

COUVERTURE

Les Annales du **BTS Qualité dans les Industries alimentaires et les bioindustries** ont été réalisées par Claire BERTRAND (Martinique) et Raphaël BOUQUET (Paris).

Madame Françoise ARTAUD-DUMOULIN en assure la diffusion.

Tous nos remerciements à Gisèle RIGARD, Françoise WILLER, Jean-François BRUN, Philippe SUCHET (Clermont-Ferrand), Catherine ABADA, Isabelle ETIENNE, Élise MARCHE, Alexandre FADAGRADA, Laurent MICHEL (Paris), Catherine VAN DAMME, Antoine GAUDIN, Jean-Louis ROHAUT (Saint-Denis), Isabelle PIVETEAU (Rezé) et **Jean-Luc LESTRA**, IA-IPR pilote national du BTS QIABI pour le recueil des sujets et des corrigés.

Rappelons que l'ensemble du travail réalisé est bénévole.

Photographie de couverture :

Usine d'embouteillage de la Courneuve (clichés de J-Noël JOFFIN)

AVERTISSEMENTS

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

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

Des **corrigés** sont ajoutés : ils sont réalisés **bénévolement** par les collègues sous leur responsabilité. Des erreurs ou des divergences d'appréciation peuvent conduire d'autres collègues ou les étudiants à ne pas être en accord avec le corrigé. Pouvez-vous adresser vos remarques à **claire.bertrand@ac-martinique.fr** ou/et **raphael.bouquet@ac-paris.fr**

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

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

ISBN 978-2-910069-60-5



ANNALES du BTS qualité dans les industries alimentaires et les bioindustries

Sessions 2014 et 2015

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

Brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bioindustries

**Sujets et corrigés
Session 2014 & 2015**



**UPBM-Édition
Publications de l'UPBM**

Sommaire

ANNALES du BTS qualité dans les industries alimentaires et les bioindustries Sessions 2014 et 2015.....	1
Sommaire.....	1
Règlement d'examen.....	2
Annexes techniques d'analyses et de contrôles.....	5
Sujets 2014.....	11
E2-U21 Mathématiques 2014.....	11
E2-U22 Sciences physiques 2014.....	15
E3-U3 Biochimie - Biologie 2014.....	20
E4-U4 Sciences appliquées 2014.....	26
E5-U52 Techniques d'analyses et de contrôles (A) 2014.....	31
E5-U52 Techniques d'analyses et de contrôles (B) 2014.....	38
E6-U62 Étude de cas 2014.....	47
Sujets 2015.....	61
E2-U21 Mathématiques 2015.....	61
E2-U22 Sciences physiques 2015.....	65
E3-U3 Biochimie - Biologie 2015.....	72
E4-U4 Sciences appliquées 2015.....	76
E5-U52 Techniques d'analyses et de contrôles (A) 2015.....	85
E5-U52 Techniques d'analyses et de contrôles (B) 2015.....	92
E6-U62 Étude de cas 2015.....	99
Éléments de corrigés.....	115
Corrigés sujets 2014.....	115
E2-U21 Mathématiques 2014.....	115
E2-U22 Sciences physiques 2014.....	118
E3-U3 Biochimie - Biologie 2014.....	121
E4-U4 Sciences appliquées 2014.....	126
E6-U62 Étude de cas 2014.....	129
Corrigés sujets 2015.....	135
E2-U21 Mathématiques 2015.....	135
E2-U22 Sciences physiques 2015.....	138
E3-U3 Biochimie - Biologie 2015.....	141
E4-U4 Sciences appliquées 2015.....	147
E6-U62 Étude de cas 2015.....	151

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.2.1	Mathématiques	Écrite	2 h	2
		E.2.2	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.5.1	Techniques d'atelier du génie industriel	Pratique	4 h	3
		E.5.2	Techniques d'analyses et de contrôles	Pratique	6 h	3
E.6	Qualité appliquée aux industries alimentaires et aux bioindustries	E.6.1	Soutenance de projet	Orale (soutenance)	1 h	3
		E.6.2	Étude de cas	Écrite	4 h	4
					Total	30

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE

Direction de l'enseignement scolaire

Direction de l'enseignement supérieur

Arrêté du 24 mars 1998 portant définition et fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries

LE MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE

• VU le décret no 95-665 du 9 mai 1995 modifié portant règlement général du brevet de technicien supérieur ;

• VU l'arrêté du 9 mai 1995 fixant les conditions d'habilitation à mettre en œuvre le contrôle en cours de formation en vue de la délivrance du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;

• VU l'arrêté du 9 mai 1995 relatif au positionnement en vue de la préparation du baccalauréat professionnel, du brevet professionnel et du brevet de technicien supérieur ;

• VU l'avis de la commission professionnelle consultative Chimie du 29 avril 1997 ;

• VU l'avis du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche du 19 janvier 1998 ;

• VU Vu l'avis du Conseil supérieur de l'éducation du 18 décembre 1997 ;

ARRÊTE

ARTICLE 1er

La définition et les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries sont fixées conformément aux dispositions du présent arrêté.

ARTICLE 2

Les unités constitutives du référentiel de certification du brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries sont définies en annexe I au présent arrêté.

ARTICLE 3

La formation sanctionnée par le brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries comporte des stages en milieu professionnel dont les finalités et la durée exigée pour se présenter à l'examen sont précisées en annexe II au présent arrêté.

ARTICLE 4

En formation initiale sous statut scolaire, les enseignements permettant d'atteindre les compétences requises du technicien supérieur sont dispensés conformément à l'horaire hebdomadaire figurant en annexe III au présent arrêté.

ARTICLE 5

Le règlement d'examen est fixé en annexe IV au présent arrêté. La définition des épreuves ponctuelles et des situations d'évaluation en cours de formation est fixée en annexe V au présent arrêté.

ARTICLE 6

Pour chaque session d'examen, la date de clôture des registres d'inscription et la date de début des épreuves pratiques ou écrites sont arrêtées par le ministre chargé de l'éducation nationale.

La liste des pièces à fournir lors de l'inscription à l'examen est fixée par chaque recteur.

ARTICLE 7

Chaque candidat s'inscrit à l'examen dans sa forme globale ou dans sa forme progressive conformément aux dispositions des articles 16, 23, 24 et 25 du décret du 9 mai 1995 modifié susvisé.

Il précise également s'il souhaite subir l'épreuve facultative.

Dans le cas de la forme progressive, le candidat précise les épreuves ou unités qu'il souhaite subir à la session pour laquelle il s'inscrit.

Le brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries est délivré aux candidats ayant passé avec succès l'examen défini par le présent arrêté conformément aux dispositions du titre III du décret du 9 mai 1995 susvisé.

ARTICLE 8

Les correspondances entre les épreuves de l'examen organisées conformément à l'arrêté du 2 septembre 1993 fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries et les épreuves de l'examen organisées conformément au présent arrêté sont précisées en annexe VI au présent arrêté.

La durée de validité des notes égales ou supérieures à 10 sur 20 obtenues aux épreuves de l'examen subi selon les dispositions de l'arrêté du 2 septembre 1993 précité et dont le candidat demande le bénéfice dans les conditions prévues à l'alinéa précédent est reportée dans le cadre de l'examen organisé selon les dispositions du présent arrêté conformément à l'article 17 du décret du 9 mai 1995 susvisé et à compter de la date d'obtention de ce résultat.

ARTICLE 9

La première session du brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries, organisée conformément aux dispositions du présent arrêté aura lieu en 1999.

La dernière session du brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries, organisée conformément aux dispositions de l'arrêté du 2 septembre 1993 portant création et définition du brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries et fixant les modalités de la formation sanctionnée par ce diplôme et de l'arrêté du 2 septembre 1993 fixant les conditions de délivrance du brevet de technicien supérieur Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries, aura lieu en 1998. A l'issue de cette session, les arrêtés du 2 septembre 1993 précités sont abrogés.

ARTICLE 10

La directrice de l'enseignement supérieur, le directeur de l'enseignement scolaire et les recteurs sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Nota. - Le présent arrêté et ses annexes III, IV et VI seront publiés au Bulletin officiel de l'éducation nationale du 16 avril 1998, vendu au prix de 14 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 l'ensemble de ses annexes seront diffusés par les centres précités.

Fait à Paris, le 24 mars 1998.

Définition des épreuves

1. Anglais

- Coefficient : 2

L'épreuve a pour but d'évaluer **au niveau B2** les activités langagières suivantes :

- Compréhension de l'oral
- Production et interaction orales

- Contrôle en cours de formation (2 situations)

Première situation d'évaluation : évaluation de la compréhension de l'oral : durée 30 minutes maximum sans préparation, au cours du deuxième trimestre de la deuxième année.

Deuxième situation d'évaluation : évaluation de la production orale en continu et de l'interaction au cours du deuxième et du troisième trimestre de la deuxième année (durée 15 minutes + 30 minutes de préparation)

- Épreuve ponctuelle

Compréhension de l'oral : 30 minutes sans préparation

Expression orale en continu et en interaction : 15 minutes assorties d'un temps de préparation de 30 minutes.

2. Mathématiques et Sciences physiques

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

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).

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.

Annexes techniques d'analyses et de contrôles

ANNEXE DÉNOMBREMENTS

Extrait de la norme NF ISO 7218/A1 décembre 2001

Mode de calcul : Cas général (comptage des colonies en totalité ou des colonies caractéristiques)

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

Calculer ensuite le **nombre N de microorganismes présents dans l'échantillon pour essai**, en tant que moyenne pondérée à partir de deux dilutions successives, à l'aide de l'équation suivante :

$N = \frac{\sum c}{v \cdot (n_1 + 0,1 \cdot n_2) \cdot d}$	Où
	<p>$\sum c$ est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient au minimum 15 colonies ;</p> <p>v est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitre ;</p> <p>n_1 est le nombre de boîtes retenues à la première dilution ;</p> <p>n_2 est le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ;</p> <p>d est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.</p>

Arrondir le résultat à deux chiffres significatifs.

Si le 3^{ème} chiffre est inférieur à 5, le précédent n'est pas modifié ; sinon, il est augmenté d'une unité.

Retenir comme résultat un nombre compris de préférence entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance de 10 approprié ou un nombre entier avec deux chiffres significatifs.

Exprimer le résultat comme suit :

Nombre **N de microorganismes par millilitre** (produits liquides) **ou par gramme** (autres produits)

Mode de calcul : Estimation des petits nombres : Cas de deux boîtes contenant moins de 15 colonies

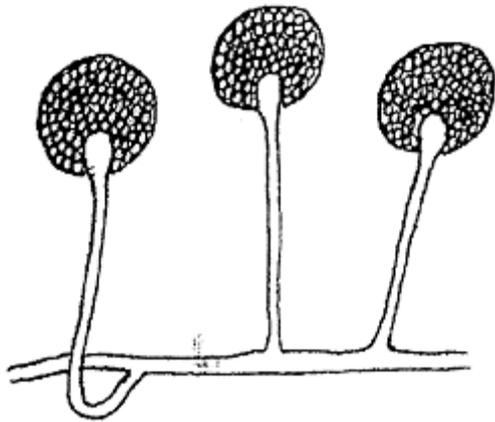
Si les deux boîtes, au niveau de l'échantillon pour essai (produits liquides) ou de la suspension mère (produits solides) ou de la première dilution ensemencée ou retenue, contiennent moins de 15 colonies, **calculer le nombre N_E de microorganismes présents dans l'échantillon pour essai** en tant que moyenne arithmétique des colonies comptées sur les deux boîtes à l'aide de l'équation suivante :

$N_E = \frac{\sum c}{v \cdot n \cdot d}$	Où
	<p>$\sum c$ est la somme des colonies comptées sur les deux boîtes ;</p> <p>v est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitre ;</p> <p>n est le nombre de boîtes retenues ;</p> <p>d est le taux de dilution de la dilution retenue.</p>

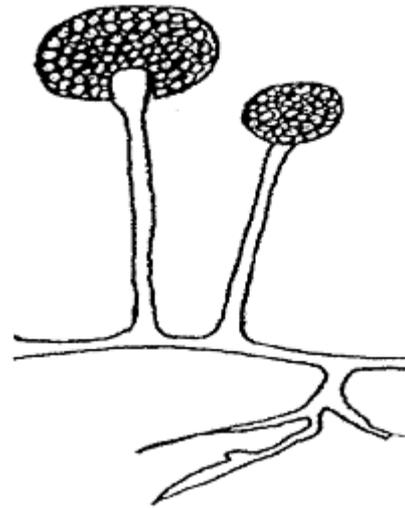
Arrondir le résultat et l'exprimer comme précédemment.

ANNEXE MOISSURES

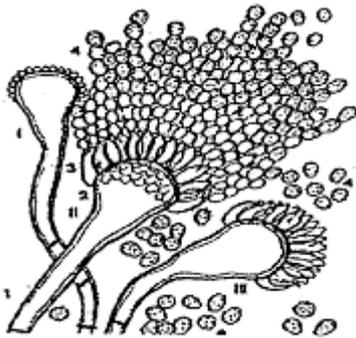
SCHÉMAS D'ORGANES DE FRUCTIFICATION DE MOISSURES



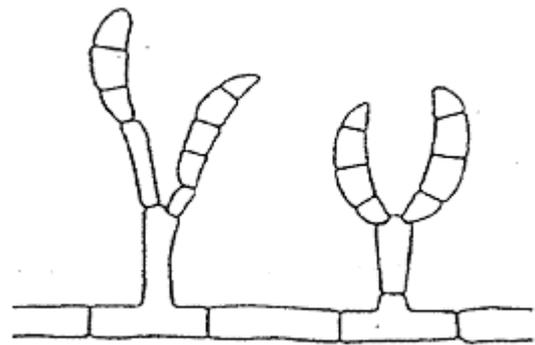
Mucor



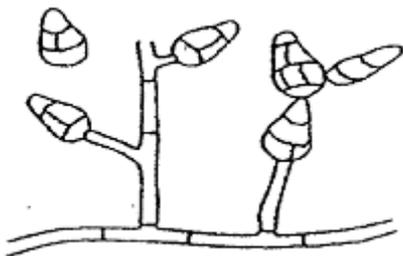
Rhizopus



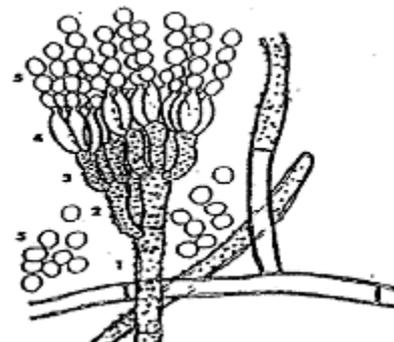
Aspergillus



Fusarium



Alternaria



Penicillium

ANNEXE MÉTROLOGIE

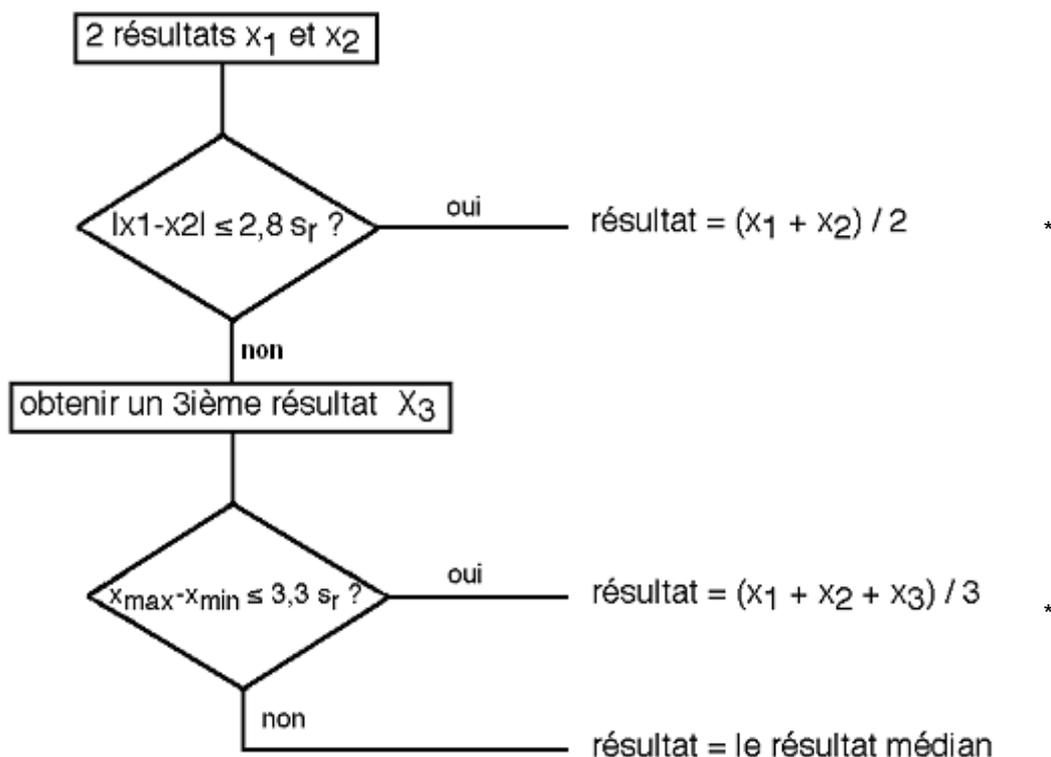
Établissement Centre d'examen	INSTRUCTION DE TRAVAIL	RÉF :
	ACCEPTABILITÉ DES RÉSULTATS D'UN DOSAGE ET EXPRESSION DU RÉSULTAT	Version : 3.2 Date : session 2012 Révisée le : 16/11/2011 page 1/2
Rédacteurs : membres de la commission de sujets Date : session 2012 Visa :	Vérificateur Approbateur : inspection générale Date : session 2012 Visa :	

1 - Vérification de l'acceptabilité entre résultats expérimentaux

- Utiliser l'écart type de répétabilité « s_r » donné avec l'unité de la grandeur.
- Calculer l'écart-type de répétabilité « s_r » si le texte donne le coefficient de variation « CV » au moyen de la relation : $s_r = CV \times \text{valeur}$.
On entend par « valeur » soit celle approximative proposée dans le texte, soit l'un des résultats trouvés.
Arrondir l'écart-type de répétabilité avec 2 chiffres significatifs.

Exemple : CV = 1,2 % ; résultat : $c_m = 0,723 \text{ g/L}$; $s_r = (1,2/100) \times 0,723 = 0,0087 \text{ g/L}$

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



* L'acceptabilité peut être réalisée à l'aide du s_r fourni dans l'énoncé :

- soit sur les valeurs expérimentales (absorbances, volumes....),
- soit sur les résultats finaux (concentration, teneur...).

Établissement Centre d'examen	INSTRUCTION DE TRAVAIL	RÉF :
	ACCEPTABILITÉ DES RÉSULTATS D'UN DOSAGE ET EXPRESSION DU RÉSULTAT	Version : 3.2 Date : session 2012 Révisée le : 16/11/2011 page 2/2
Rédacteurs : membres de la commission de sujets Date : session 2012 Visa :	Vérificateur Approbateur : inspection générale Date : session 2012 Visa :	

2 - Expression finale du résultat

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

Exemple 1 : $n = 0,3457 \mu\text{mol}$; $u_c = 0,018 \mu\text{mol}$

Exemple 2 : $c = 0,1257 \text{ mol/L}$ avec $CV = 1,2\%$ (0,012)
calcul : $u_c = 0,1257 \times 0,012 = 0,0015 \text{ mol/L}$

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

Incetitude élargie : $U = 2 u_c$

L'incertitude élargie sera donnée avec, au plus, 2 chiffres significatifs.

- Arrondir le résultat final :

- Le dernier chiffre significatif doit être à la même position que le dernier chiffre de l'incertitude élargie.
- Les règles usuelles mathématiques d'arrondi s'appliquent. Si le dernier chiffre est inférieur à 5, le chiffre immédiatement à gauche est conservé, sinon il est majoré d'une unité.

Exemple 1 : résultat acceptable : $c = 0,24319 \text{ mmol/L}$; $2u_c = 0,0051 \text{ mmol/L}$
→ rendre le résultat sous la forme : $c = (0,2432 \pm 0,0051) \text{ mmol/L}$

Exemple 2 : résultat acceptable : $c = 0,24314 \text{ mmol/L}$; $2u_c = 0,0051 \text{ mmol/L}$
→ rendre le résultat sous la forme : $c = (0,2431 \pm 0,0051) \text{ mmol/L}$

- Rendre le résultat final avec sa valeur numérique, son incertitude, son unité et accompagné de :

- soit la phrase suivante : « L'incertitude proposée est une incertitude élargie par un facteur d'élargissement de 2 qui donne un niveau de confiance d'environ 95 % » ;
- soit la notation : $k = 2$, notation qui remplace la phrase ci-dessus.

Exemple :

$c = (0,2431 \pm 0,0051) \text{ mol/L}$; l'incertitude proposée est une incertitude élargie par un facteur d'élargissement de 2 qui donne un niveau de confiance d'environ 95 %.

ou

$c = (0,2431 \pm 0,0051) \text{ mol/L}$ avec $k = 2$

Établissement Centre d'examen	INSTRUCTION DE TRAVAIL	RÉF :
	VÉRIFICATION DE L'EXACTITUDE ET EXPRESSION DU RÉSULTAT DE MESURE	Version : 5 Date : session 2015 Révisée le : 20/08/2013 page 1/2
Rédacteurs : membres de la commission de sujets Date : session 2015 Visa :	Vérificateur Approbateur : inspection générale Date : session 2015 Visa :	

1. VÉRIFICATION DE L'EXACTITUDE DU RÉSULTAT DE MESURE

La vérification de l'exactitude d'un résultat de mesure s'effectue au moyen d'un matériau de contrôle dont la valeur est exprimée sous la forme : $y_{ref} \pm U_{ref}$ (où $U_{ref} = 2 u_{ref}$ pour un niveau de confiance d'environ 95,5 %).

L'écart-type de reproductibilité s_R de la méthode doit être donné.

Une mesure y_{EC} du matériau de contrôle est réalisée et l'on s'assure que la relation ci-dessous est bien vérifiée.

$$|y_{EC} - y_{ref}| \leq 2 \sqrt{s_R^2 + u_{ref}^2}$$

Si tel est le cas, la mesure effectuée sur l'essai est alors considérée comme satisfaisante.

Exemple :

Soit la mesure unique y de la concentration molaire d'un essai : $y = 3,85$ mmol/L

Un matériau de contrôle de concentration $y_{ref} \pm U_{ref}$ soit $(4,12 \pm 0,12)$ mmol/L est testé dans les mêmes conditions de mesure que l'essai.

La valeur trouvée pour le matériau de référence est $y_{EC} = 3,98$ mmol/L

L'écart-type de reproductibilité s_R de la méthode est fourni : $s_R = 0,11$ mmol/L

On vérifie la relation :

$$|3,98 - 4,12| \leq 2 \sqrt{0,11^2 + 0,06^2} \dots \text{soit} \dots 0,228 \text{ mmol/L}$$

L'exactitude est vérifiée et la valeur de l'essai est confirmée : $y = 3,85$ mmol/L

Dans le cas contraire, la valeur n'est pas retenue.

Remarque :

Lorsque la valeur de référence est donnée sans incertitude, celle-ci est considérée comme négligeable, c'est-à-dire $u_{ref} \ll s_R$.

Établissement Centre d'examen	INSTRUCTION DE TRAVAIL	RÉF :
	VÉRIFICATION DE L'EXACTITUDE ET EXPRESSION DU RÉSULTAT DE MESURE	Version : 5 Date : session 2015 Révisée le : 20/08/2013 page 2/2
Rédacteurs : membres de la commission de sujets Date : session 2015 Visa :	Vérificateur Approbateur : inspection générale Date : session 2015 Visa :	

2. EXPRESSION DU RÉSULTAT DE MESURE

2.1. Détermination de l'incertitude élargie

L'expression du résultat nécessite de connaître l'incertitude type composée u_c qui est soit donnée avec l'unité de grandeur, soit donnée en valeur relative.

Exemple 1 : $n_y = 0,3457 \mu\text{mol}$ $u_c = 0,018 \mu\text{mol}$

Exemple 2 : $c_y = 0,1257 \text{ mol/L}$ incertitude-type composée relative = 1,3 %
donc $u_c = 0,1257 \times 0,013 = 0,0016 \text{ mol/L}$

L'incertitude élargie U est donnée en supposant une distribution normale et en multipliant par un facteur 2 l'incertitude-type composée. Le niveau de confiance obtenu ainsi est d'environ 95,5 %.

2.2. Arrondi du résultat de mesure

L'incertitude élargie U est ensuite arrondie selon les cas :

- si le premier chiffre significatif est 1, 2 ou 3 : garder deux chiffres significatifs ;
- si le premier chiffre significatif est 4 ou plus : garder un chiffre significatif.

Le résultat final est arrondi de la manière suivante :

- le dernier chiffre significatif de la valeur retenue pour le résultat doit être à la même position décimale que le dernier chiffre de l'incertitude élargie ;
- les règles usuelles mathématiques d'arrondi s'appliquent.

Exemple 1 :

valeur retenue : $c_y = 0,24319 \text{ mmol/L}$
 $U = 0,0052 \text{ mmol/L}$ arrondi à $0,005 \text{ mmol/L}$
écrire : $c_y = (0,243 \pm 0,005) \text{ mmol/L}$

Exemple 2 :

valeur retenue : $c_y = 0,24364 \text{ mmol/L}$
 $U = 0,0052 \text{ mmol/L}$ arrondi à $0,005 \text{ mmol/L}$
écrire : $c_y = (0,244 \pm 0,005) \text{ mmol/L}$

Rendre le résultat de mesure en donnant sa valeur numérique, son incertitude, son unité et accompagné de la notation « niveau de confiance d'environ 95,5 % » ou « $k = 2$ » ou « $IC = 0,95$ » et de toutes informations pertinentes disponibles.

Sujets 2014

E2-U21 Mathématiques

2014

Durée: 2 heures

Coefficient: 2

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

L'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé. Le formulaire de mathématiques est joint au sujet. La calculatrice est autorisée.

EXERCICE 1 (10 points)

Une société agro-alimentaire produit des plats cuisinés. Elle utilise pour cela des pièces de viande de 2 kg initialement congelées à une température de -21°C . On considère par la suite que les pièces de viande sont identiques.

Lors de la décongélation, les pièces de viande sont placées dans une zone d'un réfrigérateur maintenue à une température constante de $T^{\circ}\text{C}$. L'entreprise doit respecter des contraintes sanitaires et des contraintes liées à la qualité gustative des produits qu'elle fabrique.

Elle mène pour cela une étude sur l'évolution de la température au cœur d'une pièce de viande au cours de la décongélation.

La loi de refroidissement de Newton permet théoriquement, sous certaines conditions, de modéliser cette évolution, en fonction du temps, par une fonction θ vérifiant :

$$\theta'(t) = k(\theta(t) - T) \quad (E)$$

Où :

- k est une constante liée aux caractéristiques de la pièce de viande,
- T est la température de la zone du réfrigérateur dans laquelle est placée la viande,
- t est la durée, exprimée en heure, écoulée depuis le début de la décongélation
- et $\theta'(t)$ est la température, exprimée en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$), au cœur de la pièce de viande après t heures de décongélation.

Les parties A, B et C peuvent être traitées de façon indépendante.

PARTIE A : Détermination de la constante k

Le réglage standard d'un réfrigérateur domestique est de $T = 5^{\circ}\text{C}$.

On place une des pièces de viande dans une zone du réfrigérateur maintenue à cette température.

L'évolution de la température au cœur de la pièce de viande est suivie à l'aide de sondes thermocouples et mène aux relevés suivants :

i	1	2	3	4	5	6
t_i : durée écoulée, en heures	0	5	10	15	20	25
θ_i : température en degrés Celsius	-21	-5,1	1,1	3,5	4,4	4,8

1. On pose $z_i = \ln(5 - \theta_i)$. Donner les valeurs de z_i pour i variant de 1 à 6. Arrondir au centième.
2. Donner une équation de la droite d'ajustement affine de z en t par la méthode des moindres carrés sous la forme $z = at + b$. Arrondir au centième les valeurs de a et b .
3. En déduire que l'on peut estimer la température au cœur de la pièce de viande après t heures (t compris entre 0 et 25) par :

$$\theta(t) = -26,58e^{-0,19t} + 5$$

4. Calculer $\theta'(t)$ et $\theta(t) - 5$.

Justifier que le modèle de l'équation (E) (donnée dans le préambule de l'exercice) s'applique dans le cas présent avec des constantes k et T dont on donnera les valeurs.

