.



GUANINE



HYPOXANTHINE

- 5.1. Écrire les formules du GMP et de l'IMP.
- 5.2. Le GMP entre dans la constitution de certains acides nucléiques. De quels acides nucléiques s'agit-il ? Sous quelles formes les rencontre-t-on ? Schématiser leur structure spatiale.

## MICROBIOLOGIE (40 points)

La production industrielle des exhausteurs de goût a fait l'objet de recherches importantes, en particulier au Japon : à titre d'exemple, ce pays produit 2500 tonnes d'inosine-5'-mono-phosphate (5'IMP) par an. Le 5'IMP est produit par fermentation de *Brevibacterium ammoniagenes*.

1. Le milieu de production pour le 5'IMP par *Brevibacterium ammoniagenes* est donné en annexe 2. Cette souche nécessite pour cultiver la présence de nombreux facteurs de croissance.
  - 1.1. Donner la définition d'un facteur de croissance et qualifier la souche.
  - 1.2. À l'aide d'exemples choisis dans l'annexe 2, indiquer la nature chimique des trois catégories de substances intervenant comme facteurs de croissance.

2. *Brevibacterium ammoniagenes* est un bacille Gram+ aéro-anaérobie facultatif mais se développant mieux dans des conditions d'aérobiose. La production de 5'IMP dans le fermenteur sera donc réalisée en culture aérée à 30°C et à un pH compris entre 7,0 et 8,5.

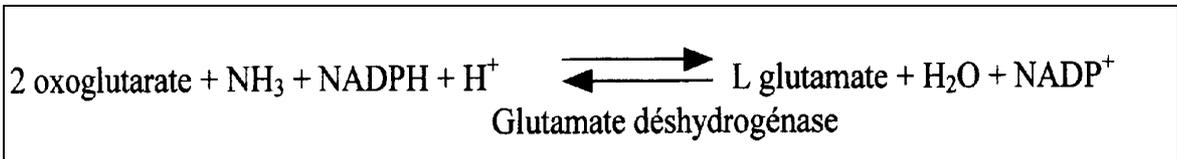
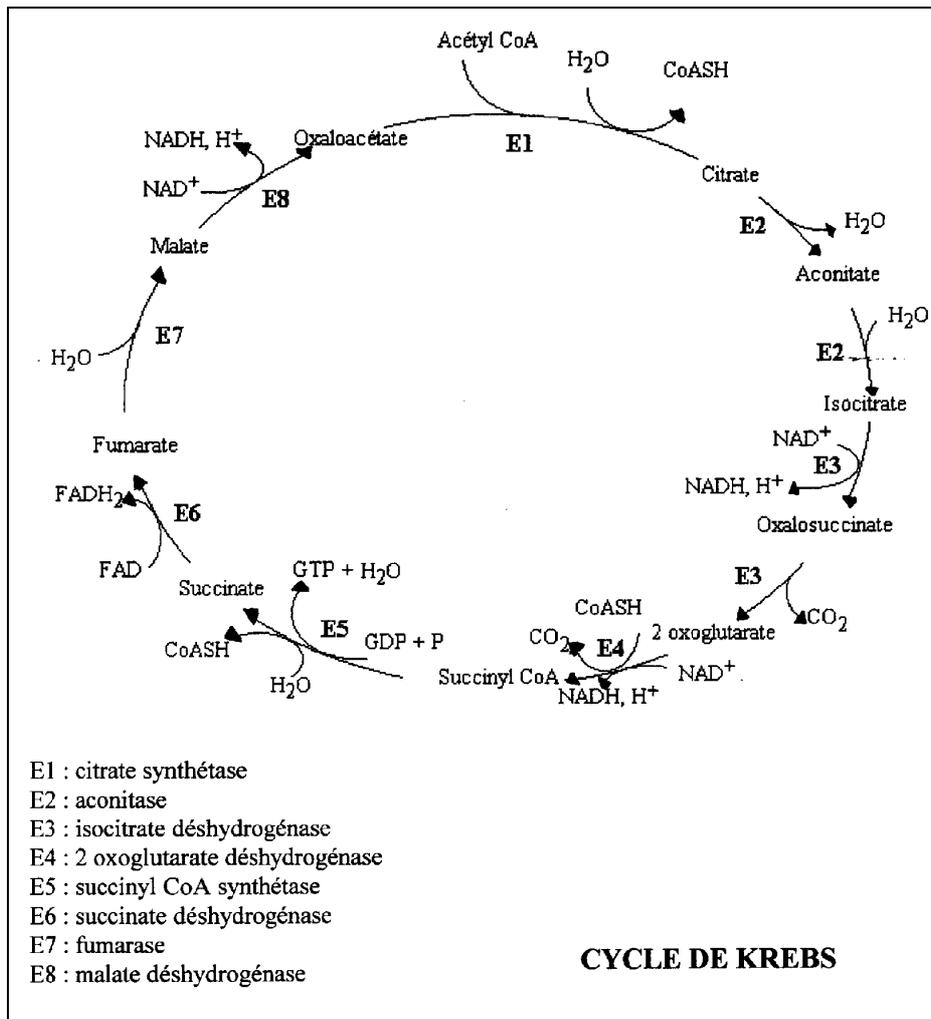
- 2.1. Citer les dispositifs nécessaires pour contrôler et réguler ces trois paramètres.
  - 2.2. *Brevibacterium ammoniagenes* est catalase +.
    - 2.2.1. Écrire la réaction catalysée par cette enzyme.
    - 2.2.2. Montrer l'importance du rôle de cette enzyme dans la cellule bactérienne lorsqu'elle est cultivée en aérobiose.
  - 2.3. *Brevibacterium ammoniagenes* est uréase +.
    - 2.3.1. Cette enzyme lui permet d'hydrolyser la source d'azote du milieu. Écrire l'équation de la réaction (formule développée).
    - 2.3.2. Le produit formé alcalinise le milieu de culture. Quels sont les constituants qui maintiennent le pH à une valeur voisine de 7 ? Quel est l'autre rôle de ces constituants?
3. On a étudié la croissance de *Brevibacterium ammoniagenes* en fonction du temps, en suivant un certain nombre de paramètres : biomasse, pH, concentration en glucose dans le milieu, concentration en hypoxanthine, en 5'IMP. Les courbes obtenues sont présentées en annexe 3.
- 3.1. Indiquer une méthode de mesure de la biomasse.
  - 3.2. Analyser l'évolution de la concentration du glucose dans le milieu ; quel type de culture a-t-on réalisé?
  - 3.3. La courbe représentant l'évolution de la biomasse X en fonction du temps a été reportée en annexe 2, sous la forme  $\ln X = f(t)$ .
    - 3.3.1. Commenter les différentes phases de cette courbe.
    - 3.3.2. Définir et déterminer graphiquement la vitesse maximale spécifique de croissance et le temps de génération.
  - 3.4. Commenter l'apparition du 5'IMP dans le milieu. Comment peut-on expliquer l'évolution de la concentration en hypoxanthine en fonction du temps ?

## TOXICOLOGIE (15 points)

Le glutamate monosodique présente, chez la souris, à la dose de 500 mg/kg une activité cytotoxique pour les neurones de certains centres nerveux. Cette activité neurotoxique est accrue par administration simultanée d'aspartame ou d'acide aspartique. L'ingestion de glutamate peut provoquer chez certains sujets différents troubles décrits sous le terme de "syndrome du restaurant chinois" avec nausées, tachycardie, migraines, vomissements, douleurs et raidissement des muscles du cou. La dose journalière acceptable limite est fixée à 120 mg/kg. L'utilisation du glutamate dans les aliments pour bébé est interdite dans certains pays.

1. Étude toxicologique in vivo.
  - 1.1. Définir les termes «toxicité aiguë» et «toxicité chronique».
  - 1.2. Préciser les conditions de l'étude des toxicités aiguë et chronique d'une substance susceptible d'être utilisée comme additif alimentaire.
  - 1.3. Définir le terme « effet génotoxique ».
2. Il est conseillé de réhydrater 30 g du potage avec 0,25 L d'eau.
  - 2.1. La spécification de la teneur en glutamate peut-elle garantir la sécurité pour tout consommateur ? On considérera le poids moyen d'un sujet adulte égal à 70 kg.  
Rappel : teneur en glutamate monosodique du potage déshydraté : 28,5 g.kg<sup>-1</sup>
  - 2.2. Pourquoi a-t-on fixé une réglementation particulière pour les bébés ?

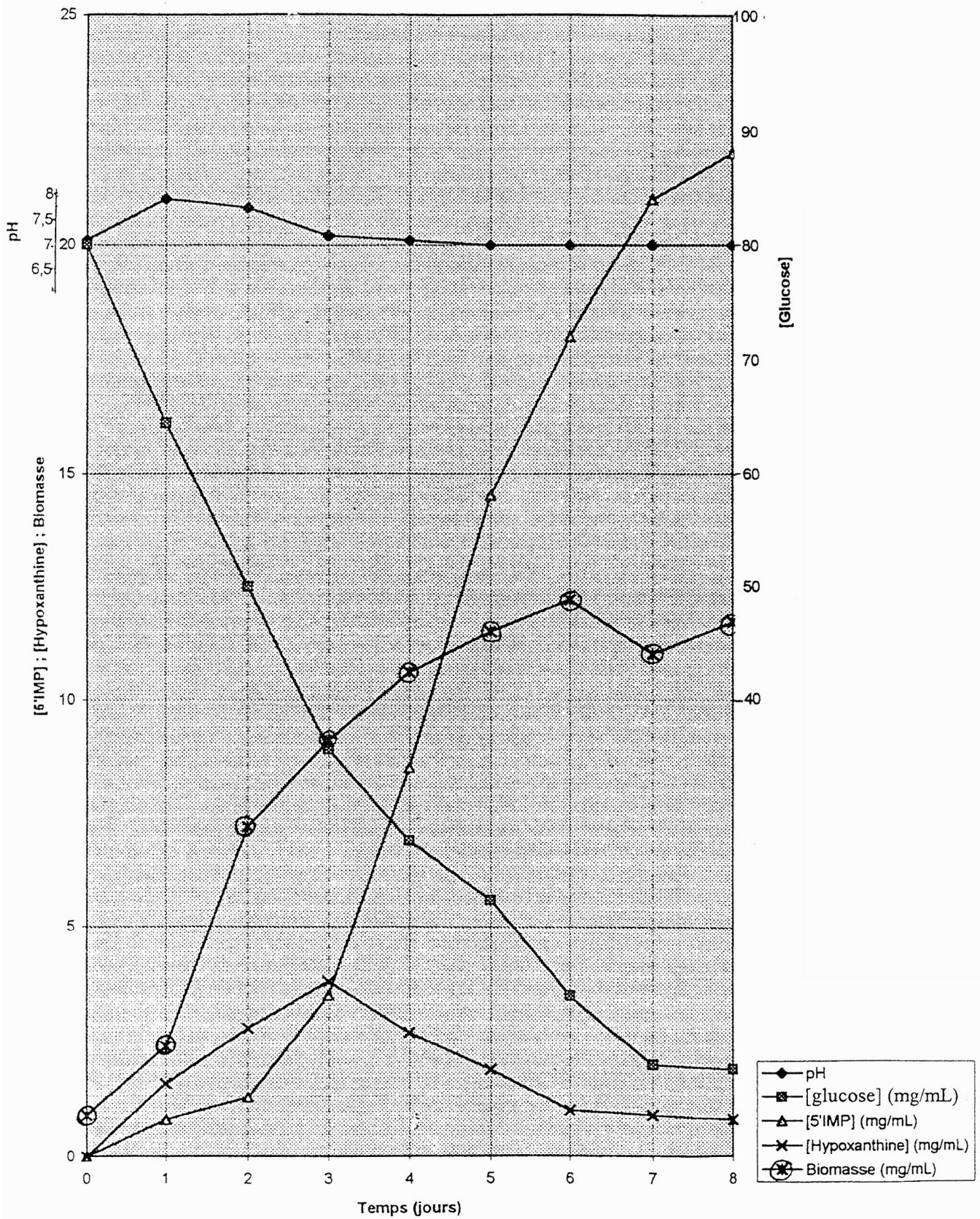
ANNEXE 1



ANNEXE 2: Composition du milieu de culture pour la production de 5'IMP par *Brevibacterium ammoniagenes*

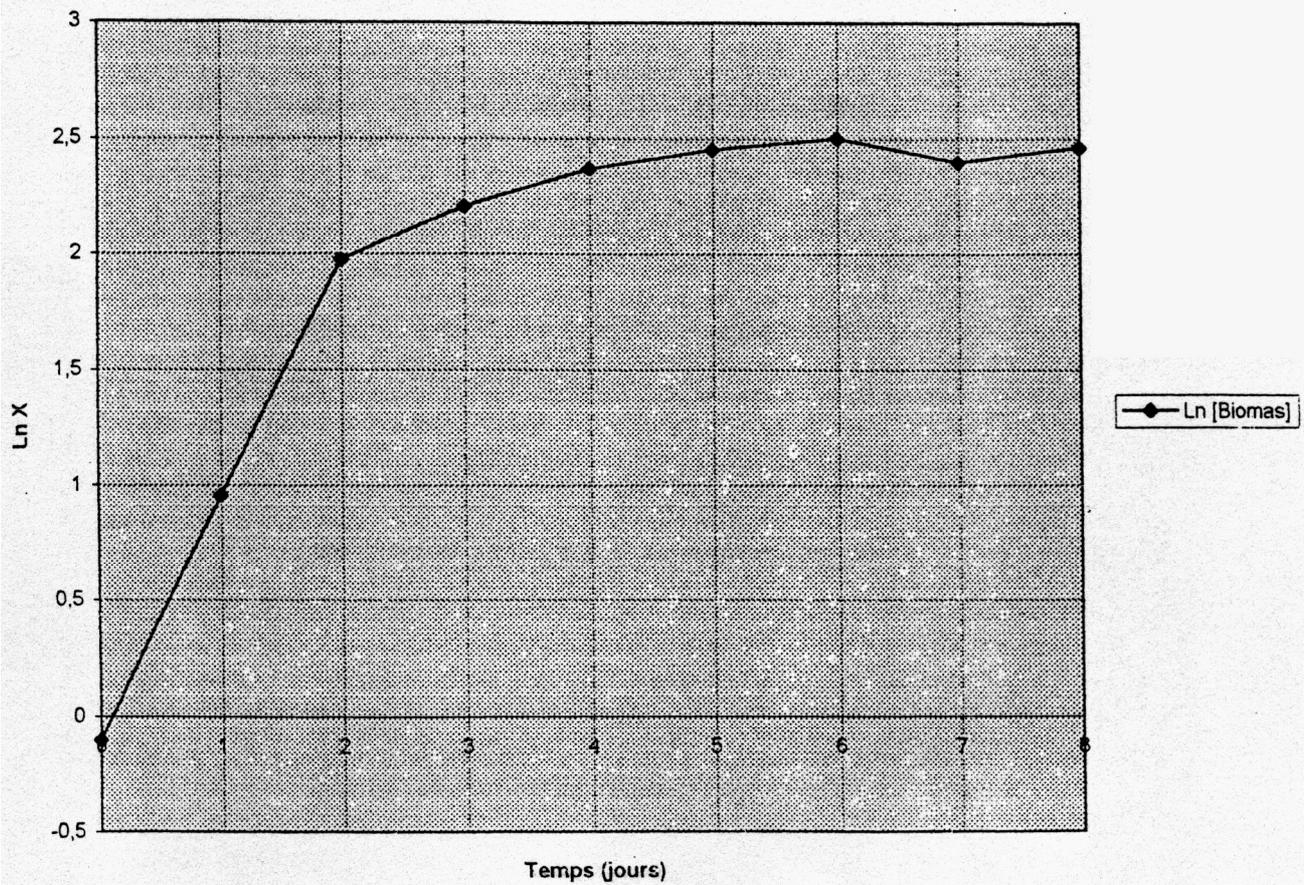
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	10 g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	10 g
MgSO <sub>4</sub>	10 g
CaCl <sub>2</sub>	0,1 g
FeSO <sub>4</sub>	0,01 g
Urée	6 g
Cystéine	20 mg
Thiamine	50 mg
Acide nicotinique	50 mg
Panhoténate de calcium	10 mg
Biotine	0,03 mg
MnCl <sub>2</sub>	1 mg
Adénine	40 mg
Glucose	100 g
Eau	qsp 1 L
pH	8

Production de 5'IMP



Annexe 4 :

Courbe de croissance Ln X =f(temps)



Étude d'un plat cuisiné : Poisson sauce béarnaise

Avec une meilleure connaissance des techniques de conservation et particulièrement celles qui utilisent le froid, ainsi que l'amélioration des conditions de vie dans les pays occidentaux, les produits surgelés ont pris une place très importante dans l'alimentation humaine. Ce sujet propose l'étude d'un plat cuisiné surgelé : poisson sauce béarnaise.

Première partie : Science des alimentsI. ÉTUDE DES MATIÈRES PREMIÈRES (17 points)

## 1.1. Poisson

1.1.1. Les compositions moyennes du muscle de poisson et du muscle squelettique de mammifères sont données ci-dessous.

Pour 100 g	Muscle de poisson	Muscle squelettique de bœuf
Eau	70 - 80	65 - 72
Protéines	15 - 26	15 - 23
Lipides	1 - 10	4- 15
Glucides	0,3 - 1 ,0	0,5 -1,0
Minéraux	1,0 -1,5	1,0 -1,3

1.1.1.1. Comparer les 2 types de muscle.

1.1.1.2. Expliciter pour les protéines les notions de :

- valeur biologique ;
- coefficient d'utilisation digestif.

1.1.1.3. Discuter la qualité nutritionnelle de ces deux aliments.

1.1.2. La qualité du poisson va dépendre comme pour la viande des conditions de la mort de l'animal. Aussi est-il important de connaître les différentes étapes de l'évolution après la mort.

1.1.2.1. Donner ces différentes étapes.

1.1.2.2. Expliquer la différence de couleur entre la chair du colin qui est blanche et la couleur rouge d'un steak.

1.1.2.3. Justifier la différence de texture entre ces deux produits.

1.1.3. Le colin d'Alaska peut être qualifié de poisson maigre. Indiquer les autres classes de poissons en donnant un exemple de chacune de ces classes.

## 1.2. Beurre

1.2.1. Donner la définition légale du beurre.

1.2.2. Un seul produit d'addition est autorisé : le citer et justifier son emploi.

## 1.3. Additifs

Indiquer les additifs présents parmi les ingrédients du produit surgelé. Justifier la réponse.

2. ÉTUDE DES PROCÉDÉS DE FABRICATION DU BEURRE ET DU VIN BLANC ENTRANT DANS LA COMPOSITION DU SURGELÉ (25 points)

## 2.1. Étude du procédé de fabrication du beurre (annexe 2)

2.1.1. Justifier la pasteurisation. Pourquoi est-elle effectuée à 90° C ? La pasteurisation s'accompagne d'un dégazage. Justifier l'intérêt de ce dégazage.

2.1.2. Indiquer ce qu'est l'étape de maturation et justifier son rôle.

2.1.3. Expliquer en quoi consiste la phase de barattage.

## 2.2. Étude du procédé de fabrication de la matière grasse végétale partiellement hydrogénée.

Un diagramme de fabrication d'une huile partiellement hydrogénée, à partir de la graine, est présenté en annexe 3

2.2.1. L'étape de purification commence à l'huile d'extraction et conduit à l'huile raffinée. Elle comprend principalement :

- une démulcination ;
- une neutralisation ;
- une décoloration ;
- une démargarination ;
- une désodorisation ;
- un séchage.

Pour chaque opération indiquer une technologie mise en œuvre et l'intérêt de ce traitement.

La réponse sera présentée sous forme de tableau.

2.2.2. Les huiles peuvent subir des modifications.

Indiquer les modifications autorisées, leur principe et les buts technologiques recherchés.

Citer le problème de santé que posent ces modifications.

2.2.3. Le vin blanc.

2.2.3.1. Donner la définition du vin.

2.2.3.2. Dans le cas d'un vin blanc, le produit de base ne subit qu'une fermentation. Préciser la fermentation mise en œuvre ainsi que les micro-organismes responsables. Indiquer les produits apparaissant au cours de la fermentation.

### 3. QUALITÉ DES MATIÈRES PREMIÈRES ET DU PRODUIT FINI (8 points)

3.1. Poisson

3.1.1. Si la conservation est défectueuse, une protéolyse rapide est observée. Citer au moins deux produits formés lors de cette protéolyse. Indiquer une conséquence possible sur la santé du consommateur d'un poisson altéré par protéolyse.

3.1.2. Proposer un mode de conservation du poisson avant la fabrication du produit.

3.2. Produit fini

Justifier chaque temps de conservation indiqué dans l'annexe 1 ainsi que l'affirmation "ne jamais recongeler un produit décongelé".

## Seconde partie : GÉNIE INDUSTRIEL

La farine est un des éléments du plat cuisiné étudié.

### 1. OBTENTION DE LA FARINE (9 points)

La farine de blé est obtenue par mouture des grains.

Cette opération est réalisée en utilisant différents appareils parmi lesquels les broyeurs à cylindres.

1.1. Broyeurs à cylindres

Citer 2 types de cylindres rencontrés en minoterie. Représenter un broyeur à cylindres de votre choix sous forme de schéma légendé sur lequel vous ferez figurer le flux de produit.

1.2. Diagramme de mouture

Le diagramme de mouture peut-être représenté par le schéma figurant en annexe 4.

1.2.1. Comment sont valorisés les sons et les remoulages ?

1.2.2. Justifier l'étape de séchage des finots.

### 2. LA CONGÉLATION (15 points)

Le plat cuisiné est commercialisé après congélation.

2.1. Justification

Justifier l'utilisation de la congélation comme procédé de conservation.

2.2. Étapes de la congélation

Le diagramme donné en Annexe 5 représente l'évolution de la température lors de la congélation de l'eau distillée.

2.2.1. Reproduire le schéma en y faisant figurer les éléments suivants :

- température de 0°C,
- eau liquide,
- glace,
- mélange eau-glace,
- surfusion

2.2.2. Représenter, sous la même forme graphique, l'évolution de la température lors de la congélation d'un produit alimentaire se comportant comme une solution diluée. Y faire figurer la température de fusion commençante ( $T_c$ ).

2.2.3. Calculer la température de fusion commençante du poisson à partir de la loi de Raoult :

$$T_c = -k_w \frac{C}{M}$$

$T_c$  : température de fusion commençante

$k_w$  : constante cryogénique de l'eau

$C$  : masse de soluté dissoute dans l'eau (en g pour 100 g d'eau)

$M$  : masse molaire équivalente de l'extrait sec soluble

Données :  $k_w$  : 18,6°C.mol.g<sup>-1</sup>  
 humidité du poisson : 81 %  
 $M$  : 470,8 g.mol<sup>-1</sup>

### 3. Proportion d'eau congelée (4 points)

Pour le colin, la proportion d'eau congelée est la suivante :

Température	- 5 °C	- 10 °C	- 15 °C	- 20 °C	- 30 °C
eau congelée, en pourcentage de la teneur totale	77 %	84 %	87 %	89 %	91 %

Eau incongelable : 9 %

Que peut-on en déduire :

- quant à la température de conservation à - 18° C du colin.
- quant aux précautions à prendre lors du stockage du produit congelé ?

Est-il judicieux de congeler le colin à -50° C ?

### 4. Cristallisation (6 points)

La taille et la répartition des cristaux est fonction de la vitesse de congélation.

4.1. Préciser un élément influençant la vitesse de congélation pour un produit donné.

4.2. Indiquer les conséquences d'une congélation lente et d'une congélation rapide sur la cristallisation. Donner, en les justifiant, les effets de cette cristallisation sur la qualité du produit.

### 5. Caractéristiques physico-chimiques du produit congelé (4 points)

Citer et expliquer succinctement les modifications physico-chimiques induites par la congélation.

### 6. Aspects technologiques (12 points)

Les congélateurs à air soufflé sont encore les plus utilisés actuellement. Il s'agit de tunnels de congélation à bande porteuse ou de congélateurs à lits fluidisés.

6.1. Préciser les avantages et inconvénients respectifs de ces deux procédés.

6.2. Le poisson, de masse volumique 980 g.dm<sup>-3</sup>, est congelé, sous forme de parallélépipèdes de 5 cm de hauteur, dans un tunnel à air pulsé à -35°C avec un coefficient de convection de 30 W.m<sup>-2</sup>.°C<sup>-1</sup>. La conductibilité thermique du produit est égale à 1,95 W.m<sup>-1</sup>.°C<sup>-1</sup>, sa température initiale est de 8°C et la température de fusion commençante de -1°C.

6.2.1. Quelle puissance frigorifique minimale doit avoir cette installation pour pouvoir congeler 1 tonne de poisson sans que la vitesse de congélation soit limitée par cette puissance ? Poser l'équation et effectuer l'application numérique, la variation d'enthalpie massique du produit en cours de congélation étant de 300 kJ.kg<sup>-1</sup>.

6.2.2. Le tunnel installé a une puissance frigorifique de 54 kW, quel débit (en tonne/heure) le tunnel peut-il ainsi traiter ?

Données :

• Temps de congélation

$$t = \rho \frac{\Delta H}{\Delta T} a \left( \frac{0,33}{h} + \frac{0,08a}{\lambda} \right) [1 + 0,008(T_i - T_c)]$$

• Puissance frigorifique

$$\dot{Q} = \frac{m}{t} \Delta H$$

Avec :

$t$  temps de congélation (s)

$\rho$	masse volumique du produit ( $\text{kg.m}^{-3}$ )
$\Delta T$	différence entre la température de fusion commençante et la température du milieu réfrigérant
$a$	épaisseur du produit (m)
$h$	coefficient de convection ( $\text{W.m}^{-2}.\text{°C}^{-1}$ )
$\lambda$	conductibilité thermique ( $\text{W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ )
$\Delta H$	variation d'enthalpie massique du produit $\text{J.kg}^{-1}$
$T_i$	température initiale du produit
$T_c$	température de fusion commençante du produit
$\dot{Q}$	puissance frigorifique (W)

## ANNEXE 1

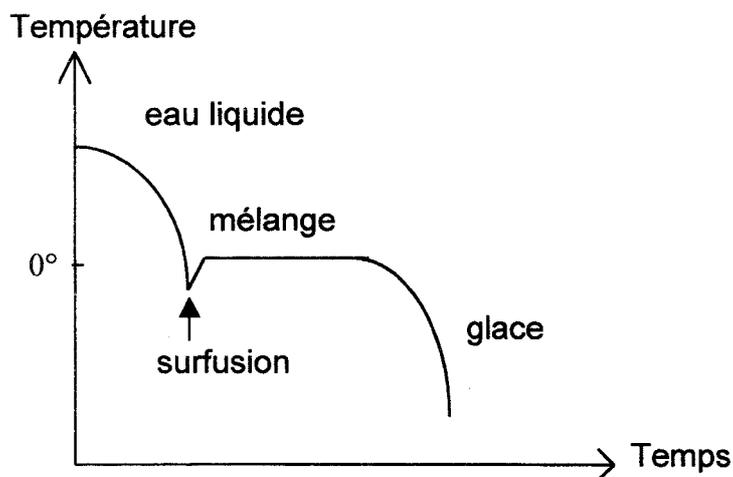
### Ingrédients du produit surgelé

Filet de colin d'Alaska (53 %), eau, crème fraîche, oignons, vin blanc, beurre, jaunes d'œufs, estragon (1%), sirop de maïs, amidon, vinaigre, fumet de poisson, farine de blé, sel, matière grasse végétale partiellement hydrogénée, lait écrémé en poudre, huile de soja, épaississants (farine de graines de caroube et de guar, gomme xanthane), épices et arômes.

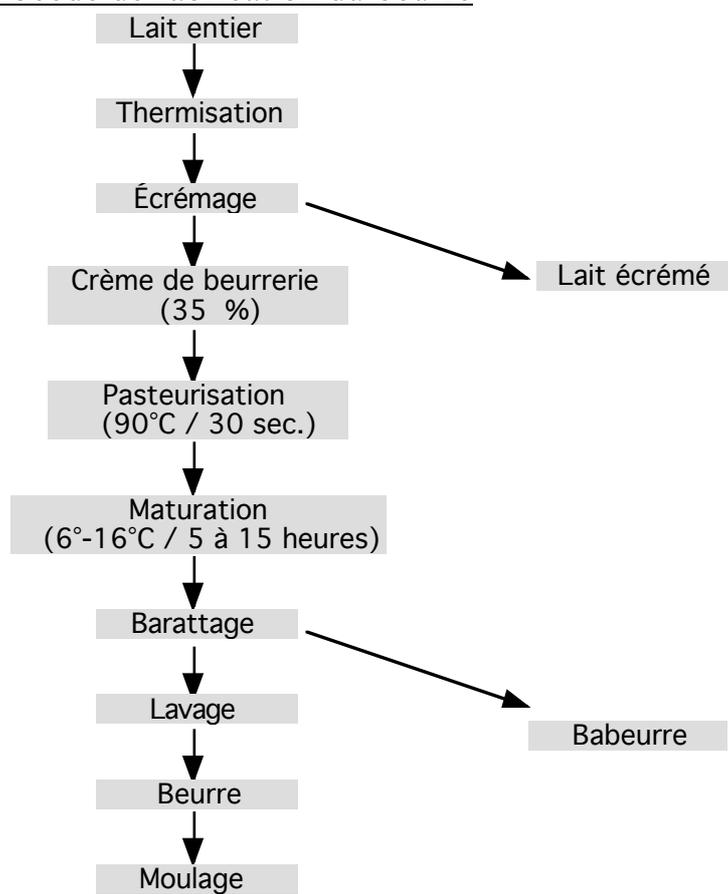
### Conservation

- 24 heures dans un réfrigérateur
- 3 jours dans le compartiment à glace du réfrigérateur
- plusieurs mois à  $-18\text{°C}$
- Ne jamais recongeler un produit décongelé.