PARTIE B : Durée de décongélation

On considère qu'une pièce de viande est décongelée lorsque la température au cœur de la viande est supérieure ou égale à 0°C .

Une viande décongelée donne, lorsqu'on la consomme après cuisson, l'illusion du produit frais si sa décongélation a duré **au moins 12 heures**.

L'ajustement effectué dans la partie A permet d'estimer qu'une pièce de viande de 2 kg décongèle dans une zone du réfrigérateur maintenue à $T = 5^\circ\text{C}$ en 8h 50 min, ce qui ne convient pas.

Par souci de **qualité gustative**, la société agro-alimentaire décide donc de décongeler plus lentement la viande en la plaçant dans une zone plus froide du réfrigérateur. Par ailleurs, si on décongèle une pièce de viande à une température supérieure à 2°C , il y a reprise de la prolifération de certaines bactéries.

On choisit donc $T = 2^\circ\text{C}$.

D'après la loi de Newton, la température de la pièce de viande est modélisée par une fonction θ vérifiant :

$$\theta'(t) = -0,19(\theta(t) - 2), \text{ c'est-à-dire } \theta'(t) + 0,19\theta(t) = 0,38.$$

1. Résolution d'une équation différentielle

On considère l'équation différentielle (E) : $y' + 0,19y = 0,38$, où y est une fonction de la variable t , définie et dérivable sur l'intervalle $[0 ; +\infty[$ et y' la fonction dérivée de la fonction y .

a) Déterminer les solutions sur l'intervalle $[0 ; +\infty[$ de l'équation différentielle

$$(E_0) : y' + 0,19y = 0$$

b) Soit h la fonction définie sur l'intervalle $[0 ; +\infty[$ par $h(t) = c$, où c est un nombre réel.

Déterminer le nombre réel c pour que la fonction h soit une solution particulière de l'équation différentielle (E).

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

2. Détermination de la fonction θ

On rappelle que θ est solution de l'équation (E) et que $\theta(0) = -21$.

a) Justifier que : $\theta'(t) = -23 e^{-0,19t} + 2$

b) Déterminer $\lim_{t \rightarrow +\infty} \theta(t)$. Interpréter le résultat obtenu dans le contexte concret étudié.

3. Durée de décongélation

a) Estimer le temps nécessaire pour que les pièces de viande, placées dans une zone du réfrigérateur maintenue à $T = 2^\circ\text{C}$, soient décongelées.

Plusieurs méthodes peuvent être employées. Le candidat devra indiquer celle qu'il a choisie et en donner les étapes.

b) La viande ainsi décongelée donnera-t-elle, lorsqu'on la consommera, l'illusion du produit frais ?

PARTIE C : Prise en compte de la réglementation sanitaire

Initialement, la concentration bactérienne dans les pièces de viande congelées utilisées par la société agroalimentaire est estimée à 50 bactéries par gramme.

On admet qu'à partir du moment où la viande est décongelée, les bactéries reprennent leur prolifération et que, tant que la viande est laissée dans une zone du réfrigérateur maintenue à 2°C , la vitesse de croissance de la concentration bactérienne à l'instant t (exprimé en heure) est modélisée sur l'intervalle $[0 ; +\infty[$ par :

$$v(t) = 3e^{0,06t}$$

La concentration bactérienne (exprimée en bactéries par gramme) de la viande à l'instant test donc modélisée par la primitive G_0 de la fonction v qui vérifie $G_0(0) = 50$.

1. Détermination de la fonction G_0

a) Déterminer **les** primitives G de la fonction v .

- b) En déduire l'expression de $G_0(t)$ pour t supérieur ou égal à 0.
2. Le niveau de tolérance fixé par la réglementation sanitaire de plusieurs pays est de 100 bactéries par gramme pour la viande que l'on cuisine.
- Un lot de pièces de viande termine sa décongélation à 18 h, un soir de la semaine.
- Si les employés le laissent au réfrigérateur, à 2°C, et ne le cuisinent que le lendemain à 8 h, la réglementation sanitaire de ces pays sera-t-elle respectée ?

EXERCICE 2 (10 points)

Les probabilités demandées dans cet exercice peuvent être calculées en utilisant le formulaire joint au sujet ou la calculatrice. Quelle que soit l'option retenue on fera figurer sur la copie **les étapes de la démarche suivie**.

Les parties A, B et C peuvent être traitées de façon indépendante.

Une usine fabrique en série des pompes de surface destinées à l'irrigation agricole.

Le cahier des charges demande que ces pompes aient un débit de $6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (6 mètres cubes par heure) avec une tolérance de $\pm 0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

En sortie de chaîne de fabrication, une pompe peut présenter deux types de défauts indépendants : un défaut de débit et un défaut mécanique.

PARTIE A : le défaut mécanique

Une étude statistique permet d'estimer que 1 % des pompes fabriquées présente un défaut mécanique.

Les pompes sont conditionnées par caisses de cinquante.

On considère, pour l'étude, que la constitution d'une caisse peut être assimilée à un prélèvement au hasard et avec remise de cinquante pompes dans la production, très importante, de l'usine.

On note X la variable aléatoire qui, à chaque caisse de cinquante pompes, associe le nombre de pompes présentant un défaut mécanique.

1. Justifier que X suit une loi binomiale et préciser les paramètres de cette loi.
2. a) Calculer la probabilité qu'une caisse contienne une pompe présentant un défaut mécanique. Arrondir le résultat au millième.
b) Calculer la probabilité qu'une caisse contienne au moins deux pompes présentant un défaut mécanique. Arrondir le résultat au millième.

3. On décide d'approcher la loi de X par une loi de Poisson de paramètre λ .

a) Quelle valeur du paramètre λ choisit-on ? Justifier.

b) On note Y une variable aléatoire suivant une loi de Poisson de paramètre λ .

En utilisant la variable aléatoire λ , estimer la probabilité qu'une caisse contienne au moins quatre pompes présentant un défaut mécanique. Arrondir le résultat au millième.

PARTIE B : le défaut de débit

Une pompe est conforme au cahier des charges pour le débit si celui-ci est compris entre $5,75 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ et $6,25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Dans le cas contraire, la pompe présente un défaut de débit.

On note Z la variable aléatoire qui associe à chaque pompe produite son débit exprimé en $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. On suppose que la variable aléatoire Z suit une loi normale de moyenne $m = 6$ et d'écart type $s = 0,15$.

Calculer la probabilité qu'une pompe, prélevée au hasard dans la production, présente un défaut de débit. Arrondir le résultat au millième.

PARTIE C : estimation du débit moyen des pompes d'une livraison

Une entreprise commande un nombre important de pompes.

Lors de la livraison, le service qualité de l'entreprise cherche à estimer la moyenne inconnue μ exprimée en $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, des débits des pompes qui lui sont livrées à partir de mesures faites sur un échantillon de cinquante pompes prises dans la livraison.

On considère que cet échantillon peut être assimilé à un prélèvement au hasard et avec remise de cinquante pompes dans la livraison.

1. Les résultats des mesures effectuées sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Débit en $m^3 \cdot h^{-1}$	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3
Nombre de pompes	9	8	10	9	10	3	1

Calculer la moyenne et l'écart type de la série de mesures ci-dessus. On arrondira l'écart-type au millième.

2. On note \bar{X} la variable aléatoire qui, à chaque échantillon de 50 pompes choisies au hasard dans la livraison, associe la moyenne des débits de ces 50 pompes, exprimée en $m^3 \cdot h^{-1}$.

On admet que \bar{X} suit la loi normale de moyenne inconnue μ et d'écart type $\frac{0,16}{\sqrt{50}}$

a) Déterminer un nombre a tel que $P(\mu - a \leq \bar{X} \leq \mu + a) = 0,95$

Donner une valeur approchée au millième par excès de a .

b) Donner un intervalle de confiance de la moyenne, μ des débits des pompes livrées avec un coefficient de confiance supérieur ou égal à 95% .

Durée : 2 heures Coefficient: 3

Calculatrice autorisée

« L'eau n'est pas nécessaire à la vie, elle est la vie. »

*Antoine de Saint-Exupéry (1900-1944), écrivain et aviateur français***EXERCICE 1 Titre alcalimétrique (6 points)**Les eaux minérales

Une eau minérale renferme généralement des ions sodium $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$, potassium $\text{K}^+_{(\text{aq})}$, magnésium $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$, calcium $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$, chlorure $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ et hydrogénocarbonate $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$.

La teneur en ion **hydrogénocarbonate** $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ (anciennement appelé bicarbonate) des eaux minérales est variable mais ces ions sont toujours présents. Ce sont les principaux ions responsables de l'**alcalinité** des eaux d'alimentation.

Les ions hydrogénocarbonate peuvent être utilisés en médecine sous forme de solution injectable de « bicarbonate de sodium », ou hydrogénocarbonate de sodium, pour traiter les acidoses métaboliques (diminution du pH du sang, due notamment à une insuffisance rénale) ou les hyperkaliémies (perturbations biologiques et parfois cliniques dues aux modifications de l'équilibre potassique).

Définitions :

Les ions hydrogénocarbonate sont des ampholytes. On utilise leurs propriétés basiques pour les doser dans les eaux minérales.

L'alcalinité d'une eau est mesurée par dosage avec l'acide chlorhydrique :

Le titre alcalimétrique (TA) est égal au volume (exprimé en mL) d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$), de concentration molaire $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence de phénolphthaléine.

Le titre alcalimétrique complet (TAC) est égal au volume (en mL) de ce même acide, nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence de vert de bromocrésol.

1. Détermination d'un titre alcalimétrique (TA)Données :Couples et pKAZone de pH correspondant aux virages de quelques indicateurs colorés:

Phénolphthaléine	incolore	8,2 – 9,9	rose
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	bleu
Vert de bromocrésol	jaune	3,8 – 5,4	bleu
Hélianthine	rouge	3,1 – 4,4	jaune

1.1. Donner la définition d'une espèce ampholyte

1.2. Indiquer, sur un axe gradué en pH, les domaines de prédominance des espèces suivantes : H_2CO_3 , HCO_3^- et CO_3^{2-} .

1.3. On mesure le pH d'une eau minérale et on trouve la valeur $\text{pH} = 7,4$.

1.3.1. Préciser la forme prédominante entre H_2CO_3 , HCO_3^- et CO_3^{2-} à ce pH.

1.3.2. On verse quelques gouttes de phénolphthaléine dans la solution ; indiquer la teinte prise par l'indicateur coloré.

1.3.3. Expliquer pourquoi le TA de cette eau minérale est nul.

2. Détermination d'un titre alcalimétrique complet (TAC)

Données : Masse molaire de l'ion hydrogénocarbonate $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$: $M(\text{HCO}_3^-) = 61,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Vous êtes technicien dans un organisme de contrôle. Vous devez fournir le TAC d'eaux minérales à partir d'échantillons prélevés sur des produits commerciaux ainsi que la concentration massique (C_m) en ions hydrogénocarbonate.

Un opérateur devant réaliser le dosage des échantillons s'adresse à vous pour vérifier le protocole à suivre et le remplissage de la feuille de résultats. Vous devez répondre aux questions de l'opérateur.

L'opérateur :

« - Nous disposons du protocole suivant :

- Introduire le volume dosé : $V_0 = 50,0 \text{ mL}$ d'eau à analyser dans un erlenmeyer avec quelques gouttes de vert de bromocrésol.
- Introduire la solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_{ac} = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ dans la burette.
- Faire couler la solution d'acide chlorhydrique jusqu'à la teinte sensible de l'indicateur. On note V_E le volume de chute de burette correspondant.

- J'ai trouvé dans le laboratoire le matériel suivant :

Burettes graduées : uniquement 25 mL

Eprouvettes graduées : 50 mL et 100 mL

Fioles jaugées : 50 mL, 100 mL et 250 mL

Pipettes jaugées : 10, 20, 25, et 50 mL

Pipettes graduées : 5 mL, 10 mL et 20 mL.

- Quel matériel dois-je utiliser pour mesurer le volume V_0 ?

- Quelle réaction se produira lors du dosage ? »

2.1. Répondre aux deux questions posées par l'opérateur.

2.2. Le lendemain vous recevez le mél suivant :

De : sperop@soccontrol.fr

Envoyé : mercredi 16 mai 2014 11:28

À : hypertechnik@soccontrol.fr

Objet : TAC eau minérale

Bonjour,

J'ai fait deux dosages en utilisant une solution d'acide chlorhydrique à $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Les résultats de ces dosages sont dans le fichier attaché. J'ai porté dans les cellules « H9 » et « H10 » les valeurs des volumes équivalents « V_E » pour ces deux dosages. Ce fichier contient aussi le nom de la société cliente, la référence client, le numéro de lot client, la date de réception, la référence et la date des analyses.

Je vous joins ce fichier car la concentration massique que j'ai trouvée, notée C_m , est très différente de celle de l'étiquette. J'ai certainement fait une erreur dans le calcul de C_m .

De plus, j'ai épuisé la solution d'acide chlorhydrique à $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, mais je dispose d'une solution d'acide chlorhydrique plus concentrée, de concentration $1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

Comment faire pour préparer la solution titrante de concentration $C_{ac} = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$?

Cordialement,

Superop

Une copie d'écran du fichier joint est présentée ci-dessous (réalisé sous excel@microsoft).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Analyse d'une eau minérale										
2				Volume dosé (mL):	50						
3				M (HCO ₃ ⁻) (g.mol ⁻¹):	61						
4				Concentration Solution Titrante (mol.L ⁻¹)	0,02						
5											
6	PRODUIT				ANALYSE			RESULTAT			
7	Client	ref	N° lot	Date Récep.	Ref Analyse	Date	V_E (mL)	TAC	C_m (mg.L⁻¹)	Date exp.	
8	Volvia	EAUP63122	SP180609C10H10	10/05/2014	EAUP2801	12/05/2014	16,6	33,2	20		
9	Cristalepar	EAUPC63130	SP250609B13H21	11/05/2014	EAUC2901	12/05/2014	15,7	31,4	19		
10											

2.2.1. Dans le cas présent, justifier que le TAC (en mL) est égal à deux fois V_E en (mL).

2.2.2. Etablir l'expression littérale de la concentration massique C_m en ions hydrogénocarbonate. En déduire, parmi les formules proposées ci-dessous, celle qu'il faut introduire dans la cellule « J9 » du tableur pour corriger l'erreur de l'opérateur.

Réponse	A	B	C	D
Formule	$=H9 * E5 * E4 / E3$	$=H9 * E5 * E4 * 1000 / E3$	$=E5 * E3 * E4 * 1000 / H9$	$E3 * E5 * E4 / H9$

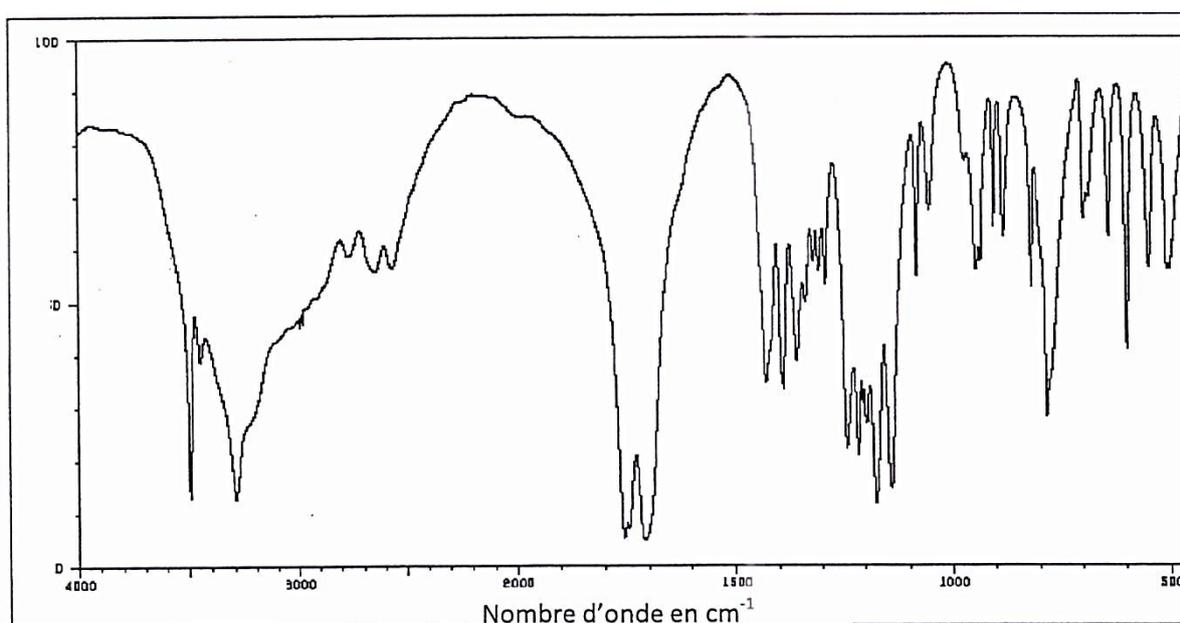
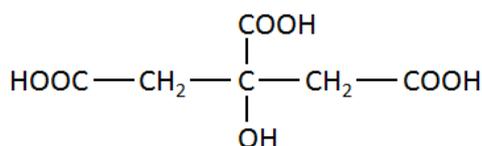
2.2.3. Rédiger un mél de réponse au préparateur concernant la question posée dans son message. La réponse sera rédigée dans un langage soigné en utilisant un vocabulaire scientifique précis et en détaillant le protocole à suivre.

EXERCICE 2 : Une eau minérale... très naturelle (9 points)

Ci-dessous les indications d'une eau minérale aromatisée :

Eau aromatisée fraise 1,50 L – Composition : Eau minérale naturelle 99,7% - acidifiant : acide citrique – conservateurs : sorbate de potassium, dicarbonate de diméthyle – arôme – édulcorants : aspartame, acésulfame de potassium. Contient une source de phénylalanine. 0,60 €/L

On donne ci-dessous la formule semi-développée de la molécule d'acide citrique ainsi que son spectre infrarouge et un tableau des nombres d'onde caractéristiques :

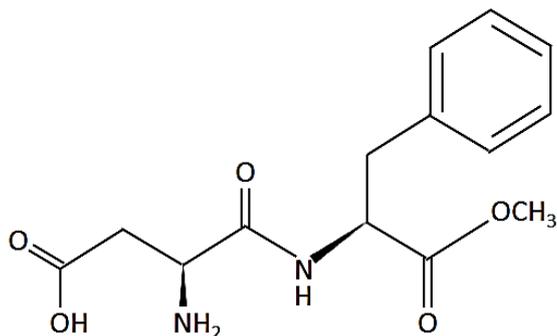


Liaison	Gamme de nombre d'onde (cm ⁻¹)	Forme de la bande	Type de bandes				
			Intense	Moyenne	Faible	Large	Fine
O-H alcool libre*	3 590-3 650	Moyenne et fine					
O-H alcool lié**	3 200-3 600	Intense/moyenne et large					
N-H amine	3 300-3 500	Moyenne					
N-H amide	3 100-3 500	Intense					
C-H alcène et aromatique	3 030-3 100	Moyenne					
C-H alcane	2 850-2 970	Moyenne					
C-H aldéhyde	2 700-2 900	Moyenne					
O-H acide carboxylique	2 500-3 200	Intense et large					
C=O ester	1 735-1 750	Intense					
C=O aldéhyde et cétone	1 700-1 740	Intense					
C=O acide carboxylique	1 700-1 725	Intense					
C=O amide	1 650-1 700	Intense					
C=C alcène	1 620-1 690	Moyenne					
C=C aromatique	1 450-1 600	Moyenne					
N-H amine ou amide	1 560-1 640	Moyenne					
C-O-C	1 050-1 300	Intense					

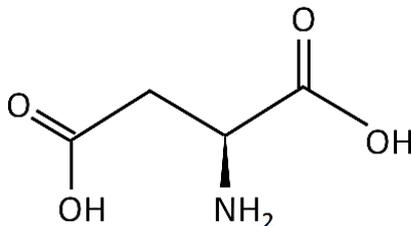
* En absence de liaison hydrogène ** En présence de liaison hydrogène

1. Nommer la grandeur portée sur l'axe des ordonnées d'un spectre infrarouge.

2. Préciser le phénomène physique qui est à l'origine de l'absorption d'énergie par la molécule, dans le domaine infrarouge.
3. Écrire la formule développée de l'acide citrique. Entourer les groupes d'atomes à l'origine des deux bandes d'absorption autour de 1750 cm^{-1} .
4. Sur le spectre infrarouge, deux bandes d'absorption se superposent : l'une est située entre 2500 et 3200 cm^{-1} (bande A), l'autre entre 3000 et 3500 (bande B). Identifier, sur la formule développée de l'acide citrique, le(s) groupe(s) d'atomes responsable(s) de la bande A et de la bande B.
5. On donne la formule semi-développée de l'aspartame :



- 5.1. Sur la formule, identifier clairement les fonctions acide carboxylique et ester ainsi que la liaison peptidique.
- 5.2. Par hydrolyse acide on obtient trois produits, dont du méthanol.
 - 5.2.1. Écrire la formule du méthanol.
 - 5.2.2. Nommer la fonction chimique qui par hydrolyse fournit cet alcool.
 - 5.2.3. Les deux autres produits sont des acides α -aminés issus de l'hydrolyse acide de la liaison peptidique : l'acide L-aspartique (formule ci-dessous) et la L-phénylalanine.



Par déduction retrouver la formule de la phénylalanine.

- 5.2.4. Expliquer la phrase « contient une source de phénylalanine » mentionnée sur l'étiquette.

Données : pH de l'estomac entre 1,5 et 5, pH de l'eau minérale étudiée 6,8.

- 5.3. Écrire la représentation de Fisher de l'acide L-aspartique. En déduire sa configuration absolue R ou S. Justifier clairement en classant les groupements selon les règles de priorité de Cahn, Ingold et Prelog.

Écrire une représentation en perspective de type CRAM de l'acide L-aspartique.

Données : numéros atomiques $Z(\text{H}) = 1$; $Z(\text{C}) = 6$; $Z(\text{N}) = 7$; $Z(\text{O}) = 8$

EXERCICE 3 : Étude d'un jet d'eau (5 points)

Une station thermale souhaite installer un jet d'eau au centre d'un bassin dans son hall d'accueil.

Pour cela, un groupe de pompes installé sur une conduite aspire de l'eau et la projette verticalement à l'air libre au point A, situé à la même altitude que la surface libre du bassin. L'eau s'élève à une hauteur $h = 10,0\text{ m}$ au-dessus de la surface libre du bassin.

En A, le diamètre du jet est $d = 45\text{ mm}$.

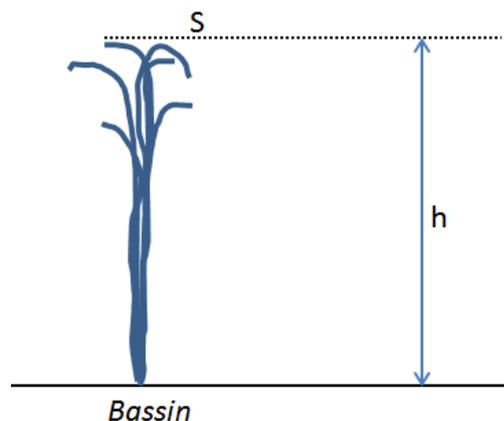
Dans l'exercice, on négligera les frottements de l'eau avec l'air.

Données :

Pression atmosphérique : $p_{\text{atm}} = 1,013 \cdot 10^5\text{ Pa}$

Intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 9,81\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$



1. Théorème de Bernoulli

On donne l'expression du théorème de Bernoulli appliqué au fluide parfait incompressible en régime permanent :

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho g z + p = cste$$

Donner le sens physique des termes du membre de gauche de cette relation et préciser leur unité.

2. Détermination de la vitesse de l'eau en A

On considère que le point A, correspondant à la base du jet, est soumis à la pression atmosphérique.

En appliquant le théorème de Bernoulli entre A et le sommet S du jet, montrer que la vitesse à la base du jet a pour valeur $v_A = 14,0 \text{ m.s}^{-1}$.

3. Détermination du débit du jet

Écrire la relation entre débit volumique, vitesse et section du jet. En déduire la valeur du débit volumique en A, noté D_A .

4. Détermination du rendement

4.1. Le rendement hydraulique peut être défini comme le rapport entre la hauteur atteinte et la hauteur théorique du jet. Il vaut 90%.

Calculer la hauteur théorique du jet.

4.2. La puissance hydraulique vaut $P_{\text{hydrau}} = 81,5 \text{ kW}$ et la puissance consommée par le groupe de pompes est : $P_{\text{pompes}} = 102,0 \text{ kW}$.

Déterminer le rendement des pompes.

4.3. En déduire le rendement global.

Durée : 4 heures Coefficient : 5

Calculatrice autorisée

LE LAIT

Légalement, le lait est le produit de la sécrétion mammaire obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction. S'il ne provient pas de l'espèce bovine, l'origine du lait doit être spécifiée (règlement CEE n°1898/87 du 2 juillet 1987).

Le lait est commercialisé en briques ou en bouteilles étiquetées. La plupart des indications portées sur les étiquettes obéissent à une réglementation : procédé de conservation, teneur en matière grasse, date limite de consommation, apport énergétique, nom et adresse du responsable de la commercialisation, agrément sanitaire des services vétérinaires, code d'enregistrement de traçabilité.

Du point de vue biochimique, la composition du lait est donnée dans le tableau ci-dessous :

Composants	Teneur en % (m/m)
Eau	87,0 à 88,5
Protéines	3,1 à 3,7
Lipides	3,6 à 4,1
Glucides (lactose)	4,4 à 5,0
Minéraux	0,7 à 0,9

(Données CIQUAL : Centre Informatique sur la Qualité des Aliments)

PARTIE BIOCHIMIE (41 points)

1. LES GLUCIDES DU LAIT (16 points)

1.1. Le lactose du lait

Le lactose est l'unique glucide du lait correctement conservé.

1.1.1. Représenter la structure de la molécule de lactose en représentation de Haworth, sachant que son nom scientifique est β -D-galactopyranosyl (1 \rightarrow 4) D-glucopyranose.

1.1.2. Indiquer en le justifiant si le glucide possède un pouvoir réducteur.

1.1.3. Donner le nom de l'enzyme capable d'hydrolyser cette molécule. Justifier.

1.2. L'hydrolyse du lactose

Lors de sa digestion dans divers procédés de fabrication de produits laitiers, le lactose subit en premier lieu une hydrolyse.

1.2.1. Écrire l'équation de l'hydrolyse du lactose en utilisant les formules cycliques des molécules.

1.2.2. Donner les caractéristiques et comparer la structure des produits de l'hydrolyse.

1.2.3. Ces produits ont un comportement singulier vis-à-vis de la lumière polarisée.

Nommer ce comportement et donner la ou les particularités structurales à la base de cette propriété physique des oses.

Nommer et énoncer la loi permettant de quantifier cette propriété ; en définir les grandeurs.

Citer une application analytique de cette loi.

2. CATABOLISME DES PRODUITS D'HYDROLYSE DU LACTOSE (10 points)

Les oses libérés par l'hydrolyse du lactose constituent des substrats énergétiques majeurs en nutrition humaine et pour les ferments utilisés dans la fabrication des produits laitiers fermentés. Une partie de cette voie catabolique, la glycolyse, est commune au métabolisme des cellules eucaryotes et procaryotes.

2.1. Compléter l'**annexe A** schématisant la glycolyse.

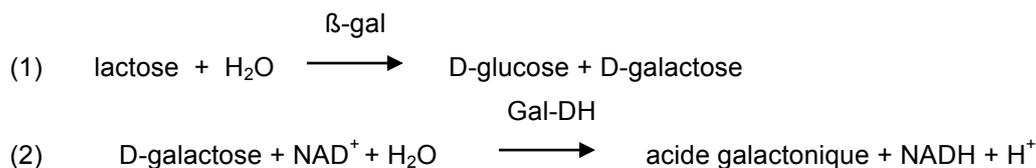
Compléter les noms des enzymes et des coenzymes.

2.2. Écrire le bilan moléculaire du catabolisme d'une molécule de lactose par cette voie métabolique.

3. CONTRÔLE DE LA TENEUR EN LACTOSE DU LAIT (15 points)

La concentration en lactose du lait est déterminée par spectrophotométrie UV à 340 nm en présence de β -galactosidase (β -gal) et de β -galactose-déshydrogénase (Gal-DH), selon le protocole suivant :

Réactions chimiques :



Réactifs :

Solution 1 : tampon citrate pH=6,6, NAD^+ (à 1 mmol.L⁻¹ dans le milieu réactionnel), sulfate de magnésium

Suspension 2 : suspension de β -galactosidase

Solution 3 : tampon diphosphate de potassium à 0,51 mol.L⁻¹, pH=8,6

Suspension 4 : suspension de β -galactose-déshydrogénase

Conditions opératoires :

$\lambda = 340 \text{ nm}$

$l = 1 \text{ cm}$

$t = 25^\circ\text{C}$

Limite de linéarité : 0,05 mmol de lactose par litre de milieu réactionnel

Préparation de l'échantillon :

Peser précisément une quantité de l'ordre de 2 g de lait dans une fiole jaugée de 100 mL :

la masse de lait réellement pesée pour l'essai est de 2,0023 g.