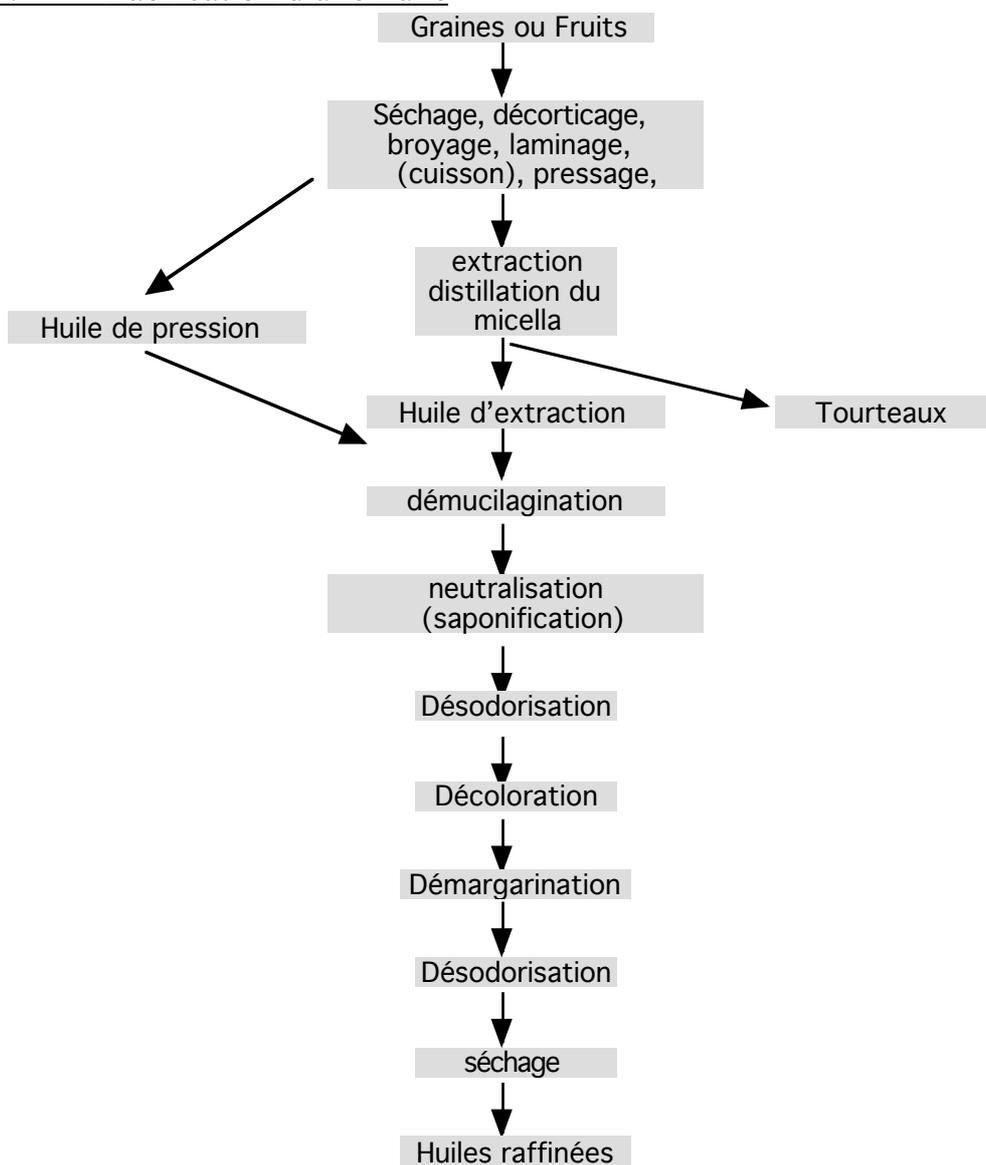
## ANNEXE 5



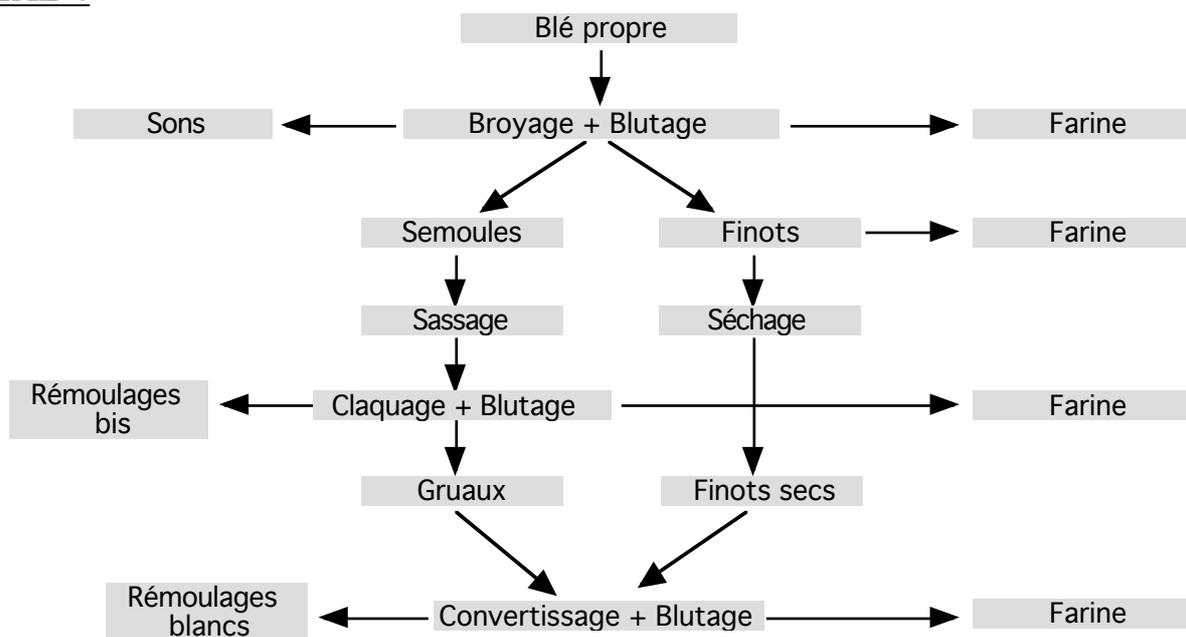
## ANNEXE 2 : Procédé de fabrication du beurre



ANNEXE 3 : Fabrication d'une huile



ANNEXE 4



# E5-U51 TECHNIQUES D'ANALYSE ET DE PRODUCTION TECHNIQUES DE PRODUCTION

Les sujets présentés ci-dessous figurent déjà dans les annales 1995-1997.

## SUJET 1 : FABRICATION DES GRAINS POUR COMPRIMÉS EFFERVESCENTS

La fabrication proposée est divisée en deux étapes.  
Le candidat n'en réalisera qu'une seule (partie A).

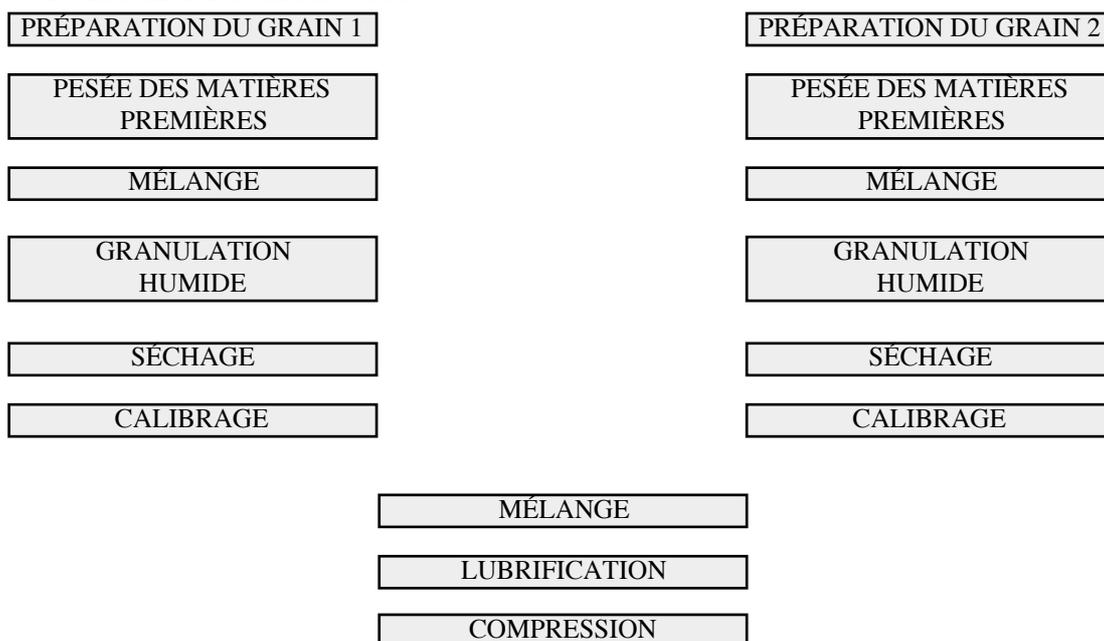
### MATÉRIEL :

- balances
- mélangeur cubique
- mélangeur planétaire
- granulateur oscillant
- burette
- bécher

### RÉACTIFS :

- acide chlorhydrique  $1 \text{ mol.dm}^{-3}$
- soude  $1 \text{ mol.dm}^{-3}$
- méthylorange
- phénolphtaléine

### SCHÉMA GÉNÉRAL DE FABRICATION :



### PARTIE A : PRÉPARATION DU GRAIN 1

Formule :

Acide citrique	200 g
Lactose	400 g
Sirop simple	quantité suffisante pour obtenir un mouillage correct

1. Pesée des matières premières
2. Mélange des poudres
  - Mélanger les matières premières dans un mélangeur cubique à vitesse moyenne pendant 20 min.
3. Contrôle de l'homogénéité du mélange
  - Prélever 3 échantillons de 1 g à différents endroits du mélangeur : justifier le choix des prélèvements.

- Doser l'acide citrique dans chacun des échantillons en suivant la technique de dosage de la Pharmacopée.

- Conclure sur l'homogénéité du mélange.

#### 4. Granulation

- Transvaser le mélange de poudre dans un mélangeur planétaire.

- Réaliser le mouillage avec du sirop simple.

- Granuler la masse humide obtenue sur un granulateur oscillant avec une grille de 1,6 mm.

- Calculer le rendement de la granulation et interpréter le résultat.

- Indiquer les paramètres qui peuvent influencer la granulation.

#### 5. Séchage

- Sécher le grain dans une étuve à air ventilée à 40°C.

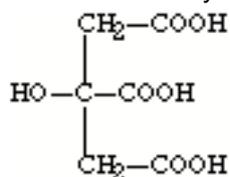
#### 6. Nettoyage

- Nettoyer et ranger le matériel et les locaux.

### PHARMACOPÉE FRANÇAISE X<sup>ème</sup> ÉDITION

CITRIQUE (ACIDE) ANHYDRE

Acidum citricum anhydricum



C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>Mr = 192,1

L'acide citrique anhydre contient au minimum 99,5 pour cent et au maximum l'équivalent de 101,0 pour cent d'acide hydroxy-2 propanetricarboxylique-1,2,3, calculé par rapport à la substance anhydre.

#### CARACTÈRES

Poudre cristalline blanche ou cristaux incolores, très solubles dans l'eau, facilement solubles dans l'alcool, assez solubles dans l'éther.

#### IDENTIFICATION

A. Dissolvez 1 g d'acide citrique anhydre dans 10 mL d'eau. La solution est fortement acide (V.6.3.2).

B. L'acide citrique anhydre satisfait à l'essai " Teneur en eau " (voir Essai).

C. L'acide citrique anhydre donne la réaction des citrates (V.3.1.1).

#### ESSAI

Solution S. Dissolvez 5,0 g d'acide citrique anhydre dans 39 mL de solution diluée d'hydroxyde de sodium R en ajoutant la substance par petites quantités et complétez à 50 mL avec de l'eau distillée.

Aspect de la solution. Dissolvez 2,0 g d'acide citrique anhydre dans de l'eau et complétez à 10 mL avec le même solvant. La solution est limpide (V.6.1) et n'est pas plus fortement colorée que la solution témoin J7, JB7 ou JV7 (Procédé II, V.6.2).

#### DOSAGE

Dissolvez 0,550 g d'acide citrique anhydre dans 50 ml d'eau. Titrez par l'hydroxyde de sodium 1 mol.dm<sup>-3</sup> en présence de 0,5 ml de solution de phénolphtaléine R jusqu'à coloration rose.

1 ml d'hydroxyde de sodium 1 mol.dm<sup>-3</sup> correspond à 64,03 mg de C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>.

#### CONSERVATION

En récipient étanche.

### SUJET 2 : FABRICATION ET CONTRÔLE D'UNE CRÈME À USAGE COSMÉTOLOGIQUE

1. Préparer un lot de 400 g de crème. La composition et le schéma de fabrication sont fournis en annexes. Indiquer et justifier le rôle du monopalmitostéarate de glycérol et du parahydroxybenzoate de méthyle.

2. Réaliser les contrôles suivants :

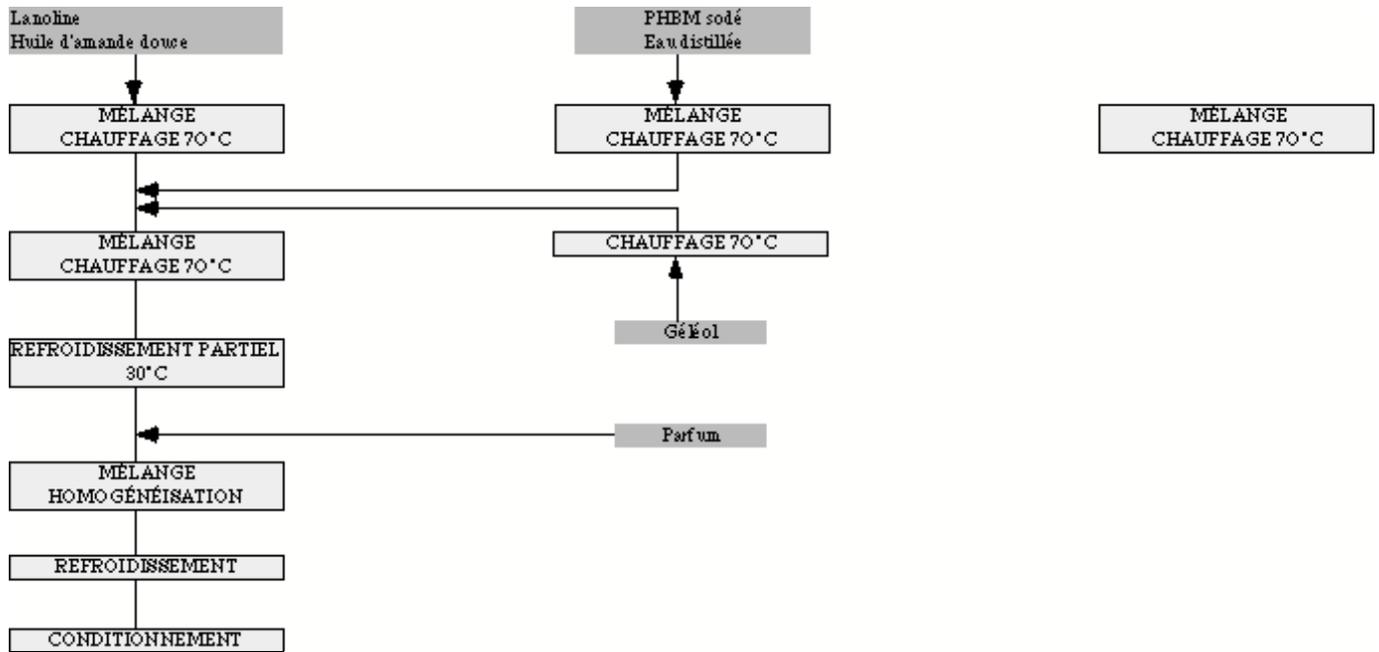
2.1. Type de l'émulsion

Faire deux dépôts de crème sur une lame de verre. Ajouter sur l'un quelques grains d'érythrosine et sur l'autre quelques grains de Soudan III. Observer après 30 minutes et conclure.

Données : l'érythrosine est hydrosoluble et le Soudan III est liposoluble.

- 2.2. Finesse de l'émulsion Étalonner le micromètre oculaire puis après avoir mis une petite quantité de crème entre lame et lamelle mesurer le diamètre d'une trentaine de «globules». Calculer la moyenne.
  - 2.3. Stabilité de l'émulsion Centrifuger un tube de crème à 3 000 tours/min, à 20°C pendant 10 minutes. Observer et conclure sachant que ces conditions de centrifugation correspondent à un vieillissement de six mois.
  - 2.4. Mesure de la viscosité
3. Établir une fiche de fabrication.
  4. Quelle décision faut-il prendre en ce qui concerne ce lot ? Justifier.

## ANNEXE 1 : SCHÉMA DE FABRICATION



## ANNEXE 2

### COMPOSITION

Lanoline	10,0 g
Huile d'amande douce	40,0 g
Monopalmitostéarate de glycérol («Géléol»)	6,0 g
Parahydroxybenzoate de méthyl sodé (PHBM)	0,1 g
Parfum	100 µL
Eau distillée	qsp 100,0 g

### SPÉCIFICATIONS

Type d'émulsion	H/L
Taille moyenne des globules	(1 ± 0,2) µm
Stabilité	> 6 mois
Viscosité	8,5 Pa.s

## SUJET 3 : FABRICATION D'UN PRÉFROMAGE LIQUIDE

### 1 - Manipulation

- 1.1 Ultrafiltrer 25 L de lait écrémé, préalablement chauffé à 50° C, dans les conditions suivantes :
  - différence de pression transmembranaire = 1,5 bar
  - vitesse de circulation = 5 m/s
  - température = 50° C.
- 1.2 Relever lors de la manipulation les paramètres suivants :
  - débit de perméat
  - volume de perméat
  - matière sèche rétentat }

- matière sèche perméat } mesure par réfractométrie

Fréquence des relevés : toutes les 5 min.

1.3. Arrêter l'ultrafiltration lorsque le facteur de concentration volumique (FCV) atteint une valeur de 3.

## 2 - Interprétation

- 1- Décrire le principe de l'ultrafiltration.
- 2 - Préciser les paramètres influençant le débit de perméat
- 3 - Indiquer le type de module utilisé.
- 4 - Tracer puis interpréter les trois courbes suivantes :
  - a) Évolution de la matière sèche du rétentat en fonction du FCV
  - b) Évolution de la matière sèche du perméat en fonction du FCV
  - c) Évolution du débit de perméat en fonction du FCV.

## Sujet 4 : PRÉPARATION ET CONDITIONNEMENT D'UNE SAUCE PIZZA

### 1.Préparation de la sauce pizza

#### 1.1 .Composition

	En g
SUCRE	13
SEL	38
POIVRE	0,5
ORIGAN	2,25
HERBES DE PROVENCE	2.25
AIL	11.5
HUILE D'OLIVE	28.75
EAU	38,25
HARISSA	2
TOMATE CONCASSÉE	2020
OIGNONS ÉMINCÉS CONGELÉS	343,5
TOTAL	2500

La composition de la sauce est à respecter à 5 % près.

#### 1.2.Procédé de fabrication

Il s'agit de préparer 2,5 kg de sauce pizza.

Dans le mélangeur-cuiseur de 5 litres, placer le bras coupant.

Introduire sucre, sel, poivre, origan, herbes de Provence, ails, huile d'olive, harissa, tomate concassée, faire une très bonne dispersion des éléments (vitesse moyenne).

Brancher l'eau de réchauffement afin d'obtenir une température de  $90 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Lorsque les  $90^{\circ}\text{C}$  sont atteints, mettre les oignons émincés congelés, maintenir la température de façon à pasteuriser les oignons 2 minutes. Mettre le vide à 60 %.

Refroidir le mélangeur et maintenir la température à  $65^{\circ}\text{C}$  jusqu'au remplissage des pots.

Noter la température toutes les 2 minutes à partir de l'ajout des oignons.

#### 1.3.Nettoyage de l'appareil

Nettoyer le cuiseur selon le protocole fourni en annexe.

## 2. Remplissage des pots

Pasteuriser la louche utilisée pour le transfert, les pots ayant déjà été pasteurisés.

Transférer la sauce pizza dans les pots fournis à l'aide de la louche.

Laisser refroidir les pots, à température ambiante pendant 30 minutes, puis les stocker en chambre froide.

## 3. Compte rendu

### 3.1. Fiche de fabrication de la sauce pizza

Rendre une fiche de fabrication comprenant les fiches de pesée.

### 3.2. Pasteurisation des oignons

Tracer d'abord l'évolution de la température en fonction du temps depuis l'ajout des oignons, jusqu'à l'arrêt du mélangeur lors du transfert de la sauce pizza, puis tracer  $L_T = f(t)$ .

Déterminer la valeur pasteurisatrice du procédé vis à vis des oignons.

Données:  $T^* = 70^\circ\text{C}$        $t^* = 1$  minute       $z = 7^\circ\text{C}$        $L_T = 10^{(t-t^*/z)}$

Les oignons congelés contenaient 2 300 bactéries mésophiles par g. Sachant que le temps de réduction décimal de la flore mésophile est de 1,2 minute à  $70^\circ\text{C}$ , donner le nombre de bactéries mésophiles présentes dans la sauce pizza finale (ces bactéries provenant des oignons).

### 3.3. Étude du procédé de fabrication de la sauce

Préciser pourquoi on maintient le produit en attente à  $65^\circ\text{C}$ .

Préciser pourquoi on travaille sous vide.

Avant la mise en boîte prélever un peu de sauce pizza. Refroidir la sauce. Déterminer le pH de cette sauce, après avoir étalonné le pH mètre.

### 3.4. Produit fini

Rendre une étiquette du produit fini en pot.

La D.L.U.O. d'un produit de ce type est de 6 mois.

Justifier ce délai par la nature du produit.

### 3.5. Analyse sensorielle

Proposer un test d'évaluation sensorielle permettant de mettre en évidence que la salinité du nouveau produit est équivalente au produit de référence.

## Sujet 6 : SÉCHAGE DE NOIX DE COCO

### 1. Matériel

Séchoir à lit d'air fluidisé

Balance

Balance infrarouge

Psychromètre.

### 2. Manipulation

Mesurer la teneur en eau du produit à la balance IR.

Peser le bol du séchoir puis y placer une masse de  $150 \pm 10$  g de produit.

Sécher à une température de  $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  jusqu'à obtenir un produit dont la teneur en eau est de 10%  $\pm 1$  %.

Le séchage est suivi en pesant le bol contenant le produit. Tracer la courbe  $m = f(t)$  et adapter les intervalles de mesure en fonction de celle-ci.

Conditionner en sac étiqueté.

À la fin du séchage mesurer la teneur en eau du produit à la balance IR.

Déterminer l'humidité relative de l'air ambiant (psychromètre et diagramme de Mollier) Le diagramme de Mollier est fourni en annexe.

### 3. Nettoyage

### 4. Compte rendu

4.1. Concevoir et remplir une fiche de fabrication.

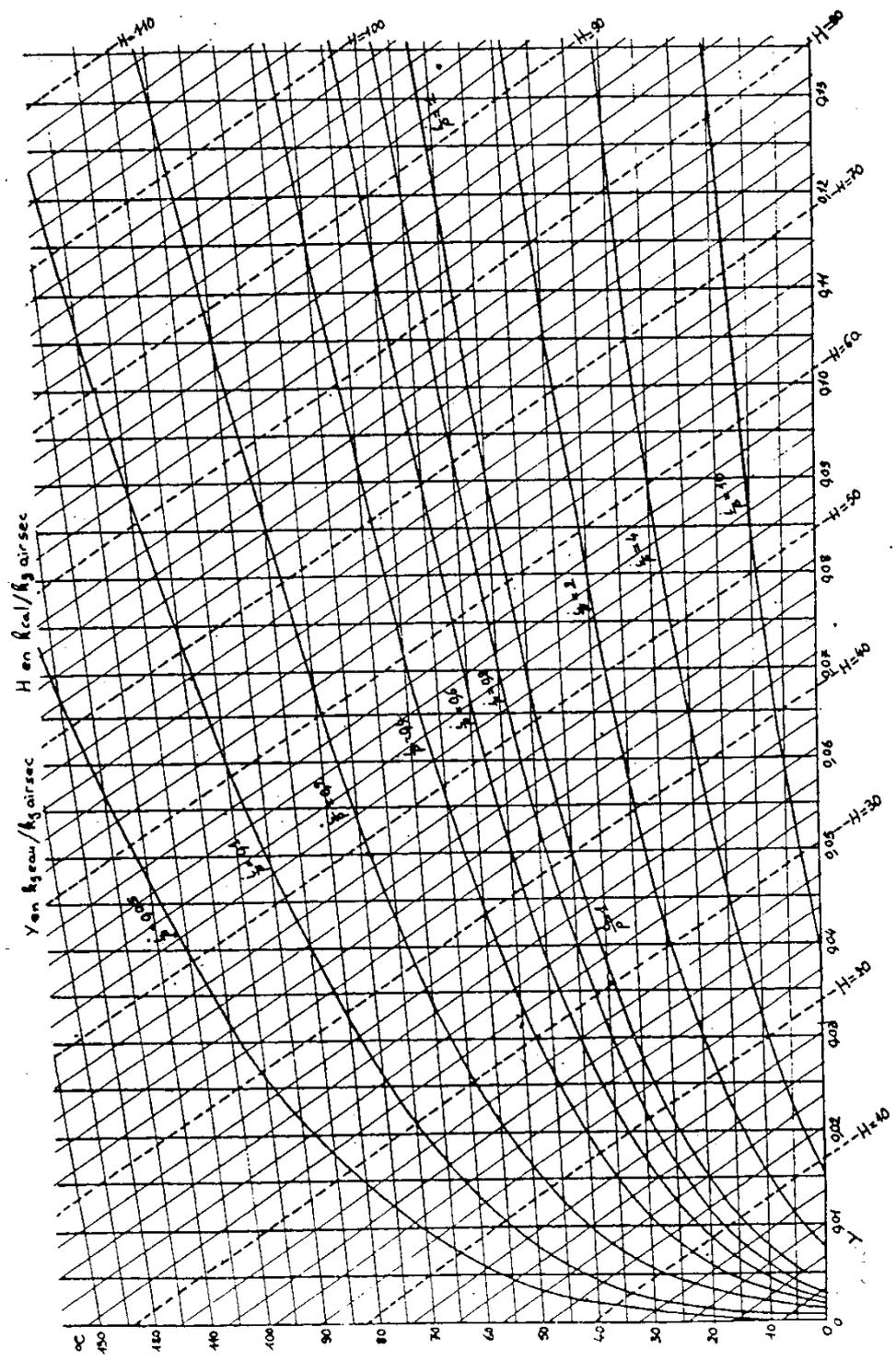
4.2. Faire une étude critique de la méthode utilisée pour suivre le séchage.

4.3. Afin de détecter l'existence d'une éventuelle différence entre le produit fabriqué et un produit de référence, choisir et présenter un test d'analyse sensorielle adapté.

4.4. Déterminer l'humidité relative de l'air chaud entrant, en déduire l' $a_w$  minimum du produit à la température de séchage. Justifier.

4.5. Déterminer la capacité évaporatoire du procédé en  $\text{g}\cdot\text{min}^{-1}$ . Déterminer l'humidité absolue moyenne de l'air sortant. Le débit d'air entrant est fourni par le centre.

ANNEXE : DIAGRAMME DE MOLLIER



Durée : 6 heures Coefficient : 3

### **FABRICATION D'UN CIDRE**

Les principales étapes de la fabrication d'un cidre sont présentées en annexe 1.

On se propose d'étudier l'aspect microbiologique de cette fabrication et d'envisager quelques contrôles biochimiques du produit fini.