Ajouter environ 20 mL d'eau désionisée.

Déprotéiniser en ajoutant 1 mL d'acide trichloracétique à 3 mol.L⁻¹. Laisser reposer 10 min.

Neutraliser avec NaOH à 1 mol.L⁻¹.

Compléter avec de l'eau désionisée jusqu'au trait de jauge.

Filtrer. Le filtrat obtenu sera utilisé pour l'essai.

Mode opératoire :

	Témoïn	Essai
Solution 1	0,20 mL	0,20 mL
Suspension 2	0,05 mL	0,05 mL
Echantillon (filtrat)	-	0,10 mL
Mélanger, laisser reposer 10 min à 25°C. Ajouter :		
Solution 3	1,00 mL	1,00 mL
Eau désionisée	2,00 mL	1,90 mL
Mélanger. Lire après 2 min l'absorbance contre l'eau désionisée.		
Résultats obtenus	$A_{1T} = 0,145$	$A_{1E} = 0,156$
Déclencher la réaction par addition de 0,05 mL de la suspension 4.		
Mélanger et lire l'absorbance après 30 min.		
Résultats obtenus	$A_{2T} = 0,175$	$A_{2E} = 0,585$

3.1. Indiquer à quelle méthode ce dosage peut être rattaché.

3.2. Préciser l'intérêt de la réaction (2).

3.3. Justifier le sens de variation de l'absorbance et l'intérêt de mesurer A_{1T} et A_{2T} .

3.4. La concentration massique en lactose de l'échantillon dosé (filtrat) est donnée par la formule :

$$\rho_{\text{lactose}} = \Delta A \times K \text{ (g.L}^{-1}\text{)} \quad \text{avec} \quad \Delta A = \Delta AE - \Delta AT$$

Établir la formule littérale complète permettant de calculer K.

Calculer la concentration en lactose de l'échantillon utilisé pour l'essai (g.L⁻¹).

3.5. En déduire la teneur en lactose du lait exprimée en % (m/m).

Interpréter le résultat.

Données :

Teneur en lactose du lait : 4,4 à 5,0% (m/m)

NADH : $\epsilon_{340\text{nm}} = 630 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ou $6300 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

Masse molaire du lactose monohydraté = $360,32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

PARTIE MICROBIOLOGIE (44 points)

1. LA FLORE DU LAIT (7 points)

Le lait est un milieu nutritif riche. Il constitue un écosystème peuplé par une flore de microorganismes aux potentialités diverses.

1.1. Citer trois genres bactériens appartenant à cette flore microbienne. Préciser leur origine.

1.2. L'évolution de cette flore dépend de la température. Expliquer son incidence sur la conservation du lait.

1.3. De nombreux procédés sont appliqués pour permettre d'augmenter la durée de conservation du lait. Citer deux procédés et préciser leur finalité.

2. LES FERMENTS LACTIQUES (5,5 points)

Les ferments lactiques sont des acteurs essentiels de l'industrie de transformation laitière. Ils sont généralement utilisés sous forme de levains servant à ensemercer les cuves de fabrication.

2.1. Pour réaliser une conversion complète du lait en un produit fermenté, les bactéries lactiques doivent en quelques heures se multiplier jusqu'à 10^9 cellules par mL de lait.

Le ferment lactique introduit dans le lait permet d'obtenir une concentration initiale de 10^5 cellules par mL de lait dans la cuve. Le temps de génération moyen est de 1 heure.

2.1.1. Établir la formule littérale donnant le temps nécessaire pour obtenir une concentration satisfaisante en cellules par mL de lait ; on admet qu'il n'y a pas de phase de latence.

2.1.2. Calculer ce temps.

2.2. Ces bactéries ont de nombreuses exigences nutritionnelles, en particulier en facteurs de croissance.

2.2.1. Préciser le type trophique de ces bactéries.

2.2.2. Indiquer les différentes catégories biochimiques des facteurs de croissance.

3. L'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DU LAIT (17 points)

3.1. Dans le cadre de l'analyse du lait, *Staphylococcus* à coagulase + est recherché après dénombrement sur le milieu Baird Parker. La composition de ce milieu est donnée en **annexe 1**.

3.1.1. Donner le rôle des constituants repérés par le signe *.

3.1.2. Sur ce milieu, les colonies suspectes sont noires ou grises, brillantes et convexes (1 mm à 1,5 mm de diamètre après 24 heures d'incubation) et entourées d'une auréole d'éclaircissement. Après 24 heures, un liseré opaque immédiatement au contact des colonies peut apparaître dans cette zone claire.

Expliquer la présence d'une zone claire.

3.2. Une autre analyse consiste à rechercher la présence de mycobactéries, *Mycobacterium bovis*, sur un culot de centrifugation du lait. Elle est réalisée grâce à une coloration de Ziehl à froid ou coloration de Kinyoun (**annexe 2**).

3.2.1. À partir de l'**annexe 2**, indiquer le rôle de chaque étape de la coloration.

3.2.2. Préciser la propriété mise en évidence.

3.2.3. Citer la structure bactérienne responsable de cette propriété. Préciser sa particularité biochimique. Sa formule n'est pas demandée.

3.3. Les entérobactéries sont également dénombrées.

3.3.1. Indiquer l'intérêt de cette recherche.

3.3.2. Donner les caractéristiques morphologiques et biochimiques des entérobactéries.

3.3.3. Préciser les caractéristiques d'un milieu permettant ce dénombrement.

3.3.4. Présenter l'aspect après incubation de ce milieu dans le cas où il y a eu croissance d'entérobactéries.

4. LA TRANSFORMATION DU LAIT (6,5 points)

La gamme des produits laitiers issus de la filière lait est très variée : yaourts fermes, brassés, aromatisés, flans, desserts lactés répondant aux exigences des consommateurs.

La gamme des yaourts comprend des yaourts brassés à base de céréales. La matière première « céréales » est sujette au développement de moisissures et pose un problème d'ordre sanitaire majeur. Les céréales peuvent être soumises à un processus d'ionisation.

4.1. Indiquer le but de l'ionisation.

4.2. Citer les types de rayonnements utilisés et préciser leur mode d'action.

4.3. Donner les avantages et inconvénients de l'ionisation.

5. LA DÉSINFECTION EN INDUSTRIE LAITIÈRE (8 points)

L'appareillage utilisé dans l'industrie laitière favorise la création de biofilms très résistants à la désinfection.

5.1. Définir le terme désinfection.

5.2. Citer deux désinfectants usuellement utilisés en industrie agroalimentaire.

5.3. Indiquer ce qu'est un biofilm.

PARTIE TOXICOLOGIE (15 points)

Le lait peut contenir des substances toxiques d'origine naturelle (mycotoxines) ou provenant des activités polluantes de l'homme. La dioxine (TCDD ou 2,3,7,8 tétrachlorodibenzo-p-dioxine) est un polluant qui est formé par exemple lors des procédés de combustion dans les unités d'incinération de déchets.

Ce polluant se retrouve dans l'air et se dépose sur l'herbe des pâturages. La dioxine pénètre dans l'organisme à travers l'herbe consommée et se retrouve dans les tissus graisseux de l'animal. Le lait et ses dérivés riches en graisses sont des sources alimentaires de dioxine.

1. MÉTABOLISATION DE LA DIOXINE (2,5 points)

La métabolisation de la dioxine par l'organisme est faible. Il s'ensuit un phénomène de séquestration.

1.1. Définir le terme de séquestration.

1.2. Donner un exemple d'un autre toxique concerné par ce type de phénomène.

2. POUVOIR TOXIQUE DE LA DIOXINE (10,5 points)

La dioxine est responsable d'un pouvoir toxique à court terme, moyen terme et long terme.

La toxicité aiguë engendre une action sur la peau qualifiée de chloracnée. À moyen terme, est observée une atteinte du système immunitaire et de l'appareil reproducteur (diminution de la libido, avortements spontanés, risques tératogènes). À long terme, la dioxine a montré des effets cancérogènes, des troubles neurologiques et endocriniens (thyroïde, pancréas).

2.1. La toxicité aiguë est étudiée au moyen de la DL 50. Expliciter et définir la DL 50.

2.2. Les études de toxicité sont menées sur des lots d'animaux. Préciser le choix des espèces animales et les caractéristiques des lots d'animaux.

2.3. Définir les termes tératogénèse et cancérogénèse.

2.4. La DJT recommandée pour la dioxine par l'OMS est de $1 \text{ à } 4 \text{ pg.kg}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$.

Donner la définition de la DJT.

3. RÉPONSE DE L'ORGANISME (2 points)

Dans le cadre de l'étude de l'effet des toxiques, de nombreux facteurs liés à l'hôte et à la nature des toxiques déterminent la réponse de l'organisme à l'agression.

3.1. Énumérer les facteurs de l'hôte pouvant modifier l'effet toxique.

3.2. Certains toxiques en mélange réalisent des phénomènes de potentialisation.

Définir ce terme.

ANNEXE 2

Coloration de Ziehl à froid ou coloration de Kinyoun

Recouvrir le frottis fixé de fuchsine phéniquée 5 minutes sans chauffer.

Rincer à l'eau du robinet.

Recouvrir le frottis du mélange acide-alcool pendant 3 minutes.

Rincer.

Recouvrir le frottis de bleu de méthylène pendant 1 à 2 minutes.

Rincer et sécher.

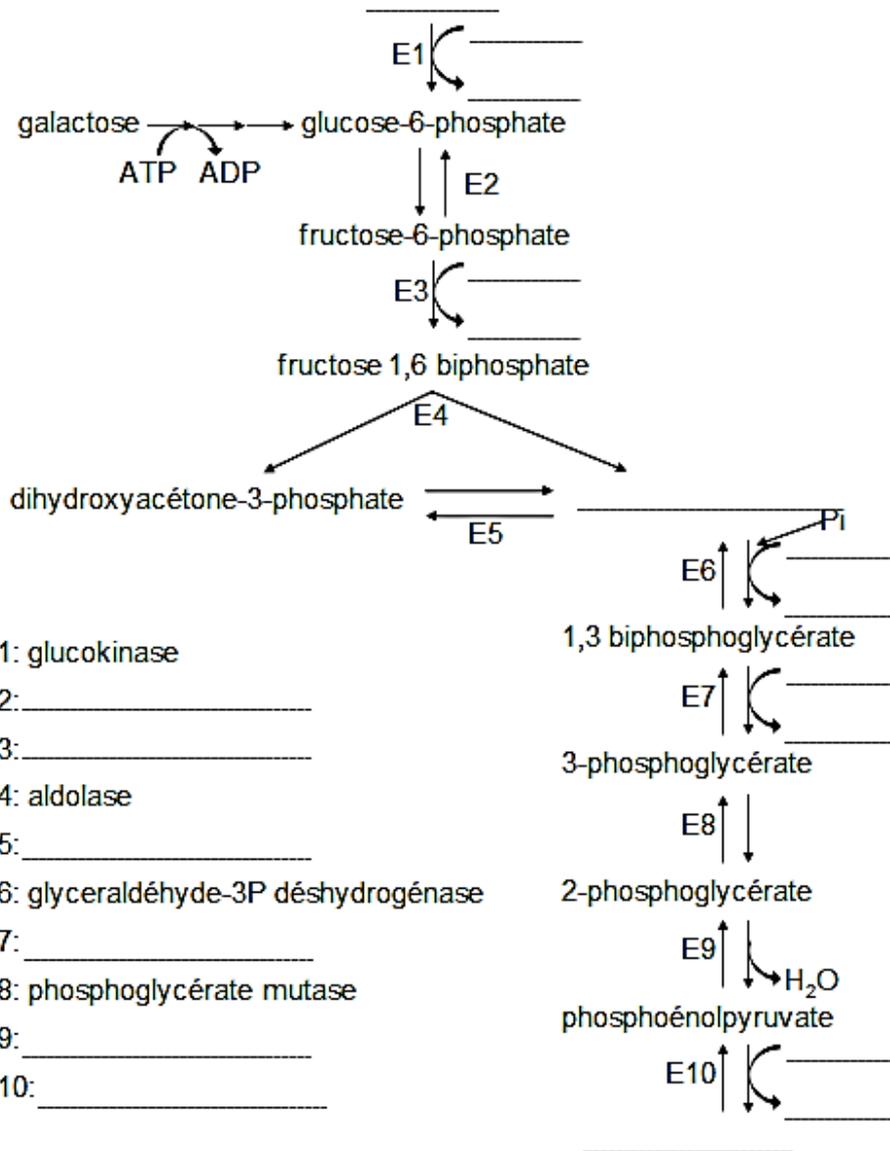
ANNEXE 1

Composition qualitative du milieu de Baird Parker

Composés	
Peptone pancréatique de caséine	
Extrait de levure	*
Extrait de viande	
Chlorure de lithium	
Tellurite de potassium	*
Pyruvate de sodium	
L-glycine	
Jaune d'œuf	*
Agar	
Eau	

ANNEXE A À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

Schéma de la glycolyse



ÉTUDE D'UN CRUMBLE PROVENÇAL DE LÉGUMES BIOLOGIQUES

La consommation d'aliments issus de l'agriculture biologique est en augmentation constante. Pour répondre aux contraintes de préparation liées au mode de vie moderne, une gamme de produits biologiques surgelés se développe.

Les caractéristiques d'un crumble de légumes labellisé « Agriculture Biologique » est présenté dans l'**annexe 1**.

SCIENCES DES ALIMENTS (50 points)

1. LES LÉGUMES (20 points)

1.1. Les végétaux frais sont caractérisés par une teneur en eau élevée et une activité de l'eau relativement forte, de l'ordre de 0,9.

1.1.1. Différencier ces deux termes : teneur en eau et activité de l'eau.

1.1.2. À partir de l'isotherme de stabilité présenté en **annexe 2**, identifier les différentes causes d'altération des végétaux frais. Justifier la réponse.

1.2. Le degré de maturation des végétaux influence leur conservation et leurs caractéristiques organoleptiques. Certains végétaux sont dits climactériques et d'autres dits non climactériques.

1.2.1. Expliquer la différence entre végétaux « climactériques » et « non climactériques ». Donner un exemple pour illustrer ces deux catégories.

1.2.2. Justifier les conditions de collecte et de conservation des deux types de végétaux.

1.2.3. Présenter d'un point de vue biochimique puis organoleptique les réactions d'altération des végétaux lors de la phase de sénescence.

1.3. Au cours de leur conservation, les végétaux peuvent s'altérer sous l'action de leurs propres enzymes. Le brunissement enzymatique par exemple nuit considérablement à leurs qualités organoleptiques.

1.3.1. Définir le brunissement enzymatique et préciser les facteurs le favorisant.

1.3.2. Citer au moins deux façons permettant de le limiter.

2. LE FROMAGE (8,5 points)

2.1. Donner la définition d'un fromage.

2.2. Citer les étapes du procédé de fabrication d'un fromage affiné.

2.3. La coagulation des protéines du lait permettant la fabrication d'un fromage peut se faire par caillage lactique ou par emprésurage. Afin de présenter ces deux caillages, compléter le tableau de l'**annexe A**.

3. LES CORPS GRAS : L'HUILE D'OLIVE ET LE BEURRE (9 points)

3.1. Donner une définition d'une huile vierge.

3.2. L'huile d'olive est à l'état liquide à température ambiante tandis que d'autres corps gras, comme le beurre, sont solides à la même température. Présenter l'incidence de deux paramètres essentiels sur la différence d'état.

3.3. Les corps gras évoluent au cours de leur stockage au détriment de leurs qualités gustatives. Présenter ce processus d'altération en précisant les modifications biochimiques et organoleptiques constatées sur le produit fini.

3.4. Le beurre est obtenu par barattage d'une crème ayant subi une pasteurisation et une maturation microbiologique. Présenter les objectifs de ces deux opérations ainsi que les modifications qu'elles engendrent dans la crème.

4. LA FARINE (2,5 points)

4.1. La farine de blé utilisée est de type 80. Préciser la signification du « type ».

4.2. Comparer la composition d'une farine de type 80 et d'une farine de type 55. Préciser l'origine des différences.

5. LE PRODUIT FINI (10 points)

5.1. Étiquetage

5.1.1. Présenter le type de date de péremption à apposer sur l'étiquette du produit fini. Justifier votre réponse.

5.1.2. Le crumble porte la mention « Agriculture Biologique ». Présenter l'obligation de composition liée à cette appellation.

5.2. Emballage

5.2.1. Le crumble est ensaché après cuisson puis encartonné (**annexe 1**). Présenter deux propriétés du sachet permettant une bonne conservation du produit fini.

5.2.2. Préciser un type d'emballage adapté au réchauffement du crumble en four à micro-ondes.

5.3. Contrôles qualité

5.3.1. Citer un contrôle microbiologique, un contrôle toxicologique et un contrôle physico-chimique réalisés sur le produit fini.

5.3.2. Expliquer pourquoi la surgélation prolonge la durée de vie du crumble.

GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)

1. PRÉPARATION, BLANCHIMENT ET SURGÉLATION DES VÉGÉTAUX (12,5 points)

Les végétaux utilisés dans la recette du crumble sont des légumes frais qui ont été triés, lavés, parés et découpés, puis blanchis et surgelés.

1.1. Les végétaux sont surgelés individuellement. Expliquer les avantages à effectuer ainsi cette surgélation au niveau :

- du refroidissement ;
- de l'utilisation.

1.2. Un surgélateur est présenté en **annexe 3**. Il comporte deux zones de froid.

Reporter les légendes sur la copie.

Expliciter le rôle et le fonctionnement de chacune des deux zones de froid.

1.3. Citer un fluide cryogénique utilisé en industries agro-alimentaires.

2. EXTRACTION ET RAFFINAGE DE L'HUILE D'OLIVE (15,5 points)

Avant d'obtenir de l'huile d'olive vierge, les fruits oléagineux passent par différentes technologies. Ils passent dans un premier temps par différentes installations permettant de préparer le végétal en vue de son extraction.

2.1. Avant extraction, les fruits sont découpés et chauffés. Préciser les principaux objectifs de ces deux opérations dans ce procédé de fabrication.

Après ces opérations préliminaires, les fruits vont traverser deux installations afin d'en extraire l'huile.

2.2. La première étape, dite de trituration, a lieu dans un extracteur à vis sans fin présenté en **annexe 4**. Reporter les légendes sur la copie. Expliquer le principe de fonctionnement de l'extracteur.

Les résidus solides sont récupérés puis envoyés dans un deuxième extracteur.

2.3. Préciser la propriété physico-chimique du fluide qui sera envoyé sur les résidus solides afin d'en extraire l'huile restante.

2.4. Le résidu solide du premier extracteur subit une extraction à contre-courant à l'hexane pour récupérer un maximum d'huile. Déterminer, en fonction des données ci-après, le débit du raffinat ainsi que la teneur en huile de l'extrait.

Données :

Résidus solides : $q_{mR} = 1 \text{ t.h}^{-1}$ $X_R = 8,0\% \text{ huile (m/m)}$

Raffinat : $X_S = 0,4\% \text{ huile (m/m)}$

Hexane : $q_{mH} = 200 \text{ kg.h}^{-1}$

Extrait : $q_{mE} = 300 \text{ kg.h}^{-1}$

3. FILTRATION DU LAIT POUR LA FABRICATION DU FROMAGE (12 points)

Dans la fabrication des fromages, certains industriels utilisent une ultrafiltration du lait.

- 3.1. Présenter le principe de l'ultrafiltration du lait. Préciser la composition des produits obtenus.
- 3.2. Justifier pourquoi l'ultrafiltration du lait fait partie des filtrations tangentielles et non des filtrations frontales.
- 3.3. Présenter les étapes de l'opération de nettoyage du module et préciser pourquoi elles sont indispensables pour l'opération unitaire.

4. CUISSON ET REFROIDISSEMENT DU CRUMBLE (10 points)

Les différents ingrédients sont décongelés, cuits puis assemblés dans l'emballage du crumble. Ils forment la garniture.

Une pâte, composée de farine, de sel et du fromage affiné, est déposée à la surface de la garniture. Le crumble est ensuite cuit dans un four en ambiance humide.

Après cuisson et refroidissement rapide, le produit est introduit dans une cellule cryogénique en vue de sa surgélation rapide.

- 4.1. La température à cœur du crumble est estimée à 92°C pendant 25 minutes.

Définir l'expression « valeur cuisatrice ». Calculer cette température.

Données :

$$T^* = 100^\circ\text{C} \quad t^* = 1 \text{ min} \quad z = 25^\circ\text{C}$$

- 4.2. Les industriels refroidissent rapidement tout produit chaud. Justifier l'intérêt de ce refroidissement rapide.
- 4.3. À la sortie du four, la température à cœur est de 92°C dans le crumble. On considère que l'on introduit dans le tunnel de refroidissement 100 kg de produit. La puissance indiquée sur l'appareil est de 35 kW et son rendement thermique est de 90%. La capacité calorifique massique du crumble est égale à 3,2 kJ.kg⁻¹.K⁻¹.

Déterminer le temps total nécessaire pour atteindre une température à cœur de 10°C dans le produit.

Donnée :

$$Q = C_p \times m \times \Delta T / \Delta t$$

ANNEXE A À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

TABLEAU DES PRINCIPALES TECHNIQUES DU CAILLAGE DU LAIT

Caillage du lait	Réactions et modifications biochimiques des constituants	Caractéristiques du gel
Caillage par ferments lactiques		
Caillage par emprésurage		

ANNEXE 1

CARACTÉRISTIQUES DU CRUMBLE PROVENÇAL BIOLOGIQUE

Ingrédients : Rondelles de tomates épluchées, Cubes d'aubergines, Fromage frais, Cubes de courgettes, Cubes de poivrons rouges et verts, Farine type 80, Oignons, Fromage affiné, Beurre, Huile d'olive, Herbes, Sel, poivre.

Poids net : 1,7 kg

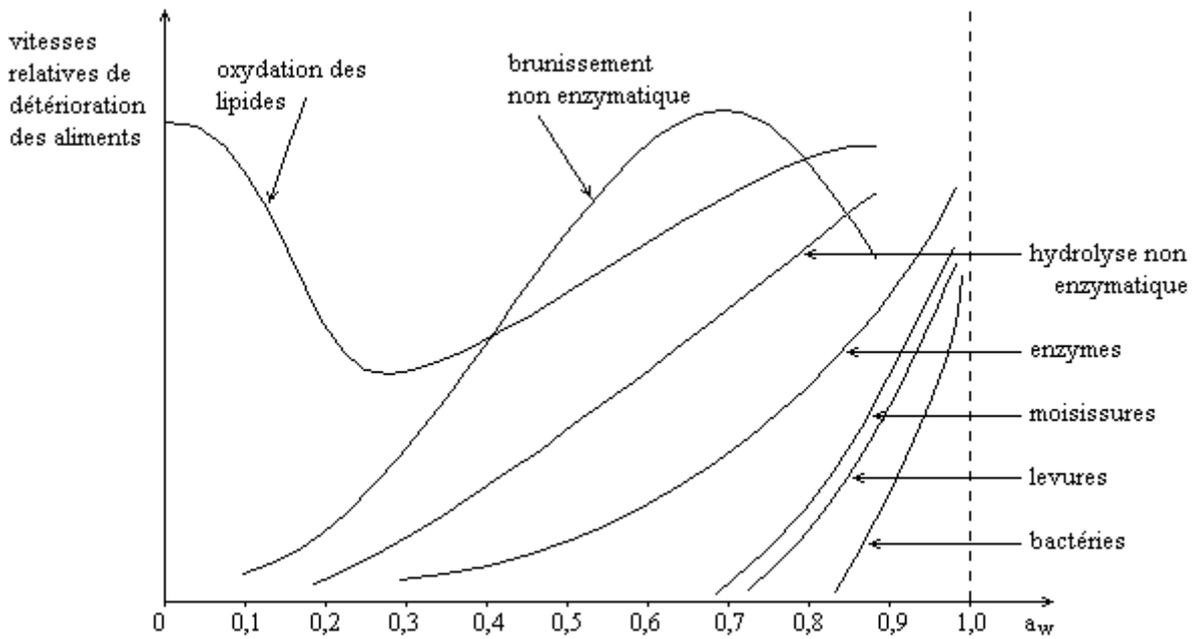
A conserver à une température inférieure à -18°C

Ne jamais recongeler un produit décongelé.

Grandes étapes du procédé de fabrication : **nettoyage, parage des légumes, blanchiment des légumes, cuisson de la mée, conditionnement, cuisson – gratinage, surgélation, ensachage, encartonnage, stockage.**

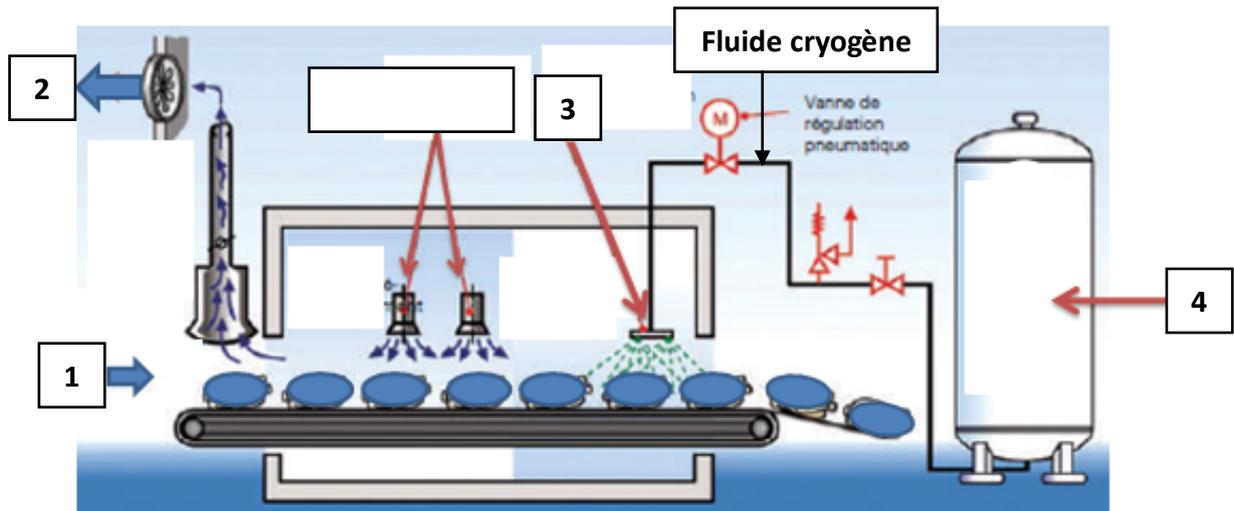
ANNEXE 2

ISOTHERME DE STABILITÉ



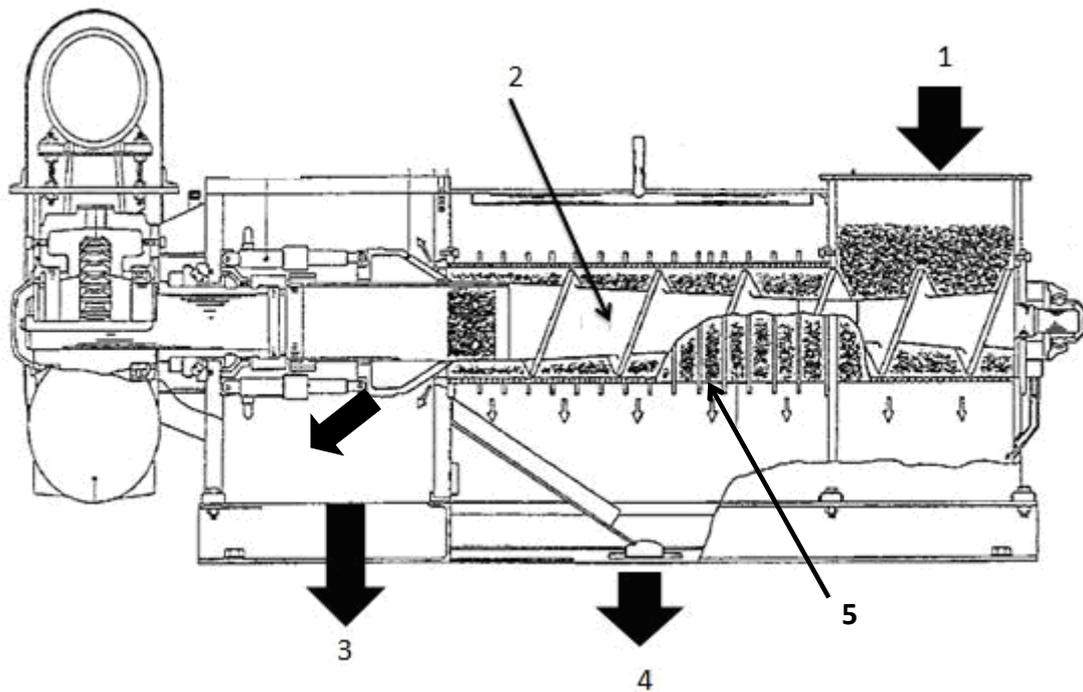
ANNEXE 3

SURGÉLATEUR CRYOGÉNIQUE



ANNEXE 4

EXTRACTEUR À VIS SANS FIN



CONTRÔLE QUALITÉ D'UNE PRÉPARATION CULINAIRE À BASE DE JAMBON

Premier jour : 4 h 30

Le jambon de Noël est une spécialité traditionnelle servie au moment des fêtes de fin d'année dans les Antilles. Cette préparation culinaire sucrée, salée, épicée contient des fruits exotiques comme les ananas. Depuis quelques années, des industriels s'intéressent à ce produit très apprécié.