#### **PREMIER JOUR 4 heures 30**

##### **Aspect microbiologique**

##### **1. Origine des bactéries lactiques réalisant la fermentation malolactique**

La transformation malolactique représente un aspect positif pour la saveur du cidre, mais la fermentation hétérolactique engendrée par les mêmes bactéries produit de l'acidité volatile (acétate et D-lactate) nuisible à la qualité du cidre.

C'est pourquoi afin d'optimiser cette transformation malolactique et de mieux maîtriser les souches mises en jeu on recherche l'origine de ces bactéries lactiques. Dans ce but ont été réalisés :

- des prélèvements microbiologiques sur les pommes ;
- des prélèvements microbiologiques dans l'environnement de la cave du producteur et sur le matériel.

##### **1.1. Étude de la flore des pommes.**

Des pommes recueillies avec des gants stériles sont introduites dans un bocal préalablement stérilisé puis broyées stérilement avec de l'eau physiologique. Le surnageant (noté "S") vous est proposé. Réaliser les examens microscopiques et isoler sur milieu "Sabouraud + chloramphénicol", sur gélose trypticase soja sur MRS.

##### **1.2. Étude de la flore de l'environnement et du matériel.**

Les résultats vous seront proposés le second jour.

##### **2. Levures et prise de mousse**

Avant la mise en bouteille, le cidre est filtré afin d'éliminer les levures et de stopper la fermentation éthanolique ce qui permet de garder un taux de sucre correspondant au cidre désiré. Ensuite le moût doit être réensemencé pour la prise de mousse. Cette prise de mousse peut être obtenue par addition de moût de pomme concentré auquel ont été ajoutées des levures.

Ce moût de pomme à environ  $2 \cdot 10^6$  levures / mL est proposé.

##### **2.1. Vérifier la concentration des levures dans ce moût de pomme concentré par numération en hématimètre de Malassez.**

L'annexe 2 décrit l'hématimètre de Malassez. Le comptage doit porter au minimum sur 200 levures. En cas de levures bourgeonnantes, on comptera deux levures si le bourgeon a une taille supérieure à la moitié de la cellule mère.

##### **2.2. Calculer le volume de moût à ajouter dans chaque bouteille de 75 cL sachant que la concentration finale doit être de $10^4$ levures / mL.**

##### **2.3. Vérifier la concentration du moût par un dénombrement dans la masse**

(ensemencer en double 3 dilutions appropriées dont le choix sera justifié sur la copie.)

## Aspect biochimique : Dosages sur le cidre

### 1. Dosage du fer

#### 1.1. Réalisation d'une solution étalon

Réaliser 50 mL d'une solution de concentration connue et voisine de 8 mg/L de fer II ( $M = 55,85 \text{ g/mol}$ ).

On dispose pour cela de sel de Mohr  $\{ \text{FeSO}_4, (\text{NH}_4)_2, \text{SO}_4, 6 \text{H}_2\text{O} \}$   $M = 392,14 \text{ g/mol}$ .

La masse pesée ne devant pas être inférieure à 100 mg, on réalisera d'abord 100 mL d'une solution mère 50 fois plus concentrée que l'on diluera ensuite.

On introduira dans chacune des fioles avant son ajustage, 3 mL, de solution d'acide sulfurique à environ 0,1 mol/L.

#### 1.2. Dosage du fer dans le cidre

100 mL de cidre ont été calcinés et les cendres obtenues dissoutes dans une solution d'acide chlorhydrique ramenée à pH 3,5 au moyen d'acétate de sodium. On obtient ainsi une solution contenant :

- les cendres provenant de 100 mL de cidre calciné.
- la solution tamponnée pH 3,5 q.s.p 50 mL.

Ce minéralisat de cidre est fourni.

#### 1.3. Réalisation du dosage

Réaliser la gamme et les essais suivants après avoir complété le tableau.

Numéro des tubes	0	1	2	3	4	5	E1	E2
minéralisat en mL							1	1
solution étalon en mL	0	1	2	3	4	5		
eau qsp 10 mL								
hydroquinone en $\mu\text{L}$	500	500	500	500	500	500	500	500
phénantroline en mL	1	1	1	1	1	1	1	1

Après agitation puis 30 min d'attente les absorbances seront lues à 490 nm.

#### 1.4. Résultat

La détermination de la concentration en fer du cidre se fera au moyen d'un graphe légendé que l'on joindra au compte rendu ou au moyen d'une régression linéaire ( $CV = 2 \%$ ). Conclure sachant que la concentration en fer du cidre doit être inférieure à 25 mg/L.

### 2. Détermination de l'acidité totale

L'acidité totale d'un cidre est la somme des acidités titrables lorsqu'on amène le cidre à pH = 7 par addition de liqueur alcaline titrée ; l'acide carbonique n'est pas compris dans l'acidité totale.

L'acidité totale se détermine par titrage potentiométrique au moyen d'une solution d'hydroxyde de sodium.

#### 2.1. Décarbonation du cidre

Dans une fiole à vide, introduire environ 50 mL de cidre, adapter la trompe à vide et procéder à la décarbonation. Arrêter lorsque le cidre a cessé de mousser.

#### 2.2. Détermination de l'acidité totale

Étalonner le pH-mètre suivant la procédure fournie avec l'appareil. Dans un bécher de forme haute, introduire exactement 90 mL de cidre décarboniqué, immerger les électrodes et mettre en marche l'agitateur. Ajouter la solution d'hydroxyde de sodium à 0,050 mol/L jusqu'à ce que le pH soit égal à 7. Noter le volume d'hydroxyde de sodium versé.

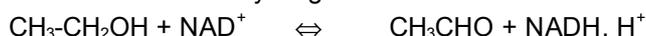
#### 2.3. Résultats

Exprimer l'acidité totale en mmol d'ions  $\text{H}^+$  par litre de cidre ( $CV = 2 \%$ ).

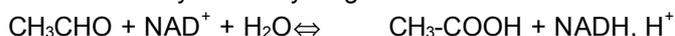
### 3. Dosage de l'éthanol

#### 3.1. Principe

Alcool deshydrogénase



Aldéhyde deshydrogénase



#### 3.2. Mode opératoire

À partir de cidre décarboniqué précédemment, réaliser en fiole jaugée de 100 mL une dilution au 1/1000 du cidre.

Procéder ensuite suivant le mode opératoire proposé ci-dessous.

Longueur d'onde 340 nm ;

Cuve de 1 cm de trajet optique.

Introduire dans les cuves	Témoin	Essai 1	Essai 2
Mélange réactionnel	3,00 mL	3,00 mL	3,00 mL
Eau distillée	0,10 mL		
Solution d'essai		0,10 mL	0,10 mL
Mélanger. Après environ 3 min, lire l'absorbance des solutions A1.			
Déclencher la réaction par addition de :			
Réactif déclenchant	0,05 mL	0,05 mL	0,05 mL

Mélanger après réaction complète (environ 5 - 10 min).

Lire les absorbances A2 des cuves l'une après l'autre. Il est préférable de recouvrir les cuves de parafilm durant le temps de la mesure.

### 3.3. Résultats

Calculer la concentration en éthanol du cidre en mol/L et en % (vol / vol) (volume d'éthanol pour 100 volumes de cidre à 20°C).

Données

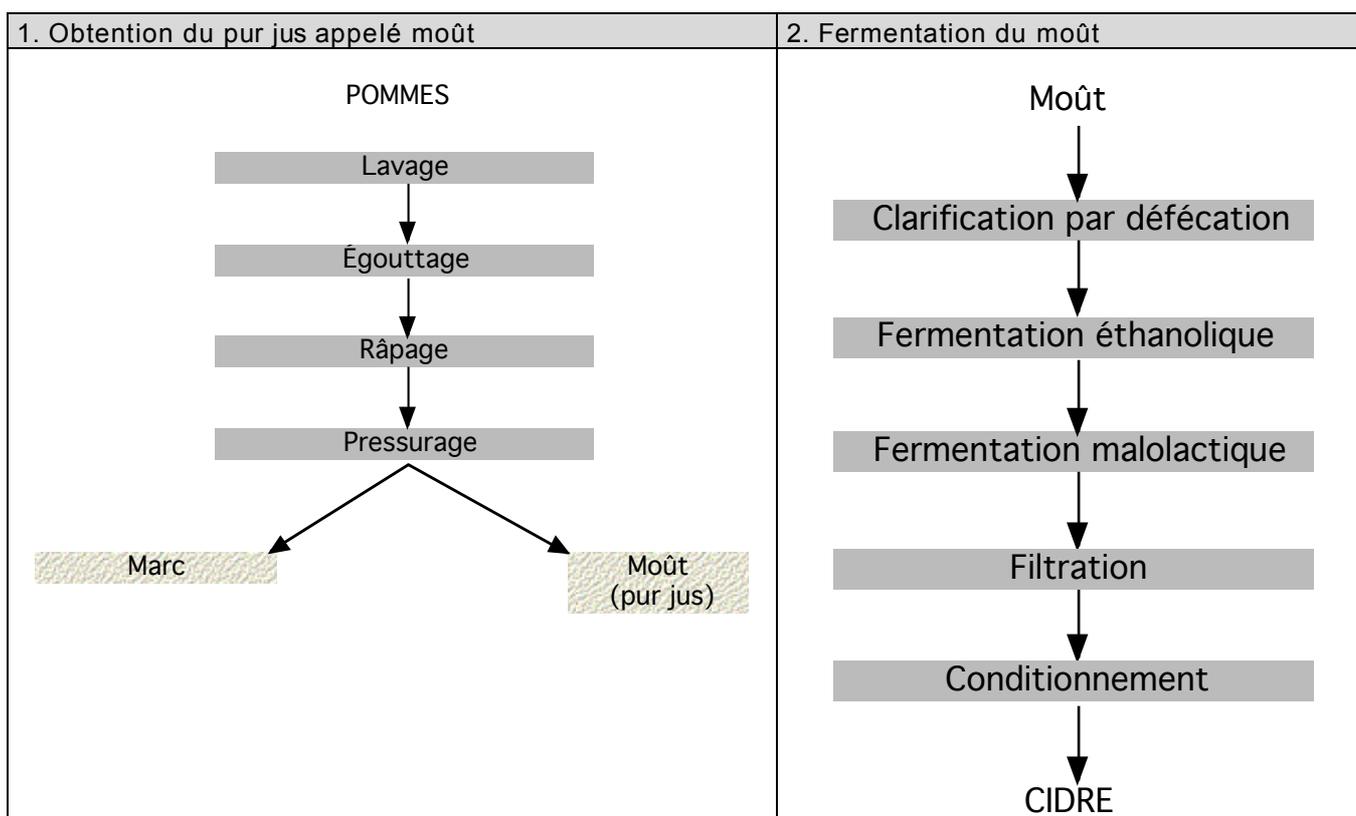
On utilisera les masses atomiques suivantes exprimées en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

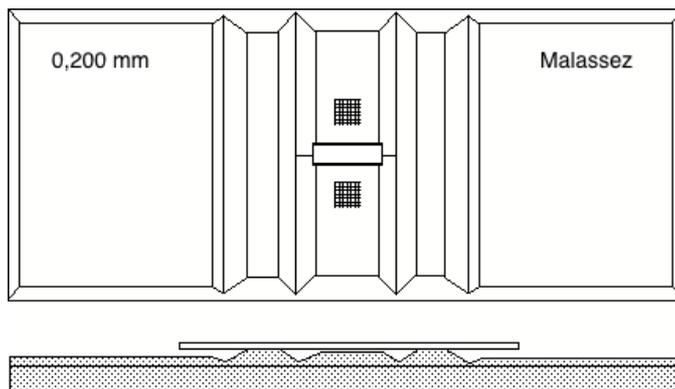
H = 1.01 ; C = 12.01 ; O = 16.00 ; Fe = 55,85

$\rho_{\text{éthanol}} 20^\circ \text{C} = 793.6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Absorbance linéique molaire du NADH à 340 nm =  $630 \text{ m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ .

## ANNEXE 1 : Diagramme de cheminement de la fabrication du cidre





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

- deux plates-formes latérales élevées qui supporteront une lamelle épaisse et plane
- une plate-forme centrale légèrement abaissée, sur laquelle est gravé un quadrillage (ou deux quadrillages)

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

Il est constitué d'un grand rectangle (A'B'C'D') de :

- 2,5 mm de longueur
- 2 mm de largeur

Il est divisé en 100 rectangles égaux:

- 25 rectangles sont clairs
- 50 rectangles sont divisés en bandes
- 25 rectangles (ABCD) sont divisés en 20 petits carrés (abcd)

Lorsque la lamelle plane est déposée sur la plate-forme centrale, la distance entre cette plate-forme centrale et la face inférieure de la lamelle est de 0,2 mm.

La chambre parallélépipédique correspondant au grand rectangle a un volume total de :

$V = 2,5 \cdot 2 \cdot 0,20 = 1 \text{ mm}^3$

Le parallélépipède correspondant à chaque rectangle a un volume de :

$V = 0,25 \cdot 0,20 \cdot 0,20 = 0,01 \text{ mm}^3$

**Aspect microbiologique**

**1. Origine des bactéries lactiques et étude de la flore des pommes réalisant la fermentation malolactique**

**1.1. Prélèvement sur les pommes**

- Lire les isolements.
- Pour la flore bactérienne effectuer les contrôles microscopiques.
- Grâce aux tests enzymatiques appropriés, orienter l'identification des souches bactériennes.

**1.2. Prélèvement de l'air ambiant et du matériel**

La flore bactérienne recueillie dans l'environnement et sur le matériel de pressage est importante et révèle des bacilles Gram +, catalase - et des coques Gram +, catalase-.

**1.3. Conclusion**

D'après les résultats obtenus en 1.1. et 1.2., déduire l'origine des bactéries lactiques du cidre.

**2. Levures et prise de mousse**

Dénombrer les colonies sur chacune des boîtes observées. Rendre les résultats sous forme d'un tableau. Calculer la concentration en levures dans le moût en utilisant la formule de la norme AFNOR. Comparer la valeur trouvée à celle trouvée par numération en hématimètre de Malassez. Conclure.

Données : Formule de la norme AFNOR

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

N = nombre d'UFC de levures par mL.

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

$n_1$  = nombre de boîtes retenues à la 1<sup>ère</sup> dilution (la plus petite).

$n_2$  = nombre de boîtes retenues à la 2<sup>ème</sup> dilution (la plus grande).

d = taux de dilution de la première dilution.

V = volume d'inoculum en mL.

**CONTRÔLES DANS UNE LAITERIE**

**PREMIER JOUR 4 heures 30**

Les matières premières comme les co-produits doivent être régulièrement contrôlées. On propose de réaliser :

- un contrôle instrumental (vérification rapide d'une pipette automatique),
- la détermination de la sensibilité d'une méthode de dosage du phosphore afin de choisir judicieusement une méthode pour doser le phosphore dans le lactosérum avant et après traitement,
- un contrôle microbiologique et immunologique du lait.

**1. Contrôle gravimétrique rapide d'une pipette automatique**

**1.1 Objectif**

Les pipettes automatiques doivent être contrôlées régulièrement et selon des protocoles définis par le constructeur ou par la norme ISO DIS 8655. Il s'agit aujourd'hui d'effectuer un contrôle rapide d'une P1000 selon les recommandations du fabricant.

Ce contrôle doit être enregistré sur une carte de contrôle afin de visualiser, détecter et signaler un éventuel dysfonctionnement.

**1.2 Mode opératoire**

- 1.2.1 Choisir un récipient de pesée dont la capacité est de 10 à 15 fois le volume du test.
- 1.2.2 Placer une petite quantité d'eau dans le récipient de pesée.
- 1.2.3 Afficher 500 µL sur la pipette automatique à tester.
- 1.2.4 Positionner le cône.
- 1.2.5 Effectuer 2 prérinçages (ces mesures ne seront pas prises en compte dans les calculs).
- 1.2.6 Noter la température ambiante.
- 1.2.7 Placer le récipient de pesée sur le plateau de la balance, fermer la porte.
- 1.2.8 Faire le zéro.
- 1.2.9 Pipeter l'eau.
- 1.2.10 Ouvrir la porte de la balance, déposer l'échantillon, fermer la porte.
- 1.2.11 Attendre la stabilisation de l'affichage (si l'affichage est instable noter la valeur au bout d'un temps défini ; 15, 20, 30 secondes. Dans ce cas conserver ce temps pour toutes les mesures).
- 1.2.12 Répéter les étapes 1.2.7 à 1.2.11 quatre fois.

**1.3 Exploitation des résultats**

- 1.3.1 Utiliser le tableau en annexe 1 (la pression atmosphérique vous sera précisée par les examinateurs) pour calculer le volume moyen et l'étendue.
- Compléter la carte aux moyennes et aux étendues (annexe 2), signaler les points sortants des tolérances admises, conclure et prendre alors la décision adaptée.

**2. Choix d'une méthode de dosage des phosphates dans un lactosérum**

Une fromagerie fabriquant du camembert produit des volumes importants de lactosérum. Ce lactosérum ne peut être directement rejeté : c'est un polluant car il est riche en matières organiques et en minéraux. Il doit être impérativement traité ou valorisé, l'effluent final ayant alors un taux de phosphore très faible.

Dans les deux cas, il est nécessaire de connaître un certain nombre de paramètres physico-chimiques (pH, teneur en matières sèches, concentration en protéines, lactose, ions...). La concentration en phosphore est l'un des paramètres recherchés. Se pose alors la détermination de cette concentration et le choix de la méthode.

Teneur en phosphore attendue dans le lactosérum : 0,7 % (% massique).

Concentration en phosphore dans l'effluent final : < 25 mmol.dm<sup>-3</sup>.

Le choix d'une méthode est basé sur ses qualités analytiques ; fiabilité, sensibilité, spécificité, sélectivité mais aussi sur d'autres critères : facilité de mise en œuvre, rapidité, coût des réactifs et du matériel nécessaire,...

## 2.1 Détermination de la sensibilité d'une méthode de dosage des phosphates (méthode A)

### 2.1.1. Établissement de la gamme d'étalonnage

À partir de la solution étalon mère de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  à  $0,6804 \text{ g.L}^{-1}$ , préparer une gamme d'étalonnage contenant de 0 à 1  $\mu\text{moles}$  de P par tube (6 points sont obligatoires chaque point de la gamme d'étalonnage doit être réalisé en double). Dans des cuves pour spectrophotométrie, introduire :

- X ml de solution étalon de P
- (2-X) mL d'eau distillée
- 0,8 mL de réactif sulfomolybdique
- 0,4 mL d'hydroquinone à  $10 \text{ g.L}^{-1}$
- 0,4 mL de sulfite de sodium

Homogénéiser.

Laisser reposer 20 minutes à l'obscurité.

Lire les absorbances à 700 nm. Coloration stable une heure.

Remarque : les phrases de risque et les phrases de conseil des réactifs utilisés sont proposées en annexe 4.

### 2.1.2. Résultats et exploitation

- Donner un tableau complet de la gamme d'étalonnage.
- Tracer la courbe d'étalonnage en faisant apparaître les 2 points pour chaque étalon.
- Déterminer la sensibilité de la méthode exprimée en  $\mu\text{mol}^{-1}$  (pour le domaine de linéarité une régression pourra être effectuée).
- Pour chaque étalon, discuter de la répétabilité, sachant que la différence entre 2 essais réalisés pour le même opérateur avec les mêmes réactifs et le même appareillage dans une même série de mesure ne doit pas excéder 5 %.

## 2.2 Choix de la méthode

Une méthode B de dosage des phosphates a une sensibilité de  $0,050 \mu\text{mol}^{-1}$ .

En fonction de cette indication et des résultats obtenus avec la méthode A, choisir la méthode la plus adaptée pour les dosages des phosphates dans le lactosérum et l'effluent.

Données :

$$M_{\text{KH}_2\text{PO}_4} = 136,1 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_{\text{P}} = 30,97 \text{ g.mol}^{-1}$$

## 3. Contrôles microbiologiques du lait

Le lait cru destiné à la consommation doit présenter les critères microbiologiques suivants :

- absence de Salmonella dans 25 g
- absence de Mycobacterium tuberculosis
- $< 10^2$  coliformes totaux / mL
- $< 10^2$  Staphylococcus aureus / mL
- $< 5.10^4$  germes aérobies mésophiles / ml

Il est proposé de contrôler certains critères sur un échantillon de lait cru prélevé à son arrivée à la laiterie.

### 3.1 Recherche d'une contamination fécale : dénombrement des coliformes totaux en milieu solide.

#### 3.1.1. Matériel à disposition :

- un tube de lait à analyser noté Lx
- 6 boîtes de Pétri 90 mm stériles
- 120 mL de gélose au VRBL en surfusion à  $55^\circ\text{C}$
- 3 tubes de 9 mL de tryptone-sel stérile
- pipettes stériles de 1 mL ou équivalent.

#### 3.1.2. Mode opératoire :

Réaliser les dilutions du lait : de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ .

Dénombrer en utilisant la technique en profondeur avec double couche :

- dilutions  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ .
- deux essais par dilution.
- inoculum : 1 mL

Préciser sur le compte rendu la température d'incubation et justifier le choix des dilutions.

### 3.2. Recherche de Mycobactéries par coloration Kinyoun sur le lait Lx centrifugé 10 min à 3000 tours $\text{min}^{-1}$

Rechercher après coloration la présence éventuelle de Mycobactéries sur l'anneau de crème et sur le culot. Rendre compte des résultats obtenus et conclure.

### 3.3 Recherche de staphylocoques coagulase + présumés

À partir d'un bouillon Chapman d'enrichissement ensemencé avec du lait cru noté Ch Lx, réaliser un isolement sur Gélose Trypticase Soja et sur Baird-Parker.

## 4. Contrôle immunologique

Le lait de vache est acheté moins cher que le lait de chèvre par la laiterie. Certains producteurs de lait de chèvre sont tentés d'ajouter du lait de vache pour augmenter le volume. La fraude peut être décelée par diverses techniques telles l'inhibition de l'hémagglutination ou l'immunoprécipitation. La technique de Mancini ou immunodiffusion radiale permet une détermination quantitative de la présence de lait de vache dans le lait de chèvre jusqu'à une limite de 1 %. Il est proposé une recherche quantitative d'immunoglobulines bovines dans 2 échantillons de lait de chèvre.

### 4.1 Matériel et réactifs

- Un tube contenant 12 mL d'agarose à 1 % en surfusion à 55°C noté agarose.
- Un tube contenant 150 µL d'anticorps anti-immunoglobulines bovines noté anti Ig bovines.
- Un tube contenant 0,4 mL de lait de vache pur noté Lvache
- Un tube contenant (.)4 mL de lait de chèvre pur noté Lchèvre.
- Un échantillon de lait de chèvre à tester noté C.
- P<sub>20</sub>, P<sub>100</sub>, P<sub>200</sub> + cônes.
- Une boîte de Pétri
- Emporte-pièce.
- Papier filtre
- Vortex

### 4.2 Mode opératoire

#### 4.2.1..... Préparation du gel

Incorporer 120 µL d'anticorps anti-Ig bovines dans le tube d'agarose.

Homogénéiser et couler immédiatement dans la boîte de Pétri.

Laisser solidifier le gel à température ambiante et le placer 15 minutes à 4°C.

#### 4.2.2..... Réalisation des puits

À l'aide de l'emporte-pièce, creuser des puits en se référant au document en annexe.

(NDLR : la technique utilisée pour réaliser les puits est précisée le jour du TP. On peut par exemple utiliser une pipette de 10 mL en plastique à usage unique munie d'une poire pour aspirer la gélose)

#### 4.2.3..... Préparation de la gamme d'étalonnage

À partir des laits Lvache et Lchèvre présentés, réaliser la gamme de 6 concentrations en lait de vache suivante : 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%.

Préparer 100 µL de chaque concentration : le lait de chèvre sert de diluant.

#### 4.2.4..... Dépôts : 5 µL par puits (10 puits)

Déposer chacune des solutions de la gamme d'étalonnage.

Déposer le lait à analyser dans 2 puits.

1 puits sera utilisé pour un témoin positif et un pour un témoin négatif.

#### 4.2.5..... Incubation

Placer 2 à 3 morceaux de papier-filtre humidifiés dans le couvercle de la boîte de Pétri.

Laisser diffuser 24 h à température ambiante.

#### 4.2.6..... Compte rendu

Présenter sous forme d'un tableau la réalisation de la gamme d'étalonnage.

Préciser la nature des témoins réalisés.

Remplir l'annexe 3 et la rendre avec la copie.

---

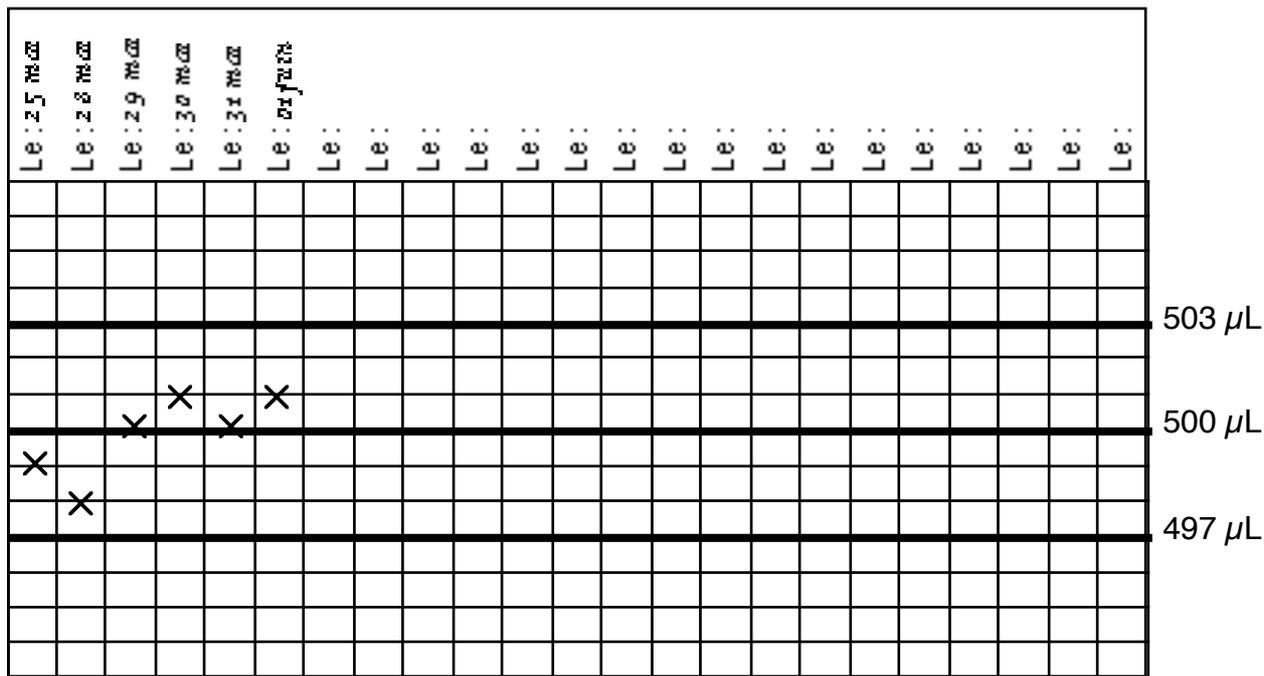
ANNEXE 1 : Valeur du facteur de correction Z (µL/mg) pour l'eau distillée, en fonction de la température et de la pression atmosphérique.