Un contrôle qualité en cours de production est réalisé sur ce produit.

1. Contrôles biochimiques sur le jambon (21 POINTS)

1.1. Détermination de la teneur en sel du jambon

Avant sucrage et cuisson, le jambon entier est mis à dessaler pendant 24 heures, ce qui en fait un produit relativement pauvre en sel comparativement aux produits de charcuterie. La teneur en sel (NaCl) habituellement observée pour ce type de produit est de 0,8% (m/m).

1.1.1. Principe

Préparation de l'échantillon (déjà réalisée)

- Les ions chlorures sont d'abord mis en solution.

50,00 g de jambon de Noël sont hachés et pesés précisément dans un ballon. Après addition de 10 mL de solution de borax saturée et 50 mL d'eau désionisée, le mélange est chauffé au bain thermostaté à 95-100°C.

- Une défécation est ensuite réalisée.

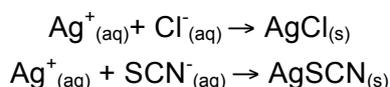
Après refroidissement, 2 mL d'hexacyanoferrate de potassium et 2 mL d'éthanoate de zinc sont ajoutés.

Après agitation et une attente 15 min, le mélange est filtré et le filtrat obtenu est recueilli dans une fiole jaugée de 100 mL complétée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau désionisée. La solution obtenue est appelée « J ».

Dosage

Il s'agit d'un dosage en retour ou par reste.

Les équations des réactions du dosage sont les suivantes :



1.1.2. Matériel et réactifs

Acide nitrique à 0,10 mol.L⁻¹ (en distributeur automatique délivrant 5 mL)

Nitrate d'argent à environ 0,2 mol.L⁻¹ (concentration exacte fournie par le centre)

Thiocyanate de potassium à environ 0,2 mol.L⁻¹ (concentration exacte fournie par le centre)

Solution de sulfate double d'ammonium et de fer III en flacon compte-gouttes (indicateur)

Solution de jambon déféquée notée « J »

2 fioles d'Erlenmeyer de 250 mL

1 pipette jaugée de 20 mL

1 pipette jaugée de 25 mL

Burette de 25 mL

1.1.3. Mode opératoire pour le dosage des chlorures de l'échantillon « J » (2 essais)

Dans une fiole d'Erlenmeyer, introduire dans l'ordre :

- E_J = 25 mL de l'échantillon « J » ;

- 5 mL d'acide nitrique ;

- environ 20 gouttes d'indicateur (sulfate double d'ammonium et de fer III) ;

- $E_{\text{AgNO}_3} = 20 \text{ mL}$ de la solution de nitrate d'argent.

Montrer la réalisation d'un pipetage à l'examineur.

Agiter afin d'agglomérer le précipité.

Titrer l'excès de nitrate d'argent avec la solution de thiocyanate de potassium jusqu'à coloration rose persistant au moins 30 secondes.

Montrer les chutes de burette V_1 et V_2 à l'examineur.

1.1.4. Compte-rendu

Compléter le tableau de résultats de l'**annexe A**.

Etablir la formule littérale de la concentration en chlorure de l'échantillon « J » en mol.L^{-1} .

Vérifier l'acceptabilité des résultats et exprimer le résultat final selon l'instruction de travail de l'**annexe métrologie pages 8 et 9**.

En déduire la teneur en sel du jambon, exprimée en % (m/m).

Conclure.

Données : $s_r = 0,0014 \text{ mol.L}^{-1}$

$u_c = 0,0020 \text{ mol L}^{-1}$

$M_{\text{NaCl}} = 58,44 \text{ g.mol}^{-1}$

1.2. Contrôle qualité de la lécithine

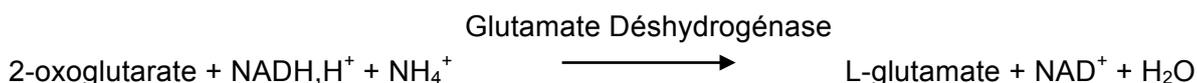
Pour améliorer la texture du produit, des émulsifiants tels que la lécithine de soja sont ajoutés. La qualité de la lécithine extraite de l'huile vierge de soja est vérifiée ; elle doit contenir en moyenne $1,5 \text{ g.L}^{-1}$ de phosphatidylcholines. Toute baisse significative de cette concentration peut signifier une extraction insuffisante des phospholipides et donc une diminution des propriétés émulsifiantes.

1.2.1 Principe

Les phosphatidylcholines ont la particularité de contenir un seul atome d'azote par molécule.

La totalité de l'azote dosé provient uniquement des phosphatidylcholines.

Après minéralisation acide de la solution de lécithine de soja, l'azote contenu dans les phosphatidylcholines se retrouve entièrement sous forme d'ions ammonium NH_4^+ . Les ions ammonium du minéralisat sont dosés par méthode enzymatique en point final selon la réaction :



1.2.2 Matériel et réactifs

Kit de dosage de NH_4^+ , constitué de :

Réactif	Composition
R1	2-oxoglutarate en tampon triéthanolamine pH 8
R2	Pastilles de NADH,H^+
R3	Glutamate Déshydrogénase

Échantillon à doser : « E »

Pipettes automatiques

4 macrocuves UV

Remarque : les pastilles R2 sont distribuées par un examineur dans les cuves à la demande du candidat.

1.2.3. Mode opératoire

Minéralisation (déjà réalisée)

$V_{\text{LS}} = 100,0 \text{ mL}$ de la solution de lécithine de soja à tester ont été minéralisés et recueillis dans un volume final V_E de $100,0 \text{ mL}$, constituant l'échantillon « E ».

Conditions opératoires

Longueur d'onde : 340 nm

Trajet optique : 1 cm

Température : ambiante

Réglage du zéro du spectrophotomètre contre l'eau

Protocole du dosage

Réaliser un témoin et 2 essais.

Introduire directement en macrocuve UV :

Réactifs et solutions	Témoin	Essais
R2	1 pastille	1 pastille
R1 (mL)	1,00	1,00
Boucher les cuves avec du Parafilm et dissoudre la pastille par retournement.		
Échantillon E (mL)	-	0,100
Eau désionisée (mL)	2,00	1,90
Mélanger, incuber 5 min à température ambiante. Lire l'absorbance A1.		
R3 (mL)	0,020	0,020
Mélanger, incuber 60 min à température ambiante. Lire l'absorbance A2.		

Montrer le réglage du spectrophotomètre et la lecture des absorbances à l'examineur.

1.2.4. Compte-rendu

Compléter le tableau de résultats de l'**annexe A**.

Vérifier l'acceptabilité des résultats selon l'instruction de travail de l'**annexe métrologie pages 8 et 9**.

Démontrer la formule littérale ci-dessous donnant la concentration massique en phosphatidylcholines de la solution de lécithine de soja :

$$\rho_{PC} = \frac{\Delta A}{\epsilon_{NADH} \times 1} \times \frac{V_{cuve}}{V_{\text{échantillon}}} \times \frac{V_E}{V_{LS}} \times M_{\text{phosphatidylcholines}}$$

Exprimer le résultat final selon l'instruction de travail de l'**annexe métrologie pages 8 et 9**.

Conclure.

Données : ϵ_{NADH, H^+} à 340 nm = 6300 L.mol⁻¹.cm⁻¹

s_r = 0,018 unité d'absorbance

u_c = 0,015 g.L⁻¹

$M_{\text{phosphatidylcholines}}$ = 780 g.mol⁻¹

2. Dosage des aflatoxines sur l'ananas (13 points)

L'ananas utilisé pour la confection du jambon de Noël est un produit sensible au développement des champignons. Sa chair sucrée, très peu acide et colorée, peut être contaminée par des mycotoxines telles que l'aflatoxine.

L'aflatoxine est détectée et dosée par une méthode immunoenzymatique sur un échantillon d'ananas préparé.

2.1. Matériels et réactifs

1 microplaque de cupules à fond plat sensibilisées par de l'aflatoxine

1 film autoadhésif

1 tube Eppendorf noté « Etalon AFT » contenant 1 mL d'aflatoxine à 1000 µg.L⁻¹

1 tube Eppendorf noté « Echantillon à doser » contenant 1 mL d'échantillon d'ananas préparé et fourni dilué au 1/10

1 flacon de tampon noté « PBS » contenant 5 mL de tampon PBS pH 7,2

1 flacon de tampon noté « PBS-Tween 20 » contenant 50 mL de Tampon PBS-Tween 20

1 tube à hémolyse noté « Conjugué » contenant 1 mL de solution d'anticorps anti-aflatoxine conjugués à la phosphatase alcaline

1 tube à hémolyse noté « Substrat » contenant 1,5 mL de paranitrophényl phosphate (PNPP) à 1g. L⁻¹

1 tube à hémolyse noté « NaOH » contenant 1 mL de NaOH à 5 mol. L⁻¹ (produit corrosif)

Pipettes automatiques

2.2. Mode opératoire

2.2.1. Sensibilisation et saturation de la microplaque (déjà réalisées)

La sensibilisation et la saturation des plaques fournies ont été effectuées comme suit :

- distribuer 100 µL d'aflatoxine de sensibilisation dans les cupules A1 à H1, et B2 à D2 ;
- distribuer 100 µL de tampon « PBS » dans A2 ;
- recouvrir la barrette d'un film autoadhésif ;
- incuber 2 heures à 37°C puis placer à 4°C jusqu'au lendemain ;
- vider soigneusement le contenu des cupules par retournement au-dessus d'un bac de désinfectant ;
- procéder à 3 lavages successifs avec environ 200 µL de Tampon PBS-Tween dans chaque cupule ;
- déposer 200 µL d'albumine bovine (SAB) dans chaque cupule et incuber 30 minutes à 37°C ;
- à la fin des 30 minutes d'incubation, procéder à 3 lavages successifs de la microplaque avec 200 µL de PBS-Tween dans chaque cupule qui est éliminé ensuite.

2.2.2. Gamme d'étalonnage

Préparer en tubes à hémolyse une gamme étalon d'aflatoxine à partir de la solution étalon d'aflatoxine à 1000 µg.L⁻¹.

Réaliser pour cela 7 dilutions successives de raison 1/2 en tampon PBS pH 7,2 comme l'indique le tableau ci-dessous :

N°Solution étalon	1	2	3	4	5	6	7	8
Volume tampon PBS (µL)	0	200	200	200	200	200	200	200
Solution étalon d'aflatoxine à 1000 µg.L ⁻¹ (µL)	200	200						
Redistribution (µL)			200	200	200	200	200	200

Montrer la réalisation d'une dilution à un examinateur.

2.2.3. Réaction Antigène-anticorps

Dans les cupules A1 à H1, distribuer 50 µL de chacune des solutions de la gamme étalon d'aflatoxine, en commençant par la plus diluée (étalon 8 dans la cupule A1) et en terminant par la solution initiale (étalon 1 dans la cupule H1).

Distribuer dans les cupules C2 et D2 50 µL de l'échantillon à doser : échantillon d'ananas préparé et fourni dilué au 1/10.

Distribuer dans les cupules témoins A2 et B2 50 µL de tampon PBS.

Ajouter aussitôt dans chacune des cupules A1 à H1, B2, C2 et D2, 50 µL de conjugué anti-aflatoxine.

Ne pas ajouter de conjugué dans la cupule A2.

Couvrir d'un film autoadhésif et agiter 1 minute à température ambiante.

Incuber 1 heure à 37°C.

2.2.4. Révélation

Vider soigneusement le contenu des cupules par retournement au-dessus d'un bac de désinfectant.

Procéder à 3 lavages successifs avec environ 200 µL de PBS-Tween.

Vider soigneusement le contenu des cupules par retournement au-dessus d'un bac de désinfectant puis ajouter 100 µL de substrat dans chaque cupule.

Incuber 5 minutes à 37°C.

Arrêter la réaction enzymatique par addition de 50 µL de solution NaOH.

Mélanger en appliquant un léger mouvement de rotation pendant 30 secondes.

Lire l'absorbance de chaque cupule à 405 nm dans le lecteur de microplaque.

2.3. Compte-rendu

Nommer la méthode mise en œuvre et schématiser ses différentes étapes en utilisant une représentation simplifiée des anticorps et des antigènes.

Expliquer le rôle des témoins A2 et B2.

Indiquer le rôle des lavages.

Compléter le tableau de résultats (**annexe B**).

Tracer la représentation graphique $A = f(\log C)$ à l'aide de l'outil informatique.

Déterminer la concentration en $\mu\text{g.L}^{-1}$ d'aflatoxine dans l'échantillon fourni.

3. Contrôles microbiologiques du jambon (26 points)

Le jambon de Noël antillais est riche en protéines, vitamines et sels minéraux, ce qui en fait un milieu favorable à la croissance des microorganismes. D'autre part, les manipulations préalables à l'obtention du produit de charcuterie constituent une source de contamination non négligeable pouvant provoquer le surissement du produit. Les contrôles microbiologiques sont nécessaires pour vérifier la qualité sanitaire et commerciale du produit.

Les contrôles microbiologiques effectués sont les suivants :

- dénombrement de la flore aérobie mésophile,
- identification d'un microorganisme responsable du surissement.

3.1. Dénombrement de la flore aérobie à 30°C

Un broyage d'un extrait de jambon est réalisé à l'aide d'un broyeur à plaques. Ce broyage s'effectue sur une préparation réalisée en pesant 10 g de jambon introduits dans un sachet stérile dans lequel sont ajoutés 90 mL d'eau peptonée stérile. La suspension obtenue, broyat de jambon, est présentée en flacon et notée « Jx ».

Le critère microbiologique interne à l'entreprise est : flore aérobie à 30°C : $5 \cdot 10^5$ UFC/g.

3.1.1. Matériels et réactifs

- Flacon contenant la suspension, broyat de jambon noté « Jx »
- 6 tubes de 16 mL de PCA en surfusion (ou un flacon de 120 mL)
- 6 tubes de 4 mL de PCA en surfusion (ou un flacon de 50 mL)
- 6 boîtes de Petri vides stériles
- 5 pipettes paille ou pipettes à usage unique de 1 mL
- 1 propipette
- 4 tubes de diluant tryptone-sel de 9 mL stérile
- 1 agitateur mécanique

3.1.2. Mode opératoire

À partir du broyat « Jx » fourni, procéder à un dénombrement de la flore mésophile par la technique de dénombrement dans la masse avec double couche en milieu PCA. Ensemencer deux boîtes par dilution.

Ensemencer les dilutions 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} de Jx.

Montrer la réalisation d'une des dilutions à un examinateur.

3.1.3. Compte-rendu

Discuter l'intérêt de cette recherche.

3.2. Identification d'un microorganisme responsable du surissement

La flore microbienne des jambons (*Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*...) intervient dans leur qualité organoleptique.

Elle peut être aussi responsable de dégradations lorsque son développement n'est pas maîtrisé : *Leuconostoc* et *Lactobacillus* entraînent une augmentation de la viscosité et des modifications de coloration ; *Micrococcus*, *Bacillus* et *Pseudomonas* provoquent le surissement.

Une bactérie identifiée comme responsable du surissement est présentée en gélose nutritive inclinée « Sx ».

Procéder à l'examen microscopique de la souche présentée en gélose inclinée « Sx ».

Montrer un champ caractéristique à un examinateur.

Réaliser le (ou les) test(s) enzymatique(s) adéquat(s).

Montrer à un examinateur la réalisation du (ou des) test(s) enzymatique(s) utilisé(s) pour l'orientation de l'identification de la bactérie.

Sur l'annexe C :

- noter les observations puis procéder à l'orientation du microorganisme responsable du surissement ; justifier ;
- réaliser une demande justifiée de milieu(x) et d'une galerie miniaturisée permettant l'identification de la souche « Sx ».

L'annexe C est à rendre 1 heure avant la fin de l'épreuve.

Ensemencer la galerie d'identification et les milieux fournis par le centre.

Indiquer la température d'incubation sur les milieux.

ANNEXE A À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE FEUILLE DE RÉSULTATS

DOSAGE DES CHLORURES DE L'ÉCHANTILLON

V ₁ (mL)	
V ₂ (mL)	

DOSAGE DES PHOSPHATIDYLCHOLINES

A à 340 nm	Témoin	Essai 1	Essai 2
A1			
A2			
ΔA	 		

Remarque : $\Delta A = (A_1 - A_2)_{\text{essai}} - (A_1 - A_2)_{\text{témoin}}$

ANNEXE B À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

DOSAGE DE L'AFLATOXINE PAR IMMUNOENZYMOLOGIE

	Témoins		Étalons								Échantillon	
	A2	B2	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	C2	D2
C _{afla} (μg.L ⁻¹)	 	 										
log C _{afla}	 	 										
Absorbance brute à 405 nm												
Absorbance nette à 405 nm	 	 										

Remarque : Absorbance nette à 405 nm = Absorbance brute à 405 nm - Absorbance de A₂ à 405 nm.

ANNEXE C À COMPLÉTER ET À RENDRE À L'HEURE INDIQUÉE

IDENTIFICATION D'UN MICROORGANISME RESPONSABLE DU SURISSEMENT DU JAMBON

Observation microscopique :

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

Orientation proposée (justifier) :

Milieu(x) et galerie miniaturisée demandés (justifier) :

Deuxième jour : 1 h 30 **CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES**

1. Dénombrement de la flore aérobie à 30°C

Effectuer la lecture des boîtes de dénombrement.

Présenter les résultats sous forme de tableau.

Exprimer le résultat du dénombrement des microorganismes aérobies à 30°C, en se référant à la donnée ci-dessous et à l'**annexe dénombrement page 6**.

Conclure.

Donnée : le critère microbiologique interne à l'entreprise est : flore aérobie à 30°C : $5 \cdot 10^5$ UFC/g.

2. Identification d'un microorganisme responsable du surissement à 30°C

Procéder à l'identification raisonnée de la souche responsable du surissement.

3. Identification d'une moisissure contaminante

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

La souche fongique est présentée en culture sur gélose Sabouraud + Chloramphénicol noté « Mx ».

3.1. Matériel

1 culture de moisissure notée « Mx »

1 tube ou flacon compte-goutte de bleu de lactophénol

1 rouleau de ruban adhésif

Pince, ciseaux, spatule

Lames et lamelles

3.2. Mode opératoire

Effectuer l'examen macroscopique.

En utilisant les équipements de protection appropriés, réaliser la préparation puis l'observation microscopique (technique du drapeau) de « Mx ».

Réaliser un dessin légendé sur le compte rendu.

Montrer un champ caractéristique à l'examineur.

3.3. Compte-rendu

À l'aide de l'**annexe moisissures page 7**, identifier le genre de la moisissure contaminante.

OPTIMISATION D'UN PROCESSUS DE FABRICATION D'UNE CRÈME GLACÉE ALLÉGÉE

Premier jour : 5 h

Les crèmes glacées sont composées de lait, de sucre (saccharose), d'autres produits sucrants, texturants et émulsifiants ainsi que d'arômes. D'autres ingrédients peuvent être incorporés tels que des colorants, des ovoproduits et des maltodextrines.

Dans les crèmes glacées allégées, les lipides et les glucides sont partiellement remplacés par des protéines comme le montre le tableau ci-dessous :

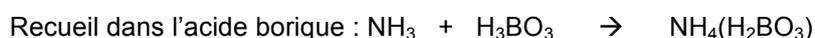
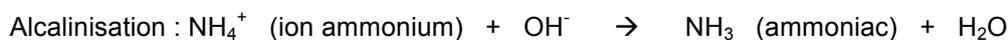
		Composition de la crème glacée (pour 100 g) Valeurs cibles du fabricant	
		Crème glacée normale	Crème glacée allégée
Énergie	(kJ)	740 à 980	350 à 490
Glucides	(g)	24 à 28	14 à 18
Lipides	(g)	8 à 12	1 à 2
Protéines	(g)	2 à 4	5 à 7

L'étude proposée porte sur un certain nombre de contrôles biochimiques, microbiologiques et immunologiques réalisés lors de l'optimisation d'un processus de fabrication d'une crème glacée allégée.

1. Détermination de la teneur en protéines de la crème glacée allégée par la méthode de Kjeldahl (14 POINTS)

1.1. Principe

Les matières organiques sont minéralisées en milieu acide et oxydant provoquant la transformation de l'azote total en ion ammonium. Le minéralisat ainsi obtenu est alcalinisé pour libérer l'ammoniac qui est entraîné par la vapeur d'eau et recueilli dans le réactif de Groak. Le dihydrogénoborate d'ammonium formé est dosé par un acide fort en présence d'un indicateur coloré.



1.2. Réactifs

Tétraborate de sodium décahydraté ($\text{B}_4\text{O}_7\text{Na}_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$)

Hydroxyde de sodium concentré (lessive de soude)

Solution d'acide chlorhydrique HCl à environ $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$; à étalonner

Minéralisat « M » de crème glacée allégée

Réactif de Groak : solution d'acide borique associé au réactif de Tashiro

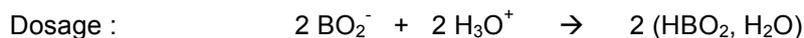
Réactif de Tashiro : indicateur de pH, violet en milieu acide et vert en milieu basique

1.3. Mode opératoire

1.3.1. Étalonnage de la solution d'acide chlorhydrique à environ 0,1 mol.L⁻¹

Cet étalonnage est réalisé par pesée de tétraborate de sodium décahydraté en présence d'indicateur de Tashiro.

Pour le tétraborate de sodium, les équations suivantes peuvent être écrites :



Peser exactement une masse de tétraborate de sodium décahydraté d'environ 286 mg.

Appeler un examinateur lors de la réalisation d'une pesée.

La dissoudre dans l'eau désionisée.

Ajouter quelques gouttes d'indicateur de Tashiro.

Doser par l'acide chlorhydrique versé à la burette.

Réaliser deux essais concordants.

1.3.2. Dosage de l'azote total de la crème glacée allégée

Minéralisation

La minéralisation a déjà été réalisée :	Crème glacée allégée	1,0 g
	Catalyseur	3 g environ
	H ₂ SO ₄ concentré	10 mL

Le minéralisat « M » est présenté dans le matras de minéralisation.

Alcalinisation et entraînement de l'ammoniac à la vapeur d'eau

Placer dans l'appareil de distillation :

- le matras de minéralisation,
- une fiole d'Erlenmeyer de 250 mL contenant environ 40 mL de réactif de Groak pour recueillir le distillat.

La fiche technique d'utilisation de l'appareil est fournie par le centre.

Appeler un examinateur lors de l'utilisation de l'appareil.

Dosage de l'ammoniac

Doser l'ammoniac distillé par la solution d'acide chlorhydrique préalablement étalonnée. Réaliser un seul essai.

1.4. Résultats

Compléter l'**annexe A**.

Justifier la masse de tétraborate de sodium décahydraté pesée pour réaliser l'étalonnage de la solution d'acide chlorhydrique.

Calculer la concentration molaire de la solution d'acide chlorhydrique.

Vérifier l'acceptabilité des résultats (**annexe métrologie p8 et 9**).

Exprimer le résultat de la concentration molaire de la solution d'acide chlorhydrique avec son incertitude (**annexe métrologie p8 et 9**).

Etablir la formule littérale donnant le nombre de moles de NH₄⁺ dans le minéralisat.

Calculer la teneur en azote total de la crème glacée allégée en g d'azote pour 100 g de crème glacée allégée.

Calculer la teneur en protéines de la crème glacée allégée, en g de protéines pour 100 g de crème glacée allégée. Conclure.

Données :

- L'azote représente environ 16% en masse des protéines de la crème glacée allégée. L'azote non protéique est négligé.

- Masse molaire atomique de l'azote = 14 g.mol⁻¹

- Masse molaire moléculaire du tétraborate de sodium, décahydraté = 381,37 g.mol⁻¹

- Pour l'étalonnage : s_r = 0,001 mol.L⁻¹ ; u_c = 0,004 mol.L⁻¹

- Pour la crème glacée allégée : u_c = 0,12 g de protéines pour 100 g de crème glacée allégée

2. Dosage colorimétrique des glucides de la crème glacée allégée par la méthode au 3,5 DNS (16 points)

2.1. Principe

Les glucides réducteurs peuvent être dosés, grâce à leurs propriétés réductrices, en milieu alcalin et à chaud, par le sel de l'acide 3,5 dinitrosalicylique (ou 3,5 DNS). La réaction est non stœchiométrique, donc dépendante des conditions opératoires. Le 3,5 DNS jaune est réduit en acide 3-amino-5-nitrosalicylique rouge orangé, dosable par colorimétrie à 530 nm.

Les osides de la préparation sont hydrolysés. Les oses réducteurs formés ainsi que le glucose initialement présent sont quantifiés lors de ce dosage.

2.2. Réactifs

Réactif au 3,5 DNS

Solution étalon de glucose à $2,50 \text{ mmol.L}^{-1}$

Crème glacée allégée

2.3. Hydrolyse des osides présents dans la crème glacée allégée (déjà réalisée)

L'hydrolyse a déjà été réalisée selon le mode opératoire décrit ci-dessous :

Dans un tube à essai :

- introduire une masse de crème glacée allégée fondue ;
- ajouter environ 3 mL d'acide chlorhydrique à 1 mol.L^{-1} .

Mettre le tube à essai 2 minutes au bain thermostaté à 100°C . Refroidir dans un bain d'eau glacée. Ajouter environ 3 mL d'hydroxyde de sodium à 1 mol.L^{-1} . Transférer quantitativement dans une fiole jaugée de 100 mL et ajuster le volume avec de l'eau désionisée.

La masse de crème glacée allégée fondue pesée est de 0,1521 g.

La solution obtenue par le mode opératoire décrit ci-dessus constitue l'hydrolysate « H » de crème glacée allégée.

2.4. Mode opératoire du dosage des glucides réducteurs de la crème glacée allégée par la méthode au 3,5 DNS

2.4.1. Gamme d'étalonnage

À partir d'une solution étalon de glucose à $2,50 \text{ mmol.L}^{-1}$, préparer une gamme d'étalonnage de 6 tubes.

Compléter le tableau de colorimétrie de l'annexe B.

Justifier, par le calcul, un point de gamme.

2.4.2. Essais

Dans un tube à essai, introduire 1 mL d'hydrolysate « H ». Prévoir deux essais.

Appeler un examinateur lors de la réalisation du pipetage.

2.4.3. Réaction colorée

Mettre en œuvre la coloration selon le tableau de l'annexe B.

Lire l'absorbance à 530 nm.

Remarque : Il n'est pas nécessaire de réaliser un témoin échantillon, son absorbance étant négligeable.

2.5. Résultats

Compléter l'annexe B.

Tracer à l'aide de l'ordinateur la courbe d'étalonnage et donner les paramètres de régression linéaire.

Procéder à la validation des résultats (**annexe métrologie p 8 et 9**).

Calculer la concentration molaire en glucides réducteurs de l'hydrolysate « H » de crème glacée allégée, exprimée en mol.L^{-1} .

En déduire la teneur en glucides totaux, exprimée en g de glucose pour 100 g de crème glacée allégée. Conclure.

Données :

- Pour le dosage du glucose par la méthode au 3,5 DNS : $s_r = 0,010$ unité d'absorbance
- Pour la teneur en glucides totaux : $u_c = 0,4$ g de glucides pour 100 g de crème glacée
- Masse molaire du glucose = 180 g.mol^{-1}

3. Optimisation d'un plan de nettoyage – désinfection (20 POINTS)

Dans le cadre de la mise au point du plan de nettoyage, l'entreprise a choisi de vérifier l'activité du désinfectant utilisé dans ses ateliers.

3.1. Contrôle de la suspension bactérienne « test »

L'efficacité du désinfectant est testée sur une souche de référence de *Staphylococcus aureus* CIP 53 154. Des contrôles sont préalablement effectués sur cette souche.

Matériels :

1 culture pure en bouillon de *Staphylococcus aureus* CIP 53 154 estimée à 10^6 cellules. mL^{-1} , notée « B + n° poste »

1 isolement de *Staphylococcus aureus* CIP 53 154 sur gélose Trypticase-Soja (TS) noté « S + n° poste »

Réactifs et milieux :

eau oxygénée, réactif oxydase

1 milieu Viande-Foie (VF) en surfusion (à demander)

1 gélose TS coulée en boîte de Petri

3.1.1. Vérification de la pureté de l'inoculum « B + n° poste »

Réaliser une observation microscopique. *La montrer à l'examineur.*

Réaliser un isolement sur gélose TS.

Préciser les conditions d'incubation de l'isolement réalisé sur la gélose TS.

3.1.2. Vérification de l'identité de la souche « S + n° poste »

Réaliser l'observation macroscopique de l'isolement « S + n° poste » fourni.

Procéder au test enzymatique adéquat. *Montrer la réalisation du test à l'examineur.*

Ensemencer le milieu VF fourni.

3.1.3. Compte rendu

Décrire les observations macroscopique et microscopique réalisées.

Noter les résultats du test enzymatique réalisé.

Proposer une orientation.

3.2. Étude de l'efficacité du désinfectant pur par évaluation de l'activité bactéricide sur un inoculum

L'efficacité du désinfectant pur est tout d'abord testé *in vitro* sur un inoculum maîtrisé par la méthode des porte-germes NF T 72-190.

3.2.1. Principe de la méthode

Des microorganismes sont déposés sur un support appelé « porte-germes ». Après dessiccation, ils sont mis en contact avec le produit de désinfection dans des conditions bien définies.

Les microorganismes sont prélevés sur le porte-germes à l'aide d'un écouvillon. Celui-ci est ensuite introduit dans un tube contenant du diluant. La suspension obtenue est dénombrée sur milieu gélosé.

Le porte-germes n°1 n'est pas mis en contact avec le désinfectant. Il permet de déterminer le niveau de contamination initial.

Le porte-germes n°2 est mis en contact avec le désinfectant, rincé et séché selon les conditions définies par le protocole de nettoyage-désinfection de l'entreprise. Il permet de déterminer les microorganismes survivants.

3.2.2. Matériel

- 2 portes-germes notés « 1 » et « 2 »
- 2 tubes de diluant notés « D » de volume 3 mL
- 2 écouvillons stériles
- 2 Petrifilm® flore totale
- 1 pissette de désinfectant pur
- 1 bac contenant de l'eau de Javel
- Papier d'essuyage

Les porte-germes ont été contaminés, de manière identique, par un inoculum de *Staphylococcus aureus*.

3.2.3. Détermination du niveau de contamination réel du porte-germes

Sur le porte-germes n°1, procéder à l'écouvillonnage de la surface délimitée en suivant les instructions données dans l'**annexe 2**. On obtient la suspension D1.

Procéder à l'ensemencement de 1 mL de la suspension D1 sur un Petrifilm® selon les instructions données dans l'**annexe 3**.

Incuber à 30°C durant 24h à 48h.

3.2.4. Détermination de l'efficacité bactéricide du désinfectant

Sur le porte-germes n°2, réaliser une désinfection de la surface délimitée :

- inonder le porte-germes avec le désinfectant ;
- laisser agir 5 minutes ;
- rincer à l'eau ;
- procéder à l'essuyage de la surface à l'aide d'un papier d'essuyage fourni.

Réaliser un écouvillonnage selon les instructions données dans l'**annexe 2**. On obtient la suspension D2.

Montrer l'écouvillonnage à l'examineur.

Procéder à l'ensemencement de 1 mL de la suspension D2 sur Petrifilm® selon les instructions de l'**annexe 3**.

Montrer l'ensemencement du Petrifilm® à l'examineur.

Incuber à 30°C durant 24 h à 48 h.

3.3. Détermination de la CMI du désinfectant dilué en microplaque

Dans un souci d'économie, l'entreprise souhaite utiliser le désinfectant dilué. Il est donc nécessaire de déterminer la CMI du désinfectant vis-à-vis de la souche test.

3.3.1. Matériels

- 1 microplaque à fond rond + 1 couvercle (ou un film autocollant)
- 1 tube à hémolyse contenant 2 mL de désinfectant noté « désinfectant »
- 1 pipette automatique P100
- 1 boîte de cônes stériles
- 1 culture en bouillon ordinaire *Staphylococcus aureus* CIP 53 154 ajustée à 10^6 cellules.mL⁻¹ notée « B + n° poste »
- 1 tube de 5 mL de bouillon ordinaire stérile noté « BO »

3.3.2. Mode opératoire

À partir de la solution de désinfectant, réaliser une gamme de dilution directement dans la microplaque.

Les dilutions sont réalisées en bouillon ordinaire stérile noté BO, sous un volume final de 200 µL :

- distribuer dans chacun des 10 puits 100 µL de bouillon ordinaire ;
- dans le puits 1, introduire 100 µL de la solution de désinfectant notée «désinfectant» ;
- homogénéiser ;
- prélever 100 µL du puits 1 et l'introduire dans le puits 2 ;
- homogénéiser ;
- répéter l'opération jusqu'au puits 10.

Dans les puits 1 à 10, introduire 100 µL de la culture de *Staphylococcus aureus* notée « B + n° poste ».

Dans les puits 11 et 12, réaliser deux témoins distincts.

Le tableau de travail est donné dans l'**annexe C**.

Placer le couvercle (ou le film autocollant) sur la microplaque et incuber 24 heures à 37°C.

3.3.3. Compte-rendu

Compléter le tableau de l'**annexe C**.

Donner la composition des deux puits témoins.

Justifier leur réalisation.

4. Recherche immunologique de traces d'allergènes (10 POINTS)

4.1. Principe

De nombreuses personnes sont allergiques aux œufs, même présents en faible quantité. La présence de blanc d'œuf, même à l'état de traces, peut être détectée en utilisant des anticorps anti-ovalbumine selon la méthode de double immunodiffusion.

4.2. Matériels

1 gel d'agarose coulé en boîte de pétri

Solution d'ovalbumine notée « Ova »

Sérum anti-ovalbumine noté « Anti-ova »

Echantillon de crème glacée noté « E1 »

Echantillon de crème glacée noté « E2 »

1 tube d'eau physiologique noté « Eau »

1 emporte-pièce

1 pipette P 50 + cônes

1 chambre humide

1 gabarit fourni par le centre

4.3. Mode opératoire

4.3.1. Préparation des puits

Creuser 5 puits dans le gel selon le gabarit fourni par le centre.

4.3.2. Répartition des réactifs

Déposer 10 µL par puits.

Les dépôts des 5 réactifs sont à organiser selon une disposition permettant de vérifier la présence d'allergène (ovalbumine) dans les échantillons.

4.3.3. Diffusion

Mettre en chambre humide à température ambiante pendant 24 à 48 heures.

4.4. Compte-rendu

Donner le nom de la technique utilisée.

Réaliser un plan de dépôt légendé. Ce plan de dépôt sera restitué le second jour.

Détailler et justifier la composition du témoin positif et du témoin négatif.

ANNEXE 2

MÉTHODE DE PRÉLÈVEMENT PAR ÉCOUVILLONNAGE

Retirer l'écouvillon stérile de son emballage.

Le tremper dans un tube de diluant noté D de volume 3 mL.

Essorer la partie ouatée de l'écouvillon en le roulant sur les parois internes du tube.

Réaliser l'écouvillonnage de la zone délimitée en procédant de la manière suivante :

- déplacer l'écouvillon de gauche à droite en débutant par le haut ;
- déplacer l'écouvillon sur toute la surface de la zone délimitée en veillant à le tourner légèrement afin d'utiliser toute la surface de l'écouvillon disponible.

Introduire à nouveau l'écouvillon dans le tube de diluant noté D.

Le laisser en contact 2 minutes.

Presser la partie ouatée à plusieurs reprises contre les parois du tube en restant dans le diluant afin de libérer les bactéries piégées dans la ouate.

Sortir la partie ouatée du diluant.

Essorer l'écouvillon contre les parois du tube.

Jeter l'écouvillon dans la poubelle adéquate.

Conserver la suspension obtenue et l'ensemencer sans délai.

ANNEXE 3

DÉNOMBREMENT SUR PETRIFILM ®

Placer le Petrifilm ® sur une surface plane.

Soulever le film supérieur plastifié.

Déposer 1mL de l'inoculum à la surface du Petrifilm®.

Recouvrir avec le film supérieur.

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

Laisser au repos.

La gélification est obtenue au bout de 2 min.

Incuber à la température adéquate.

ANNEXE A À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE FEUILLE DE RÉSULTATS

DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN PROTÉINES DE LA CRÈME GLACÉE ALLÉGÉE PAR LA MÉTHODE DE KJELDAHL

Étalonnage de la solution de HCl à environ 0,1 mol.L⁻¹

	$m_{\text{B4O7Na2, 10 H2O}} \text{ (g)}$	$V_{\text{HCl}} \text{ (mL)}$
Essai 1		
Essai 2		

Dosage de l'azote total de la crème glacée allégée

$V_{\text{HCl}} =$		mL
--------------------	--	----

ANNEXE B À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

FEUILLE DE RÉSULTATS

DOSAGE COLORIMÉTRIQUE DES GLUCIDES DE LA CRÈME GLACÉE ALLÉGÉE PAR LA MÉTHODE AU 3,5 DNS

Tubes	0	1	2	3	4	5	H ₁	H ₂
Solution étalon à 2,50 mmol.L ⁻¹ (mL)	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	-	-
Hydrolysats « H » (mL)	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0
Eau désionisée qsp 1 mL (mL)								
3,5 DNS (mL)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>Tous les tubes sont portés au bain bouillant exactement 5 minutes puis refroidis dans un bain d'eau froide.</i>								
Eau désionisée (mL)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
n _{glucose} (μmol)	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50		
A à 530 nm								

ANNEXE C À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

À RENDRE AU CANDIDAT LE SECOND JOUR

FEUILLE DE RÉSULTATS

DÉTERMINATION DE LA CMI DU DÉSINFECTANT EN MICROPLAQUE

La concentration est donnée par le centre.

N° puits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 Témoin	12 Témoin
Bouillon ordinaire stérile (μL)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Solution de désinfectant X g.L ⁻¹ (μL)	100											
Volume à redistribuer (μL)		100										
Inoculum (μL)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Dilution du désinfectant												
Lecture (à compléter le second jour)												

Légende de la lecture :

1. Contrôle de la suspension bactérienne test

1.1. Vérification de la pureté de l'inoculum

Réaliser l'observation de l'isolement obtenu.

Conclure.

1.2. Vérification de l'identité de la souche

Procéder à la lecture du milieu VF.

Confirmer l'appartenance de la souche au genre *Staphylococcus*.

2. Étude de l'efficacité du désinfectant sur un inoculum

2.1. Dénombrement de la charge de l'inoculum

Le porte-germes n°1 n'a pas été en contact avec le désinfectant. Il permet de déterminer le nombre total de microorganismes dans l'inoculum.

Dénombrer les colonies présentes sur le Petrifilm®. Compter toutes les colonies rouges obtenues à partir de D1 sans tenir compte ni de la taille ni de l'intensité de la couleur.

Rendre le résultat en nombre d'UFC par mL de la suspension D1.

2.2. Dénombrement des microorganismes survivants

Le porte-germes n°2 a été mis en contact avec le désinfectant. Il permet de déterminer le nombre de bactéries survivantes.

Dénombrer les colonies présentes sur le Petrifilm®.

Rendre le résultat en nombre d'UFC par mL de suspension la suspension D2.

2.3. Compte-rendu

Présenter les résultats sous forme de tableau.

Valider les résultats obtenus.

Conclure quant à l'efficacité du désinfectant.

Données :

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

Un désinfectant est considéré comme actif s'il réduit de 99,9% le nombre de bactéries.

3. Détermination de la CMI du désinfectant en microplaque

3.1. Lecture

Lire les résultats de la microplaque.

3.2. Compte-rendu

Noter les résultats sur l'**annexe C** du premier jour remise par l'examineur, en précisant la légende.

Interpréter les témoins et valider les résultats de la manipulation.

Déterminer la CMI du désinfectant pour cette souche de *Staphylococcus aureus*.

Conclure quant à la dilution utilisable par l'entreprise.

4. Recherche de traces d'allergènes

4.1. Lecture

Repérer les arcs de précipitation sur fond noir.

4.2. Compte rendu

Représenter sous forme d'un schéma les résultats obtenus sur le plan de dépôt réalisé le premier jour.

Analyser ces résultats.

Conclure.

MANAGEMENT DE LA SÉCURITÉ DES ALIMENTS DANS UNE USINE DE CONDITIONNEMENT DE VINS

Une entreprise est spécialisée dans les activités d'embouteillage en bouteille traditionnelle ou en « bag in box » de différents vins (rouges, blancs et rosés). Cette société cherche à fidéliser sa clientèle et à augmenter ses parts de marché à l'export.

Afin d'atteindre ses objectifs, l'entreprise décide de s'engager dans une démarche de certification selon la norme ISO 22000 : 2005 de management de la sécurité des aliments.

L'entreprise consacre ses premiers efforts au respect des exigences concernant l'HACCP, la traçabilité et le système documentaire.

1. TRAVAIL PRÉALABLE À L'ÉTUDE HACCP (29 POINTS)

1.1. Les étapes préparatoires à l'étude des dangers

1.1.1. La démarche HACCP

Définir le terme HACCP. Énoncer les différents principes qui constituent la base de cet outil.

1.1.2. Le diagramme des opérations

La fabrication observée sur site se déroule de la façon suivante.

Le vin arrive sur la chaîne d'embouteillage par des flexibles. Il est filtré avant d'être mis en bouteille.

Les bouteilles rejoignent la chaîne sous forme de palettes. Après la dé-palettisation, elles sont placées sur la chaîne, rincées avant d'être remplies par soutirage.

Après le remplissage, les bouteilles sont bouchées et étiquetées, regroupées par six pour être mises en cartons qui seront chargés sur des palettes stockées après filmage et avant livraison.

Le *Codex Alimentarius* précise que l'équipe HACCP est chargée d'établir le diagramme des opérations. Ce dernier comprendra toutes les étapes opérationnelles pour un produit donné.

Représenter ce diagramme des opérations pour le conditionnement en bouteille de vins blancs, rouges et rosés, tel qu'il devrait figurer dans la documentation HACCP.

1.2. Étude des dangers

1.2.1. L'étude commence par une énumération de tous les dangers.

Définir un danger. Indiquer les différents types de dangers rencontrés sur cette chaîne d'embouteillage.

1.2.2. Définir une mesure préventive.

1.2.3. À l'aide des connaissances et de l'**annexe 1**, réaliser l'étude des dangers pour l'étape de soutirage du procédé d'embouteillage en complétant l'**annexe A** (à rendre avec la copie).

2. ÉTUDE HACCP (29 points)

2.1. Les programmes pré-requis (PRP)

Les programmes pré-requis correspondent aux conditions et activités de base nécessaires pour maintenir tout au long de la chaîne alimentaire un environnement hygiénique approprié à la production, à la manutention et à la mise en place de produits finis sûrs et de denrées alimentaires sûres pour la consommation humaine (ISO 22000 : 2005). Autrement dit, ces programmes correspondent aux Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) et sont des pré-requis indispensables à la mise en place d'une démarche HACCP.

2.1.1. Citer au moins un pré-requis autre que le respect des BPH nécessaire à la mise en place d'une démarche HACCP.

2.1.2. La norme ISO 22000 : 2005 précise que « l'organisme doit établir, mettre en œuvre et maintenir des programmes pré-requis (PRP) pour aider à maîtriser la probabilité d'introduction de dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires dans le produit via l'environnement de travail ». À l'aide de l'**annexe 2** et de vos connaissances

personnelles, représenter, à l'aide d'un diagramme causes-effet les éléments dont l'entreprise devra tenir compte pour répondre à cette exigence de la norme.

2.2. Analyse des dangers

Par rapport au *Codex Alimentarius*, la norme ISO 22000 propose une classification différente des dangers. Chaque mesure de maîtrise sélectionnée doit être classée selon qu'elle est gérée par l'intermédiaire des programmes pré-requis opérationnels (PRPo) ou par le plan HACCP.

La norme ISO 22000 : 2005 définit un PRPo de la façon suivante : « programme pré-requis identifié par l'analyse des dangers comme essentiel pour maîtriser la probabilité d'introduction de dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires et/ou de la contamination ou prolifération des dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires dans le(s) produit(s) ou dans l'environnement de transformation ».

2.2.1. Le plan HACCP prévoit l'identification et la surveillance des CCP. Définir un CCP.

2.2.2. À l'aide de l'**annexe 3**, préciser les différences entre un CCP et un PRPo.

2.2.3. Les mesures de maîtrise sont étudiées pour les étapes d'arrivée du vin par les flexibles et de filtration (**annexe B**). Compléter ce document (à rendre avec la copie). Justifier chaque réponse, sous forme de tableau à l'aide de l'**annexe 3** et de vos connaissances personnelles.

3. TRAÇABILITÉ ET MAÎTRISE DES NON-CONFORMITÉS (14 points)

Outre la mise en place d'un système HACCP, le chapitre 7 de la norme ISO 22000 : 2005 aborde aussi la mise en place d'un système de traçabilité et la maîtrise des non-conformités.

3.1. Mise en place d'un système de traçabilité

3.1.1. Définir le terme traçabilité. Préciser les intérêts de la mise en place d'une traçabilité.

3.1.2. Proposer une démarche permettant la mise en œuvre d'un système de traçabilité.

3.1.3. Le producteur est responsable de la mise en place de produits sains ; il est libre de choisir ces moyens, mais il doit démontrer qu'il maîtrise la salubrité des produits élaborés. À l'aide de vos connaissances et de l'**annexe 2**, compléter le tableau de l'**annexe C** (à rendre avec la copie), comprenant la liste des documents pouvant être utilisés dans ce cadre.

3.2. Maîtrise des non-conformités

3.2.1. Citer les devenirs possibles d'un produit non-conforme.

3.2.2. Préciser la démarche à adopter pour éliminer les causes d'une non-conformité.

4. SYSTÈME DOCUMENTAIRE (8 points)

Le chapitre 4 de la norme ISO 22000 : 2005 récapitule les exigences générales en matière de management de la sécurité alimentaire. Il traite aussi des exigences relatives à la documentation.

4.1. La pyramide documentaire

Le système documentaire est souvent représenté sous forme d'une pyramide.

Représenter cette pyramide avec les documents contenus à chaque niveau.

4.2. Le manuel qualité

D'après la norme ISO 22000, le manuel qualité n'est pas explicitement obligatoire. Cependant la plupart des entreprises certifiées ISO 22000 possèdent ce type de document. Après avoir défini ce document et précisé son intérêt, décrire brièvement son contenu.

ANNEXE 1

GRILLE DE NOTATION HACCP

Critère	Note	Danger
Gravité	1	Mineure
	2	Majeure
	3	Critique
	4	Catastrophique
Fréquence	1	Rare
	2	Modérée
	3	Probable
	4	Certaine
Non détection	1	Très faible probabilité
	2	Faible probabilité
	3	Forte probabilité
	4	Très forte probabilité

ANNEXE 2

EXTRAIT DU GUIDE DE BONNES PRATIQUES HYGIÉNIQUES DE LA FILIÈRE VINS - ANNEXE III

FICHE TECHNIQUE A : FORMATION – SÉCURITÉ ET HYGIÈNE

Former les opérateurs à la sécurité et à l'hygiène, c'est leur apporter la connaissance des différents dangers auxquels ils peuvent être confrontés au cours de leur travail tout en donnant des informations, des conseils, des recommandations, voire des ordres pour en assurer la maîtrise.

Les responsables d'établissements sont confrontés à deux sortes d'obligations en terme de formation du personnel ; tout le personnel est concerné, notamment les temporaires, plus exposés car souvent moins expérimentés.

Le code du travail impose une formation du personnel à la sécurité ; cette formation est destinée à prévenir les accidents à l'intérieur de l'entreprise. Il s'agit ici du danger pour l'opérateur ; le salarié doit apprendre à se protéger et à protéger les autres opérateurs de l'entreprise.

La directive CEE 93/43 impose une formation « renouvelée » en matière d'hygiène des aliments. Cette formation est destinée à prévenir les dangers pour les consommateurs (arrêté du 28 mai 1997, article 7).

Éléments de maîtrise

Toute entreprise cotise à un fond de formation ; elle peut de ce fait s'adresser à son organisme collecteur de fonds pour le financement de ses formations.

L'opérateur doit connaître :

Les dangers liés à l'hygiène

Le vin est un produit alimentaire atypique dans la mesure où les risques de présence de microorganismes pathogènes sont nuls. Toutefois, le manque d'hygiène peut entraîner l'altération du produit (développement microbien) ou encore une mauvaise évolution organoleptique et le rendre impropre à la consommation.

Pour cette raison, il est important d'apprendre aux opérateurs le pourquoi d'une bonne hygiène personnelle, des matériels et des locaux.

Le principal risque est celui lié à l'utilisation des produits de nettoyage et de désinfection.

La formation portera par exemple sur :

- la connaissance du vin : procédés d'élaboration, levures, bactéries lactiques ;
- les bases de l'hygiène : nettoyage, désinfection, produits ;
- la réglementation en la matière ;
- les conditions de stockage ;
- les conditions d'utilisation (dosage, méthodes, rinçage, contrôle) ;
- les conditions de transfert et les conditions de transport ;
- l'hygiène du personnel.

Les dangers liés à la circulation

Ces dangers peuvent être maîtrisés par une bonne conception puis connaissance des locaux (visite, plan, affichage) et des circuits des raisins, des moûts et des vins en vrac ou embouteillés. Il s'agit ainsi d'assurer la sécurité des opérateurs.

Les risques liés à l'exécution du travail

Concernant le milieu dans lequel il opère (température, humidité, gaz) et le respect de l'environnement ; gestion de l'eau et des déchets.

Concernant les machines ; mode opératoire, consignes en cas d'urgence, instruction de maintenance pour éviter notamment le risque de corps étrangers (pièces, vis, boulons, joints, débris divers) ou les contaminations chimiques (graisse, huile, peinture non alimentaire).

Les risques liés aux procédés qu'il doit mettre en œuvre ou auxquels il doit participer :

- production de CO₂ ;
- manipulation de SO₂ ;
- utilisation d'auxiliaire d'élaboration : produit œnologique, terre, filtre ;
- respect de la réglementation.

[...]

FICHE TECHNIQUE B : LES LOCAUX

Les locaux de vinification, d'élevage, de mise en bouteilles, de stockage des matières sèches ont une influence sur la qualité finale du vin : leur conception doit faciliter le travail à réaliser, assurer la sécurité des opérateurs et permettre une bonne conservation des matières sèches.

Aussi, une conception raisonnée et facilitant les opérations d'hygiène est indispensable pour les nouvelles installations ; pour les locaux déjà existants, quelques aménagements peuvent être faits dans le sens d'une meilleure hygiène. Cela aidera à obtenir des vins de qualité optimale mais n'aura pas d'influence directe sur la santé du consommateur.

Éléments de maîtrise

Séparer les locaux n'ayant pas les mêmes fonctions

À recommander dans tous les locaux : vinification, élevage, mise en bouteilles, stockage des matières sèches.

SÉPARER	CES PRODUITS/LOCAUX	DE CES AUTRES LOCAUX
<i>Interdire le stockage même temporaire :</i>	De produits phytosanitaires, de nettoyage ou pétroliers. De véhicules à moteur.	Dans les locaux : - de vinification ; - d'élaboration ; - de stockage des matières sèches (kieselguhr, bouchons, cartons, ...)
<i>Isoler les lieux :</i>	De traitement des déchets : rafles, marcs, lies, effluents, emballages ...	Des zones d'élaboration
<i>Éviter le stockage :</i>	De matières sèches : kieselguhr, bouchons, cartons, ...	Dans les locaux : - de vinification ; - de mise en bouteilles.
<i>Séparer les zones de stockage :</i>	De produits œnologiques	Des autres produits : - phytosanitaires ; - de nettoyage ...
<i>Séparer si possible :</i>	Des locaux de mise en bouteilles	Des autres locaux.

Maintenir un bon état d'entretien général et de propreté toute l'année.

Éviter autant que possible les sols en terre battue difficiles à nettoyer. Ils sont tolérés dans les locaux d'élevage et de stockage des bouteilles

Assurer une bonne ventilation/aération des locaux

En période de vinification, elle est cruciale pour la sécurité des opérateurs (CO₂).

Elle doit être suffisante pour évacuer l'humidité en excès et éviter les condensations afin de limiter la prolifération de moisissures indésirables. Attention, prendre en compte :

- la consume : l'évaporation ;
- les pollutions par des odeurs désagréables à cause de circuits de ventilation mal conçus.

Raisonner les ouvertures en fonction de l'utilisation des locaux et du climat (maîtrise des températures).

Assurer la maintenance des systèmes de ventilation.

S'assurer de l'absence de substances à risque ou odorantes dans les locaux de vinification, d'élevage et de stockage

Attention à toute introduction de matériels en bois : charpentes, palettes, caisses... :

- interdire l'entrée de bois traité aux chlorophénols à n'importe quel stade : scierie, charpentier, négociant transformation possible en chloroanisoles, contaminant à très faible dose, à l'origine d'odeurs de moisi très prononcées ;
- interdire l'entrée de bois dont l'origine ou les traitements ne sont pas connus ;
- préférer les produits de traitement du bois ayant un certificat du centre technique du bois (CTB P+) : efficacité testée et absence de chlorophénols. Les chlorophénols sont des produits toxiques à forte dose ; ils peuvent être à l'origine de chloroanisoles, malodorants à très faibles doses (quelques ng/l).

Éviter les écarts de température et les températures élevées qui sont néfastes à la qualité des produits

Lutter contre les ravageurs et les insectes

Isoler les matières sèches : cartons, bouchons... des zones d'élaboration pour ne pas attirer les insectes ou les ravageurs.

Utiliser de préférence les moyens physiques de lutte comme les pièges à insectes de type lampe UV.

Travailler avec des sociétés spécialisées et utiliser des produits homologués.

Entretien des abords des locaux pour limiter la présence des rongeurs.

Interdire la présence d'animaux dans les locaux de travail (arrêté, article 9)

Pour les locaux de stockage des bouteilles, préférer des lampes à incandescence de faible intensité ou les lampes à sodium pour éviter les goûts de lumière sur les vins blancs

Cas particuliers des locaux de vinification et de mise en bouteilles

Prévoir un éclairage satisfaisant : respecter la réglementation du travail et les normes de sécurité.

Sols :

Utiliser un matériau présentant une bonne aptitude au nettoyage, antidérapant, peu générateur de poussières ; s'assurer que ce matériau résiste à l'usure superficielle, à la fissuration, à l'affaissement et aux produits acides, bases, détergents.

Préférer le carrelage ou le revêtement résine au ciment nu.

Murs : préférer un revêtement facilement nettoyable et non poreux.

Système d'évacuation des eaux

De préférence séparer les réseaux des eaux pluviales, des eaux de lavage et des eaux usées domestiques.

Pour éviter les stagnations prévoir si possible des pentes supérieures à 1%.

Caniveaux : rebords de préférence arrondis, inclinés, présence de crépine fortement souhaitée.

Regards : facilement nettoyables et accessibles avec siphon empêchant les remontées d'odeurs.

Dans le cas de caves dans le roc, bâtiment ancien, utiliser un dispositif évitant les chutes de matériaux dans les contenants : cuves, bouteilles.

Maîtriser les ouvertures de la salle de mise en bouteilles : éviter les courants d'air, insectes, poussières, vecteurs de contamination.

Cas particulier des vestiaires – Lieux d’aisance (Arrêté, article 4)

Prévoir des vestiaires.

Prévoir des lieux d'aisance avec lavabo à la sortie, préférer un séchage des mains par essuie-mains à usage unique donc jetables.

Assurer une bonne ventilation de ces lieux vers l'extérieur.

Les maintenir propres.

Séparer ces lieux des locaux d'élaboration.