Température (°C)	Pression d'air en hPa (mbar)					
	800	853	907	960	1013	1067
15,0	1,0019	1,0020	1,0020	1,0021	1,0022	1,0022
15,5	1,0020	1,0020	1,0021	1,0022	1,0022	1,0023
16,0	1,0020	1,0021	1,0022	1,0022	1,0023	1,0024
16,5	1,0021	1,0022	1,0022	1,0023	1,0024	1,0024
17,0	1,0022	1,0022	1,0023	1,0024	1,0024	1,0025
17,5	1,0023	1,0023	1,0024	1,0025	1,0025	1,0026
18,0	1,0023	1,0024	1,0025	1,0025	1,0026	1,0027
18,5	1,0024	1,0025	1,0026	1,0026	1,0027	1,0027
19,0	1,0025	1,0026	1,0026	1,0027	1,0028	1,0028
19,5	1,0026	1,0027	1,0027	1,0028	1,0029	1,0029
20,0	1,0027	1,0028	1,0028	1,0029	1,0029	1,0030
20,5	1,0028	1,0029	1,0029	1,0030	1,0030	1,0031
21,0	1,0029	1,0030	1,0030	1,0031	1,0031	1,0032
21,5	1,0030	1,0031	1,0031	1,0032	1,0032	1,0033
22,0	1,0031	1,0032	1,0032	1,0033	1,0034	1,0034
22,5	1,0032	1,0033	1,0033	1,0034	1,0035	1,0035
23,0	1,0033	1,0034	1,0034	1,0035	1,0036	1,0036
23,5	1,0034	1,0035	1,0036	1,0036	1,0037	1,0037
24,0	1,0036	1,0036	1,0037	1,0037	1,0038	1,0039
24,5	1,0037	1,0037	1,0038	1,0039	1,0039	1,0040
25,0	1,0038	1,0039	1,0039	1,0040	1,0040	1,0041
25,5	1,0039	1,0040	1,0040	1,0041	1,0042	1,0042
26,0	1,0041	1,0041	1,0042	1,0042	1,0043	1,0044
26,5	1,0042	1,0042	1,0043	1,0044	1,0044	1,0045
27,0	1,0043	1,0044	1,0044	1,0045	1,0046	1,0046
27,5	1,0045	1,0045	1,0046	1,0046	1,0047	1,0048
28,0	1,0046	1,0047	1,0047	1,0048	1,0049	1,0049
28,5	1,0047	1,0048	1,0049	1,0049	1,0050	1,0051
29,0	1,0049	1,0050	1,0050	1,0051	1,0051	1,0052
29,5	1,0050	1,0051	1,0052	1,0052	1,0053	1,0054
30,0	1,0052	1,0053	1,0053	1,0054	1,0054	1,0055

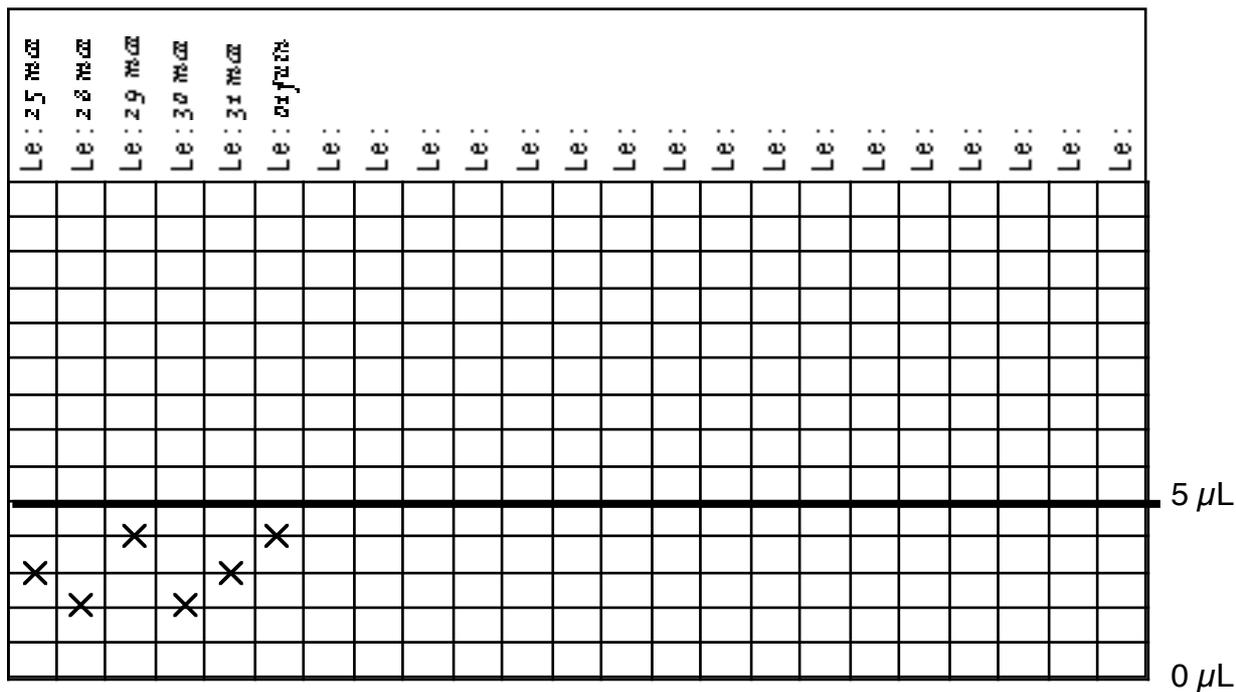
DOCUMENT A COMPLETER ET A RENDRE AVEC LA COPIE

Marque : Modèle : N° de série :
---------------------------------------

Cartes aux moyennes :  
 (Seuils d'alerte : 497 et 503  $\mu$ L)



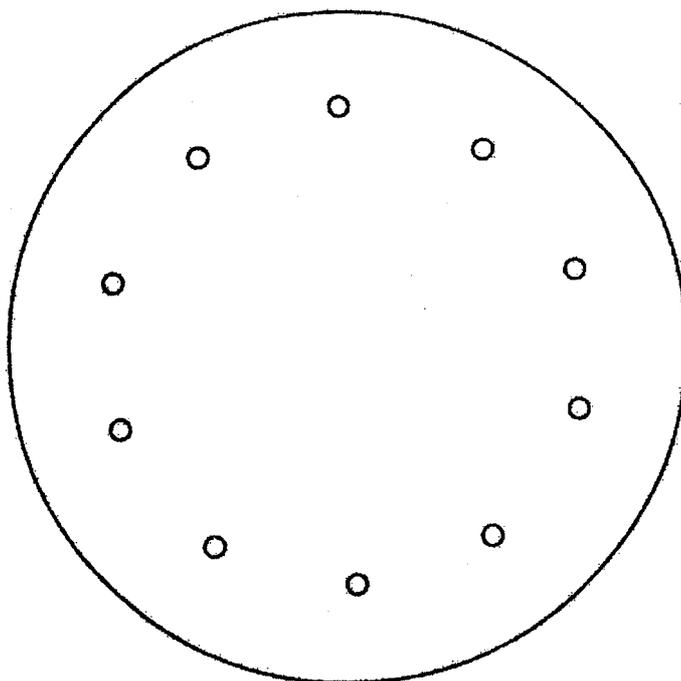
Cartes aux étendues :



## ANNEXE 3 : DOCUMENT À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

N° de poste : .....

### 1. Gabarit des dépôts



### 2. Tableau

N° des puits	% de lait de vache dans le lait de chèvre	diamètre mesuré en mm	(diamètre) <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

## ANNEXE 4 RISQUES CHIMIQUES

- Hydroquinone, produit Xn, N R: 22 - 40 - 41 - 43 - 50 S: 26 - 36/37/39 - 61  
risque pour l'eau: 2

R:22 = Nocif en cas d'ingestion.

R:40 = Possibilités d'effets irréversibles.

R:41 = Risques de lésions oculaires graves.

R:43 = Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau.

R:50 = Très toxique pour les organismes aquatiques.

S:26 = En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.

S:36/37/39 = Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux / du visage.

S:61 = Éviter le rejet dans l'environnement.

- Sulfite de sodium, produit Xn Nocif R:22 - 31 - 36/38 S: 26/37  
risque pour l'eau: 1  
R:22 = Nocif en cas d'ingestion.  
R:31 = Au contact d'un acide, dégage un gaz toxique.  
R:36/38 = Irritant pour les yeux et la peau.  
S:26 = En cas de contact avec les yeux~ laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.  
S:36/37 = Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.

- Réactif sulfo-molybdique :

- \* Molybdate d'ammonium Xi irritant R:36/37/38 - 52/53 S:26 - 36 - 61  
risque pour l'eau: I

R:36/37/38 = Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.  
R:52/53= Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.  
S:26= En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.  
S:36 = Porter un vêtement de protection approprié.  
S:61 = Éviter le rejet dans l'environnement.

- \* Acide sulfurique solution à 5 mol.L<sup>-1</sup>, C corrosif R:35 S:26-30-45  
R:35 = Provoque de graves brûlures.  
S:26 = En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.  
S:30 = Ne jamais verser de l'eau dans ce produit.  
S:45 = En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin.

---

## ANNEXE 5 Coloration de Kinyoun (Ziehl à froid)

(NDLR : le détail de la technique utilisée dépend du centre ; le protocole suivant est fourni à titre indicatif)

### Préparation des frottis

- À partir du prélèvement proposé, faire les frottis.

### Fixation

- Laisser sécher le frottis (à l'air ou sur une plaque chauffante à température moyenne).
- Fixer éventuellement à l'éthanol.

### Coloration

- Placer la lame dans le flacon de Borell de fuchsine phéniquée concentrée. Laisser 10 min à froid sans chauffer.
  - Rincer abondamment à l'eau.
  - Placer la lame dans le flacon de Borrell de solution acide alcool de Kinyoun pendant 3 min.
  - Rincer abondamment à l'eau.
  - Placer la lame dans le flacon de Borell de bleu de méthylène. Laisser agir 1 à 2 min en fonction de la concentration du colorant.
  - Rincer abondamment à l'eau.
  - Sécher et observer. Les Bacilles alcool-acidorésistants apparaissent roses, les autres bactéries bleues.
-

## DEUXIÈME JOUR 1 heures 30

### 1. Contrôles microbiologiques

#### 1.1 Recherche d'une contamination fécale

##### 1.1.1 Lecture

Dénombrer les colonies suspectes.

Présenter les résultats sous forme de tableau.

##### 1.1.2..... Interprétation des résultats

Déterminer le nombre d'UFC de coliformes totaux présents dans 1 mL de lait analysé en utilisant la formule ci-dessous.

Utiliser les boîtes de 2 dilutions successives à condition qu'elles contiennent moins de 150 colonies.

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

N = nombre d'UFC de levures par mL

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

$n_1$  = nombre de boîtes retenues à la 1<sup>ère</sup> dilution (la plus petite)

$n_2$  = nombre de boîtes retenues à la 2<sup>ème</sup> dilution (la plus grande)

d = taux de dilution de la première dilution

V = volume d'inoculum en mL.

- En se référant au critère d'acceptabilité (maximum 100 coliformes/mL de lait cru) conclure quant à la qualité bactériologique du lait analysé.

#### 1.2 Recherche de staphylocoque coagulase + présumés

1.2.1. Décrire et interpréter l'aspect macroscopique des milieux d'isolement ensemencés.

1.2.2. Réaliser une coloration de Gram sur une colonie isolée.

1.2.3. Conclure sur les résultats obtenus.

1.2.4. Proposer par écrit un test permettant d'affirmer que la bactérie est coagulase +.

### 2. Contrôle immunologique

Mesurer les diamètres des anneaux de précipitation et compléter le tableau de l'annexe 3 à rendre avec la copie.

Tracer la courbe  $D^2 = f(\% \text{ lait de vache dans le lait de chèvre})$  de la forme  $D^2 = a.(\% \text{ lait de vache dans le lait de chèvre}) + b$  ( $y = a.x + b$ ).

Déterminer la teneur en lait de vache de l'échantillon testé.

Conclure.

# E6-U62 QUALITÉ APPLIQUÉE AUX INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET AUX BIOINDUSTRIES - ÉTUDE DE CAS 2001

Durée : 4 heures Coefficient 4

Calculatrices autorisées

La satisfaction des clients soit être au centre des préoccupations de l'entreprise.  
Diverses études de la qualité permettent d'atteindre cet objectif.

## PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE DE LA STRATÉGIE DE SATISFACTION DES CLIENTS (20 points)

Différents chiffreages ont été effectués dans une entreprise qui fabrique du lait pasteurisé conditionné en bouteilles de 1 litre à la cadence de 10000 bouteilles/heure.

1. Définir les grandes rubriques de coût permettant de calculer le coût de la non-qualité.
2. Préciser dans quelle rubrique il est possible de retrouver des éléments de la satisfaction des clients.
3. Répartir les différents items proposés en annexe 1 dans les grandes rubriques de coût de non-qualité.
4. Calculer les proportions relatives des différentes rubriques. Commenter les résultats obtenus.
5. Proposer des actions à mettre en place pour diminuer les coûts de non-qualité.  
Montrer graphiquement l'évolution de ces coûts lors de la réalisation de ces actions.

## DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE DU PLAN DE CONTRÔLE A RÉCEPTION (35 points)

Un des objectifs fixé par l'entreprise est d'atteindre "zéro non conformité" sur le site de production. On commence par vérifier le plan de contrôle à réception des articles de conditionnement.

1. Un récapitulatif des dernières livraisons de bouteilles est donné au tableau 1 de l'annexe 2. À l'aide du tableau 2 de l'annexe 2 et des annexes 3 et 4, vérifier et justifier les décisions prises sachant que le NQA choisi est de 2,5. Commenter.
2. Par la suite, les livraisons deviennent toutes acceptables. Malgré cela, des problèmes se posent en production. On réduit le NQA à 1.
  - 2.1. Justifier cette décision.
  - 2.2. Comparer les 2 plans possibles suivants :

NQA = 1	NQA = 1
n = 13	n = 50
$p_{10} = 16,1$	$P_{10} = 7,56$
$DS = 16,1/0,394 = 40,9$	$DS = 7,56/0,712 = 10,6$

Rappel :  $DS = P_{10} / p_{95} = \text{risque client} / \text{risque fournisseur}$

3. Établir les éléments de décision des plans de contrôle normal, réduit et renforcé en complétant le tableau de l'annexe 5 (à rendre avec la copie).

## TROISIÈME PARTIE : ÉTUDE DES NON-CONFORMITÉS EN PRODUCTION (25 points)

1. L'analyse des fiches de non-conformités existantes est faite par le service qualité central et révèle, en fonction des services :

Service Production :

- étiquettes mal centrées : une heure de production
- absence de n° de lot : 20.000 L
- surpoids : 30.000 bouteilles

Service "Analyses" du laboratoire :

- produit jaunâtre : un tank de 5.000 L
- bouteilles gonflées : 10.000 bouteilles
- goût de cuit : 30.000 L

Service commercial :

- erreur de commande : 40.000 bouteilles

- erreur adresse de livraison : 10.000 L
- cartons de bouteilles éventrés : 20.000 L
- goût de cuit : 30.000 bouteilles
- absence de n° de lot : 10.000 bouteilles
- étiquettes mal centrées : 5.000 bouteilles

L'examen des enregistrements de l'atelier expédition n'a révélé aucun endommagement des cartons.

Tracer un diagramme (tous services confondus) permettant de prioriser les actions à mener concernant les non-conformités résultant uniquement de l'activité des ateliers de fabrication et de conditionnement du lait.

Indiquer ces priorités.

2. Ces non-conformités peuvent être classées en "critique", "majeure" ou "mineure".  
Effectuer et justifier le classement.  
Conclure.
3. Indiquer les éléments qu'une fiche de non-conformité doit comporter.
4. Dans cette entreprise, la DLC d'un lait pasteurisé commercialisé en octobre 1998 était de 8 jours à 4°C±1.  
Actuellement, pour un même lait pasteurisé, elle est de 9 jours à 4° C ±1.  
À l'aide de l'annexe 6, vérifier la conformité de ce changement.  
Commenter cette évolution.

## ANNEXE 1 : COÛTS DE DIFFÉRENTS POSTES

	KF
Achat du matériel d'autocontrôle sur ligne de production	30
Retour lait pasteurisé	100
Traitement des non conformes identifiés en production	200
Analyses du laboratoire	100
Maintenance du matériel de contrôle et d'autocontrôle	30
Réclamations des distributeurs	150
Réclamations des clients	250

## ANNEXE 2

Tableau 1

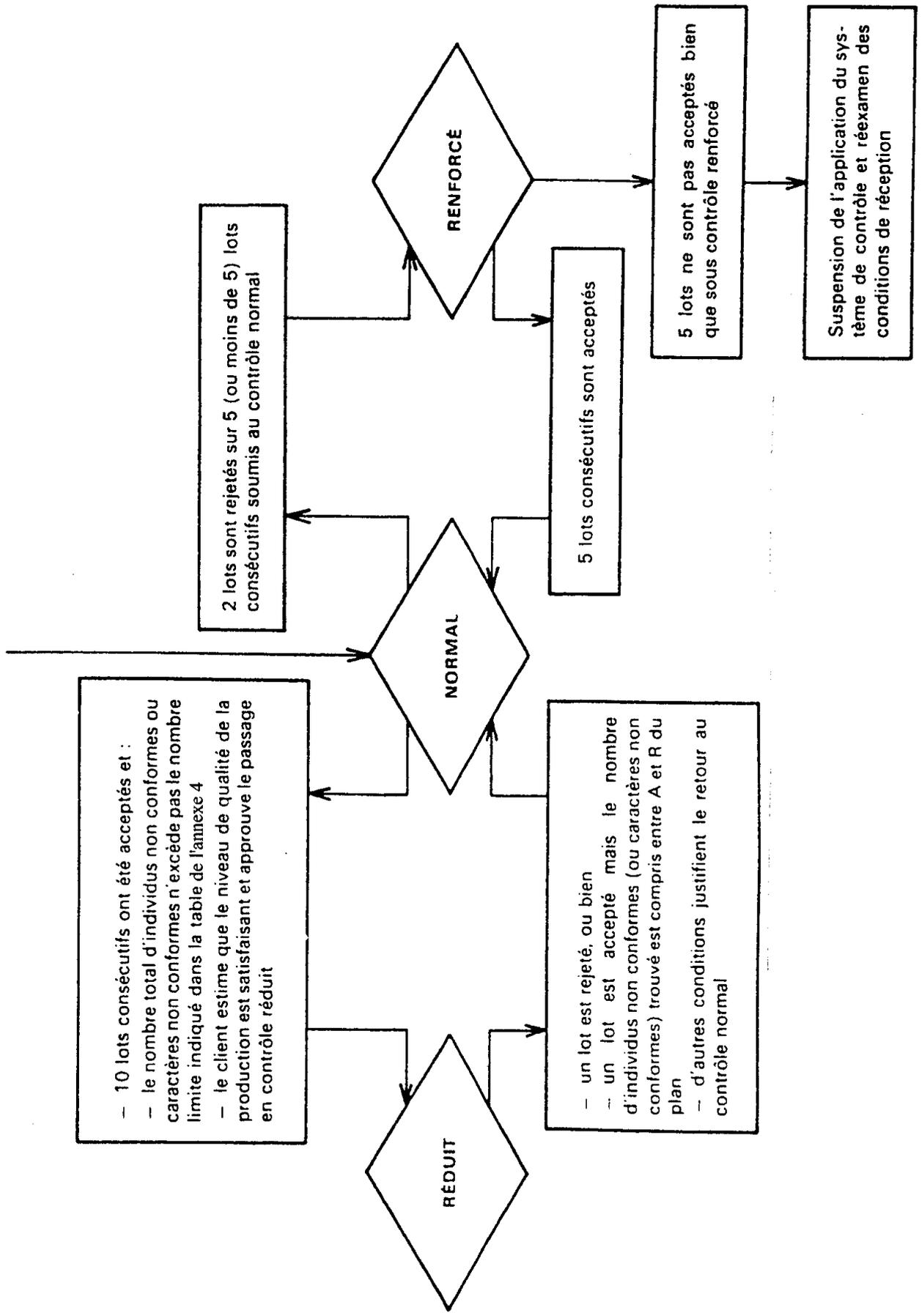
	Effectif du lot	Effectif de l'échantillon : n	Nombre de non conformes	Décision
<b>Fournisseur A</b>				
Livraison 1	200	32	1	Accepté
Livraison 2	250	32	2	Accepté
Livraison 3	250	32	4	Refusé
Livraison 4	270	32	3	Refusé
Livraison 5	250	32	3	Refusé
Livraison 6	270	32	2	Accepté
<b>Fournisseur B</b>				
Livraison 1	300	32	3	Refusé
Livraison 2	250	32	1	Accepté
Livraison 3	270	32	0	Accepté
Livraison 4	270	32	0	Accepté
Livraison 5	250	32	1	Accepté

Tableau 2

Effectif des lots			II
2	à	8	A
9	à	15	B
16	à	25	C

26	à	50	D
51	à	90	E
91	à	150	F
151	à	280	G
281	à	500	H
501	à	1 200	J
1 201	à	3 200	K
3 201	à	10 000	L
10 001	à	35 000	M
35 001	à	150 000	N
150 001	à	500 000	P
500 001	et	au-dessus	Q

Règles pour la modification du contrôle



## Plans d'échantillonnage simple, renforcé, réduit

### Pourcentage d'individus non conformes

(Normes : NFX 06-022 - MIL STD 105E)

		Critères d'acceptation pour le contrôle réduit																		
		A=0 R=1	A=0 R=2	A=1 R=3	A=1 R=4	A=2 R=5	A=3 R=6		A=5 R=8		A=7 R=10		A=10 R=13							
Contrôle		Critères d'acceptation pour le contrôle normal et le contrôle renforcé												Contrôle						
Lettre code	normal n	A=0 R=1	A=1 R=2	A=2 R=3	A=3 R=4	A=5 R=6	A=7 R=8	A=8 R=9	A=10 R=11	A=12 R=13	A=14 R=15	A=18 R=19	A=21 R=22	réduit n	Lettre code					
A	2	2.53 6.5 68.4					<b>P<sub>95</sub></b>	Uniquement en contrôle renforcé		Uniquement en contrôle renforcé		Uniquement en contrôle renforcé		2	A					
B	3	1.70 4.0 53.6				<b>NQA</b>										2	B			
C	5	1.02 2.5 36.9	7.63 10 58.4			<b>P<sub>10</sub></b>										2	C			
D	8	0.64 1.5 25.0	2.64 6.5 40.6	11.1 10 53.9										3	D					
E	13	0.394 1.0 16.1	2.81 4.0 26.8	6.63 6.5 36.0	11.3 10 44.4			La flèche donne la correspondance entre le contrôle normal et le contrôle renforcé correspondant. Exemple : un contrôle normal lettre code J, NQA 0,65 deviendra le contrôle renforcé K, NQA 0,4						5	E					
F	20	0.256 0.65 10.9	1.80 2.5 18.1	4.22 4.0 24.5	7.13 6.5 30.4	14.0 10 41.5													8	F
G	32	0.161 0.4 6.94	1.13 1.5 11.6	2.59 2.5 15.8	4.39 4.0 19.7	8.50 6.5 27.1	13.1 10 34.1												13	G
H	50	0.103 0.25 4.50	0.712 1.0 7.56	1.66 1.5 10.3	2.77 2.5 12.9	5.34 4.0 17.8	8.20 6.5 22.4	9.39 12.9 26.0	12.9 10 29.1					20	H					
J	80	0.064 0.15 2.84	0.444 0.65 4.78	1.03 1.0 6.52	1.73 1.5 8.16	3.32 2.5 11.3	5.06 4.0 14.2	5.87 7.91 16.2	7.91 6.5 18.6	9.61 11.9 22.2	11.9 10 24.2			32	J					
K	125	0.041 0.10 1.84	0.284 0.4 3.11	0.654 0.65 4.26	1.09 1.0 5.35	2.09 1.5 7.42	3.19 2.5 9.42	3.76 4.94 10.4	4.94 4.0 12.3	6.15 7.40 14.2	7.40 6.5 16.1	9.95 11.9 19.8	11.9 10 22.5	50	K					
L	200	0.0256 0.065 1.15	0.178 0.25 1.95	0.409 0.40 2.66	0.683 0.65 3.34	1.31 1.0 4.64	1.99 1.5 5.89	2.35 3.09 6.50	3.09 2.5 7.70	3.85 4.62 8.89	4.62 4.0 10.1	6.22 7.45 12.4	7.45 6.5 14.1	80	L					
M	315	0.0163 0.040 0.731	0.112 0.15 1.23	0.259 0.25 1.69	0.433 0.40 2.12	0.829 0.65 2.94	1.26 1.0 3.74	1.49 1.96 4.13	1.96 1.5 4.89	2.44 2.94 5.65	2.94 2.5 6.39	3.95 4.73 7.86	4.73 4.0 8.95	125	M					
N	500	0.0103 0.025 0.461	0.071 0.10 0.778	0.164 0.15 1.06	0.273 0.25 1.34	0.523 0.40 1.86	0.796 0.65 2.35	0.939 1.23 2.60	1.23 1.0 3.08	1.54 1.85 3.56	1.85 1.5 4.03	2.49 2.98 4.95	2.98 2.5 5.64	200	N					
P	800	0.0064 0.015 0.288	0.044 0.065 0.486	0.102 0.10 0.665	0.171 0.15 0.835	0.327 0.25 1.16	0.498 0.40 3.47	0.587 0.65 1.62	0.771 0.65 1.93	0.961 1.16 2.22	1.16 1.0 2.52	1.56 1.86 3.09	1.86 1.5 3.52	315	P					
Q	1250	0.0041 0.010 0.184	0.028 0.040 0.310	0.065 0.065 0.426	0.109 0.10 0.534	0.209 0.15 0.742	0.318 0.25 0.942	0.376 0.40 1.04	0.494 0.40 1.23	0.615 0.740 1.42	0.740 0.65 1.61	0.995 1.19 1.98	1.19 1.0 2.25	500	Q					
R	2000	0.0026 0.025 0.115	0.018 0.040 0.195	0.041 0.065 0.266	0.068 0.10 0.334	0.131 0.10 0.464	0.199 0.15 0.589	0.235 0.25 0.650	0.309 0.25 0.770	0.385 0.462 0.889	0.462 0.40 1.01	0.622 0.745 1.24	0.745 0.65 1.41	800	R					

En contrôle réduit, lorsque le critère d'acceptation est dépassé, mais que le critère de rejet n'est pas atteint, le lot est accepté, mais le contrôle normal est rétabli.

## ANNEXE 5 À RENDRE AVEC LA COPIE

	Contrôle Réduit	Contrôle Normal	Contrôle renforcé
NQA	1	1	
n		50	
A			
R			

## ANNEXE 6

LamyDehove-Mai 1999

280-126 Date limite de consommation : « à consommer jusqu'au... »

Les denrées microbiologiquement très périssables et qui de ce fait sont susceptibles, après une courte période, de présenter un danger immédiat pour la santé humaine et les denrées pour lesquelles la réglementation en matière de contrôle sanitaire fixe une durée de conservation (cf. ci-après) portent la date limite de consommation annoncée par l'une des mentions « à consommer jusqu'au... » ou « à consommer jusqu'à la date figurant... » suivie respectivement soit de la date elle-même, soit de l'indication de l'endroit où elle figure dans l'étiquetage (Arr. 7 déc. 1984, art. 3 modifié par Arr. 8 mars 1991).

Le respect de la date limite de consommation (DLC) a un caractère impératif et la commercialisation de denrées alimentaires préemballées est interdite et sanctionnée pénalement dès lors que cette date est atteinte (Circ. 23 août 1985).

Sans préjudice des peines prévues aux articles L. 213-1 à L. 213-4 du Code de la consommation (...) et à l'article 26 du décret n° 71636 du 21 juillet 1971 (...) sont interdites la détention en vue de la vente, la mise en vente, la vente ou la distribution à titre gratuit des denrées alimentaires ayant une date limite de consommation dès lors que cette date est dépassée (C. consom., art. R. 112-25, al. 1<sup>er</sup>)

La directive CEE n° 79/112 du 18 décembre 1978 ne régit pas la vente de denrées alimentaires conformes aux prescriptions qu'elle édicte en matière d'étiquetage. Elle n'impose, dès lors, aucune obligation aux États membres, lorsqu'il s'agit de la vente de produits conformes à la directive CEE n° 79/112 précitée mais dont la date limite de consommation est dépassée. Aussi les règles de procédure applicables aux infractions à une réglementation nationale (cf. ci-dessus) se situent en dehors du champ d'application du droit communautaire et donc de compétence de la Cour de Justice (CJCE 13 juin 1996, aff. C 144/195).

La mise en vente « à la coupe » de terrine de confit de foie de porc, provenant d'un lot dont la date limite de consommation était dépassée est constitutive du délit de tromperie sur les qualités substantielles et punie de deux amendes de 10 000 F (Cass. crim., 4 nov. 1993, n° 91-81.638).

Observations

Compte tenu du risque pour la santé humaine lié à la consommation d'un produit dont la date limite de consommation est dépassée, il est conseillé d'apposer dans le cas de préemballages composés de plusieurs emballages individuels (4 pots de yaourt par exemple, la mention de la date limite de consommation accompagnée des conditions de conservation appropriées sur chaque emballage.

Conformément aux dispositions ci-dessus, la réglementation en matière de contrôle sanitaire a fixé une durée de conservation pour certaines denrées alimentaires. Ces durées sont reprises dans le tableau figurant ci-après :

Denrée alimentaire	Délai de conservation	Température
Morceaux de moins de 100 g, congelés ou surgelés	9 mois après conditionnement	- 12°C ou - 18°C
Viandes découpées reconditionnées réfrigérées	5 jours après conditionnement	+ 3°C
Plats cuisinés à l'avance réfrigérés pour les plats cuisinés concernés	6 jours (1)	+ 3°C
(1) Prolongation possible par dérogation ministérielle.		

Remarques :

Le tableau ci-dessus reprend des informations issues des dispositions spécifiques aux produits cités dans le tableau. Il convient de se référer aux études correspondantes de l'ouvrage pour des compléments d'information.

Certains textes d'essence nationale pris en application du décret n°71-636 du 21 juillet 1971 tels que les arrêtés des 14 janvier 1980, 21 juin 1982 et 21 novembre 1983, relatifs respectivement aux conditions d'hygiène auxquels doivent satisfaire les crèmes, les laits pasteurisés et les laits stérilisés, prévoient

l'indication de dates de péremption, précises sur les emballages des produits concernés. Ces textes restent en vigueur au plus tard jusqu'au 31 décembre 1998.

Les emballages de produits laitiers issus d'établissements agréés doivent comporter l'indication, sous la responsabilité du conditionneur, d'une date jusqu'à laquelle la denrée conserve ses propriétés dans des conditions appropriées (NS DGAL/SDHA, n° 3760, 22 déc. 1997).

#### Observations

Les textes concernés évoqués ci-dessus dans la circulaire administrative comprennent également ceux relatifs aux beurres crus et aux yaourts et laits fermentés.

Les dispositions relatives à l'hygiène des denrées animales ou d'origine animale définissent certaines de ces denrées comme étant des denrées altérables (...). Ces denrées sont soumises à l'indication d'une date limite de consommation. La durée limite n'est cependant pas fixée pour autant.

Les dates limites de consommation ne sont plus fixées pour les viandes suivantes :

- viandes hachées réfrigérées, préparations de viandes hachées réfrigérées ;
- préparation de viandes hachées congelées ou surgelées ;
- viandes hachées, préparations de viandes (hormis préparations de viandes hachées) congelées ou surgelées.

En vertu des dispositions de l'arrêté du 29 février 1996, la date est fixée sous la responsabilité de l'exploitant ou du gestionnaire de l'atelier de fabrication.

# 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 suivante :  
jnjoffin@voila.fr et/ou gisele.rigard@wanadoo.fr
- de lire les éventuels erratums sur le site UBPM :  
<http://multimania.com/upbm> (rubrique annales)

## corrigés Sujets 2000

### Mathématiques 2000

#### EXERCICE 1

X variable aléatoire prenant comme valeurs les résultats de la pesée ;  $X \sim N(m; \sigma)$ .

#### Partie A

$m = 72,40$  et  $\sigma = 0,08$ .

1a. Notons  $T = \frac{X - 72,4}{0,08}$ ; on a alors :  $T \sim N(0; 1)$

$$\begin{aligned} P(X > 72,45) &= 1 - P(X \leq 72,45) \\ &= 1 - P\left(\frac{X - 72,4}{0,08} \leq \frac{72,45 - 72,4}{0,08}\right) \\ &= 1 - P(T \leq 0,625) \\ &= 1 - \pi(0,625) \end{aligned}$$

On prendra  $\pi(0,625) = \frac{\pi(0,62) + \pi(0,63)}{2} = \frac{0,7324 + 0,7357}{2} = 0,734$  à  $10^{-3}$  près

$$= 1 - 0,734$$

Doù :  $P(X > 72,45) = 0,266$  à  $10^{-3}$  près

1b.

$$\begin{aligned} P(X < 72,25) &= P\left(\frac{X - 72,4}{0,08} < \frac{72,25 - 72,4}{0,08}\right) \\ &= P(T < -1,875) \\ &= \pi(-1,875) \\ &= 1 - \pi(1,875) \end{aligned}$$

On prendra  $\pi(1,875) = \frac{\pi(1,87) + \pi(1,88)}{2} = \frac{0,9693 + 0,9699}{2} = 0,970$  à  $10^{-3}$  près

$$= 1 - 0,970$$

Doù :  $P(X < 72,25) = 0,030$  à  $10^{-3}$  près

1c

$$\begin{aligned}
 P(72,30 < X < 72,50) &= P\left(\frac{72,30 - 72,4}{0,08} < \frac{X - 72,4}{0,08} < \frac{72,50 - 72,4}{0,08}\right) \\
 &= P(-1,25 < T < +1,25) \\
 &= 2 \pi(1,25) - 1 \quad (\text{la table donne } \pi(1,25) = 0,8944) \\
 &= 1,7888 - 1 \\
 \text{Doù : } P(72,30 < X < 72,50) &= 0,789 \text{ à } 10^{-3} \text{ près}
 \end{aligned}$$

2.

$$\begin{aligned}
 P(m - h < X < m + h) &= 0,989 \\
 \Leftrightarrow P\left(\frac{-h}{0,08} < \frac{X - 72,4}{0,08} < \frac{h}{0,08}\right) &= 0,989 \\
 \Leftrightarrow 2 \pi\left(\frac{h}{0,08}\right) - 1 &= 0,989 \\
 \Leftrightarrow \pi\left(\frac{h}{0,08}\right) &= 0,9945 \\
 \Leftrightarrow \pi\left(\frac{h}{0,08}\right) &= \pi(2,54) \text{ avec les tables} \\
 \Leftrightarrow \frac{h}{0,08} &= 2,54 \\
 \Leftrightarrow h &= 0,2032 \text{ soit } h = 0,20 \text{ à } 10^{-2} \text{ près}
 \end{aligned}$$

## Partie B

1. À la machine on trouve que :

l'échantillon a pour moyenne :  $\bar{x} = 72,37$  à  $10^{-2}$  près  
 l'échantillon a pour écart-type :  $s = 0,11$  à  $10^{-2}$  près

2. La moyenne de la population est estimée par  $\bar{x}$  soit  $m \approx 72,37$  à  $10^{-2}$  près.

L'écart type  $\sigma$  de la population est estimé par  $\sqrt{\frac{10}{9}}s$  soit  $\sigma \approx 0,12$  à  $10^{-2}$  près.

3. Soit  $\bar{X}$  la variable aléatoire qui à tout échantillon de 10 pesées associe la moyenne de ces pesées. On se place sous les conditions où  $\bar{X} \sim N\left(m; \frac{0,12}{\sqrt{10}}\right)$ .

La variable aléatoire  $T = \frac{\bar{X} - m}{\frac{0,12}{\sqrt{10}}}$  suit alors la loi normale  $N(0;1)$ .

On a :  $P(-t \leq X \leq t) = 0,95 \Leftrightarrow 2\pi(t) - 1 = 0,95 \Leftrightarrow \pi(t) = 0,975 \Leftrightarrow \pi(t) = \pi(1,96)$  soit  $t = 1,96$

L'intervalle de confiance de  $m$  au seuil de 5% est alors

$$\left[ \bar{x} - 1,96 \left(\frac{0,12}{\sqrt{10}}\right) \bar{x} + 1,96 \left(\frac{0,12}{\sqrt{10}}\right) \right] \text{ avec } \bar{x} = 72,37 \text{ soit } [72,30 ; 72,44] \text{ à } 10^{-2} \text{ près.}$$

4.  $\sigma = 0,08$ .

4a. Comme précédemment, l'intervalle de confiance de  $m$  au seuil de 5% est

$$\left[ \bar{x} - 1,96 \left(\frac{0,08}{\sqrt{10}}\right) \bar{x} + 1,96 \left(\frac{0,08}{\sqrt{10}}\right) \right] \text{ soit } [72,32 ; 72,42] \text{ à } 10^{-2} \text{ près.}$$

4b. Soit  $\alpha$  le seuil de risque recherché.

En s'inspirant de ce fait précédemment, on note  $t_\alpha$  le réel tel que  $2\pi(t_\alpha) - 1 = 1 - \alpha$ .

$$\text{L'intervalle de confiance cherché est : } \left[ \bar{x} - 1,96 \left(\frac{0,08}{\sqrt{10}}\right) \bar{x} + 1,96 \left(\frac{0,08}{\sqrt{10}}\right) \right].$$

Son amplitude est  $2t_\alpha \left(\frac{0,08}{\sqrt{10}}\right)$ .

On doit avoir :  $2t_\alpha \left(\frac{0,08}{\sqrt{10}}\right) = 72,43 - 72,31$  soit  $t_\alpha = \frac{0,06}{0,08} \sqrt{10} = 2,37$  à  $10^{-2}$  près

Ainsi,  $1-\alpha = 2\pi(t_\alpha)-1 = 0,9822$  avec  $\pi(2,37)=0,9911$ .  
 D'où  $\alpha = 1-0,9822 = 0,0178$  soit  $\alpha = 2 \%$  (à l'unité)

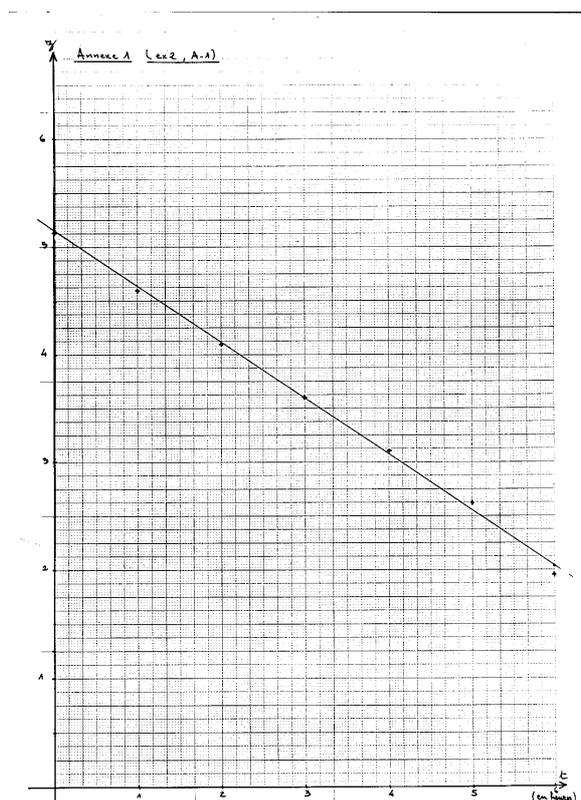
## EXERCICE 2

### Partie A

1/  $z_i : \ln(N_i-2)$

$t_i$	0	1	2	3	4	5	6
$N_i$	5,124	4,605	4,111	3,611	3,091	2,639	1,946

Nuage  $(t_i; z_i)$  en annexe.



2) À la machine on trouve  $r = -0,999$  et  $z = -0,517t + 5,142$  (coefficients à  $10^{-2}$  près).

3)  $z = \ln(N-2) \Leftrightarrow N = e^z + 2$

4)  $N \leq 3 \Leftrightarrow e^{-0,517t+5,142} \leq 1 \Leftrightarrow -0,517t+5,142 \leq 0$  (croissance de la fonction  $\ln$ )  $\Leftrightarrow -0,517t \leq -5,142$   
 $\Leftrightarrow t \geq 5,142/0,517 \Leftrightarrow t \geq 9,95$  (à  $10^{-2}$  près).

Ainsi, c'est à partir du 11<sup>e</sup> relevé ( $t=10$ ) que l'on aura  $N \leq 3$ .

### Partie B

Notons (E) :  $y' = \alpha(y-2)$  soit (E) :  $y' - \alpha y = -2\alpha$

1. Pour résoudre (E), on s'intéresse d'abord à (E') :  $y' - \alpha y = 0$ .

Les solutions de (E') sont les fonctions de la forme :  $y = Ce^{\alpha t}$  où  $C \in \mathfrak{R}$

La fonction  $y=2$  est clairement solution particulière.

Ainsi les solutions de (E) sont les fonctions de la forme  $y = Ce^{\alpha t} + 2$  où  $C \in \mathfrak{R}$ .

2. -  $y(0) = 170 \Leftrightarrow C+2 = 170$  soit  $C=168$

-  $y(6) = 9 \Leftrightarrow 168 \cdot e^{6\alpha} + 2 = 9 \Leftrightarrow e^{6\alpha} = 7/168 \Leftrightarrow \alpha = 1/6 \ln(7/168)$  soit  $\alpha = -0,530$  à  $10^{-2}$  près

La solution de (E) qui prend la valeur 170 pour  $t=0$  et la valeur 9 pour  $t=6$  est donc la fonction  $N$  définie par  $n(t) = 168 \cdot e^{1/6 \ln(7/168)t} + 2$

### Partie C

$$f : x \rightarrow f(x) = 168.e^{-0,53x} + 2$$

1. limite

$$\left. \begin{array}{l} \lim_{x \rightarrow \infty} (-0,53x) = -\infty \\ \lim_{x \rightarrow \infty} e^x = 0 \end{array} \right\} \text{ donc } \lim_{x \rightarrow \infty} e^{(-0,53x)} = 0 \text{ et par suite}$$

$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 2$  et ainsi, la droite d' équation  $y = 2$  est asymptote à la courbe au voisinage de l' infini

2. f est dérivable sur  $[0 ; +\infty[$

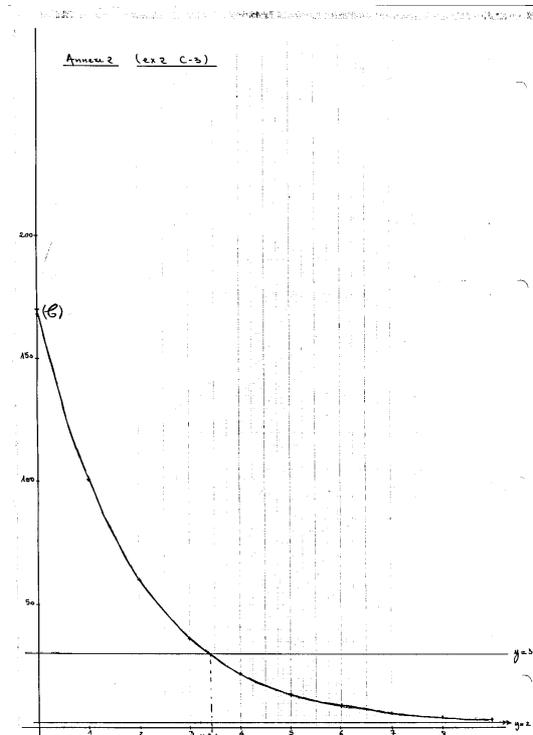
Si  $x \geq 0$ ,  $f'(x) = -0,53(168)e^{-0,53x}$ . Or pour tout réel  $x \geq 0$ ,  $e^{-0,53x} > 0$  d'où  $f'(x) < 0$ ,

f est donc décroissante sur  $[0 ; +\infty[$ . On peut alors dresser le tableau de variation de f :

x	0	$+\infty$
f'		-
f	170	2

↓

3. voir annexe 2



$$4. f(x) \leq 30 \Leftrightarrow 168.e^{-0,53x} + 2 \leq 30 \Leftrightarrow e^{-0,53x} \leq 1/6 \Leftrightarrow -0,53 x \leq -\ln 6 \Leftrightarrow$$

$$x \geq \ln 6 / 0,53 \quad (\ln 6 / 0,53 = 3,38 \text{ à } 10^{-2} \text{ près})$$

Ainsi  $f(x) \leq 30$  lorsque  $x \geq \ln 6 / 0,53$ .

On vérifie graphiquement ce résultat.

5. Valeur moyenne de f sur  $[1;6]$  que nous noterons n

Par définition (voir formulaire),

$$n = \frac{1}{5} \int_1^6 f(x) dx = \frac{1}{5} \left( \left[ \frac{-168}{0,53} e^{-0,53x} \right]_1^6 + [2x]_1^6 \right)$$

$$\text{La valeur moyenne de f sur } [1; 6] \text{ est donc } : -\frac{168}{2,65} (e^{-3,18} - e^{-0,53}) + 2 \text{ soit } 368 \text{ à } 10^{-2} \text{ près.}$$



4.4 La concentration déterminée précédemment reste inférieure à la limite légale : la boisson est conforme,

5 Principe de fonctionnement du spectrophotomètre.

5.1. Le symbole  ${}^2_1\text{H}$  signifie : H : élément Hydrogène, A = 2 : 2 nucléons, dont 1 proton et 1 neutron  
 $v = c / \lambda = 8,6 \cdot 10^{14}$  Hz

5.2. La lentille L1 sert de condenseur. Le quartz est nécessaire car il est transparent aux Ultraviolets.  
 $D = f = l / 8,0 = 0,125$  m

5.3. Le réseau sélectionne la longueur d'onde de travail (en pivotant autour du point O)  
 $a = 10^{-3} / 1200 = 833 \cdot 10^{-9}$  m = 833 nm  
 $\delta = k \cdot \lambda$  : interférence constructive entre tous les rayons diffractés par le réseau.  
 $k \cdot \lambda = \lambda = 2a \cdot \cos(\phi/2) \cdot \cos \theta$  donc  $\cos \theta = 350 / 2 \cdot 833 \cdot \cos 15^\circ$   
 $\cos \theta = 0,217$  et  $\theta = 77,4^\circ$

5.4. Fournir un signal électrique (un courant) proportionnel à l'intensité lumineuse reçue.  
 Si A = 1, I = I<sub>0</sub>/10 : donc l'intensité du courant est divisée par 10.

## Biochimie - Biologie 2000

### ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ DE BIOCHIMIE

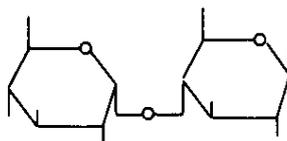
#### Question 1

1.1 Constituants de l'amidon : amylose - amylopectine ou isoamylose.

1.2 Enzymes dégradant l'amidon en maltose.

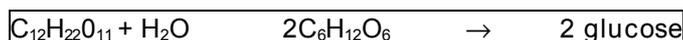
1.2.1 Les enzymes hydrolysant l'amidon sont de la classe des hydrolases.

1.2.2. Formule développée du bétamaltose et nom en nomenclature générale :



$\alpha$ D glucopyranosyl 1→4  $\beta$  D glucopyranose

1.2.3. Sous l'action de la maltase :



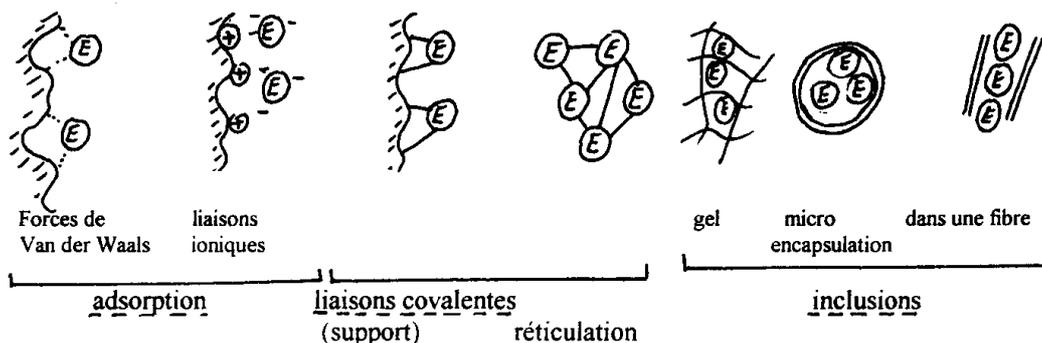
#### Question 2 : Les enzymes exogènes

2.1 On ne peut pas ajouter les enzymes après ébullition du moût car les enzymes ne sont pas éliminées par la filtration stérile.

2.2

2.2.1. La méthode consiste à piéger l'enzyme dans des structures insolubles par 3 types de procédés :

- adsorption sur un solide (liaisons faibles : forces de Van der Waals ; liaisons ioniques)
- fixation par liaisons covalentes : sur un support par réticulation
- inclusion : dans un gel, dans une microcapsule, dans une fibre.



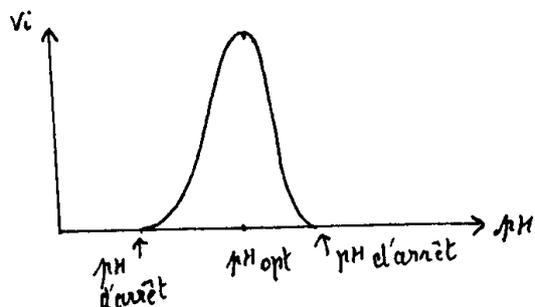
2.2.2. Intérêt

- utilisation répétitive de manière continue

- récupération du catalyseur en fin de process et meilleur contrôle de son action,
- augmentation de la stabilité du catalyseur vis à vis de la température et des inhibiteurs,
- diminution du coût des opérations.

Question 3

3.1 graphe



- 3.2. Durant la fermentation, l'hydrolyse des dextrines se fait à une température inférieure à la température optimale d'activité des enzymes, donc l'hydrolyse n'a pas lieu dans les conditions optimales.
- 3.3. Se reporter aux documents classiques sur la glycolyse.
- 3.4.  $C_6H_{12}O_6 + 2Pi + 2ADP \rightarrow 2CO_2 + 2CH_3CH_2OH + 2ATP + 2H_2O$
- 3.5. Dans ces nouvelles bières il y a augmentation du degré alcoolique car hydrolyse des dextrines en sucres fermentescibles.  
Bière "light" car faible taux de glucides résiduels donc valeur énergétique moindre.

Question 4 : Contrôle du titre alcoométrique d'une bière

- 4.1 Ce dosage de substrat fait appel à la technique en point final.
- 4.2 Équation (2) permet de rendre (1) totale en déplaçant l'équilibre vers la droite et tout l'éthanol sera dosé.
- 4.3 Il y a production du NADH qui absorbe à 340 nm donc l'absorbance augmente.

$A_{1T}$  doit être proche de  $A_{1E}$  ;  $A_{1T}$  doit peu varier ;  $A_{1T}$  et  $A_{2T}$  correspondent à l'absorbance due aux réactifs ajoutés. Donc la différence  $\Delta A_t = A_{2T} - A_{1T}$  doit être faible si les réactifs sont stables. Il faut soustraire cette variation d'absorbance due aux réactifs de la variation d'absorbance totale de l'essai, de façon à avoir uniquement la variation d'absorbance  $A$  due à la formation de  $NADH, H^+$

4.4  $\Delta A_E = A_{2E} - A_{1E} = 0.692 - 0.196 = 0.496$

$\Delta A_T = A_{2T} - A_{1T} = 0,263 - 0,200 = 0,063$

$\Delta A = A_E - A_T = 0,496 - 0,063 = 0,433$

1 mole d'alcool correspond à 2 moles de  $NADH, H^+$

dilution de la bière dans la solution de travail      0,1/3,15      dilution de la bière = 1/1000

$$\Delta C = \frac{\Delta A}{\varepsilon l} \times \frac{3,15}{0,1} \times \frac{d}{2}$$

mole alcool  
par litre de bière

$$\rho = \frac{\Delta A}{\varepsilon l} \times \frac{3,15}{0,1} \times \frac{d}{2} \times \text{Méthanol}$$

g/L

$$\rho = \frac{\Delta A}{6300 \times 1} \times \frac{3,15}{0,1} \times \frac{1000}{2} \times 46,07$$

g/L

$$\text{si } \varepsilon = 6300 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

$$\rho = \frac{\Delta A}{630 \cdot 10^{-2}} \times \frac{3,15}{0,1} \times \frac{1000}{2} \times 46,07 \cdot 10^{-3}$$

g/L

$$\text{si } \varepsilon = 630 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$K = 115,2$$

$$\rho = 0,433 \times 115,2 = 49,9 \text{ g d'alcool/L de bière}$$

$$\% \text{ en L d'alcool pour } 100 \text{ L de bière} = \frac{\rho \cdot 10^{-3}}{0,7892} \cdot 10^2 = 6,3 \text{ L d'alcool pour } 100 \text{ L de bière.}$$

4.5. donc titre alcoométrique de la bière = 0,0603 ou 6,3 %.

## ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ DE MICROBIOLOGIE

### 1. Taxinomie

1.1 Procaryote : cellule à organisation simple dont l'ADN n'est pas entouré d'une enveloppe nucléaire.  
Eucaryote : cellule à organisation complexe dont l'ADN est entouré d'une enveloppe nucléaire.

1.2 Archéobactéries

1.3 Aspergillus : moisissures (sauce de soja, saké)

Saccharomyces : levures (pain, vin, bière)

Streptococcus (S. thermophilus) : coques en chaîne ou par 2 (yaourt, fromages).

### 2. Sélection des microorganismes culture et production d'enzyme

#### 2.1

2.1.1. Innocuité : non pathogène pour les hommes, les animaux et les végétaux.

Productivité : forte production de l'enzyme

Stabilité génétique : pas de modification génétique conduisant à la perte de la productivité au cours des cultures successives.

2.1.2. L'amélioration des souches peut se faire : pour les cellules fongiques à reproduction sexuée : croisement ; pour les autres : Mutation provoquée, transformation ou fusion de protoplasme.

2.2.1 Les courbes C (N = f(t)) sont des sigmoïdes

On peut distinguer 4 phases :

-Phase de croissance modérée (ou accélération) les micro-organismes s'adaptent au milieu;

-Phase d'augmentation du nombre de cellules très rapide (lnN = f(t) est une droite), la croissance est exponentielle.

-Phase de ralentissement de la vitesse de croissance

-Puis arrêt = croissance stationnaire maximale. Les cellules ne trouvent plus les conditions nécessaires à leur croissance, facteur limitant.

2.2.2 Commentaires sur les courbes E

a) la production de l'E est couplée à la croissance

b) la production de l'E débute dès la multiplication des cellules et se poursuit pendant la phase stationnaire maximale

c) la production de l'E ne commence qu'à la fin de la croissance des cellules.

### 2.2.3

- "batch" milieu non renouvelé, le milieu et l'inoculum sont introduits au départ, la culture (régulée ou non) se fait jusqu'à épuisement d'un nutriment (source de C ou N généralement). À la fin de la croissance, la culture est soutirée, le fermenteur est nettoyé, stérilisé et une autre culture peut être réalisée.

Av/ln : risque de contamination faible, dérive génétique faible (temps de culture court), rendement faible (car temps de nettoyage important).

- "culture continue" alimentation et soutirage sont ajustés pour obtenir un régime de croissance et de synthèse d'E permanent.

Av/ln : risque de contamination élevée, risque de dérive génétique très élevé (temps de culture long), rendement élevé (car temps de nettoyage réduit, il est intéressant de coupler ce procédé à un système d'extraction en continu de l'E.);

### 2.3.

2.3.1. En panification, les levures fermentent le glucose issu de l'hydrolyse de l'amidon de la farine en éthanol + CO<sub>2</sub>. Le CO<sub>2</sub> permet la levée de la pâte ce qui donne la texture aérée de la mie après cuisson. En fermentation brassicole, les levures fermentent le glucose issu du malt en éthanol + CO<sub>2</sub>. L'éthanol donne le degré alcoolique à la bière et le CO<sub>2</sub> rend la boisson gazeuse.

(Dans les 2 cas, les produits du métabolisme des levures conduisent à la production d'arômes (plus marquée dans la bière du fait de la plus longue fermentation).

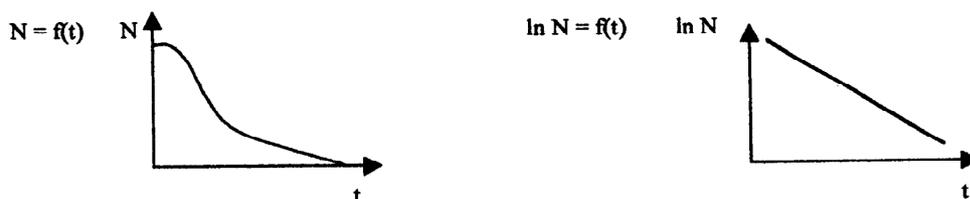
### 2.3.2

- Méthode viennoise : la culture est faite en anaérobiose ce qui entraîne une forte synthèse des enzymes (E) de la glycolyse et une inhibition des E du cycle de Krebs. L'acide pyruvique produit en grande quantité est transformé en éthanol + CO<sub>2</sub>, on obtient des levures peu abondantes (14) car synthèse d'ATP faible par la voie de la glycolyse mais leur pouvoir fermentaire est élevé (taux d'éthanol élevé).
- Méthode aérée : l'aération permet le fonctionnement de la glycolyse et du cycle de Krebs, mais en présence d'un excès de glucose, on a l'effet Crabtree, la synthèse et le fonctionnement des E du cycle de Krebs, sont partiellement inhibés (les E de la glycolyse sont activées). La synthèse d'ATP est donc moyenne, le nombre de divisions est donc moyen ; on obtient un rendement en cellules moyen (32) et leur capacité à synthétiser de l'éthanol et du CO<sub>2</sub> est elle aussi moyenne (15).
- Zéro méthode : l'aérobiose sans excès de glucose (apport en continu) permet d'avoir une glycolyse et un cycle de Krebs qui fonctionnent bien, le fort taux d'ATP qui en résulte permet une forte croissance cellulaire, on obtient un rendement cellulaire élevé, mais l'équipement enzymatique est non adapté à la fermentation panair. Pour pallier cet inconvénient, en fin de croissance, un excès de glucose est ajouté pour stimuler la synthèse des E de la glycolyse et inhiber celle des E du cycle de Krebs ainsi les levures passent en mode fermentatif.

La meilleure méthode est donc la zéro méthode qui permet d'avoir beaucoup de levures très actives.

## 3. Élimination des micro-organismes dans l'industrie alimentaire.

### 3.1.



Destruction exponentielle, la résistance des micro-organismes à un traitement donné est variable d'un individu à l'autre, ils ne sont donc pas tous détruits au même moment.