Rappeler les consignes d'hygiène par affichage à l'intérieur des locaux.

[...]

FICHE TECHNIQUE C : NETTOYAGE, DÉSINFECTION (arrêté, articles 3 et 11)

Dans la filière vin l'hygiène a pour buts essentiels la préservation des qualités chimiques, microbiologiques et sensorielles du moût puis du vin.

Son application est indirectement liée à la sécurité du consommateur. De plus, l'application d'une bonne hygiène tout au long de la chaîne permet de limiter :

- les traitements sur les vins ;
- les contaminations microbiennes pouvant être à l'origine de composants indésirables (voir fiche technique L).

En regard de la loi, l'article 10 du décret n° 73-138 du 12 février 1973 est important : « Il est interdit d'utiliser, dans les industries et commerces de l'alimentation, des matériaux ou objets destinés à être mis au contact de denrées alimentaires dont la propreté n'aura pas été assurée. » (JO du 15 février 1973.)

Afin d'appliquer une hygiène efficace, quelques connaissances de base sont indispensables.

Éléments de maîtrise

Le personnel

Affecter, quand cela est possible, du personnel spécifique aux opérations d'hygiène, lui laisser un temps de travail suffisant pour les mener à bien et le *former* à la pratique de ces opérations, lui donner le matériel et les protections suffisantes, voir fiche technique A.

Le personnel doit observer une hygiène personnelle usuelle : mains propres (lavage à la sortie des lieux d'aisance, après manipulation de matériels sales), tenue correcte.

L'eau oui mais à bon escient

L'eau de rinçage ou de dilution des produits utilisés doit être *potable* et si possible peu chargée en calcium, en magnésium et en chlorures pour ne pas entartre ni corroder les matériels.

En cas de mise en bouteilles « pauvre en germes » (< 1 germe/ml), il devient nécessaire d'utiliser de l'eau filtrée stérilement lors du rinçage final.

Une bonne pression et un débit suffisant permettent d'effectuer des rinçages plus efficaces.

L'utilisation de *pistolet d'arrêt automatique* permet d'économiser de l'eau.

Attention aux *rejets* : séparer les réseaux.

Si de l'eau non potable est présente dans le chai, signaler les conduits concernés. Donner des consignes au personnel pour utiliser les deux types de réseaux d'eau. *Séparer* les circuits d'eau de pompage de ceux où circulent les moûts et les vins et de ceux où circule l'eau potable (arrêté, article 6).

Les produits

Deux grandes familles de produits existent :

- les *détergents* (acides, alcalins) : ils éliminent les souillures minérales et/ou organiques ;
- les *désinfectants* (produits chlorés, ammoniums quaternaires) : ils diminuent la concentration en microorganismes ; levures, bactéries, moisissures de façon transitoire.

Les produits de nettoyage/désinfection doivent répondre aux exigences de la réglementation liée aux aliments (voir « Pour en savoir plus » : *Journal officiel*, 1997). Les désinfectants doivent avoir fait l'objet d'une homologation comme fongicides ou bactéricides (normes NF de la série T 72).

Le choix d'un produit se fait en fonction du type de souillure à éliminer mais aussi en fonction du matériel et de ses *matériaux* constitutifs : attention aux risques de *corrosion* ou de mauvais goûts.

Par exemple, éviter l'emploi d'hypochlorite de sodium (eau de Javel) qui, dans certaines conditions, aggrave les risques de goûts de moisi et en présence d'acides ou de résidus acides dégage du chlore libre toxique et corrosif.

Lors de l'emploi de produits :

- disposer des fiches sécurité des produits, respecter les consignes de sécurité : port de gants, de lunettes, pas de mélange de produits... ;
- respecter le mode d'emploi. Toujours agir avec « *TACT* » c'est à dire en respectant les 4 paramètres :
 - Températures ;
 - Application (modalités) ;
 - Concentrations ;
 - Temps de contact.

Ne jamais effectuer des mélanges entre différents produits sans la préconisation explicite du fabricant.

Les procédures

Des séquences strictes sont à appliquer pour réussir les opérations d'hygiène :

ORDRE DES OPÉRATIONS	NATURE DES OPÉRATIONS	MOMENT D'APPLICATION
1	Pré-nettoyage à l'eau ou brossage à sec	Aussitôt après utilisation des matériels ou contenants
2	Nettoyage avec un détergent	
3	Rinçage	
4	Désinfection	Au dernier moment avant utilisation des matériels ou contenants
5	Rinçage	
6	Contrôle du rinçage	

En utilisant des produits à la fois détergents et désinfectants comme les *alcalins-chlorés*, les étapes 2, 3 et 4 ne font plus qu'une.

Les contrôles de rinçage sont *simples à réaliser* et obligatoires après utilisation d'un produit iodophore ou à base d'ammonium quaternaire et sont toujours fortement recommandés, dans les autres cas ; utiliser des indicateurs colorés (phénolphtaléine...) ou des papiers pH.

En fonction du stade d'élaboration du vin, les niveaux d'hygiène seront *plus ou moins stricts* ; par exemple :

Ustensiles de vendange	Rinçage soigné et quotidien : parfois suffisant
Cuverie	Nettoyage après vidange. Désinfection juste avant usage : utile
Chaîne de mise en bouteilles	Nettoyage et désinfection avant et après mise : nécessaire
Bouteilles usagées nettoyées et désinfectées	Rinçage avant mise : obligatoire

En planifiant les opérations de nettoyage-désinfection et en suivant par écrit leur réalisation, la maîtrise de l'hygiène peut être facilitée. Aucun matériel ne doit être oublié : joint, jauge, robinet de dégustation.

Les foudres et la futaille

Exemple :

- éliminer tous les fûts piqués, moisis ou croupis ;
- une fois par an, avant remplissage :
 - rincer les fûts de façon abondante pour éliminer le vin restant, les lies et toutes les souillures grossières ;
 - les détarrer ;
 - les désinfecter (méchage...) ;
 - avant utilisation les sentir et vérifier leur étanchéité ;
- ne pas oublier de nettoyer ou de changer les bondes ;
- l'entretien des fûts est plus délicat en cas d'utilisation non continue.

Les locaux

Le niveau d'hygiène des locaux doit être du même type que celui souhaité pour les matériels ; ainsi, il sera plus strict dans les locaux de mise en bouteilles.

Attention : ne pas utiliser d'eau lors du nettoyage de zones de stockage de produits craignant l'humidité ou les retirer au préalable.

Les moyens de transport

Le détail des opérations de nettoyage - désinfection est à adapter en fonction de la nature du précédent chargement transporté :

– respecter l'arrêté du 20 juillet 1998 : JO du 6 août 1998 ;

[...]

FICHE TECHNIQUE D

NUMÉROTATION DES LOTS — ENREGISTREMENTS — TRAÇABILITÉ (Arrêté, article 14)

Numérotation des lots : obligatoire depuis 1992

Depuis le 1^{er} juillet 1992 la numérotation des lots de vin *est obligatoire* (code de la consommation, partie réglementaire, art. R. 112-9). En cas de problèmes identifiés : dangers ou défauts (habillage, déviation organoleptique...) cette numérotation permet de repérer, de rapatrier et de traiter une partie de la production et non la totalité.

Éléments de maîtrise

Produit embouteillé et son embouteillage

Moyen d'identification : numéro de lot.

Lot : ensemble d'unités de vente — par exemple de bouteilles de vin — qui a été produit, élaboré ou conditionné dans des circonstances pratiquement identiques. Il est conseillé d'attribuer des numéros de lots différents à des vins différents ; cette attribution revient au **responsable de la première mise sur le marché**.

Quel que soit le procédé utilisé le numéro de lot doit être apposé à un endroit apparent et être facilement identifiable, visible, lisible et indélébile.

Exemples de moyens d'enregistrement : documents de travail utilisés pour le suivi de l'embouteillage et les contrôles — factures émises lors de la vente des bouteilles.

Enregistrement de preuve pour le système d'analyse des dangers Points critiques pour leur maîtrise : obligatoire depuis 1997

Depuis le 1^{er} juin 1997, le producteur est responsable de la mise en place des moyens pour obtenir des produits sains ; il est libre de choisir ces moyens mais doit démontrer sa maîtrise de la salubrité des produits qu'il élabore.

En conséquence, tout au long de l'élaboration et du conditionnement des vins, les actions mises en place pour maîtriser les dangers (les mesures préventives, les contrôles réalisés, les actions correctives suite à ces contrôles...) *doivent être démontrées*. Le document écrit est le système le plus facile à mettre en œuvre. Des documents existants peuvent être utilisés dans ce cadre-là.

[...]

Documents pouvant être utilisés pour le suivi des vinifications de l'élevage et des contrôles

1. Les principaux registres réglementaires pouvant être utilisés :

- acidification/désacidification ;
- usage du charbon œnologique ;
- augmentation du titre alcoométrique ;
- édulcoration ;
- traitement au ferrocyanure de potassium ;
- suivi des vins de table, des vins de pays et AOC ;
- élaboration des vins mousseux, des vins de liqueur ;
- cahier de régie.

2. Cahier de chai où sont notés au jour le jour les différents travaux réalisés sur les cuves. Il permet de prouver le travail réalisé, il permet plus difficilement de retrouver l'historique d'un produit.

3. Une fiche par cuve pour les suivis de la fermentation et de la fin de fermentation : densité, température, traitements réalisés, contrôles... Une fiche par cuve pour les suivis de l'élevage : cuve d'origine, cuve de destination, traitements réalisés, contrôles...

Documents pouvant être utilisés pour le suivi de l'embouteillage et des contrôles

1. Registre réglementaire de suivi des produits embouteillés. C'est souvent un cahier où sont notés à chaque tirage : le type de produits embouteillés, le numéro de cuve, le nombre de bouteilles, le numéro de lot...
2. Fiche d'embouteillage où sont notés, par embouteillage, les renseignements de base et les contrôles réalisés : numéros lots matières sèches, traitements au cours de l'embouteillage, contrôle des volumes, habillage, numéro de lot final, nombre de bouteilles,... Elle permet de prouver le travail réalisé et de retrouver l'historique d'une bouteille.

Traçabilité : pas d'obligation mais un outil d'amélioration

[...] En fonction des souhaits de l'entreprise, trois niveaux de traçabilité peuvent être définis :

- 1^{er} niveau : vin embouteillé et son embouteillage, voir numérotation des lots.
- 2^e niveau : vin embouteillé, sa vinification et son élevage ;
- 3^e niveau : vin embouteillé et sa parcelle.

FICHE TECHNIQUE J : EMBOUTEILLAGE

Les bouteilles ou les conditions d'utilisation de celles-ci peuvent générer le danger suivant : danger physique potentiel : bris de verre (danger opérateur ou consommateur), corps étrangers blessants divers.

Le fait de confier les opérations de mise en bouteilles à un prestataire ne dégage pas le responsable de la première mise sur le marché de sa responsabilité. Ce dernier se doit de vérifier que le prestataire applique les conseils exposés ici.

Éléments de maîtrise

Maîtriser les **achats** :

- établir un cahier des charges avec le fournisseur ou demander l'application d'un guide de bonnes pratiques d'hygiène s'il existe ;
- s'assurer de la capacité de la chaîne à recevoir les formats choisis.

Effectuer des **contrôles** à réception et à la dépalettisation (conformité de la charge, plan de palettisation, présence et état des intercalaires) :

- déhouser les palettes hors de la zone d'embouteillage ;
- isoler les lots défectueux ;
- réhouser avec soin toute palette entamée de bouteilles palettisées sous housse plastique.

Assurer la **maintenance** des dépalettiseurs (éléments de préhension). Assurer des démarrages et arrêts **progressifs** des convoyeurs.

Rincer les bouteilles à l'eau potable (attention aux teneurs en chlorures) de préférence filtrée sur membrane, pour supprimer les débris de verre et autres poussières restant dans les bouteilles. Laisser un temps d'égouttage suffisant (4 secondes minimum).

NB. – Cette opération n'est pas obligatoire sur bouteilles neuves, mais est fortement recommandée. On peut également assurer ce dépoussiérage par insuflage d'air purifié sous pression.

Après nettoyage/désinfection et rinçage des bouteilles recyclées, contrôler l'absence de résidus de produits de nettoyage/désinfection dans la dernière eau de rinçage (papier pH, indicateur coloré).

Empêcher la **recontamination** par une hygiène des locaux irréprochable (voir fiche technique **B**) et/ou par un capotage entre la rinceuse et la boucheuse.

Respecter les **cadences de** la ligne.

Empêcher les bris sur la chaîne par un bon **centrage** des becs de tirage (maintenance préventive de la tireuse), un bon **réglage** de la boucheuse (éviter tout choc avec le col de la bouteille – maintenance préventive).

Contrôler visuellement, régulièrement, l'état des cols avant capsulage.

En cas de bris, supprimer toutes les bouteilles voisines non bouchées, supprimer les débris de verre et rincer à l'eau (fort débit, basse pression pour éviter la dispersion). Filtrer le vin avant recyclage. Ne pas oublier de rechercher et de corriger la cause du dysfonctionnement.

L'utilisation des **bouteilles de réutilisation** non conçues pour cet usage peut présenter des risques de bris et d'explosion supérieurs particulièrement dans le cas des vins effervescents.

Formaliser les dispositions prises dans une procédure « bris de verre » ou dans les consignes de postes.

A ce stade, l'**hygiène du personnel** doit être rigoureuse : mains propres et tenue propre, pendant toutes les opérations couvrant la mise en bouteilles.

NB. – Il existe des systèmes de mirage pour la détection des corps étrangers dans les bouteilles.

[...].

FICHE TECHNIQUE K : BOUCHAGE

Le bouchage peut générer le danger suivant : danger physique potentiel :

- blessure par les aspérités blessantes des capsules à vis (danger opérateur et consommateur) et par des éléments du muselé ;
- expulsion intempestive lors du débouchage des vins effervescents.

Le bouchon peut être à l'origine de défauts organoleptiques. La maîtrise du bouchon et du bouchage sera donc un élément déterminant de maîtrise des risques produits.

Éléments de maîtrise

Maîtriser les **achats** :

- s'assurer que le fournisseur s'engage à respecter le code international des pratiques bouchonnières ; en particulier, le code actuel préconise d'éviter le lavage des bouchons par une solution chlorée (voir Confédération européenne du liège) ;
- établir un cahier des charges avec le fournisseur : par exemple, pour l'usage des bouchons agglomérés, privilégier les bouchons rincés ;
- s'assurer que les composants du bouchon (colorants, colles...) répondent à la réglementation relative aux matériaux en contact des denrées alimentaires (voir, pour en savoir plus, brochure 1227).

Maîtriser le **stockage** en atmosphère saine, sans odeur ni humidité excessive (voir fiche technique **B**).

Appliquer le principe du premier entrant premier sorti.

Capsules à vis : contrôler régulièrement le réglage des têtes et l'état des molettes de la sertisseuse.

Vérifier l'absence de traces d'huile provenant du compresseur (filtre facilement contrôlable et vérifié) ;

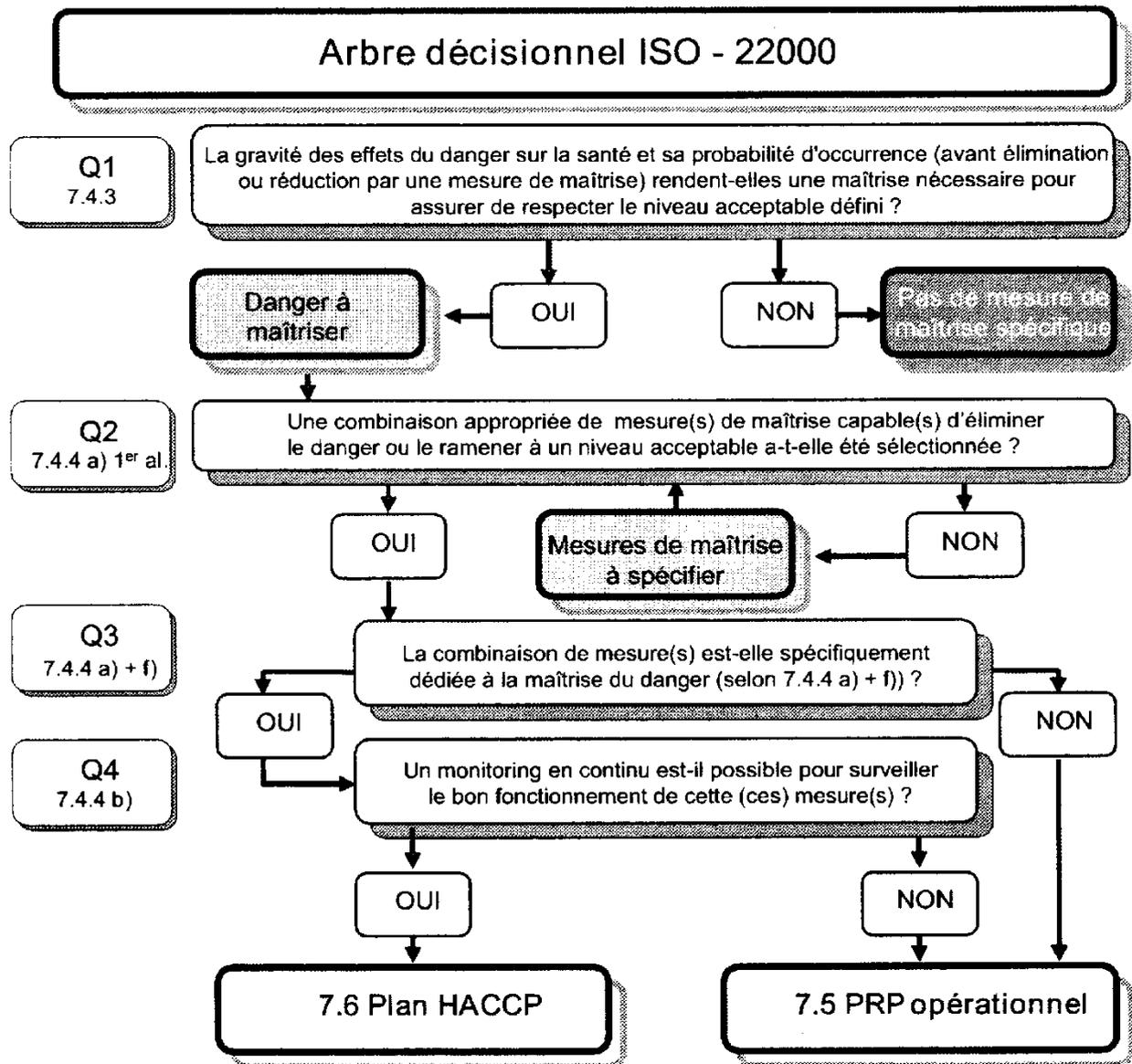
S'assurer de l'absence de graisse sur les mors de la boucheuse ;

Pour limiter les risques d'expulsion intempestive (muselé, bouchon ou *rondelle détachée du bouchon*) *au cours du débouchage des vins effervescents* :

- éviter le choix d'un type de bouchon non approprié au type de vin effervescent à boucher ;
- vérifier la conformité des bouchons : traitement de surface, collage des rondelles ;
- éviter une compression trop forte du bouchon ;
- éviter une profondeur insuffisante d'enfoncement des bouchons par mauvais réglage de la boucheuse ;
- éviter des conditions de température et de manipulation excessives des bouteilles de vins effervescents avant leur débouchage, qui peuvent entraîner des surpressions.

[...].

ANNEXE 3



Arbre décisionnel ISO 22000 Procert

ANNEXE A À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

ÉTUDE DES DANGERS POUR L'ÉTAPE DE SOUTIRAGE DU PROCÉDÉ D'EMBOUTEILLAGE

Étape	Nature du danger	Causes du danger	Mesures préventives	Evaluation des dangers				Justification de l'évaluation des dangers
				G	F	ND	Cr	
Soutirage	Contamination microbiologique par du matériel mal nettoyé				1			
	Contamination chimique par des produits de nettoyage /désinfection				1			
	Contamination physique par des corps étrangers blessants : verre, particules métalliques de l'installation				1			

ANNEXE B À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

EXTRAIT DU TABLEAU

« ANALYSE DES DANGERS ET DÉTERMINATION DES MESURES DE MAÎTRISE »

Étape	Danger	Mesure de maîtrise	Rattachement		
			PRP	PRPo	CCP
Arrivée du vin par les flexibles	Contamination bactérienne par de l'eau résiduelle				
Filtration	Contamination chimique : médias de filtration				
	Contamination chimique : produits de nettoyage/désinfection				
	Contamination physique : matériel abîmé				

DOCUMENTS QUALITÉ UTILISABLES EN CHAIS

AVOIR UNE PREUVE	EXEMPLES DE DOCUMENTS À UTILISER
De la formation	
De l'innocuité d'un produit, d'un matériel	
De la maintenance	
De l'hygiène	
De la vinification, de l'élevage, des contrôles lors de la vinification et l'élevage	
De traitement au ferrocyanure de potassium	
Des analyses	
De la potabilité de l'eau	
De la gestion des matières sèches	
De l'embouteillage, des contrôles lors de l'embouteillage	

Sujets 2015

E2-U21 Mathématiques

2015

Durée: 2 heures

Coefficient: 2

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

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

Le formulaire de mathématiques est joint au sujet.

EXERCICE 1 : Pharmacocinétique (11 points)

On s'intéresse à une maladie dégénérative de l'œil qui occasionne des troubles de la vision. Afin de freiner son évolution, deux traitements sont possibles. Dans cet exercice, on étudie, pour ces deux traitements, l'évolution de la quantité des principes actifs présents dans le sang en fonction du temps.

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

PARTIE A : Étude du premier traitement

Les questions 1 et 2 peuvent être traitées de façon indépendante.

Le premier traitement consiste à faire absorber au malade par voie orale un médicament qui libère peu à peu le principe actif qui passe dans le sang. Il est efficace lorsque la quantité de principe actif est supérieure ou égale à 5 mg. On admet qu'à l'instant $t = 0$ la quantité de principe actif présente dans le sang est de 1 mg.

1. Résolution d'une équation différentielle

L'évolution en fonction du temps (exprimé en heures), de la quantité de principe actif présente dans le sang après absorption (exprimée en mg) est modélisée par une fonction vérifiant l'équation différentielle :

$$(E): y' + 0,1y = 2e^{-0,1t}$$

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

- Déterminer les solutions sur $[0; +\infty[$ de l'équation $(E_0): y' + 0,1y = 0$.
- Soit h la fonction définie sur $[0; +\infty[$ par $h(t) = 2te^{-0,1t}$. Vérifier que h est une solution particulière de (E) .
- En déduire l'ensemble des solutions de l'équation différentielle (E) .
- Déterminer la solution de (E) correspondant au problème posé.

2. Étude d'une fonction

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

- On admet que la limite de f en $+\infty$ est 0.

Interpréter graphiquement cette limite.

- On note f' la fonction dérivée de f et on admet que $f'(t) = (1,9 - 0,2t)e^{-0,1t}$.

- Étudier le signe de $f'(t)$ sur l'intervalle $[0; +\infty[$.
- Dresser le tableau des variations de f sur $[0; +\infty[$.

Application

- Au bout de combien de temps la quantité de principe actif dans le sang sera-t-elle maximale ?
- Sur quel intervalle de temps le médicament sera-t-il efficace ?

Dans cette question, toute trace de recherche, même incomplète, ou d'initiative même non fructueuse, sera prise en compte dans l'évaluation.

- On donne :

$$\int_0^{24} f(t)dt = 210 - 690e^{-24}.$$

Déterminer la quantité moyenne de principe actif présente dans le sang entre 0 et 24 h. On arrondira le résultat au dixième.

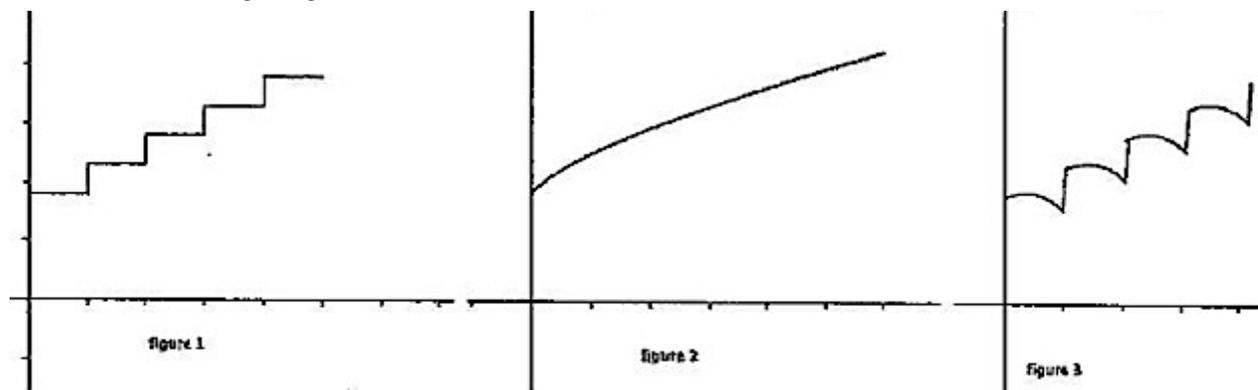
PARTIE B : Étude Statistique du second traitement

Le second traitement consiste à injecter par intraveineuse un médicament qui permet une meilleure vascularisation des vaisseaux sanguins de la rétine. À l’instant $t = 0$, on injecte une dose de 1,8 mg de médicament, appelée dose de charge. On suppose que ce procédé diffuse instantanément dans le sang le principe actif qui est ensuite progressivement éliminé par les reins.

1. Administrations répétées du médicament

On décide de réinjecter une dose de 1,8 mg toutes les heures, dose supportable par le patient.

Parmi les trois courbes suivantes, quelle est celle qui représente le mieux l'évolution de la quantité de médicament présente dans le sang? Argumenter votre choix.



2. Administration continue du médicament : recherche de la courbe de tendance

Après avoir injecté la dose de charge de 1,8 mg, on décide d’administrer ce médicament à l’aide d’une pompe, de manière continue, afin de réduire le plus possible les oscillations de la quantité de principe actif dans le sang.

L’étude consiste à déterminer l’état stationnaire (steady state) pour ce médicament. On considère que l’état stationnaire est atteint lorsque la différence entre la quantité limite et la quantité dans le sang est inférieure ou égale à 1 mg.

On effectue sept mesures régulières pendant 24 h et on obtient les relevés suivants, où q_i désigne la quantité en mg de principe actif dans le sang à l’instant t_i .

t_i (en heure)	0	4	8	12	16	20	24
q_i (en mg)	1,8	9,5	15,5	20,2	23,7	26,8	28,7

On cherche à modéliser l’expression de la quantité de principe actif dans le sang en fonction du temps. Un ajustement affine n’étant pas judicieux, on décide de procéder à un changement de variable.

a) On pose $y_i = \ln(36 - q_i)$

i. Donner les 3 valeurs manquantes de ce tableau. Arrondir au centième.

t_i	0	4	8	12	16	20	24
q_i	1,8	9,5	15,5	20,2	23,7	26,8	28,7
y_i	3,53	3,28			2,51	2,22	

ii. Déterminer, à l’aide de la calculatrice, une équation de D la droite d’ajustement de y en t par la méthode des moindres carrés. Arrondir les coefficients au centième.

b) Donner une expression de la quantité q en fonction de t déduite de cet ajustement.

Dans cette question, toute trace de recherche, même incomplète, ou d’initiative même non fructueuse, sera prise en compte dans l’évaluation.

c) Un médecin affirme que l’état stationnaire est atteint en moins de trois jours. En admettant que la quantité limite est de 36 mg, quel argument peut-il fournir pour justifier cette affirmation?

EXERCICE 2 : Industrie agroalimentaire (9 points)

L'entreprise agroalimentaire *Flavornuts* fabrique des arômes naturels servant à l'amélioration des préparations culinaires pour la pâtisserie ou la cuisine. Elle les conditionne dans des flacons de 58 mL qu'elle achète à l'entreprise *Verreemballage*, qui conçoit, développe et commercialise des solutions d'emballages primaires composées de flacons standards.

Les parties A, B et C peuvent être traitées de façon indépendante.

PARTIE A : Étiquetage

« L'étiquetage des denrées alimentaires préemballées est obligatoire (articles R. 112-1 et suivants du code de la consommation}. Certaines mentions sont imposées par la législation, d'autres sont facultatives. Toutes sont fournies par les fabricants, sous leur responsabilité. L'étiquetage est constitué par « les mentions, indications, marques de fabrique ou de commerce, images ou signes se rapportant à une denrée alimentaire et figurant sur tout emballage, document, écriteau, étiquette, bague ou collerette accompagnant ou se référant à cette denrée alimentaire (article R. 112-1 du code de la consommation). »

Une fois fabriquées, les étiquettes peuvent présenter deux défauts : un défaut du Visuel (graphisme, photo, couleur ...) ou l'absence de la date limite de consommation.