3.2. pH neutre, une forte population, la présence de matières organiques, une faible aw, la présence de Ca<sup>2+</sup> pour les bactéries sporulées.

### 3.3.

#### 3.3.1

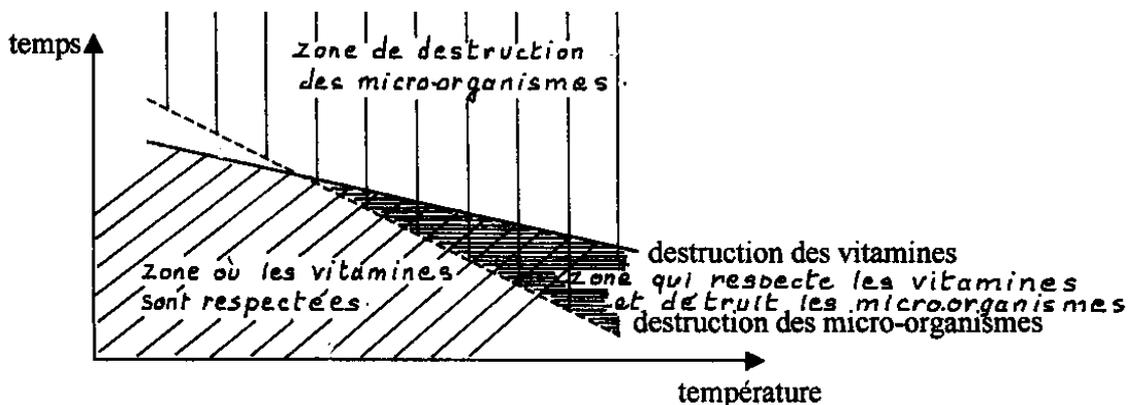


Figure 2 : Relation temps-température lors de la destruction des micro-organismes et des vitamines.

3.3.2. La zone qui respecte les vitamines tout en détruisant les microorganismes correspond à des traitements de courte durée à de fortes températures. Le procédé UHT (Ultra Haute Température) pour stériliser le lait, 140°C pendant 2 secondes, en est une application.

## ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ DE TOXICOLOGIE

### 1. Modes d'action des substances antinutritives :

Les substances antinutritives agissent en piégeant certains nutriments ou en bloquant les enzymes digestives de certains aliments.

#### Modes d'action des substances toxiques :

Les substances toxiques agissent sur des cibles biologiques par liaison faible (réversible), fortes, (irréversibles), par accumulation dans l'organisme ou suite à la libération de radicaux libres. Elles entraînent des troubles de la physiologie cellulaire et des phénomènes de vieillissement.

### 2 - La DJA et application aux substances cancérigènes.

2.1. DJA : mg/kg/jour = Dose qui, administrée tous les jours pendant toute la vie de l'individu concerné (homme ou animal), ne produit pas d'effet toxique.

2.2. La DJA est déterminée sur l'animal le plus sensible à la substance toxique. La dose sans effet est déterminée d'après les résultats expérimentaux effectués chez ces animaux et divisé par un facteur de sécurité 100 ou 1000 selon la molécule étudiée.

- L'extrapolation des résultats expérimentaux effectués chez l'animal à l'homme est toujours délicate pour ce type de molécule.
- Les doses toxiques chez l'animal même le plus sensible, peuvent être très différentes chez l'homme.
- La durée de vie de l'animal de laboratoire est toujours très inférieure à celle de l'homme : les doses nécessaires pour déclencher le processus cancéreux avec des molécules mutagènes ne sont pas prévisibles, les effets de ces mutations à long terme ne sont pas établis.

### SCIENCES DES ALIMENTS

#### 1 Étude des matières premières entrant dans la formulation des pâtes alimentaires aux œufs.

##### 1.1. La semoule de blé

###### 1.1.1. Triticum vulgare = blé tendre

- Blé tendre vitreux = blé de force = hard wheat → boulangerie.
- Blé tendre farineux soft wheat → biscuiterie - pâtisserie.
- Triticum durum = blé dur → pâtes alimentaires.

###### 1.1.2. Une semoule de blé complète renferme tous les éléments constitutifs du grain de blé dur entier.

Taux d'extraction d'une semoule complète ou le taux d'extraction est supérieur à celui d'une semoule classique.

###### 1.1.3. Lamy Dehove 436-25 et 436-30

Taux de cendres

Taux d'acidité

Taux d'affleurement.

1.1.4. conséquences possibles d'un taux d'humidité plus élevé : problème de conservation par action des enzymes... → baisse de qualité, évolution microbiologique, activité enzymatique.

##### 1.2. L'eau.

Caractéristiques de l'eau potable : caractéristiques physico-chimiques déterminées (taux maximal nitrates, métaux lourds, pesticides...) et caractéristiques microbiologiques (absence de germes pathogènes, DBO<sub>5</sub> = 0)

##### 1.3. Les oeufs

1.3.1. Définition légale des ovoproduits : produits obtenus à partir de l'oeuf, de ses différents composants ou de leurs mélanges, après élimination de la coquille et des membranes, et destinés à la consommation humaine ; ils peuvent être partiellement complétés par d'autres denrées alimentaires ou additifs; ils peuvent être soit liquides, soit concentrés, séchés, cristallisés, congelés, surgelés ou coagulés.

1.3.2. Intérêt d'ajouter des oeufs aux pâtes alimentaires cela donne une belle couleur aux pâtes et une meilleure tenue à la cuisson.

1.3.3. Diagramme de fabrication de cet ovoproduit et justification des opérations unitaires réalisées : décontamination des coquilles, cassage, mélange, concentration par UF, désucrage enzymatique, séchage, conditionnement.

1.3.4. Avantages de l'utilisation des oeufs sous forme de poudre pour l'industriel : économie des frais de transport et de stockage, conservation plus d'un an à 20 °C (température ambiante), homogénéité et facilité d'emploi ainsi qu'une bonne stabilité microbiologique.

#### 2. Étude de la mise en œuvre de matières premières lors du process de fabrication

2.1. But de l'étape de malaxage : hydrater la semoule de façon progressive de manière à obtenir des boulettes (diamètre l à 1,5 cm).

2.2. Intérêt de la désaération : prévenir l'oxydation des pigments caroténoïdes, phénoliques et des acides gras indispensables.

2.3. Coloration jaune de l'emballage transparent → tentative de tromperie du consommateur.

### 3 - Qualité du produit fini

3.1. Les deux facteurs qui déterminent l'aspect des pâtes crues :

- absence ou présence de gerçures = fêlures dans les produits finis → aspect désagréable et fragilité du produit,
- absence ou présence de piqûres = taches de couleurs différentes, texture superficielle, coloration (jaune du fait des caroténoïdes, brune du fait de l'activité des polyphénoloxydases).

3.2. Les causes de défaut :

- gerçure = mauvais réglage des séchoirs
- piquage blanc = mauvais malaxage, mauvaise hydratation,
- piquage brun = mauvaise purification des semoules, présence de son,
- piquage noir = présence de graines étrangères.

3.3. Conséquences organoleptiques et nutritionnelles de la cuisson des pâtes: gélatinisation de l'amidon ce qui le rend digestible, amélioration de la "tendreté" et modification de la texture.

3.4. Méthodes d'analyse permettant d'évaluer la qualité des pâtes alimentaires : analyse sensorielle (arôme et goût), colorimétrie, spectrocolorimétrie viscoélastographie, consistométrie (mesure de la tendreté et de l'élasticité). Calcul des pertes à la cuisson, dosage des matières solubilisées, mesure de l'absorption d'eau (gonflement).

## GÉNIE INDUSTRIEL ALIMENTAIRE

### 1- Fabrication de la semoule

1.1. Préalablement au broyage, le blé subit un "conditionnement".

1.1.1. Conditionnement = nettoyage et mouillage du blé.

1.1.2. Masse de blé nettoyé =  $1,5 - (2 \times 1,5 / 100) = 1470 \text{ kg}$

$$1470 + m_2 = m_3$$

$$14 \times 1470 + 100 m_2 = 16 m_3$$

Masse d'eau  $m_2$  à mettre en oeuvre = 35 kg

Masse de blé humidifié  $m_3$  obtenue = 1505 kg

Étape de broyage.

1.2.1. Paramètres à prendre en compte pour choisir un broyeur :-propriété de la substance à traiter (dureté, friabilité, taux d'humidité, thermorésistance), -taille et forme des particules à obtenir, - quantités de matière première à traiter (système continu ou discontinu).

1.2.2. Différents types de risques auxquels sont exposés les opérateurs travaillant à proximité d'un broyeur : risque électrique, risque mécanique, risque d'altération de la santé = bruit, poussières dans les voies pulmonaires et les yeux (allergies, intoxications...)

Mesures de prévention (matérielles et comportementales) permettant de limiter ces risques : boutons d'arrêt d'urgence, carters de protection, dispositif empêchant la rotation lorsque les trappes d'accès sont ouvertes, isolement de l'appareil, insonorisation, port du masque et de casques anti-bruit...

1.2.3. Après broyage, on obtient 1,125 tonne de semoule

$$1505 = 1125 + m_3 + m_4$$

$$16 \times 1505 = 14 \times 1125 + 12 m_3 + 100 m_4$$

Masse d'issues  $m_3 = 337,16 \text{ kg}$

Pertes en eau  $m_4 = 42,84 \text{ kg}$

Rendement semoulier du lot de blé livré =  $1125 / 1500 = 0,75$  soit 75 %.

### 1.3. Principe de fonctionnement d'un plansichter.

Séparation par la taille des particules. Superposition de tamis inclinés de diamètre de pores différents. Combinaison de vibrations verticales et transversales. Plusieurs sorties produits en fonction de la taille des particules.

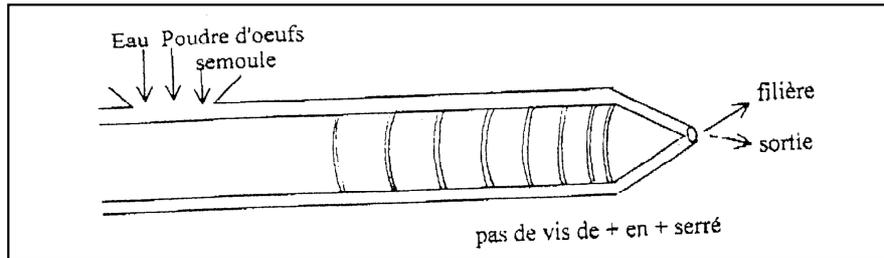
## 2 - Fabrication des pâtes alimentaires.

2.1. Il existe deux grands types de pâtes : les pâtes extrudées et les pâtes laminées.

2.1.1. Expliquer les différences de process aboutissant à ces deux types de pâtes.

On utilise 2 types de filières différentes et pour les pâtes laminées il y a un passage supplémentaire entre 2 cylindres rotatifs.

2.1.2. Schéma simplifié et légendé d'une extrudeuse.



2.2. Séchage.

2.2.1. Capacité évaporatoire du séchoir :  $q = 27,3 (0,02 - 0,009) = 0,3 \text{ t/h}$

masse de produit sec obtenu par heure  $m = 1,5 - 0,3 = 1,2 \text{ t/h}$

soit  $t$  la teneur en eau des pâtes en sortie, un bilan extrait sec donne :

$$1,5(1-0,3) = 1,2(1 - t)$$

$$t-0,125 \text{ soit } t = 12,5 \%$$

2.2.2. Rendement  $(75 - 40) / (75 - 16) = 35/39 = 0,59$

CES =  $27,3 \times 0,28 (75 - 16) / 0,3 = 1500,3 \text{ kWh/tonne}$ .

### 1<sup>ère</sup> partie : Hygiène du personnel

#### **Contenu : consignes impératives**

- Sensibilisation aux contaminations (microbiologiques, physiques et chimiques) et à l'influence de certaines étapes du process sur cette contamination.
- Tenue du personnel
  - Description de la tenue et du port correct.
  - Accès aux ateliers nécessitant le port de la tenue en vigueur dans l'atelier.
  - Respect des fréquences indiquées pour le changement de la tenue (fréquence minimum).
  - Non port de la tenue en dehors de l'atelier.
- Hygiène du personnel
  - Nécessité de signaler un état de santé malade.
  - Protection efficace des blessures.
  - Lavage des mains efficace :
    - précision des modalités du lavage (produit, rinçage, essuyage, durée)
    - indication de la fréquence (à chaque entrée dans l'atelier, à chaque changement de poste, après passage aux toilettes et bien entendu à chaque fois que cela est nécessaire).
  - Interdiction de manger, de boire, de fumer, de mâcher du chewing-gum dans les ateliers.

#### **Rédaction**

Style simple, clair, concis avec des phrases courtes et compréhensibles par tout le monde (en illustrant le plus possible par des dessins, schémas ou photos).

Convaincre par quelques éléments marquants (risque encouru par le consommateur, nombre de germes /cm<sup>2</sup> de peau...).

#### **Diffusion**

Livret nominatif et faire signer le fait de l'avoir reçu et de l'avoir lu.

Remarque : accepter toute suggestion de modification, d'ajout.....

### 2<sup>ème</sup> partie : Spécification des produits finis

#### 2-1- Étude du codex Alimentarius

Produit " ANANAS tranches entières au sirop "

##### Constatations :

- La mention " au sirop " doit être accompagnée du type de sirop (ici une solution de saccharose correspond théoriquement à un Brix de 16°, soit à un sirop léger.

##### Décisions :

Il faut donc modifier l'étiquette

Produit " MACÉDOINE DE FRUITS "

##### Constatations :

- La mention " au jus de fruits .... et à l'eau " est incorrecte, il faut " à l'eau et au jus de fruits .... " car il y a plus d'eau que de jus de fruits.

- L'énumération des fruits est incorrecte, puisqu'elle doit être dans l'ordre décroissant, donc ananas, citron, orange, poire.

La mention " sans sucre ajouté " est correcte.

##### Décisions :

Il faut donc modifier l'étiquette.

#### 2-2- Étude des boîtes de pêches au sirop

##### Remarques concernant le travail réalisé par le laboratoire

- 20 boîtes contrôlées, donc une masse de 20 X 470 g , soit un poids net égoutté de 9,400 kg. Or il fallait contrôler un nombre de boîtes correspondant à un minimum de 10 kg de produit (certaines normes sont établies pour 10 kg).

- Le poids net n'a pas été contrôlé.

- Il n'est pas fait mention de la recherche d'unités endommagées mécaniquement.

##### Remarques concernant les résultats

##### Aspect qualitatif

**Peaux :** 8 X 6 cm<sup>2</sup>, soit 48 cm<sup>2</sup>

Critère : 150 cm<sup>2</sup> pour 10 kg, donc 141 cm<sup>2</sup> pour 9,4 kg.  
48 cm<sup>2</sup> inférieurs à 141 cm<sup>2</sup>, c'est donc conforme.

**Noyaux :** 4 petits fragments = 1 noyau + 1 fragment  
1 fragment 3/4 du noyau = 1 noyau  
Donc 2 noyaux + 1 fragment  
Critère 2 noyaux pour 10 kg, donc 1,8 noyaux pour 9,4 kg.  
Il y a donc plus de 1,8 noyaux, ce n'est pas conforme

**Matières étrangères d'origine végétale :** 2 queues pour 9,4 kg  
La valeur est inférieure 18 (critère pour 9,4 kg), c'est conforme.

**Unités altérées** 8 + 8 + 5 = 21  
Valeur normale 10% de 8 X 20 = 16 pièces  
Ce n'est donc pas conforme  
Les zones décolorées proches du noyau sont normales.

Conclusion : il y a trop de non conformités, il faut revoir les achats et le process de dénoyautage.

### Aspect pondéral

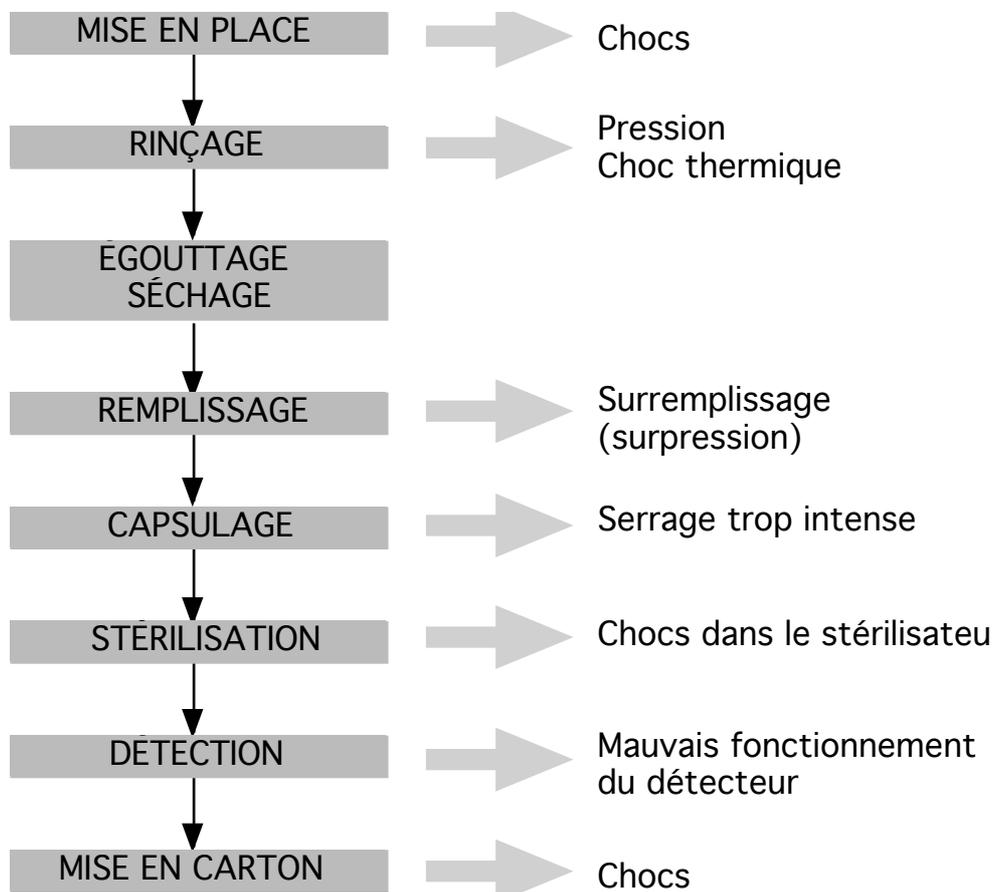
Capacité nominale : 850 mL, le poids net égoutté doit donc être supérieur ou égal à 55% de cette capacité d'eau nominale, soit supérieur ou égal à 467,5 g.

Aucune non conformité puisque toutes les valeurs sont supérieures.

Mais problème puisqu'il y a des valeurs inférieures à la masse indiquée sur l'étiquette.

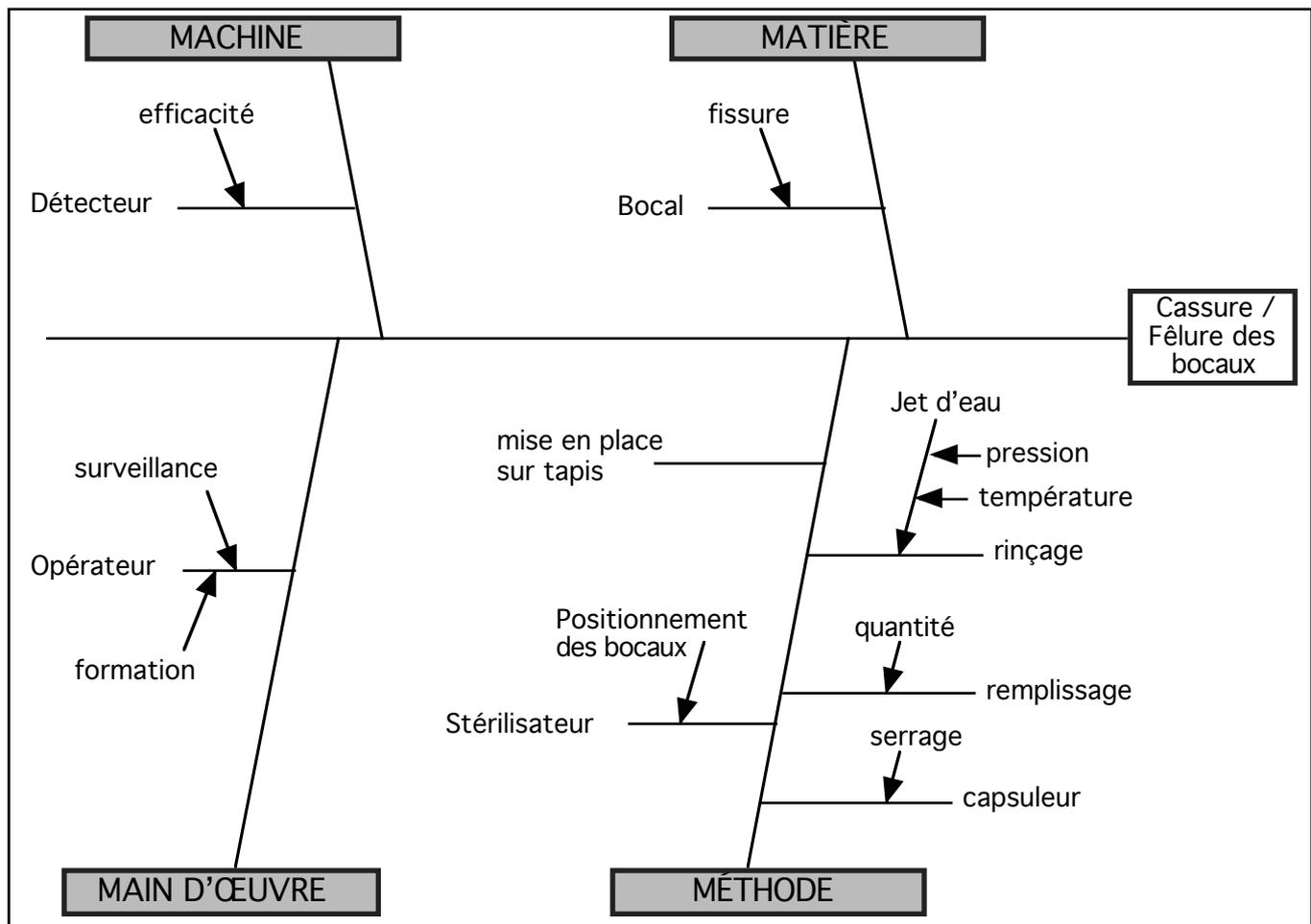
## 3<sup>ème</sup> partie : Analyse des dangers

### 3-1- Diagramme de cheminement



### 3-2- Causes des problèmes concernant les bocaux et actions à entreprendre

Diagramme causes - effet :



#### Analyse des résultats :

- Des bocaux fêlés et / ou cassés sont rencontrés à divers stades de leur traitement. Ces anomalies concernent différents lots, elles ne sont donc pas exceptionnelles.
- Des bocaux sont trouvés fêlés lors de la mise en carton, ce qui prouve :
  - que le détecteur n'est pas efficace à 100% et / ou
  - que l'élimination suite à la détection par la machine n'est pas assurée correctement par les opérateurs, d'ailleurs la surveillance par les opérateurs semble insuffisante puisqu'à plusieurs étapes se retrouvent des bocaux fêlés qui n'ont donc pas été éliminés.
- Des bocaux s'avèrent être fêlés avant remplissage par suite :
  - soit de chocs lors de la mise en place car mal mis en place par les opérateurs
  - soit au cours du rinçage par suite d'une trop grande pression exercée par le jet ou d'une température trop importante de l'eau provoquant un choc thermique.
- Des bocaux sont éliminés avant remplissage et pourtant lors du passage au détecteur, il y a des bocaux fêlés détectés. Il peut donc y avoir fêlure lors du remplissage, ou du capsulage ou de la stérilisation.

#### Actions à entreprendre

- Analyser le problème « fissure ou cassure des bocaux ».
- Revoir le mode de fonctionnement du détecteur afin d'en améliorer son efficacité.
- Revoir la formation des opérateurs afin d'améliorer l'efficacité des opérations de surveillance.

#### 3-3- Méthode pour analyser et résoudre ce problème

Identification du problème qui est ici : fissure et cassure des bocaux.

Identification des causes possibles par remue-méninges.

Regroupement des causes sous forme d'un diagramme d'Ishikawa.

Choisir les causes retenues (en réalisant par exemple une étude critique des modes de défaillance).

Rechercher les solutions possibles.

Choisir les actions à mener et planifier ces actions.

Mettre en place et suivre les actions retenues.

# Corrigés sujets 2001

---

## Anglais 2001

### PART ONE

#### 1) Compte rendu (6 points)

Selon le F.S.A, organisme gouvernemental, les aliments biologiques ne sont pas meilleurs que ceux issus de l'agriculture traditionnelle et les consommateurs, séduits par l'image qu'ils s'en font, gaspillent leur argent en les achetant.

Les organisations écologiques réagissent vivement en accusant Sir J. Krebs, président du F.S.A. d'être "déphasé" et mal informé.

La vente d'aliments biologiques augmente de 40 % par an en Grande Bretagne et les consommateurs sont de plus en plus enclins à payer beaucoup plus cher pour les aliments biologiques.

Des tests effectués par des laboratoires indépendants, n'ont trouvé aucun pesticide sur des carottes cultivées de manière traditionnelle, pas plus que sur la carotte biologique britannique voire même celle provenant de l'étranger. Ceci contredit une étude vieille de deux ans qui révélait la présence de résidus de pesticides à un taux supérieur aux taux légalement admis pour les carottes traditionnelles tout comme pour les carottes biologiques !

Cependant, personne à ce jour, ne connaît les effets à long terme des pesticides utilisés dans l'agriculture.

#### 2) Proposition de traduction (4 points)

Titre: Acheter "Bio", c'est gaspiller son argent !

Les aliments "bio" ne sont ni plus sains ni plus nourrissants<sup>(1)</sup> que les aliments cultivés de manière traditionnelle et les gens gaspillent leur argent en payant davantage pour les premiers, a déclaré hier le responsable de l'Agence pour la Norme Alimentaire<sup>(2)</sup> (FSA)

Sir John Krebs, le président de cet organisme nommé par le gouvernement a affirmé qu'il n'y avait pas de preuves que les aliments "bio" étaient plus sains que les produits cultivés de manière traditionnelle. Selon lui, les gens<sup>(3)</sup> en avaient pour leur argent seulement s'ils souhaitaient s'offrir une approche holistique de l'agriculture. "D'après moi et d'après la FSA ils n'en ont pas pour leur argent s'ils pensent acheter des aliments d'une qualité nutritive ou d'une sécurité supérieures. Nous manquons de preuves pour corroborer de telles affirmations", a-t-il déclaré.

Remarques :

(1) on acceptera également: "nutritifs".

(2) on acceptera également l'appellation britannique : "Food Standards Agency".

(3) on acceptera également : "les consommateurs - le public".

### PART TWO

#### 1) Éléments de réponse

The questions this article asks are : is it worth paying more for organic food ? Do you really get more for your money ? More guarantees of safety and more food value ? Sir J. Krebs, Head of the F.S.A., says you don't. You're only paying for an image - a very desirable but false image - that of healthier and more nutritious food stuffs. On the other hand, environmental groups and organic farmers claim that their produce is really better, for they do offer higher safety standards. ( environ 80 mots)

2) Sujet très personnel.

## Exercice 1

### Partie A

1.a. En faisant (1) – (2) dans les système précédent, on obtient :

$$\alpha'(t) - \beta'(t) = -0,032(\alpha(t) - \beta(t)) \text{ avec } f(t) = \alpha(t) - \beta(t) \text{ soit } f'(t) = \alpha'(t) - \beta'(t)$$

$$\text{soit } f'(t) = -0,032 f(t)$$

$$\text{ou } f'(t) + 0,032 f(t) = 0$$

Ainsi,  $f$  est bien solution de l'équation différentielle :  $y' + 0,032 y = 0$

b. Les solutions de l'équation différentielle précédente sont les fonctions  $y$  définies par, si  $t \geq 0$ ,  $y(t) = C e^{-0,032 t}$  avec  $C \in \mathbb{R}$

c. On a donc  $f$  définie par  $f(t) = C e^{-0,032 t}$

$$\text{Or, } f(0) = \alpha(0) - \beta(0), \text{ soit } f(0) = 30 \text{ et } f(0) = C \text{ d'où } C = 30$$

$$\text{Ainsi, , si } t \geq 0, f(t) = 30 e^{-0,032 t}$$

2.  $F$  primitive de  $f$  vérifiant  $F(0) = 0$

a.  $F$  est donc définie par  $F(t) = -30/0,032 e^{-0,032 t} + k$  où  $k \in \mathbb{R}$

$$\text{soit } F(t) = -937,5 e^{-0,032 t} + k$$

$$\text{Or, } F(0) = 0 \Leftrightarrow -937,5 + k = 0 \Leftrightarrow k = 937,5$$

$$\text{D'où, si } t \geq 0, F(t) = 937,5 (1 - e^{-0,032 t})$$

b. D'après (2),  $\beta'(t) = 0,021 f(t)$  et  $\beta$  est donc une primitive de  $0,021 f$ .

$$\text{On a donc : , si } t \geq 0, \beta(t) = K + 0,021 F(t) \text{ où } K \in \mathbb{R}$$

$$\text{c. } \beta(0) = 0 \Leftrightarrow K + 0,021 F(0) = 0$$

$$\text{or } F(0) = 0 \text{ d'où } K = 0$$

$$\text{On en déduit : si } t \geq 0, \beta(t) = 0 + (0,021)(937,5)(1 - e^{-0,032 t})$$

$$\text{Soit, après calculs, si } t \geq 0, \beta(t) = 29,6875 - 19,6875 e^{-0,032 t}$$

### Partie B

NB : Les expressions données concordent avec :  $\beta(t) = 29,6875 - 19,6875 e^{-0,032 t}$  et  $f(t) = 30 e^{-0,032 t}$ .

1.

$$\text{Comme } \lim_{t \rightarrow \infty} e^{\frac{-4t}{125}} = 0, \text{ par somme et produit, } \lim_{t \rightarrow \infty} \alpha(t) = \frac{5 \times 95}{16}$$

$$\text{Soit } \lim_{t \rightarrow \infty} \alpha(t) = \frac{475}{16} (= 29,6875)$$

$$\text{De même, } \lim_{t \rightarrow \infty} \beta(t) = \frac{475}{16} (= 29,6875)$$

$\alpha$  et  $\beta$  au voisinage de  $+\infty$ .  
On en déduit que la droite d'équation  $y=29,6875$  est asymptote (horizontale) des courbes représentatives

2. •  $\alpha$  est dérivable sur  $[0 ; +\infty [$  et

$$\text{si } t \geq 0, \alpha'(t) = \frac{5}{16} (33) \left(\frac{-4}{125}\right) e^{\frac{-4t}{125}}$$

$$\text{d'où si } t \geq 0, \alpha'(t) = -0,33 e^{\frac{-4t}{125}}$$

$$\text{Or si } t \geq 0, e^{\frac{-4t}{125}} > 0 \text{ d'où } \alpha'(t) < 0$$

On en déduit que  $\alpha$  est strictement décroissante sur  $[0 ; +\infty [$

$$\bullet \text{ De même si } t \geq 0, \beta'(t) = \frac{5}{16} (-63) \left(\frac{-4}{125}\right) e^{\frac{-4t}{125}}$$

D'où, si  $t \geq 0$ ,  $\beta'(t) = 0,63e^{-\frac{4t}{125}}$

Ainsi, si  $t \geq 0$ ,  $\beta'(t) > 0$  et  $\beta$  strictement croissante sur  $[0 ; +\infty[$

NB : on peut dresser les tableaux de variation de  $\alpha$  et  $\beta$ .

t	0	$+\infty$
$\alpha'(t)$	-	
$\alpha$	40	$475/16$
	↓	

t	0	$+\infty$
$\beta'(t)$	+	
$\beta$	10	$475/16$
	↑	

### 3. Graphiques

- Dire que la différence des températures est inférieure à  $1^\circ\text{C}$  revient à dire :  $\alpha(t) - \beta(t) \leq 1$  soit :

$$f(t) \leq 1 \Leftrightarrow 30e^{-0,032t} \leq 1 \Leftrightarrow e^{-0,032t} \leq 1/30 \Leftrightarrow -0,032t \leq \ln(1/30)$$

$$\Leftrightarrow -0,032t \leq -\ln(30) \quad (\text{croissance de la fonction } \ln)$$

$$\Leftrightarrow t \geq \frac{\ln 30}{0,032} \quad (\text{avec } \frac{\ln 30}{0,032} = 106,3\dots)$$

C'est donc à partir de  $t=107$  s (valeur arrondie à l'unité) que la différence de température sera inférieure à  $1^\circ\text{C}$ .

NB : Cette valeur est cohérente avec les graphiques, la différence de température correspondant à la « distance » entre les deux courbes.

## Exercice 2

### Partie A

Y : variable aléatoire qui, à tout échantillon de taille n, associe le nombre de succès du magicien.

1.

-  $n = 20$

a. Chaque tirage élémentaire permettant de constituer l'échantillon peut déboucher sur deux et seulement deux résultats :

- Le magicien donne une réponse juste : probabilité  $P = 1/2$

- Le magicien se trompe : probabilité  $q = 1-p = 1/2$

D'après l'énoncé, les tirages élémentaires sont indépendants (tirages avec remise).

Ainsi, Y suit une loi binomiale de paramètres :  $n=20$  et  $p=1/2$  :  $B(20 ; 1/2)$

b.

$$- P(Y = 15) = C_{20}^{15} \left(\frac{1}{2}\right)^{15} \left(\frac{1}{2}\right)^{20-15} \quad \text{soit} \quad P(Y = 15) = C_{20}^{15} \left(\frac{1}{2}\right)^{20}$$

- À la machine on trouve :  $P(Y=15) \approx 0,01479$  à  $10^{-4}$  près.

2.  $n = 100$  ;

Y est approchée par Z suivant une loi normale  $N(m ; \sigma)$ .

a. Comme :  $E(Y) = np = 100 \times 1/2 = 50$  et  $\sigma(Y) = \sqrt{np(1-p)} = \sqrt{100 \times 1/4} = 5$ , les paramètres de la loi normale seront, par conservation de l'espérance et de l'écart type :  $m = 50$  et  $\sigma = 5$ .

Y est donc approchée par Z suivant la loi normale :  $N(50 ; 5)$ .

b. Y suit une loi discrète et est approchée par Z suivant une loi continue : on est donc amené à effectuer une correction de continuité :

$P(Y > 60)$  est approchée par  $P(Z > 60,5)$

Posons  $T = (Z - 50)/5$ , on a T qui suit une loi normale centrée réduite  $N(0 ; 1)$

$P(Z > 60,5) = P((Z - 50)/5 > (60,5 - 50)/5) = P(T > 2,1) = 1 - P(T \leq 2,1)$  avec  $\pi(2,1) = 0,9821$  par lecture des tables =  $0,0179$  à  $10^{-4}$  près

Ainsi,  $P(Y > 60)$  est approchée à  $10^{-4}$  près par  $0,0179$ .

## Partie B

1 Sous  $H_0$ ,  $p=1/2$  et, compte tenu de  $n=100$ ,  $\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 0,05$

D'où  $F$  suit, sous  $H_0$ , la loi normale  $N(0,5 ; 0,05)$

Posons  $T = (F-0,5)/0,05$  ;  $T$  suit alors la loi normale  $N(0 ; 1)$ .

On a :

$$\begin{aligned} P(F \leq \frac{1}{2} + h) = 0,95 &\Leftrightarrow P\left(\frac{F-0,5}{0,05}\right) \leq \left(\frac{\frac{1}{2} + h - 0,5}{0,05}\right) = 0,95 \\ &\Leftrightarrow P\left(T \leq \frac{h}{0,05}\right) = 0,95 \Leftrightarrow \pi\left(\frac{h}{0,05}\right) = 0,55 \end{aligned}$$

Or, par lecture des tables, compte tenu de :  $\pi(1,64)=0,9495$  et  $\pi(1,65)=0,9505$ , on prendra  $\pi(1,645)=0,95$

$$\begin{aligned} \text{D'où } P(F \leq \frac{1}{2} + h) = 0,95 &\Leftrightarrow \pi\left(\frac{h}{0,05}\right) = \pi(1,645) \Leftrightarrow \frac{h}{0,05} = 1,645 \\ &\Leftrightarrow h = 1,645 \times 0,05 \Leftrightarrow h = 0,08225 \end{aligned}$$

En conséquence,  $P(F \leq \frac{1}{2} + h) = 0,95$  lorsque  $h = 0,082$  à  $10^{-3}$  près

2. D'après de qui précède, sous  $H_0$ ,  $P(F \leq 0,582) = 0,95$ . On peut alors énoncer la règle d'utilisation du test :

Notons  $f$  la valeur prise par  $F$  lors de l'étude d'un échantillon de taille 100.

- Si  $f \leq 0,582$ , on accepte  $H_0$  et l'on considère que le magicien est un imposteur.
- Si  $f > 0,582$ , on rejette  $H_0$ , on accepte  $H_1$  et l'on considère que le magicien n'est pas un imposteur.

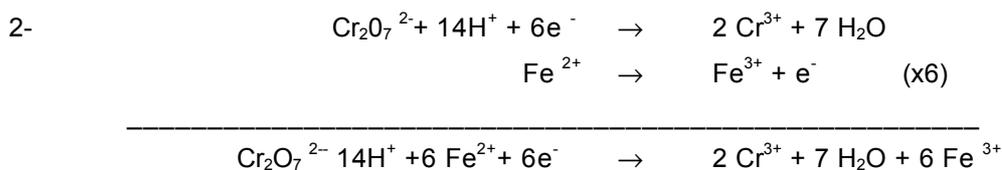
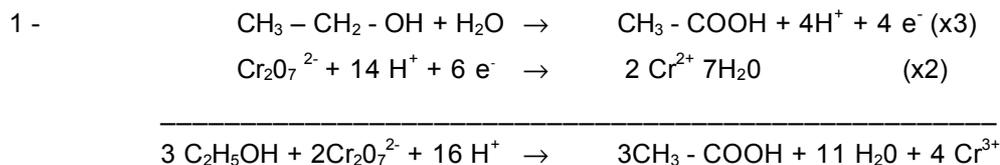
3. Pour l'échantillon étudié,  $f=(64/100)=0,64$ .

Comme  $0,64 > 0,582$ , on rejette  $H_0$  et on accepte  $H_1$ .

Au seuil de 5 %, on considère que le magicien n'est pas un imposteur.

## PREMIÈRE PARTIE : CHIMIE

### I - Dosage de l'éthanol d'un vin



$$\begin{array}{l}
 3. \text{ a) À l'équivalence} \quad n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \frac{n(\text{Fe}^{2+})}{6} = \frac{C_1 V_1}{6} \\
 \quad \quad \quad n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \text{ en excès} = \frac{0.7 \times 10310^3}{6} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ mol.}
 \end{array}$$

b) Quantité d'ions dichromate introduite

$$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \text{ introduit} = C_2 V_2 = 20 \cdot 10^{-3} \times 0,115 = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

La quantité d'ions dichromate ayant réagi est donc

$$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \text{ réag.} = n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \text{ introduit} - n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \text{ en excès} = 2,3 \cdot 10^{-3} - 1,2 \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

c) D'après l'équation ①

$$\begin{aligned}
 n(\text{CH}_3 \text{CH}_2 \text{OH}) &= 3/2 [ n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \text{ introduit} - n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \text{ en excès} ] \\
 &= 3/2 ( 2,3 \cdot 10^{-3} - 1,2 \cdot 10^{-3} ) = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

4 - Dans les 250 mL de S<sub>1</sub>, correspondant à 50 mL de distillat soit 20 mL de vin (l'alcool se retrouve entièrement dans le distillat) il y a donc  $n = 25 \times 1,65 \cdot 10^{-3}$  mol d'éthanol.

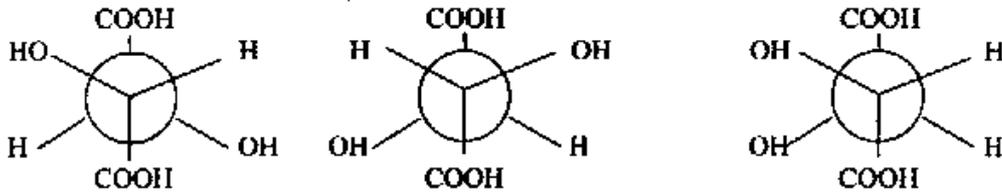
C'est-à-dire  $n = 4,125 \cdot 10^{-2}$  mol. Soit une concentration  $C = \frac{n}{V_s} = 4,125 \cdot 10^{-2} / 20 \cdot 10^{-3} = 2,06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

5 -  $M_{(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = 2 \times 12 + 16 + 6 = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  donc dans un litre de vin il y a 94,9 g d'éthanol soit  $V = 94,9 / 789 = 0,117 \text{ L}$ . Le pourcentage volumique en éthanol du vin étudié est donc 12%.

## II - Acidité d'un vin

### 1 - Acide Tartrique

- 1.1 L'acide tartrique HOOC - CHOH - CHOH - COOH contient 2 carbones symétriques.  
 1.2 L'acide tartrique possède 3 stéréoisomères



### 2 - Dosage de l'acidité totale

- 2.1  $pH_E \approx 8,4$  : il est basique. Les acides du vin sont des acides faibles donc à l'équivalence on a une solution de bases conjuguées.

2.2  $pH = 7 \quad V_B \approx 7,7 \text{ mL}$ .



- 2.4 Quantité de soude versée  $n(\text{OH}^-) = C_b V_B$  pour  $pH = 7$

$$n(\text{OH}^-) = 5 \cdot 10^{-2} \times 7,7 \cdot 10^{-3} = 3,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

donc quantité d'acide tartrique dosé :  $n(\text{OH}^-) / 2 = 1,925 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$

concentration :  $\frac{1,9 \cdot 10^{-2}}{2010^{-3}} = 0,9625 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Avec  $M_{(\text{ac. tartrique})} = 150 \text{ g.mol}^{-1}$ , on obtient l'acidité totale :

$$0,96 \cdot 10^{-2} \times 150 = 1,44 \text{ g/L d'acide tartrique.}$$

## SECONDE PARTIE : PHYSIQUE

III- 1 -  $\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$  énergie du photon.

Si l'atome est dans son état fondamental, il pourra passer à l'état 2 en absorbant la radiation de longueur d'onde  $\lambda$ , telle que

$$\frac{hc}{\lambda} = E_2 - E_1 = -3,4 + 13,6 = 10,2 \text{ eV} = 1,63 \cdot 10^{-18} \text{ J.}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E_2 - E_1} = \frac{6,6210^{34} \times 2,99810^8}{102 \times 1,60210^9} = 1,21510^7 = 1215 \text{ nm}$$

Cette réaction appartient au domaine des U.V.

$$2 - \Delta E = \frac{hc}{\lambda_{11}} = \frac{6,6210^{34} \times 2,98810^8}{6,5610^9} = 3,02510^{19} \text{ J} = 1,89 \text{ eV.}$$

$\Delta E = 1,89 \text{ eV} = E_3 - E_2$  état initial 3, état final 2 (c'est une émission).

3-  $n = 530 \text{ traits/mm} = 530 \cdot 10^3 \text{ traits/m}$  (Rq. :  $a = 1/n = 1,89 \cdot 10^{-3} \text{ mm} = 1,89 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ )

$$\sin \theta = \sin i + k\lambda n$$

On veut le rayon diffracté d'ordre 1 ( $k=1$ ) normal ( $\theta=0$ ) pour  $\lambda_2 = 486 \text{ nm} = 486 \cdot 10^{-9} \text{ m}$  donc

$$\sin 0 = \sin i + 1 \times 486 \cdot 10^{-9} \times 530 \cdot 10^3$$

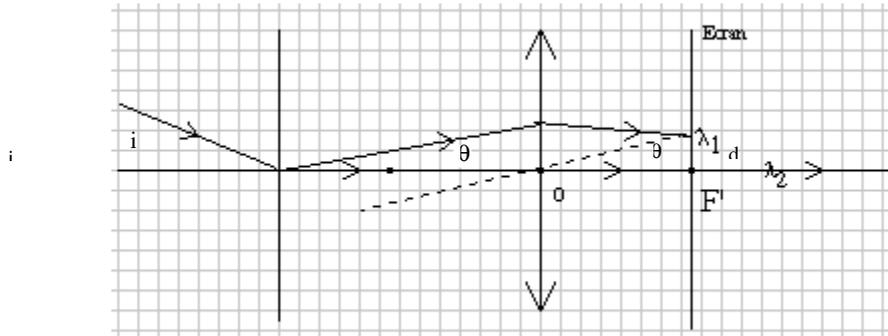
$$\sin i = -0,257 \quad i = -14,9^\circ$$

4 -  $\sin \theta = \sin i + k\lambda n$

$$k = 1 \quad \lambda_1 = 656 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad i = -14,9^\circ$$

$$\sin \theta = -0,257 + 1 \times 656 \cdot 10^{-9} \times 530 \cdot 10^3 = 9,01 \cdot 10^{-2} \quad \theta = 5,2^\circ$$

5-



Réseau

L'écran est le plan focal image

Rayon correspondant à  $\lambda_1$  non dévié : il passe par le centre optique

Rayon correspondant à  $\lambda_2$  vient converger au foyer secondaire image correspondant

$d = 9 \text{ cm}$

6 - D'après la construction :

$$\tan \theta = \frac{d}{OF'} = \frac{d}{f} \text{ donc}$$

$$d = f \cdot \tan \theta = 1 \times \tan 5,2$$

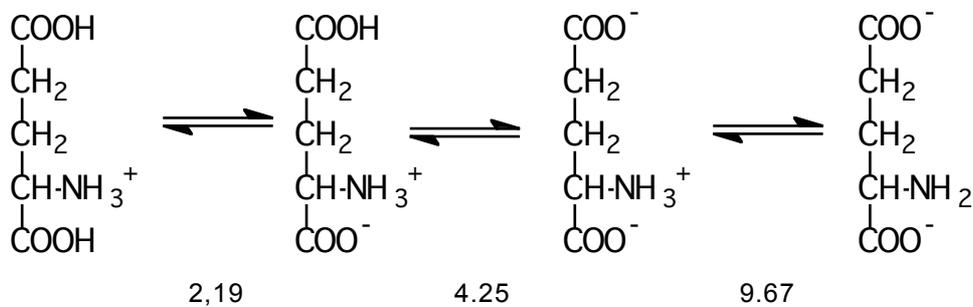
$$d = 9 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

## Biochimie-Biologie 2001

### ÉLÉMENT DE CORRIGÉ DE BIOCHIMIE 45 points

Question 1 (10 points)

1.1.

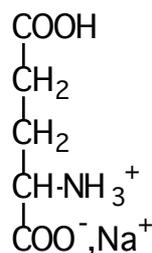


□□□

1.2. Définition : Le pHi correspond au pH pour lequel l'acide aminé est électriquement neutre, il possède autant de charge + que de charge -.  $\text{pHi} = (2,19 + 4,25)/2 = 3,22$

1.3. En solution dans l'eau l'acide aminé est sous forme d'amphion et le pH de la solution est égal au pHi (NDLR : il n'est pas réellement possible de donner le pH puisque l'on ne connaît pas la concentration de glutamate).

1.4.



Question 2 (8 points)

2.1. La résine porte des groupements ionisés. Il existe donc des contre-ions. Les contre-ions sont échangés contre des ions de même charge.

Une résine portant des groupements anioniques retient donc les cations. Les molécules neutres et les anions sont élués.

La chromatographie d'échange d'ions permet donc de séparer des constituants en fonction de leur charge.

Les ions retenus sont ensuite élués par modification de pH ou de force ionique.

À pH 2 la résine est anionique ( $\text{SO}_3^-$ ), l'acide glutamique est cationique (cf 1.1), l'acide glutamique est donc retenu par la résine.

### Question 3 (18 points)

3.1. Il s'agit d'une méthode en point final car la transformation du substrat est totale (la réaction dure 20 min) et on réalise le dosage des produits en fin de réaction. On ne suit pas une vitesse de réaction (absorbance en fonction du temps) comme dans une cinétique.

3.2. Vérification de la stabilité du réactif au cours du temps de réaction.

3.3.

$$\Delta A = (A_2 - A_1) - (AT_2 - AT_1)$$

$$\Delta A = \epsilon \cdot l \cdot c \text{ (milieu réactionnel)}$$

$$c(\text{échant}) \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} = \Delta A \cdot V / \epsilon \cdot l \cdot v$$

$$c(\text{échant}) \text{ g/L} = \Delta A \cdot V \cdot M \cdot 10^{-3} / \epsilon \cdot l \cdot v$$

$$c(\text{échant}) \text{ g / L} = \Delta A \cdot 0,229$$

3.4.  $\Delta A = (0,216 - 0,102) - (0,105 - 0,100) = 0,109$

$$[\text{acide glu}]_{\text{sol}} = 0,109 \times 0,229 = 0,025 \text{ g/L}$$

$$[\text{glutamate monosodique}]_{\text{sol}} = 0,025 \times 169 / 147 = 0,0287 \text{ g/L}$$

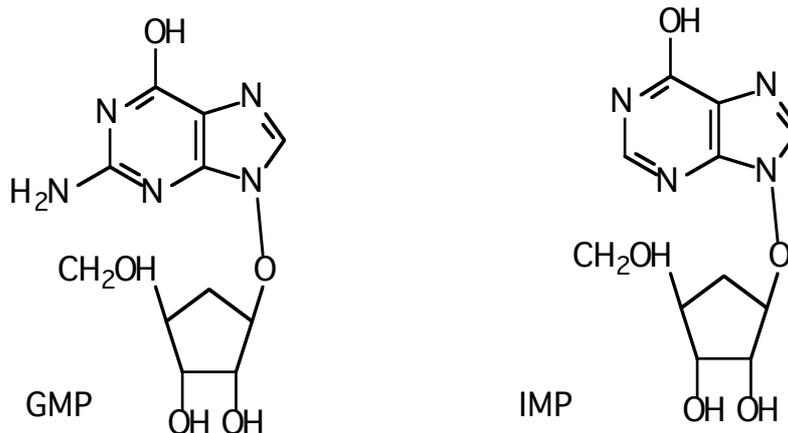
Dans 1 L de solution il y a un gramme de potage donc  $[\text{GMS}] = 28,7 \text{ g/kg}$  Le résultat est donc conforme aux spécifications.

### Question 4 (3 points)

En l'absence de 2 oxoglutarate déshydrogénase (E4) le 2 oxoglutarate n'est pas transformé en succinyl-CoA, et s'accumule dans la cellule. Grâce à la GLDH, le 2 oxoglutarate est transformé en glutamate.

### □ Question 5 (6 points)

5.1



5.2. Le GMP entre dans la constitution des ARN. Les ARN sont en chaîne monocaténaire.

Différents types: ARN messenger = filament monocaténaire nu.

ARN transfert = filament monocaténaire se repliant sur lui-même par endroits pour former certaines zones en double hélice et des boucles. Repliement en "feuille de trèfle"

ARN ribosomal = filament monocaténaire étroitement associé avec des protéines pour former le ribosome.

## ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ DE MICROBIOLOGIE (40 points)

### Question 1 (8 points)

- 1.1. Facteur de croissance : composé organique, strictement nécessaire au développement de la bactérie, qu'elle n'est pas capable de synthétiser.

La souche est auxotrophe.

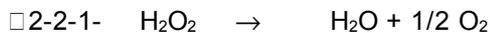
- 1.2. Acides aminés (cystéine) ; vitamines (thiamine, panthothénate, biotine) ; bases puriques ou pyrimidiques (adénine).

### Question 2 (12,5 points)

#### 2.1. Fermenteur :

- régulation du pH : sonde pHmétrique reliée à un régulateur commandant un distributeur de base ou d'acide selon un point de consigne.
- régulation de la température : sonde de température reliée à un régulateur commandant alternativement une résistance électrique pour chauffer le milieu et une électrovanne délivrant un courant d'eau froide pour refroidir le milieu selon un point de consigne.
- aération : électrode à oxygène reliée à un régulateur commandant le réglage de la vitesse d'agitation et le débit d'air stérile entrant selon un point de consigne.

#### 2.2. Catalase +:



2-2-2- Formation de  $\text{H}_2\text{O}_2$  en aérobiose. Toxique si elle n'est pas détruite.

#### 2.3. Uréase +



2-3-2- Dihydrogénophosphate et monohydrogénophosphate de potassium : rôle tampon et source de phosphore.

### Question 3 (19,5 points)

#### 3.1. Méthode de mesure de la biomasse:

- Récupération de la biomasse par filtration ou centrifugation et mesure pondérale après déshydratation jusqu'à masse constante.
- Turbidimétrie si on a établi une correspondance entre biomasse sèche et trouble.
- Méthodes de dénombrement.

3.2. La concentration en glucose diminue de manière exponentielle jusqu'à une valeur minimale d'environ 2 mg/mL. Il y a épuisement en corrélation avec la courbe de croissance : il s'agit d'une culture discontinue (ou non renouvelée).

#### 3.3. Courbe de croissance :

##### 3-3-1- Différentes phases :

phase exponentielle : durée 2 jours ; la vitesse spécifique de croissance est maximale et constante.

phase de ralentissement : durée 4 jours ; la vitesse spécifique de croissance diminue, les conditions de culture deviennent moins favorables à la croissance.

phase stationnaire maximale : épuisement du milieu, le nombre de bactéries, donc la biomasse, reste constante.

3-3-2- La vitesse spécifique de croissance  $\mu$  est l'augmentation de la biomasse par unité de temps.

Le temps de génération  $G$  est le temps nécessaire pour un doublement de la biomasse.

$$G = 17 \pm 0,5 \text{ heures} \quad \mu = \text{Ln}2/G = 0,047 \text{ h}^{-1}$$

3.4. Le 5'IMP est produit de manière maximale entre 4 et 6 jours, soit en fin de phase de ralentissement.

La concentration d'hypoxanthine chute à partir du moment où la production du 5'IMP apparaît ; l'hypoxanthine est donc utilisée pour la synthèse du 5'IMP. Il s'agit d'un précurseur du 5'IMP.

## CORRIGÉ DE TOXICOLOGIE (15 points)

### Question 1 (9 points)

#### 1.1 Définitions :

La toxicité aiguë : l'effet toxique apparaît à la suite d'une seule administration de la substance.

La toxicité chronique : les effets apparaissent à long terme après l'administration de doses faibles et répétées.

#### 1.2. Conditions d'étude expérimentale:

La toxicité aiguë : La substance à tester est administrée en une seule fois. Plusieurs doses sont testées en concentrations croissantes sur des groupes homogènes d'animaux. Ces études permettent de déterminer :

- Les signes d'intoxication ;
- La dose létale 50 (qui provoque la mort de 50 % des animaux testés) ;
- Les quantités limites à utiliser lors des autres études ;
- Les organes cibles ;
- Les modes d'action et les risques induits par des expositions excessives accidentelles.

La toxicité chronique : La période d'administration de la substance étudiée excède généralement 90 jours ; elle s'étend jusqu'à dix-huit mois chez les rongeurs et parfois plus de 2 ans chez les non rongeurs (chiens, porcs, primates) dont la durée de vie est plus longue. Ces études permettent de déterminer un niveau de dose sans effet toxique ou dose seuil et, pour les doses avec effets toxiques, le temps d'apparition de ceux-ci et leur réversibilité éventuelle.

1.3. Effet génotoxique : effets se manifestent au niveau du patrimoine génétique ou de son expression ; ils engendrent des phénomènes de mutagenèse, de cancérogenèse et de tératogenèse

- mutagenèse : transformation de l'ADN transmissible à la descendance
- cancérogenèse : phénomène de mutagenèse auquel s'ajoute un pouvoir de malignité : les cellules sont devenues immortelles, n'obéissent pas aux facteurs de régulations tissulaires et sont capables de coloniser d'autres tissus (métastases).
- tératogenèse : modification d'expression génique conduisant à des malformations de l'embryon.

### Question 2 (6 points)

2.1. La spécification montre qu'un sachet de 30 g contient :

$$28,5 \times 0,03 = 0,855 \text{ g.}$$

La DJA est 120 mg/kg, donc la quantité journalière tolérable est DJA x P, une grandeur qui dépend du poids du sujet.

Soit, pour un adulte de 70 kg, 8,4 g par jour.

Si on considère un bol de 250 mL, un adulte peut consommer 10 bols de soupe par jour !

2.2. Cette quantité sera plus faible pour les enfants, et encore plus pour les bébés. (Un bol de soupe dépasse la DJA pour un bébé.)

L'interdiction du glutamate dans les aliments pour bébés est en relation avec les conséquences possibles du risque de neurotoxicité sur le développement cérébral.

### PARTIE 1 : sciences des aliments (corrigé rédigé) Étude d'un plat cuisiné : poisson sauce béarnaise

#### Étude des matières premières

##### Poisson

##### Composition moyenne

##### On observe pour le muscle de poisson :

- Une teneur en eau plus élevée.
- Une teneur en protéines plus importante avec une teneur en collagène plus faible.
- Une teneur en lipides plus faible avec une variabilité plus importante (facteur 10 ; facteur 4 pour le bœuf) et une teneur en lipides polyinsaturés élevée.
- Des teneurs en glucides et en lipides équivalentes.

##### Notions de VB et de CUD

La valeur biologique est le rapport entre la teneur en acides aminés essentiels de la protéine considérée sur la teneur en acides aminés essentiels d'une protéine de référence (généralement l'ovalbumine).