On considère les événements suivants :

- A : « la date limite de consommation n'apparaît pas sur l'étiquette ».
- D : « l'étiquette comporte un défaut du visuel » ;

On suppose que les événements A et D sont indépendants.

On admet que les probabilités des événements sont : $p(A) = 0,01$ et $p(D) = 0,03$

1. Calculer la probabilité qu'une étiquette prélevée au hasard dans la production présente les deux défauts.
2. Calculer la probabilité qu'une étiquette prélevée au hasard dans la production ne présente aucun de ces deux défauts.

PARTIE B : Étude de la contenance

Dans cette partie, les résultats seront arrondis, si nécessaire, à 10^{-2} près.

On définit une variable aléatoire V associant à chaque flacon son volume utile exprimé en mL.

On suppose que V suit la loi normale de moyenne $m = 58$ (valeur annoncée par le fournisseur) et d'écart type $\sigma = 0,04$.

Le cahier des charges indique que le flacon est conforme lorsque ce volume appartient à l'intervalle $[57,90 ; 58,10]$.

On choisit un flacon au hasard dans la production.

1. Déterminer la probabilité pour qu'il soit non conforme.
2. Donner une valeur arrondie au centième du réel h tel que : $p(58 - h \leq SV \leq 58 + h) = 0,95$.

Toute trace de recherche sera prise en compte dans l'évaluation.

PARTIE C : Test d'hypothèse

À l'occasion d'une commande, le service contrôle du laboratoire reçoit un lot de flacons. Il effectue un prélèvement aléatoire de 80 flacons. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Volume	[57,93; 57,97[[57,97; 58,01[[58,01; 58,05[[58,05; 58,09[[58,09; 58,13[
Effectif	2	10	39	21	28

1. Calculer la moyenne \bar{v} et l'écart type s de cet échantillon (arrondir le résultat à 10^{-3} près) en faisant l'hypothèse que les valeurs observées sont respectivement celles du centre de chaque classe.

2. Construction du test

Le volume des flacons doit être de 58 mL. On se propose de construire un test d'hypothèse bilatéral au seuil de signification de 5 % pour contrôler, au moment de la livraison, la moyenne μ , de l'ensemble des volumes (en mL) des flacons. On note \bar{V} la variable aléatoire qui, à chaque échantillon de 80 flacons prélevés au hasard dans l'ensemble de la production, associe la moyenne des volumes.

On considère :

- l'hypothèse nulle $H_0 : \mu = 58$
- l'hypothèse alternative $H_1 : \mu \neq 58$

Le seuil de signification est fixé à 0,05.

On admet que, sous l'hypothèse H_0 , \bar{V} suit la loi normale $N\left(58; \frac{0,04}{\sqrt{80}}\right)$

a) Parmi les quatre intervalles proposés, lequel utiliseriez-vous pour effectuer le test?

Justifier votre choix.

$$I = \left[58,04 - 1,65 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}}; 58,04 + 1,65 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}} \right]$$

$$J = \left[58,04 - 1,96 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}}; 58,04 + 1,96 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}} \right]$$

$$K = \left[58, -1,65 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}}; 58 + 1,65 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}} \right]$$

$$L = \left[58, -1,96 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}}; 58 + 1,96 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}} \right]$$

b) Énoncer la règle de décision du test.

3. Utilisation du test

En utilisant les informations recueillies sur l'échantillon de 80 flacons, le service de contrôle acceptera-t-il cette livraison? Justifier.

Durée : 2 heures Coefficient: 3

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

Tout autre document est interdit.

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

La « septième couleur » de l'arc-en-ciel

Depuis l'aube des temps, les hommes ont utilisé des substances d'origine minérale, végétale ou animale pour décorer les parois des grottes ou les fresques des tombeaux.

Les teinturiers égyptiens des temps pharaoniques connaissaient déjà la teinture en bleu d'indigo.

Du Moyen-Age au XVI^{ème} siècle, le midi toulousain a fait fortune grâce à la culture de plantes tinctoriales donnant un colorant bleu appelé pastel.

Au XIX^{ème} siècle les chimistes ont réussi à synthétiser l'indigo, ce qui a permis au monde entier de teindre en bleu les vêtements à moindre coût.

Le pastel donne un bleu pâle et l'indigo un bleu foncé mais on sait maintenant grâce aux analyses chimiques, que la couleur bleue des teintures extraites des plantes tinctoriales ou celle obtenue par synthèse est due à une seule et même molécule, nommée indigotine ou indigo.

Ce qui différenciait les différentes teintures était dû à des impuretés de nature différente.

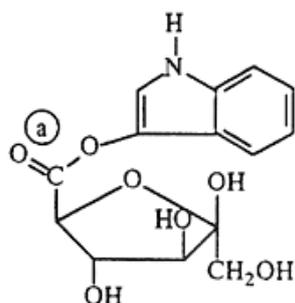
Partie A : l'indigo, une couleur mais aussi une molécule (3 points)

Document 1 : l'indigo

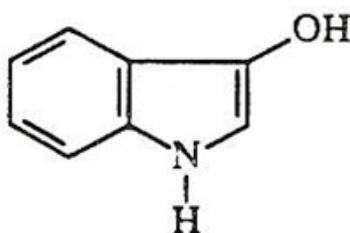
Les feuilles de pastel contiennent l'isatan B, le précurseur biologique de la substance colorante.

Après la cueillette des fleurs, le broyage et la macération, des bactéries produisent des enzymes qui permettent l'hydrolyse de l'isatan B. On obtient, entre autres, l'indoxyle, une substance incolore et soluble dans l'eau.

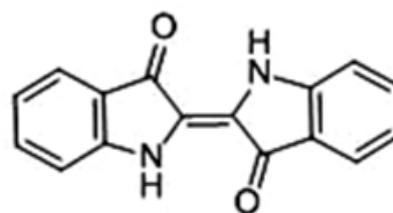
L'indoxyle, par oxydation à l'air, donne l'indigo, solide bleu foncé, insoluble dans l'eau et donc facilement isolable.



Isatan B



Indoxyle



Indigo (C₁₆H₁₀N₂O₂)

Document 2 : couleur et structure des molécules

La couleur d'un colorant dépend de la structure de sa molécule.

Une molécule colorée comporte de nombreuses liaisons conjuguées (alternance de liaisons doubles et simples) dans des groupements chromophores : C = C , C = O , C = N,... et des substituants auxochromes : - SO₃H, - OH, - COOH, - NH₂, - NHR,...

A.1. Isatan B et indoxyle

A.1.1. Sur la figure 1 de l'annexe A (à rendre avec la copie), entourer les fonctions alcool de la molécule d'isatan B et préciser leur classe.

A.1.2. Déterminer la formule brute de l'indoxyle.

A.2. Oxydation de l'indoxyle

A.2.1. On s'intéresse à la formation de l'indigo par oxydation de l'indoxyle.

A.2.1.a) Écrire la demi-équation électronique pour le couple (indigo/indoxyle) en milieu acide en utilisant les formules brutes des molécules.

A.2.1.b) Écrire la demi-équation électronique pour le couple (O₂/H₂O) en milieu acide.

A.2.1.c) Écrire l'équation de la réaction qui a lieu lors de la formation de l'indigo.

A.2.2. Expliquer pourquoi l'indigo est une substance colorée.

Partie B : synthèse industrielle de l'indigo (8,5 points)

Document 3 : une synthèse historique

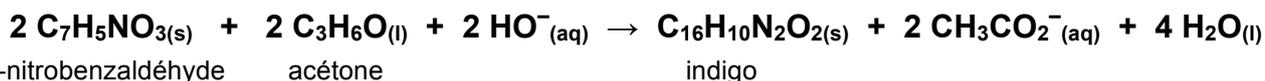
L'indigo peut aussi être extrait d'autres plantes, la plus répandue étant l'**indigotier** ou l'**indigo des Indes** qui est un arbuste des régions chaudes de l'Asie.

Il faut cueillir environ 700 kg de plantes pour obtenir 1 kg de pigment indigo. Le procédé dure plusieurs mois.

La première synthèse industrielle de ce colorant date de 1897 et a été réalisée par le chimiste allemand Adolf Von Baeyer (prix Nobel en 1905 pour cette synthèse).

Les réactifs utilisés lors de cette synthèse sont : le 2-nitrobenzaldéhyde issu du goudron de houille, et de l'acétone en milieu basique (apport d'ions hydroxyde HO⁻).

L'équation de la transformation effectuée lors de cette synthèse est :



Actuellement la production annuelle mondiale est de 14 000 tonnes.

Le marché du blue-jeans consomme 99 % de cette production.

Document 4 : protocole expérimental

- Prélever une masse $m = 1,00$ g de 2-nitrobenzaldéhyde.
- Dans un erlenmeyer de 100 mL, dissoudre ce prélèvement dans environ 10 mL d'acétone et environ 15 mL d'eau sous agitation magnétique.
- Ajouter alors goutte à goutte (pour éviter les projections) 4 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium ou soude (Na⁺ + HO⁻) à environ 2 mol.L⁻¹ en maintenant l'agitation : le mélange s'échauffe et la couleur de la solution passe rapidement au jaune clair puis devient plus foncée et en quelques secondes un précipité d'indigo apparaît.
- Maintenir l'agitation encore 5 minutes puis laisser reposer 5 minutes.
- Filtrer le mélange obtenu sous vide (filtration sur Büchner).
- Rincer le pigment obtenu à l'eau froide puis avec 10 mL d'éthanol.
- Sécher le solide avec du papier absorbant puis le placer dans une coupelle dont on aura déterminé au préalable la masse. Mettre la coupelle à l'étuve. Peser la masse de solide obtenu après une heure de séchage.

B.1. Indigo de synthèse ?

En vous appuyant sur les documents, donner deux raisons permettant de justifier l'utilisation d'indigo de synthèse (une des raisons devra s'appuyer sur un calcul).

B.2. Synthèse de l'indigo

Un chimiste doit mettre au point les conditions de synthèse de l'Indigo afin d'améliorer le rendement de cette production au sein de son entreprise.

Il réalise pour cela le protocole expérimental donné dans le **document 4**.

B.2.1. Dans la synthèse, on utilise de l'*acétone* (aussi appelée *propanone*).

B.2.1.a) Indiquer la verrerie que le chimiste doit utiliser pour prélever l'acétone.

B.2.1.b) Donner la formule semi-développée de l'acétone.

B.2.1.c) L'analyse du spectre RMN de l'acétone montre un unique singulet vers 2,2 ppm. Justifier cette observation et comparer la valeur de ce déplacement chimique à celle des protons d'un alcane.

B.2.1.d) Sur le spectre infra-rouge de l'acétone, on observe une bande d'absorption vers 1700 cm⁻¹, cette bande n'est plus présente sur le spectre du produit obtenu après réduction de l'acétone.

À quelle liaison est due cette bande à 1700 cm⁻¹ sur le spectre infra-rouge ?

B.2.2. Légender le schéma du montage de la filtration sous vide, représenté sur l'**annexe A (à rendre avec la copie)** en utilisant les mots contenus dans la liste suivante : filtrat, fiole à vide, papier filtre, entonnoir Büchner, trompe à vide, excipients solides.

B.2.3. Expliquer pourquoi la filtration sous vide est préférée à une filtration simple.

B.2.4. Le chimiste souhaite **déterminer le rendement de cette synthèse** sachant que la masse d'indigo m_i obtenue après séchage est de 0,49 g.

Indiquer la démarche qu'il doit suivre. Vous ferez apparaître le raisonnement ainsi que les calculs.

Conseils : montrer que le 2-nitrobenzaldéhyde est le réactif limitant et calculer la masse maximale d'indigo attendue. On pourra utiliser un tableau d'avancement.

Le rendement r est le rapport entre la masse d'indigo obtenue et la masse d'indigo attendue si la réaction était totale.

Données :

masses molaires (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) : $M(\text{indigo}) = 232$ $M(2\text{-nitrobenzaldéhyde}) = 151$
masse volumique de l'acétone : $\rho = 0,79 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

B.2.5. Le chimiste veut ensuite déterminer la masse de 2-nitrobenzaldéhyde nécessaire à la production de 100 g de pigment.

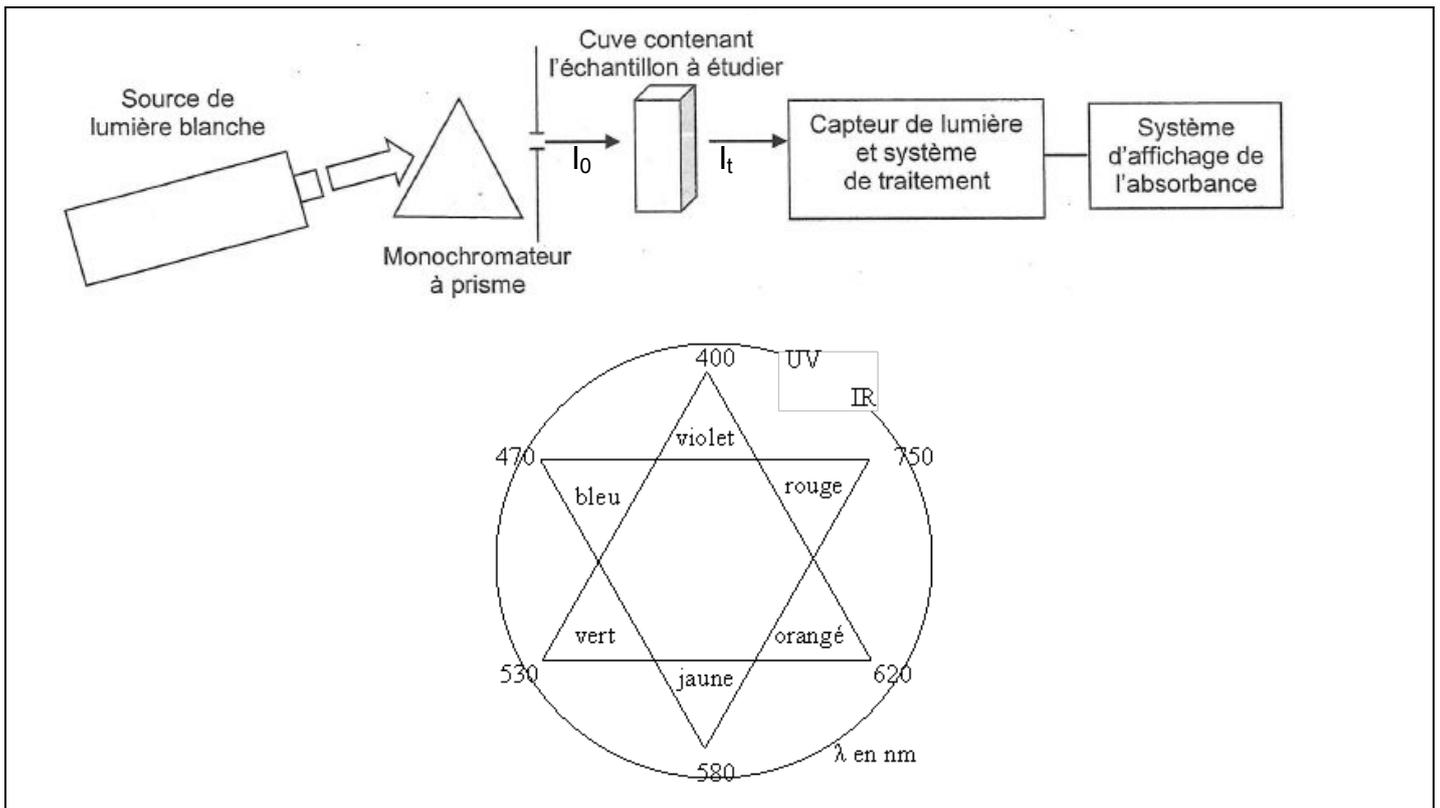
Préciser le calcul qu'il doit effectuer et faire l'application numérique.

B.3. La couleur indigo ?

Le chimiste effectue le spectre d'absorption dans le visible d'une solution d'indigo obtenue précédemment, dans l'éthanol acidifié.

Document 5 : spectrophotométrie

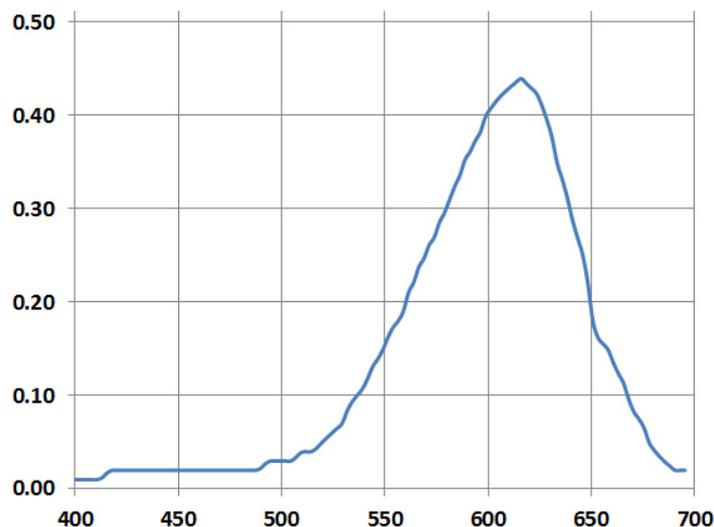
Schéma du principe de fonctionnement d'un spectrophotomètre à prisme:



B.3.1. Sur votre copie, répondre par VRAI ou FAUX aux affirmations suivantes. Pour les affirmations fausses, justifier et corriger.

- a) La lumière blanche est monochromatique.
- b) Le prisme disperse la lumière par diffraction.
- c) Les radiations de la lumière visible ont une longueur d'onde λ comprise entre 400 nm et 800 nm.
- d) L'indice de réfraction du prisme dépend de la longueur d'onde de la radiation lumineuse.
- e) La fréquence ν d'une radiation monochromatique de couleur violette est supérieure à celle d'une radiation de couleur rouge.

B.3.2. Le spectre obtenu par le chimiste est représenté ci-dessous.



B.3.2.a) Nommer les grandeurs portées sur les axes (en ordonnée et en abscisse) et donner leur unité.

B.3.2.b) Ce spectre permet-il de justifier la couleur de l'indigo ?

Partie C : des bonbons bleus à risques ? (2,5 points)

Le carmin d'indigo, dérivé soufré de l'indigo, est utilisé dans l'industrie agro-alimentaire, en particulier comme colorant bleu E132 des confiseries. Il présente certains risques pour la santé : il est allergisant et provoque quelques irritations de la peau à haute dose.

Un grand amateur de bonbons gélatineux bleus a repéré sur l'étiquette la présence de ce colorant E132 dont la DJA est de 5 mg/kg.

La DJA (Dose Journalière Admissible) est la masse maximale d'un produit que l'on peut absorber par jour. Elle s'exprime en milligrammes de produit par kilogramme de masse corporelle.

Alerté, il décide d'évaluer le risque lié à sa gourmandise pour sa santé, afin d'adapter si nécessaire sa consommation de bonbons.

Il réalise pour cela le dosage spectrophotométrique de ce colorant dans un bonbon.

C.1. Dosage spectrophotométrique

L'amateur de bonbons dissout un bonbon dans l'eau d'une fiole jaugée de 50 mL. Il obtient une solution B.

Il réalise ensuite une échelle de teintes à partir d'une solution mère de colorant de concentration $c_{\text{Mère}} = 3,45 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$.

Les concentrations des solutions réalisées sont données dans le tableau ci-dessous :

Solutions filles	1	2	3	4	5
Concentrations(en mol.L^{-1})	$1,14 \cdot 10^{-6}$	$2,72 \cdot 10^{-6}$	$4,08 \cdot 10^{-6}$	$5,44 \cdot 10^{-6}$	$6,80 \cdot 10^{-6}$

Après mesure de l'absorbance de chaque solution fille, il trace la courbe représentant l'absorbance A en fonction de la concentration c exprimée en mol.L^{-1} .

C.1.1. Donner le nom général de ce type de courbe.

C.1.2. Il obtient une droite d'équation: $A = 83,7 \cdot 10^3 \times c$

Citer la loi mise en évidence.

C.2. Combien de bonbons par jour ?

L'absorbance de la solution B mesurée est : $A_b = 0,518$

Déterminer le nombre de bonbons n_b que cet amateur qui pèse 70 kg peut consommer par jour sans risque pour sa santé. Conclure.

Données : formule chimique du E132 (carmin d'indigo) : $C_{16}H_8N_2Na_2O_8S_2$

masse molaire de E132 : $M(E132) = 466 \text{ g.mol}^{-1}$

Partie D : une écharpe en soie 100 % naturelle (6 points)

Document 5 : teinture à l'indigo

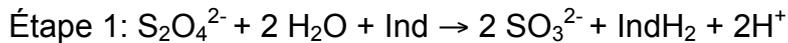
L'indigo (Ind) est insoluble dans l'eau : on ne peut donc pas fabriquer directement une teinture.

On utilise alors une forme réduite appelée leucodérivé (IndH₂), jaune et soluble dans l'eau. On la prépare par action des ions dithionite (S₂O₄²⁻) sur l'indigo.

On immerge le tissu dans la cuve, il devient jaune.

Lorsqu'on le retire du bain de teinture, il prend sa coloration bleue.

Les deux équations des réactions d'oxydoréduction se produisant au cours des deux étapes de la teinture sont :



Les couples (oxydant / réducteur) qui interviennent sont :

- (Ind / IndH₂)
- (ions sulfite / ions dithionite) soit (SO₃²⁻_(aq) / S₂O₄²⁻_(aq))
- (dioxygène / eau) soit (O_{2(g)} / H₂O_(l))

Depuis quelques années, une entreprise Lauragaise réhabilite le pastel en utilisant l'indigo naturel pour teindre des écharpes et étoiles en pure soie.

À l'achat d'un foulard, et en discutant du mode opératoire utilisé pour la teinture, le vendeur vous dit :

"La teinture à l'indigo, c'est un tour de magie. La couleur bleue n'apparaît que lorsqu'on enlève le tissu de la cuve !"

D.1. De la magie?

D.1.1. Indiquer la couleur du bain de teinture en justifiant la réponse.

D.1.2. Rédiger le texte du mail (en 5 lignes maximum) que vous allez envoyer au vendeur lui expliquant le "tour de magie". Utiliser un vocabulaire scientifique précis.

D.1.3. Placer les 3 couples (oxydant / réducteur) intervenant sur l'axe de potentiel standard de la **figure 3 de l'annexe A (à rendre avec la copie)**.

D.2. Observation microscopique d'une fibre de soie teintée

De retour avec votre foulard, vous souhaitez vérifier que la soie utilisée est bien naturelle en effectuant une observation microscopique. En effet, on peut distinguer les fibres naturelles des fibres synthétiques au microscope par leur contour caractéristique. Les fibres de soie ont une surface plane avec des irrégularités, ce qui les distingue des fibres synthétiques dont la surface est plus régulière.

Il faut en premier lieu, extraire les fils du tissu et, ensuite, isoler une fibre. Cette fibre est ensuite placée sur une lame de préparation pour observation au microscope optique.

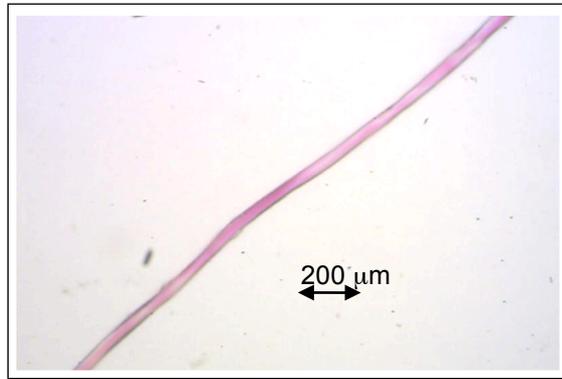
L'observation est réalisée avec un microscope optique dont les caractéristiques sont précisées ci-dessous :



Microscope binoculaire de laboratoire.
Caractéristiques :

- source lumineuse selon Kohler avec diaphragme de champ
- statif en aluminium moulé, peinture epoxy au four
- système optique et objectifs : modèle **Infinifix™** équipé d'objectifs S-plan et plan 160 mm
- tête : binoculaire rotative sur 360° et inclinée à 30°
- oculaire : grand champ de vision de 22 mm, 10X
- objectif : plan achromatique 4X, 10X, 40X et 100X
- platine : 2 niveaux avec surplatine mécanique 175 x 145 mm
- éclairage spécial X-LED™
- possibilité d'ajouter un système photo ou caméra

L'image obtenue avec l'objectif **40X** est représentée ci-dessous :



D.2.1. Justifier que le grossissement G utilisé pour obtenir l'image est égal à 400.

D.2.2. Visible ou pas à l'œil nu ?

Le diamètre moyen de ce fil de soie est estimé à $50 \mu\text{m}$.

D.2.2.1. Justifier que cette estimation est en accord avec l'image obtenue au microscope.

D.2.2.2. Calculer le diamètre apparent θ (en rad) à l'œil nu de la fibre à la distance minimale de vision distincte $d_m = 25 \text{ cm}$.

La fibre est-elle visible à l'œil nu?

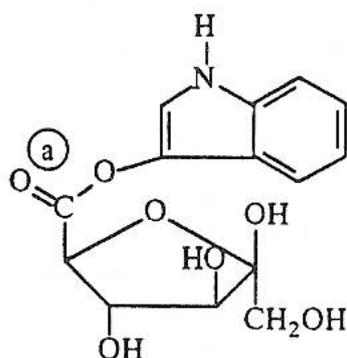
Conseil : on comparera la valeur du diamètre apparent au pouvoir de résolution de l'œil qui est de $3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$

D.2.3. Peut-on affirmer que la fibre est bien de la soie naturelle ?

ANNEXE A À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

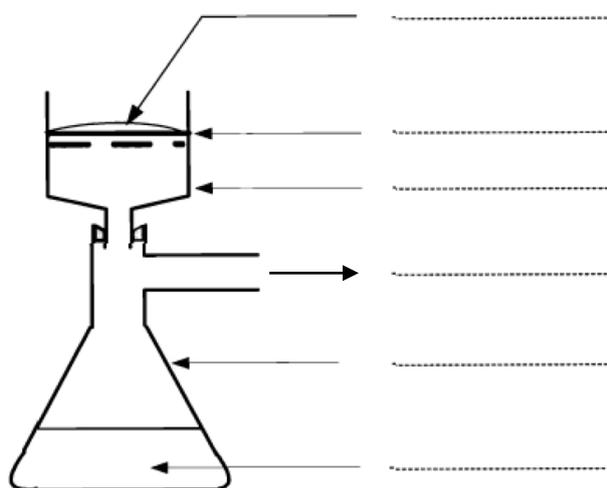
Partie A – Question A.1.1. Formule développée de la molécule d'isatan B

Figure 1



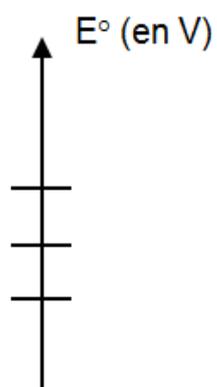
Partie B – Question B.2.3. Schéma du montage de la filtration sous vide

Figure 2



Partie D – Question D.1.3. Axe des potentiels standards

Figure 3



FABRICATION DE BRIOCHES AUX LARDONS

PARTIE MICROBIOLOGIE (40 points)

La brioche est un produit fermenté qui peut être additionné de multiples composants, notamment de lardons (poitrine de porc salée).

1. ÉTUDE DE LA FERMENTATION (13,5 points)

Lors de la fabrication de la brioche, la levure *Saccharomyces cerevisiae* est incorporée à la pâte.

1.1. Schématiser l'ultrastructure d'une cellule de levure et indiquer la(les) principale(s) différence(s) avec une cellule bactérienne.

1.2. Préciser le mode de multiplication de *Saccharomyces cerevisiae*.

1.3. *Saccharomyces cerevisiae* a une température optimale de développement de 28°C. Qualifier ce microorganisme vis-à-vis de la température.

1.4. *Saccharomyces cerevisiae* réalise une fermentation à partir de glucides présentés dans le tableau de l'Annexe 1.

1.4.1. Préciser le type de fermentation réalisée par *Saccharomyces cerevisiae* ainsi que les produits obtenus.

1.4.2. A l'aide de l'Annexe 1, expliquer la courbe de cinétique de production de CO₂ dans la pâte, présentée dans l'Annexe 2.

1.5. Citer trois critères généraux de sélection des souches de *Saccharomyces cerevisiae* utilisées en fermentation industrielle.