Le coefficient d'utilisation digestive mesure le pourcentage de la quantité absorbée (passage dans le sang après digestion) sur la quantité ingérée.

##### Qualité nutritionnelle

Ces deux aliments participent activement à la couverture protéique. Leur UPN est élevé (UPN : utilisation protéique nette = VB x CUD )

La qualité nutritionnelle du poisson est légèrement supérieure par la nature de ses protéines (myofibrillaires et sarcoplasmiques essentiellement avec peu de collagène) et par la teneur et la nature de ces lipides (les lipides polyinsaturés s'opposent à l'élévation de la teneur en cholestérol).

##### Évolution post-mortem

##### 3 grandes phases :

Phase de pré-rigor : phase d'excitabilité musculaire et de contractions fibrillaires : les sarcomères relâchés sont encore extensibles, l'actine et la myosine sont libres ; le degré de fermeté et de dureté dépendent du raccourcissement musculaire.

Phase de rigidité cadavérique : la rigidité cadavérique est due à la formation d'un complexe actomyosine irréversible et à l'acidification lactique qui provoque une baisse de la rétention d'eau et donc un durcissement de la chair. L'acidification très marquée pour le muscle des animaux terrestres (pH ≈ 4,6 ) est beaucoup moins importante chez le poisson ( pH ≈ 6,4)

phase de résolution de la rigidité cadavérique

Elle est due à l'action des cathepsines qui provoquent le détachement des filaments d'actine le long de la strie Z ; les complexes actomyosine persistent, mais ne sont plus reliés les uns aux autres

##### couleur de la chair

La coloration de la chair est due à l'hémoglobine du sang et à la myoglobine du sarcoplasme. Le colin est formé de muscles blancs contenant peu de myoglobine et peu vascularisé

##### Texture

Elle est plus souple chez le poisson pour trois raisons principales :

- La rigidité cadavérique est faible chez le poisson et sa résolution rapide
- Sa teneur en collagène est faible : la chair est donc beaucoup plus tendre que celle du muscle de bœuf.

La structure musculaire est constituée de fibres musculaires plus courtes

##### Classes de poissons

- Poissons maigres : lieu, colin, merlan, limandes...
- Poissons 1/2 gras : sardines, harengs, thons...
- Poissons gras : saumon, anguilles...

## Beurre

### Définition légale du beurre

Produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse, obtenu par des procédés physiques et dont les constituants sont d'origine laitière. Le beurre doit contenir pour 100 g de produit :

- 82 grammes au minimum de matière grasse laitière
- 2 grammes au maximum de matière sèche non grasse
- 16 grammes au maximum d'eau

### Produit d'addition autorisé

2 réponses possibles suivant que l'on entende produit d'addition comme additif ou comme ingrédient. Les 2 réponses sont admises.

Si produit addition signifie additif :

Seuls les caroténoïdes (E 160 et E 160c) sont autorisés en quantité juste nécessaire pour les animaux en stabulation ayant reçu une alimentation pauvre en carotène.

Si produit d'addition signifie ingrédient

Seul le sel (chlorure de sodium) est autorisé ; il permet de créer un milieu hypersalé dans la phase aqueuse et d'inhiber ainsi la prolifération microbienne. De plus, l'addition de sel apporte des qualités organoleptiques supplémentaires.

## Additifs

Additif alimentaire : il s'agit de 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.

Les additifs présents dans la composition sont :

- Épaississants (farine de graines de caroube et de guar, gomme xanthane)
- Arômes

## Étude des procédés de fabrication du beurre et du vin blanc

### Étude du procédé de fabrication du beurre

#### Pasteurisation

Le beurre, émulsion de lipides est instable au chauffage : une température de 130°C correspond au maximum tolérable.

Le dégazage est indispensable pour éliminer l'oxygène de l'air et le rancissement des lipides mais aussi pour éliminer les substances volatiles à odeur désagréable.

#### Étape de maturation

La maturation de la crème s'effectue pendant 6 à 15 heures en pH acide, en présence d'oxygène, à une température de 12 à 15°C : il se forme de la butane-2,3-dione (diacétyle) qui donne au beurre un goût de noisette.

#### Barattage

Le barattage consiste en une inversion des phases de l'émulsion réalisée par la crème fermentée. On passe d'une émulsion type graisse dans eau (lait, crème) à une émulsion type eau dans graisse (beurre). On obtient le beurre d'une part et le babeurre d'autre part.

# Étude du procédé de fabrication de la matière grasse végétale partiellement hydrogénée

## Obtention d'huile raffinée

Démucilagination	C'est un traitement à l'eau chaude qui insolubilise les phospholipides ainsi que diverses matières colloïdales (polysaccharides, gommes, résines...); Les deux phases sont ensuite séparées par centrifugation.
Neutralisation (ou raffinage)	L'huile est portée à 80-90°C puis agitée avec de la soude ou de la potasse. Les acides gras libres, responsables de l'acidité et de l'oxydabilité de l'huile, passent dans la phase aqueuse sous forme de savons, et sont éliminés lors de la décantation ou de la centrifugation qui suit.
Décoloration	Elle a pour but d'enlever la chlorophylle et les pigments caroténoïdes; à cette fin l'huile est traitée par un adsorbant (charbon activé) puis filtrée; l'opération détruit les peroxydes et élimine en grande partie les traces de métaux.
Démargarination	consiste à faire cristalliser à basse température, et à éliminer ensuite par filtration ou centrifugation, des triglycérides à point de fusion relativement élevé qui risqueraient de cristalliser dans l'huile au cours de l'entreposage.
Désodorisation	Elle est obtenue par distillation sous vide avec un léger entraînement par la vapeur d'eau, des substances comme les aldéhydes et les cétones, souvent responsables d'odeurs désagréables
Séchage	Extrait l'eau résiduelle et évite l'hydrolyse des triglycérides.

## Modifications des huiles

### L'hydrogénation

Elle consiste à fixer l'hydrogène au niveau des doubles liaisons des acides gras non saturés. Il existe 2 types d'hydrogénation dont les applications sont différentes :

3. L'hydrogénation sélective : Elle permet de réduire la teneur en acide linoléique en le transformant en acide linoléique et d'accroître ainsi la stabilité.
4. L'hydrogénation partielle ou totale : Elle a pour but la préparation de matières grasses solides pour la fabrication par exemple de margarines. Ce type d'hydrogénation vise à saturer dans une forte proportion et parfois totalement les doubles liaisons des acides gras saturés. Ce type de réaction favorise également la formation d'isomères, notamment trans, ce qui contribue à augmenter encore le point de fusion.

L'hydrogénation est réalisée en faisant passer de l'hydrogène très pur en présence d'un catalyseur (nickel, cuivre, palladium) à 0,05-0,2 % dans l'huile portée au-dessus de 100°C

### Trans-estérification

Dans des conditions appropriées (absence d'eau et présence de catalyseurs), on assiste à des échanges d'acides gras inter et intramoléculaire entre triglycérides.

#### La transestérification dirigée

En opérant à une température relativement basse on provoque la cristallisation de triglycérides à point de fusion élevé (que l'on peut extraire par filtration); l'équilibre est ainsi déplacé et l'on obtient un mélange de triglycérides présentant une zone de fusion à température plus basse et la consistance recherchée.

#### La transestérification non dirigée

Elle a 3 buts principaux :

- La modification de la teneur en glycérides solides de certaines graisses permettant ainsi d'obtenir des zones de fusion plus larges ce qui modifie leur consistance.
- La préparation de graisses solides, riches en acide linoléique, pour la fabrication de margarines. On peut ainsi préparer une margarine en soumettant à la transestérification un mélange d'huile de palme totalement hydrogénée et d'huile de tournesol ne contenant pas d'acide gras trans.
- La préparation de mono et diglycérides; A cette fin, on opère en présence d'un excès de glycérol à 200°C sous vide ou en présence d'un gaz inerte.

La transestérification ne modifie pas les acides gras, mais leur changement de position sur la molécule de glycérol modifie leur digestibilité et donc leur absorption.

Les catalyseurs utilisés sont des alcoolates alcalins (éthylate ou méthylate alcalins) à la concentration de 0,1 % à 0,3 %. On opère à une température de 110 à 160°C.

### L'interestérification

La réaction catalysée par les lipases étant réversible, si on incube un ou plusieurs triglycérides et un ou plusieurs acides gras libres en présence d'une lipase, il se produit un échange entre les acides gras libres jusqu'à l'obtention d'un équilibre, la répartition des acides gras sur les molécules de glycérol se faisant au hasard sauf si on utilise une lipase spécifique (position 1 – 3 par exemple).

Problèmes de santé

L'hydrogénation a des conséquences sur la valeur nutritionnelle :

- Abaissement de la teneur en acide linoléique (AG essentiel)
- Diminution de la valeur vitaminique (vit E)
- Introduction d'acide élaïdique (C18:1 trans) qui augmente les LDL, abaisse les HDL et se stocke prioritairement dans les adipocytes puisque non métabolisables.

Le vin blanc

Définition

Le vin est le produit de la fermentation du raisin ou du jus de raisin frais lors de la vinification.

Fermentation du vin blanc

En vinification en blanc, le pressurage précède toujours la fermentation pour limiter les systèmes enzymatiques impropres aux caractéristiques du vin blanc. La sulfitation facilite la fermentation alcoolique due aux levures (18 – 30°C) au détriment des bactéries lactiques. Il se forme :

- de l'éthanol 9 à 15%,
- du dioxyde de carbone,
- du glycérol 6 à 12 g/L dans certains vins blancs "doux" ou "demi-secs",
- des alcools supérieurs, esters, acides acétique et lactique...

## Qualité des matières premières et du produit fini

Poisson

Protéolyse

La protéolyse aboutit à la formation de produits azotés : NH<sub>3</sub>, amines ( histamine, cadavérine, putrescine...), triméthylamine...

L'intoxication histaminique est la conséquence la plus fréquente pour les produits cuits ; pour des produits crus ou insuffisamment cuits, on peut craindre l'intoxication botulinique, la toxi-infection staphylococcique, les gastro-entérites...

Mode de conservation

On peut utiliser soit des produits surgelés soit des techniques de réfrigération associées à un salage ou à un séchage

Produit fini

La surgélation entraîne une prise à cœur du produit et inhibe toute réaction enzymatique et microbienne.

Le réchauffement initiera ces réactions et apparaîtra d'autant plus rapidement que la température externe est élevée.

La congélation arrête les réactions enzymatiques et microbiennes mais ne détruit pas les produits préalablement formés qui seront alors présents lors de la 2<sup>ème</sup> décongélation.

## PARTIE 2 : génie industriel (éléments de corrigé)

1.1. Broyeurs à cylindres lisses, broyeurs à cylindres cannelés

Alimentation au-dessus des cylindres, rotation en sens inverse avec 2 cylindres ; récupération du broyat.

1.2.

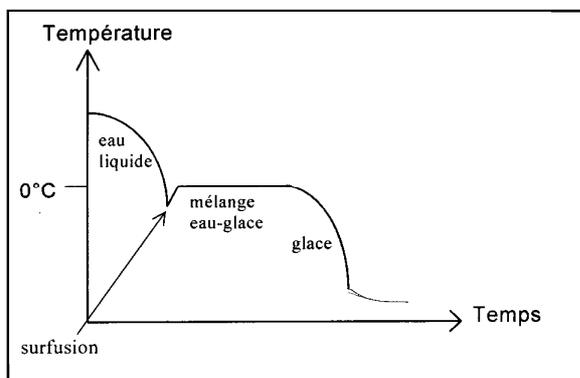
1.2.1. Alimentation du bétail / farine spéciale.

1.2.2. Séchage = tamisage (terme spécifique à la minoterie)

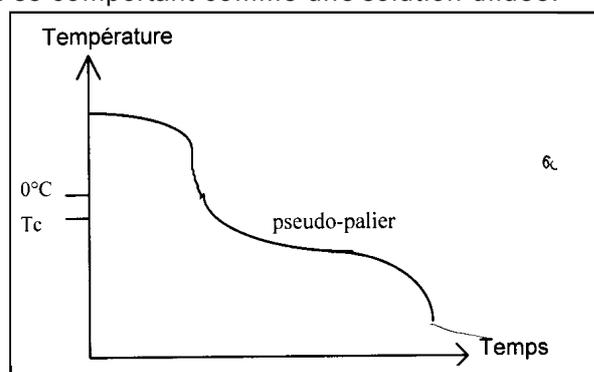
2.1. Baisse de l'eau

- Refroidissement des produits jusqu'à des zones de température où toutes les activités biologiques sont très réduites.
- Inhibition de l'activité microbienne, ralentissement important des activités enzymatiques.

2.2.1.



2.2.2. Produit alimentaire se comportant comme une solution diluée.



2.2.3. Humidité du produit : 81 %

donc la masse de soluté dissoute dans l'eau est de  $100 \cdot (100 - 81) / 81$  g pour 100 g d'eau

$$T_c = -18,6 \cdot 100 \cdot (19/81) / 470,8 = -0,93^\circ\text{C}$$

3. À  $-18^\circ\text{C}$ , la conservation n'est pas idéale.

À une température de  $-30^\circ\text{C}$  la totalité de l'eau congelable étant congelée une température plus basse est inutile. Lors de l'entreposage du produit congelé, une variation de température provoque une modification des proportions d'eau congelée, donc des cycles de décongélation-congélation sont préjudiciables à la qualité du produit.

4.

4.1. Le gradient de température entre la température du produit et la température du milieu réfrigérant détermine la vitesse de congélation et le coefficient de transfert thermique de l'appareillage.

4.2. Congélation lente :

Formation de gros cristaux, en petit nombre, de façon privilégiée à l'extérieur des cellules  
 → écrasement des cellules → cryoconcentration à l'extérieur des cellules d'où une migration d'eau de l'intérieur vers l'extérieur ce qui provoque un dessèchement des cellules.

Congélation rapide :

Formation de nombreux petits cristaux à l'intérieur et à l'extérieur des cellules → structure des cellules mieux conservée

Remarque : en cas de congélation lente une exsudation importante accompagnera la décongélation.

5. - Augmentation du volume du produit (volume glace > volume eau)

- Augmentation de la concentration saline (la prise en masse de l'eau provoque une concentration du milieu interne) d'où une modification de la force ionique et du pH avec pour conséquence une possible dénaturation des protéines.
- Diminution de l' $a_w$ .

6.

6.1.

- Tunnel de congélation avec bande porteuse : simplicité de l'installation, possibilité de traiter des produits pré-emballés, donc pâteux ou liquides mais vitesse de congélation lente à moyenne.
- Congélateur à lit fluidisé : utilisable uniquement pour les produits non emballés, de petite taille, mais vitesse de congélation plus rapide (grande surface de contact entre l'air froid et le produit, vitesse de l'air plus importante). Coût plus important.

6.2.

6.2.1. Pour que la puissance frigorifique ne limite pas la vitesse de congélation il faut que :

$$\dot{Q} > \frac{m \Delta H}{t}$$

$$t(s) = \rho \frac{\Delta H}{\Delta T} a \left( \frac{0,33}{h} + \frac{0,08 a}{\lambda} \right) [1 + 0,008(T_i - T_c)]$$

$$\dot{Q} = \frac{m \Delta H}{t}$$

$$\dot{Q} > \frac{m \Delta H}{\rho \frac{\Delta H}{\Delta T} a \left( \frac{0,33}{h} + \frac{0,08 a}{\lambda} \right) [1 + 0,008(T_i - T_c)]}$$

$$\dot{Q} > \frac{m}{\rho a \left( \frac{0,33}{h} + \frac{0,08 a}{\lambda} \right) [1 + 0,008(T_i - T_c)]}$$

$$\dot{Q} > \frac{10^3}{980 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{-1 - (-35)}{30} \left( \frac{0,33}{30} + \frac{0,08 \times 5 \cdot 10^{-2}}{1,95} \right) [1 + 0,008(8 - (-1))]}$$

$$\dot{Q} > 49595 \text{ W soit } \dot{Q} > 49,6 \text{ kW}$$

6.2.2.

$$\dot{Q} = \frac{m \Delta H}{t} \text{ soit } t = \frac{m \Delta H}{\dot{Q}}$$

$$t = (10^3 \times 300) / 54 = 5556 \text{ s}$$

1 tonne de produit traitée en 5556 secondes soit un débit de (1 x 3600) / 5556 tonne en 1 heure.  
Débit = 0.65 tonne par heure.

## Étude de cas 2001

### PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE DE LA STRATÉGIE DE SATISFACTION DES CLIENTS

1- Les diverses rubriques de coût de la non-qualité

- Coût des défaillances externes (De) : 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.
- Coût des défaillances internes (Di) : frais encourus par l'entreprise lorsque des produits, des pièces ou des matières ne satisfont pas aux exigences de la qualité avant qu'ils n'aient quitté l'entreprise, autrement dit coûts liés au traitement des non-conformes identifiés (destruction ou modification).

2- Localisation de la satisfaction La satisfaction des clients :

Elle se retrouve dans les défaillances externes.

3- Répartition des différents items proposés en annexe 1 dans les grandes rubriques de coût de la non-qualité.

DÉFAILLANCES INTERNES	DÉFAILLANCES EXTERNES
Traitement des non-conformes	Retour lait pasteurisé

4- Calcul des proportions relatives des différentes rubriques et commentaire des résultats obtenus.

Coût total de la non-qualité : 700 KF

Di : 28,5 %

De : 71,5 %

De est très nettement supérieur à Di, ce qui prouve que les non-conformes sortent du site de fabrication, donc la détection n'est pas suffisante et l'image de marque de l'entreprise risque d'être ternie car les clients s'en aperçoivent puisqu'il y a retour des produits.

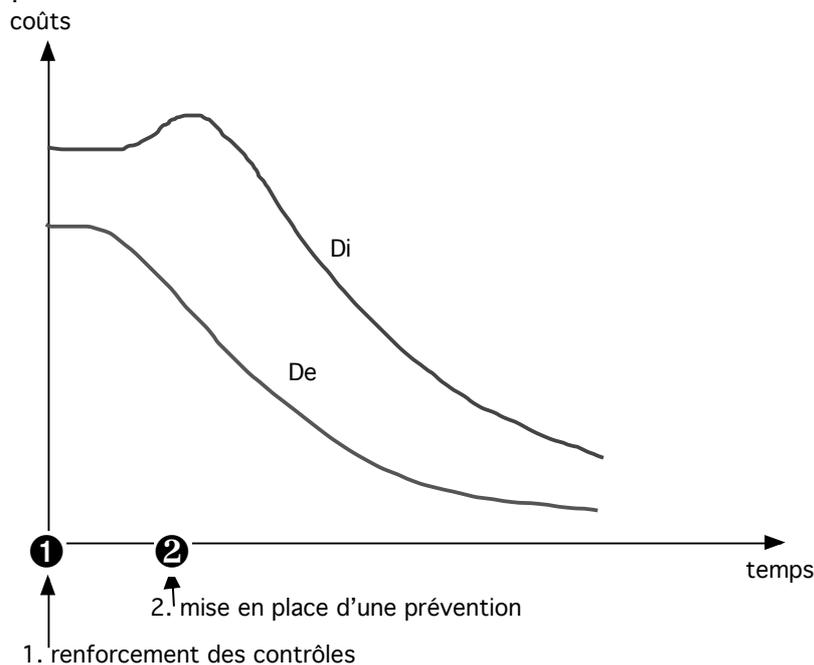
5- Proposition des actions à mettre en place pour diminuer les coûts de la non-qualité. Évolution graphique de ces coûts lors de la réalisation de ces actions.

Actions proposées :

- Renforcement des contrôles permettant de faire chuter les défaillances externes, par contre les défaillances internes dans un premier temps vont croître.

- Mise en place d'une prévention qui va permettre que diminuent les défaillances externes, les défaillances externes continueront de chuter.

Évolution graphique :



## DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE DU PLAN DE CONTRÔLE À RÉCEPTION

1- Vérification et justification des décisions prises

Fournisseur A

Pour des effectifs de lot compris entre 151 et 280, le tableau 2 donne la lettre code G. L'annexe 4 indique qu'il faut alors travailler en contrôle normal avec un échantillon de 32 et que  $A = 2$  et  $R=3$ . Autrement dit le lot sera refusé dès qu'il y aura 3 non-conformes dans l'échantillon de 32.

On constate donc que les quatre premières décisions sont correctes.

Comme 2 lots sont rejetés sur 4, l'annexe 3 permet de dire que les livraisons 5 et 6 doivent être soumises à un contrôle renforcé, ce qui correspond à un critère d'acceptation  $A = 1$  et de refus  $R = 2$ . Il est donc bien légitime que la livraison 5 soit refusée mais la livraison 6 aurait dû l'être aussi.

Fournisseur B

L'effectif du lot de la livraison 1 correspond à une lettre code H qui demande donc de travailler avec un échantillon de 50 et pour  $NQA = 2,5$  avec  $n = 50$ , on a  $A = 3$  et  $R = 4$ . La décision n'aurait donc pas dû être prise puisque l'effectif de l'échantillon n'est pas correct.

Par contre les décisions pour les 5 autres livraisons sont en adéquation avec les critères du plan de contrôle choisi.

2- Réduction du NQA à 1

2-1- Justification de la décision

NQA : « niveau de qualité acceptable » : % d'unités non conformes dans le lot que le contrôle doit accepter, c'est donc le % d'individus non conformes qui ne doit pas être dépassé dans le lot pour qu'une production puisse être considérée comme acceptable.

Si on abaisse la valeur du NQA à 1, on va avoir, en production, moins de matières premières non conformes puisque la détection des non-conformes lors du contrôle à réception sera plus poussée.

### 2-2- Comparaison des 2 plans

Le deuxième plan avec  $n = 50$ ,  $p_{10}$  est plus faible, autrement dit le pourcentage de défectueux correspondant à une probabilité d'acceptation est plus faible. Le risque client est donc diminué. Ce plan permettra donc au client de prendre moins de risque d'admettre des non-conformes.

Ce deuxième plan sera donc meilleur pour l'entreprise puisqu'il permettra de mieux maîtriser les produits entrants. Par contre, le contrôle coûtera plus cher à l'entreprise (puisque contrôle de 50 pièces au lieu de 13).

Avec  $n = 50$   $p_{95} = 0,712$  au lieu de 0,394, c'est-à-dire que le pourcentage de défectueux correspondant à une probabilité d'acceptation de 95 % est plus grand avec le deuxième plan. Le risque fournisseur est donc plus grand, ce plan est donc moins avantageux pour le fournisseur.

### 3- Éléments de décision des plans de contrôle normal, renforcé et réduit

	Contrôle réduit	Contrôle normal	Contrôle renforcé
NQA	1	1	0,65
n	20	50	80
A	0	1	1
R	2	2	2

Remarque : le contrôle normal est toujours celui qui est adopté en début de contrôle de lot quand l'entreprise ne dispose pas d'éléments antérieurs lui permettant d'évaluer le degré de performance de son fournisseur.

Le contrôle renforcé est réalisé lorsque le fournisseur a fourni un certain nombre de lots non conformes.

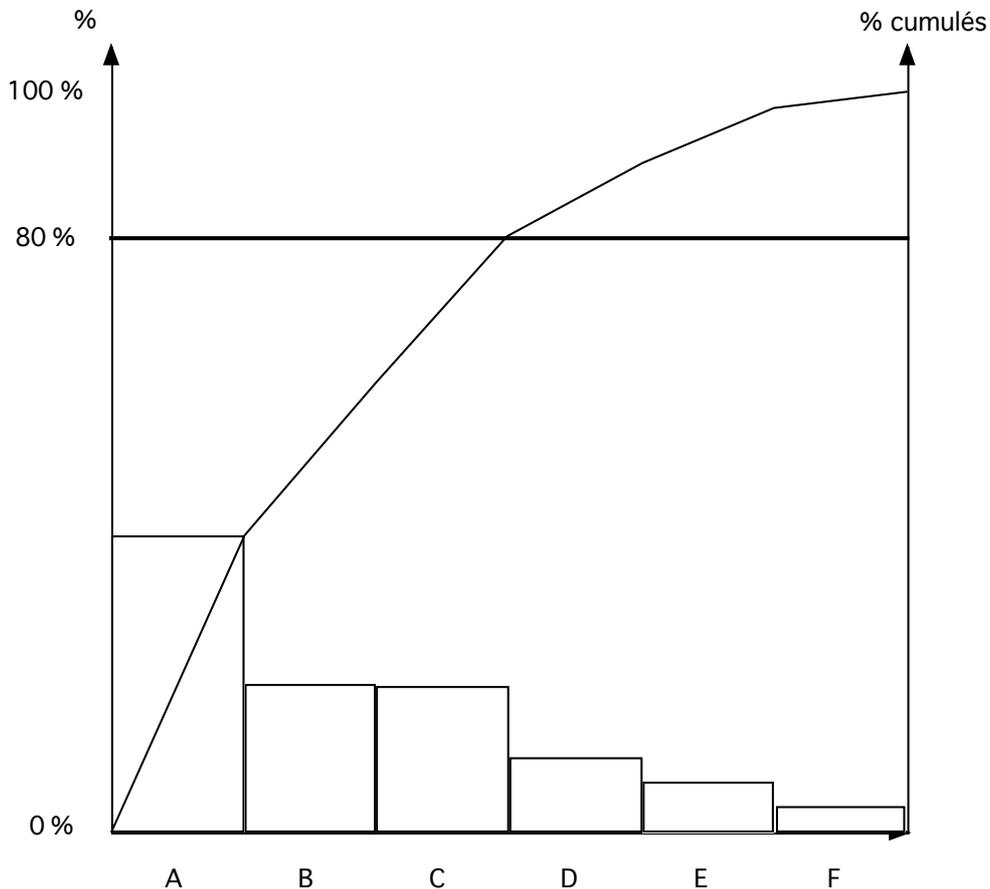
Le contrôle réduit est un contrôle plus économique pour le client que le contrôle normal puisque l'effectif de l'échantillon contrôlé est diminué. Il est adopté lorsque la qualité du fournisseur est satisfaisante et régulière par rapport au plan de contrôle choisi.

## TROISIÈME PARTIE : ÉTUDE DES NON-CONFORMITÉS EN PRODUCTION

### 1- Diagramme de Pareto afin de prioriser les actions à mener

Attention, il faut bien veiller à ne prendre en compte parmi toutes les non-conformités citées celles qui ne concernent que les ateliers de fabrication et de conditionnement.

	QUANTITÉ	%	% cumulés
Cuit (A)	60 000	40	40
Absence n° lot (B)	30 000	20	60
Surpoids (C)	30 000	20	80
Étiquettes (D)	15 000	10	90
Bouteilles gonflées (E)	10 000	6,7	96,7
Jaunâtre (F)	5 000	3,3	100



Étude des non-conformités en production

Remarque : Dans le diagramme de Pareto, on peut, pour le diagramme en bâton, utiliser les valeurs de fréquence (comme il est fait ici) ou utiliser les valeurs des quantités.

Actions à prioriser :

Les actions à mener doivent donc porter sur les 3 premiers items (cuit, absence de n° lot et surpoids).

Mais il faudra s'impliquer dans le problème des bouteilles gonflées car la cause est vraisemblablement une contamination microbienne mettant en danger la sécurité du consommateur, la couleur jaunâtre peut être due au même problème.

2- Classement « critique », « majeure » ou « mineure ».

Non conformités critiques :

- car mettant en danger la sécurité du consommateur : bouteilles gonflées et bouteilles jaunâtres (peut-être)

- car en infraction avec la réglementation : absence de n° lot

Non conformités majeures :

- car ne mettant pas en danger la sécurité du consommateur mais pouvant empêcher le rachat du produit : produit jaunâtre (éventuellement) et goût de cuit

Non-conformités mineures : étiquettes mal centrées et surpoids.

Les non-conformités critiques ne sont pas celles qui sont les plus fréquentes dans le diagramme de Pareto. Il faut toutefois mener d'emblée des actions pour y remédier.

3- Fiche de non-conformité

Elle doit comporter au minimum :

- N° d'enregistrement
- Nature
- Lot
- Nom, visa, date
- Avis des responsables de service (labo, production, assurance qualité)
  - Accepté
  - Retraitement (responsable), délai, date et visa de réalisation
  - Destruction (responsable), délai, date et visa de réalisation.

4- Changement de DLC

Le choix de la DLC depuis le 1er janvier 1999 est de la responsabilité du fabricant. La DLC était auparavant fixée par la législation, le fait que la DLC soit de 9 jours à 4°C ±1 est donc conforme.

Il y a donc une responsabilisation plus grande du fabricant.

Le fabricant a donc choisi une DLC plus longue : la DLC de 9 jours peut résulter d'une surpasteurisation car il apparaît dans les non-conformités un goût de cuit, il faut donc faire attention au maintien des qualités organoleptiques.

CATALOGUE DE L'UPBM :

<http://www.multimania.com/upbm>

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.