2. SUIVI MICROBIOLOGIQUE EN COURS DE FABRICATION (9,5 points)

2.1. Les lardons sont ajoutés en début de fabrication.

2.1.1. Indiquer une conséquence microbiologique de l'addition de lardons.

2.1.2. Préciser les conditions à respecter pour cette addition au niveau de la matière première et du procédé.

2.2. Les résultats de l'analyse microbiologique d'une brioche aux lardons avant cuisson sont présentés en Annexe 3. La cuisson de la brioche est réalisée en stabilisant pendant 5 minutes le produit à une température à cœur de 80°C.

2.2.1. Définir « D_{80 °C} ».

2.2.2. Justifier le choix de la température à cœur.

2.2.3. Déterminer à l'aide de l'annexe 3, le nombre de réduction décimale « n » permettant de diminuer le nombre de chaque type de microorganisme à moins de 1 par gramme de pâte.

2.2.4. Calculer le temps « t » correspondant pour chaque type de microorganisme.

2.2.5. Conclure sur l'utilisation potentielle du traitement thermique utilisé pour la cuisson.

Donnée : $t = n.D$ avec t : temps (min)

n : nombre de réduction décimale

3. ÉTUDE DU PRODUIT FINI (8 points)

3.1. L'Aw de la brioche est de 0,8.

Citer le seul type de microorganisme susceptible d'altérer la brioche. Justifier la réponse.

Préciser les conséquences sur la durée de vie du produit.

3.2. Avant conditionnement, il peut y avoir pulvérisation d'éthanol sur les brioches.

3.2.1. Définir la catégorie d'agent à laquelle appartient l'éthanol.

3.2.2. Préciser le mode d'action cellulaire de l'éthanol.

3.2.3. Justifier l'intérêt d'utiliser l'éthanol.

4. HYGIÈNE DES LOCAUX (9 points)

L'entreprise décide de mettre en place un contrôle microbiologique de l'air et des surfaces des locaux de conditionnement. Pour le contrôle de l'air, elle opte pour un contrôle dynamique (utilisation d'un biocollecteur qui associe une filtration d'air et un dépôt des microorganismes sur une gélose) plutôt qu'un contrôle statique (dépôt d'une boîte de Pétri gélosée dans le local durant un temps déterminé).

4.1 Justifier le choix par l'entreprise du contrôle dynamique.

4.2. Les résultats des contrôles microbiologiques ne sont pas satisfaisants. L'entreprise se doit d'améliorer la qualité de l'air de son atelier de conditionnement.

Proposer des solutions possibles.

4.3. Au niveau de l'hygiène des surfaces, l'entreprise contrôle la flore mésophile aérobie, les moisissures, les coliformes et les staphylocoques présumés pathogènes. Préciser le nom des milieux gélosés utilisés pour chacune des recherches et expliquer leur utilisation et les critères de lecture.

PARTIE TOXICOLOGIE (20 points)

1. CONTAMINATION DE LA FARINE PAR DES MYCOTOXINES (10 points)

1.1. Définir le terme mycotoxine et donner un exemple.

1.2. Expliquer pourquoi la farine peut être contaminée par des mycotoxines.

1.3. Etude d'une intoxication aiguë à une mycotoxine.

L'évolution de la concentration plasmatique en mycotoxine est mesurée en fonction du temps (**Annexe 4**).

1.3.1. Définir la toxicité aiguë. Préciser et définir le paramètre mesuré par les études de toxicité aiguë.

1.3.2. Proposer une caractéristique des interactions chimiques engagées entre les récepteurs et la mycotoxine. Justifier la réponse.

1.3.3. Exploiter les résultats de l'annexe 4 pour déterminer la concentration ayant engendré les effets toxiques, la constante d'excrétion et le temps nécessaire pour que la concentration initiale baisse de moitié.

2. TOXICITÉ INDUITE PAR LES LARDONS (10 points)

La brioche aux lardons fabriquée contient 5 % de lardons préalablement traités par un sel nitrité.

2.1. Présenter deux conséquences possibles au niveau de l'organisme d'une intoxication par les nitrites.

2.2. La DJA des nitrites est de $0,07 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$.

2.2.1. Définir la DJA et présenter son mode de détermination.

2.2.2. Les lardons contiennent 0,12 g de nitrites par kg. Déterminer la quantité de brioche aux lardons qu'un individu adulte de 70 kg et qu'un enfant de 10 kg doivent consommer pour atteindre la DJA.

Conclure.

PARTIE BIOCHIMIE (40 points)

La brioche aux lardons est une spécialité culinaire constituée de différents ingrédients (farine, lait, œufs, lardons, beurre et levure) dont les caractéristiques doivent éventuellement faire l'objet de contrôles biochimiques et microbiologiques.

1. LES LIPIDES (6 points)

Les lipides sont largement représentés dans plusieurs ingrédients constitutifs de la brioche sous différentes formes ; par exemple le jaune d'œuf contient du cholestérol, des triglycérides, des phospholipides organisés sous forme de lipoprotéines.

1.1. Schématiser et annoter la structure d'une lipoprotéine.

1.2. Citer deux exemples de lipoprotéines et indiquer un critère de leur classification.

1.3. L'état physique des triglycérides dépend de la nature de leurs acides gras constitutifs. Citer les paramètres ayant une influence sur la température de fusion des acides gras. Préciser leur incidence respective.

2. LES PROTÉINES APPORTÉES PAR LES ŒUFS (15 points)

Une des protéines les plus représentées dans l'œuf est une glycoprotéine : l'ovalbumine.

2.1. Définir le terme glycoprotéine.

- 2.2. Représenter un acide aminé constitutif de l'ovalbumine dont le radical « R » est le suivant : $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- 2.3. Les protéines présentent plusieurs niveaux structuraux. Décrire la structure secondaire d'une protéine.
- 2.4. L'ionisation d'un acide aminé est fonction de l'acidité du milieu. Ecrire les équations de dissociation de l'acide aminé de la question 2.2.

Donnée : $\text{pK}_{\text{COOH}} = 2,2$; $\text{pK}_{\text{NH}_3^+} = 9,7$; $\text{pK}_R = 4,3$.

2.5. La purification des protéines peut être réalisée par électrophorèse en gel d'agarose tamponné à $\text{pH} = 8,6$.

L'électrophorégramme obtenu montre une migration de l'ovalbumine vers l'anode.

Justifier cette observation.

Donnée : pHi ovalbumine = 4,6.

2.6. Les techniques d'extraction peuvent engendrer une dénaturation des protéines.

Expliquer le phénomène de dénaturation et préciser ses conséquences.

3. L'AMIDON ET LE DOSAGE DE L'ACTIVITE AMYLASIQUE (13 points)

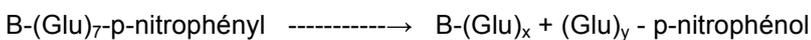
3.1. Donner le nom des deux constituants de l'amidon et préciser leur structure respective.

3.2. La farine contient également des amylases responsables de la transformation de l'amidon en sucres fermentescibles. L' α -amylase est également appelée endoamylase. Justifier cette appellation.

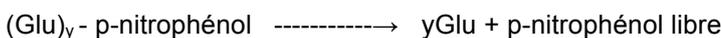
3.3. La quantité d' α -amylase dans la farine est très variable ce qui justifie parfois un ajout d' α -amylase d'origine fongique. Par contre, un excès d' α -amylase (observé en début de germination des grains de blé par exemple) entraîne une liquéfaction de la pâte qui devient collante et difficile à travailler. Différentes méthodes permettent de déterminer l'activité amylasique d'une farine (viscosimétrique ou enzymatique).

La méthode employée ici utilise un coffret de dosage enzymatique. Les étapes de la réaction sont les suivantes :

α -amylase



α -glucosidase



La réaction est stoppée et la couleur se développe par l'addition d'une solution alcaline :



Conditions expérimentales :

Volume de la solution contenant le substrat : 0,2 mL

Volume de l'extrait enzymatique de la farine : 0,2 mL

Volume du réactif d'arrêt : 3 mL

Extrait enzymatique réalisé à partir de 3 g de farine diluée dans 20 mL de tampon d'extraction

Résultats :

L'absorbance, mesurée à 400 nm après 20 minutes est de 0,823.

Le fabricant du coffret de dosage enzymatique donne la formule suivante à appliquer pour le calcul de la teneur en activité amylasique de la farine, exprimée en $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$

$$T = \Delta A_{400} \times 0,313 \quad \text{en } \mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$$

3.3.1. Retrouver la valeur du facteur 0,313.

Donnée : $\varepsilon_{\text{p-nitrophénol}} = 1810 \text{ m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ ou $18100 \text{ mol}^{-1}\cdot\text{L}\cdot\text{cm}^{-1}$

3.3.2. Calculer la teneur en activité amylasique de la farine, exprimée en $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Conclure quant à l'état probable des grains de blé à l'origine de la farine.

Donnée :

les valeurs moyennes de la teneur en activité amylasique de la farine sont inférieures à $0,150 \mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$

4. DOSAGE DES NITRITES DANS LES LARDONS (6 points)

Selon la législation en vigueur, le nitrite de sodium ne doit pas être introduit dans ce type de produit de charcuterie à plus de $150 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Un contrôle de la quantité de nitrites a été réalisé sur des lardons fraîchement préparés selon le protocole suivant :

Les nitrites présents dans 25 g de lardons ont été extraits et transférés dans une fiole jaugée de 200 mL complétée au trait de jauge. On obtient la solution essai J.

Le dosage spectrophotométrique indique une quantité de $7,5 \cdot 10^{-5}$ g de nitrite de sodium dans un échantillon de 5 mL de la solution J.

4.1. Calculer la teneur en nitrites des lardons en $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de produit.

4.2. Conclure par rapport à la réglementation.

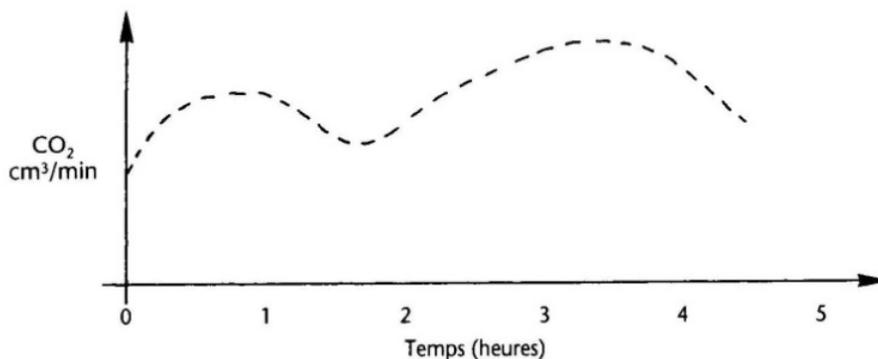
ANNEXE 1

TENEUR EN GLUCIDES DE LA FARINE

Glucides	Teneur (%) dans la farine
Glucose	0,5
Saccharose	0,5
Amidon	70

ANNEXE 2

CINÉTIQUE DE PRODUCTION DE CO₂ DANS LA PÂTE À BRIOCHE



Microbiologie alimentaire « Aliments fermentés et fermentations alimentaires » ; Bourgeois, Larpent. Lavoisier.

ANNEXE 3

SUIVI MICROBIOLOGIQUE D'UNE BRIOCHE AUX LARDONS AVANT CUISSON

Microorganismes	Nombre par gramme de pâte	D _{80°C} (min)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	$2 \cdot 10^8$	0,02
<i>Escherichia coli</i>	100	10^{-3}
<i>Staphylococcus aureus</i>	100	0,1

ANNEXE 4

ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION PLASMATIQUE EN MYCOTOXINE

Temps en heures	[Mycotoxine] en $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ de plasma
6	194
18	152
30	120
42	94
54	74
66	58

ÉTUDE D'UNE MOUSSE AU FROMAGE BLANC SUR LIT DE FRUITS

La consommation de produits laitiers augmente régulièrement en France. Pour répondre aux goûts des consommateurs, les industriels ne cessent de mettre au point de nouvelles recettes.

Un nouveau produit laitier est étudié. Il est composé d'une mousse de fromage blanc à 0 % de matière grasse sur un lit de purée de fruits. Sa composition figure dans l'annexe 1.

SCIENCES DES ALIMENTS (50 points)

1. ÉTUDE DE QUELQUES MATIÈRES PREMIÈRES (17 POINTS)

1.1. La gélatine

La gélatine est un produit alimentaire intermédiaire d'origine animale. Elle n'est donc ni un additif alimentaire, ni un auxiliaire technologique.

1.1.1. Distinguer les termes « additif alimentaire » et « auxiliaire technologique ».

1.1.2. La gélatine peut avoir différents rôles en fonction de la structure rhéologique du produit. Préciser les rôles de la gélatine dans :

- la mousse de fromage blanc,
- la purée de fruits.

1.1.3. Citer un additif qui pourrait remplacer la gélatine dans :

- la mousse au fromage blanc,
- la purée de fruits.

1.1.4. Préciser l'intérêt d'informer le consommateur sur l'origine exacte de la gélatine présente dans un produit alimentaire. Justifier la réponse.

1.2. Les fruits

La mangue et la pêche sont des fruits climactériques.

1.2.1. Définir un fruit climactérique.

1.2.2. Donner un exemple de fruit non climactérique.

1.2.3. Citer deux modifications organoleptiques et biochimiques observées lors de la maturation des végétaux.

La purée de fruits contient des arômes.

1.2.4. Définir un arôme et donner deux exemples de composés biochimiques aromatiques susceptibles d'être présents dans les fruits.

1.3. Les édulcorants

Le produit contient les édulcorants E950 et E951.

1.3.1. Définir un édulcorant.

1.3.2. Citer deux édulcorants fréquemment utilisés.

2. FABRICATION DE LA MOUSSE AU FROMAGE BLANC SUR LIT DE FRUITS (21,5 POINTS)

2.1. Fabrication de la matière première principale : le fromage blanc

Le fromage blanc est fabriqué à partir de lait cru de vache.

2.1.1. Le lait a une structure complexe. Rappeler les différentes phases du lait. Citer les constituants principaux de chaque phase.

2.1.2. L'annexe A représente une structure complexe dans laquelle se retrouve la protéine majeure du lait. Annoter et rendre les deux schémas de l'annexe A.

Le fromage blanc est un caillé de type lactique.

2.1.3. Expliquer la manière d'obtenir un caillé lactique.

2.1.4. Indiquer les caractéristiques physiques d'un caillé de type lactique.

Le procédé de fabrication du fromage blanc figure dans l'annexe 2.

2.1.5. Indiquer le rôle des trois étapes libellées en gras sur le schéma de fabrication.

2.2. Fabrication du lit de fruits

Le produit étudié contient un lit de fruits préparés en purée.

2.2.1. Citer deux critères qualité permettant de valider un lot de pêches destinées à la fabrication de la purée.

2.2.2. Les fruits, lors de leur transformation, sont sensibles au brunissement enzymatique. Rappeler les mécanismes mis en jeu lors du brunissement enzymatique. Préciser les inconvénients de ce brunissement pour les fruits.

2.2.3. Citer deux moyens de prévention du brunissement enzymatique des fruits.

3. ÉTIQUETAGE ET INTÉRÊT NUTRITIONNEL (11,5 POINTS)

Une partie des informations contenues sur l'emballage figure dans l'**annexe 1**.

3.1. L'étiquetage

3.1.1. Citer cinq mentions obligatoires pour un produit alimentaire.

3.1.2. La mention « peut contenir : blé, orge, avoine, noisettes » est présente sur l'étiquette. Justifier l'intérêt de faire figurer cette information.

3.1.3. L'étiquette présente une estampille sanitaire. Justifier sa présence. Détailler les éléments qui la constituent.

3.1.4. A l'aide de l'**annexe 1**, dresser la liste des additifs alimentaires présents dans le produit étudié.

3.2. Intérêt nutritionnel

3.2.1. Préciser l'intérêt nutritionnel de la mousse au fromage blanc.

3.2.2. Citer deux caractéristiques nutritionnelles de la purée de fruits concentrée.

3.2.3. Justifier l'intérêt nutritionnel de l'association fromage blanc 0% - purée de fruits.

GÉNIE INDUSTRIEL (50 points)

La gélatine est un ingrédient très utilisé dans les industries alimentaires et les bio-industries.

La production de gélatine s'appuie essentiellement sur 3 matières premières : les peaux de porc, de bovin et les os.

Les peaux de porc ont la composition brute suivante (fraction massique en m/m) : 30 % de lipides, 40 % de protéines, 29 % de glucides et 1 % sels minéraux et autres constituants.

Le diagramme de fabrication de la gélatine est présenté en **annexe 3**. En fonction du type de gélatine souhaité, il existe des variantes dans le traitement préalable et dans la phase d'extraction de la gélatine.

1. TRAITEMENT PRÉALABLE ET EXTRACTION (6,5 points)

1.1. Calculer la masse de matière première nécessaire pour obtenir une masse de 2116 kg de peaux après découpe dans le cas où les pertes sont estimées à 2 % lors de cette opération.

On suppose que l'intégralité des protéines peut donner de la gélatine.

1.2. Calculer la masse de gélatine extraite à partir des peaux après découpe sachant que le rendement d'extraction protéique est de 76 % en tenant compte de la composition massique des peaux.

1.3. Déduire la teneur massique en gélatine (% m/m) de la solution de gélatine brute lorsqu'on obtient un volume de 9 m³ de masse volumique égale à 1021 kg.m⁻³.

2. CONCENTRATION PAR ULTRAFILTRATION (19 points)

2.1. Les bouillons identifiés sont soumis à des traitements de purification : centrifugation, filtrations. Parmi les techniques citées ci-dessus une ultrafiltration tangentielle est réalisée.

2.1.1. Reporter sur la copie la signification des légendes de l'**annexe 4**.

2.1.2. Schématiser le principe d'une filtration tangentielle. Préciser la composition des deux produits obtenus.

2.2. Au cours de l'ultrafiltration, le manomètre situé avant le module de filtration indique 2,5 bars, celui situé au niveau du rétentat 1,1 bar et celui du perméat 1 bar.

Calculer la pression moyenne à l'intérieur du module de filtration puis déterminer la pression transmembranaire moyenne.

2.3. On concentre 9 m^3 de solution de gélatine brute à 7 % (m/m) de matière sèche et de masse volumique égale à 1021 kg.m^{-3} . En fin de filtration, le rétentat contient 12 % (m/m) de matières sèches et le perméat 1,8 % (m/m) de matières sèches.

2.3.1. Calculer la masse de rétentat obtenue. En déduire la masse du perméat.

2.3.2. En déduire le facteur de concentration volumique (FCV) pour la solution de gélatine sachant que les masses volumiques (des solutions de gélatine brute, du rétentat et du perméat) sont considérées comme identiques.

3. ATOMISATION (24,5 points)

La solution de gélatine concentrée par évaporation est ensuite atomisée. La poudre de gélatine obtenue a un taux d'humidité de 14 % (m/m). Cette étape est réalisée à l'aide de l'appareil décrit à l'**annexe 5**.

3.1. Etude de l'atomiseur

3.1.1. Reporter sur la copie la signification des légendes de l'annexe 5.

3.1.2. Expliquer le fonctionnement de cet appareil.

3.2. Etude de l'atomisation

Cinq tonnes de solution de gélatine concentrée à 35 % (m/m) de matière sèche sont atomisées en une heure.

3.2.1. Calculer le débit massique de poudre obtenue.

3.2.2. Calculer la capacité évaporatoire de l'atomiseur.

3.3. Etude des différents airs

Lors de l'atomisation, le séchage est effectué par de l'air dont les caractéristiques varient au cours du procédé :

- l'air entrant a une température de $30 \text{ }^\circ\text{C}$ et une température humide de $20 \text{ }^\circ\text{C}$,
- l'air chauffé a une température de $170 \text{ }^\circ\text{C}$,
- l'air sortant a une température de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ et une température humide de $45 \text{ }^\circ\text{C}$,
- la masse d'air utilisée lors de ce séchage est de 53,9 tonnes.

Un diagramme de Mollier est fourni en **annexe B**. Le séchage est réalisé en conditions adiabatiques.

3.3.1. Positionner les trois types d'airs sur le diagramme de Mollier.

3.3.2. À l'aide du diagramme de Mollier, déterminer la quantité d'eau éliminée lors du séchage de la solution de gélatine à 35 %.

3.3.3. À l'aide du diagramme de Mollier, déterminer la quantité de chaleur nécessaire pour chauffer la totalité de l'air entrant.

ANNEXE 1

EXTRAIT D'INFORMATIONS DE L'EMBALLAGE

Mousse au fromage blanc sur lit de fruits avec édulcorants 0% de matière grasse

Ingrédients :

Fruits (50 %) (purée de pêches concentrée reconstituée 57 % - purée de mangue concentrée reconstituée 28 % – pêches 15 %) – fromage blanc maigre (41,8 %) – lait écrémé en poudre – gélatine – épaississants : E1422, E1442, E412, E440 – correcteurs d'acidité – arôme – extrait de carotte – édulcorants E950 et E951 – ferments lactiques

Contient du lait

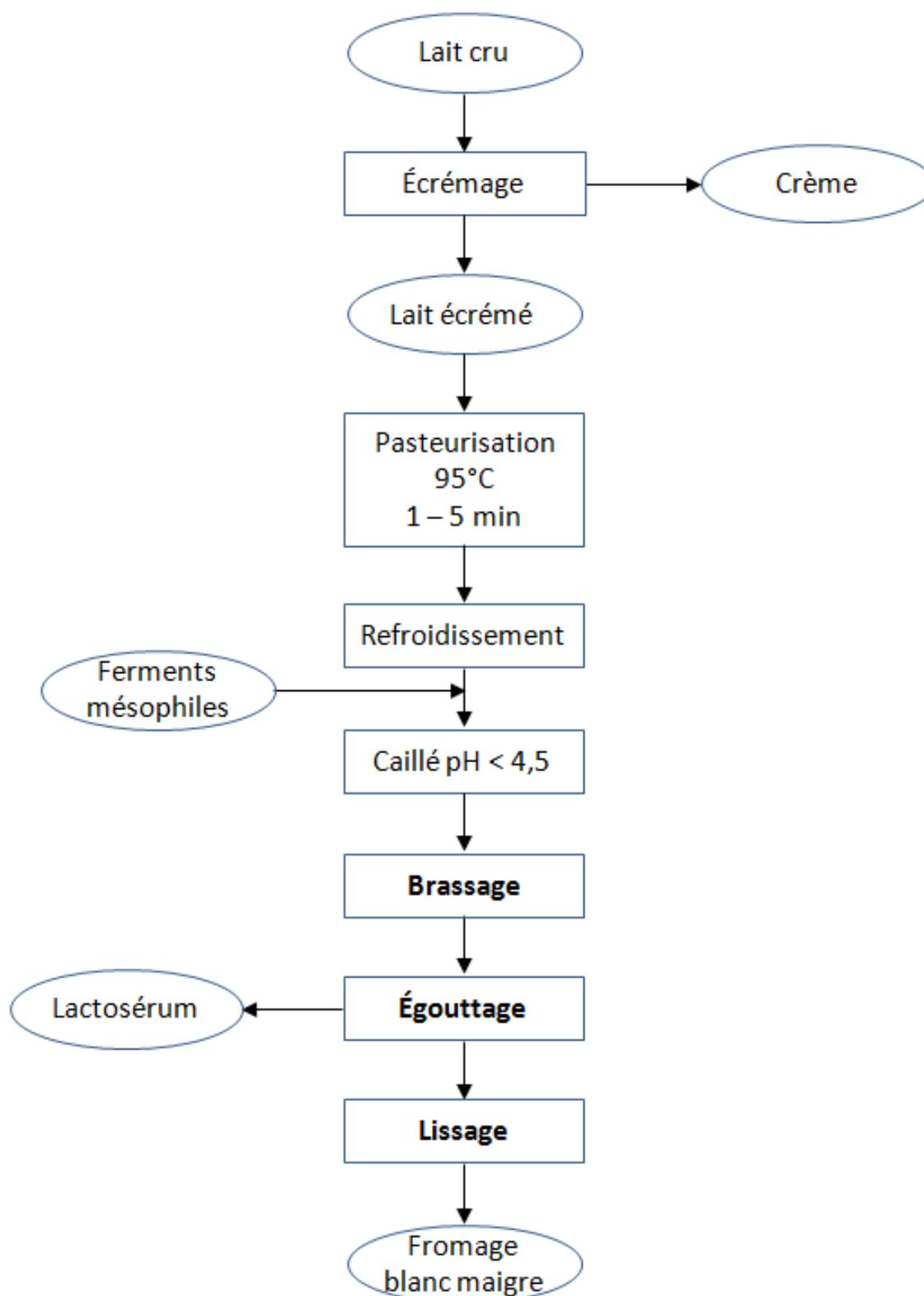
Peut contenir : blé, orge, avoine, noisettes

Valeurs énergétiques et nutritionnelles moyennes	Pour un pot		Pour 100 g
	de 88 g	% des RNJ*	
Énergie	52 kcal	3	59 kcal – 251 kJ
Protéines	4,4 g	9	5 g
Glucides	8,4 g	3	9,5 g
dont sucres	6,6 g	7	7,5 g
Lipides	< 0,1 g	0	< 0,1 g
dont saturés	< 0,1 g	0	< 0,1 g
Fibres alimentaires	0,4 g	2	0 5 g
Sodium	0,04 g	1	0,04 g
équivalent en sel	0,09 g	1	0,1 g

* Repères Nutritionnels Journaliers recommandés, calculés pour un adulte avec un apport moyen de 2 000 kcal par jour.

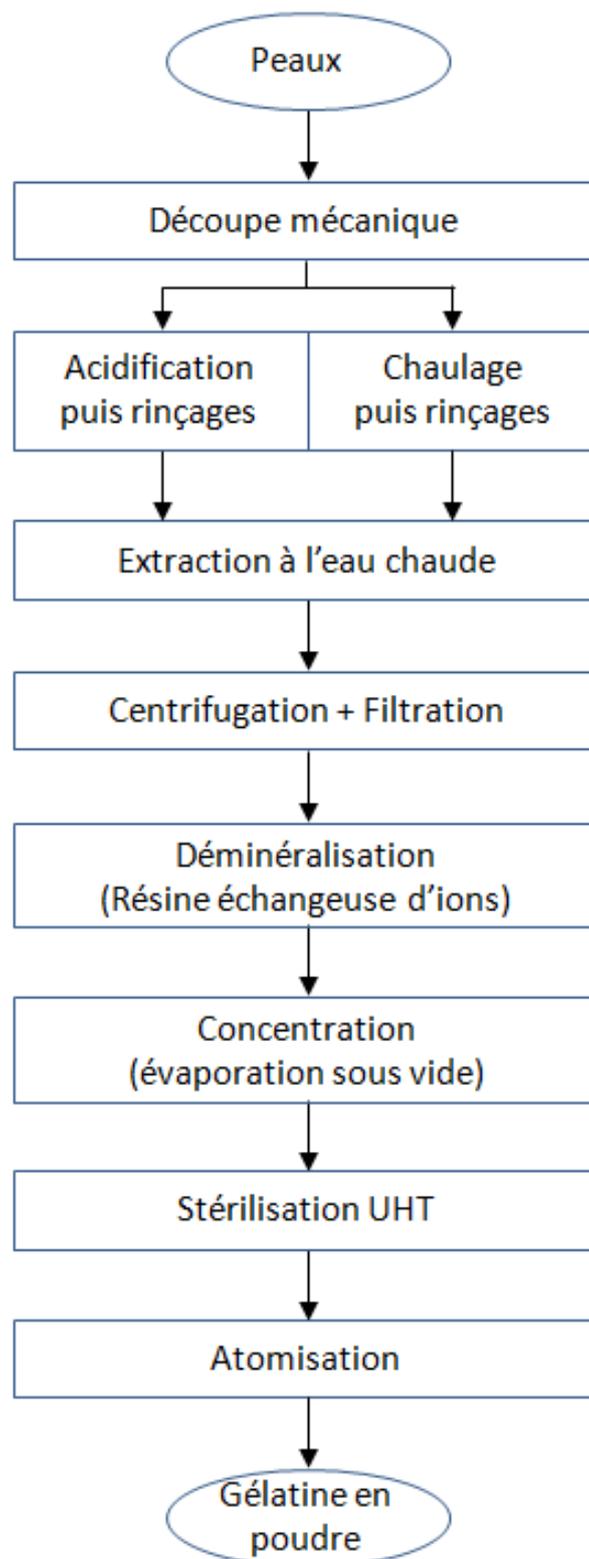
ANNEXE 2

SCHÉMA DE FABRICATION DU FROMAGE BLANC MAIGRE



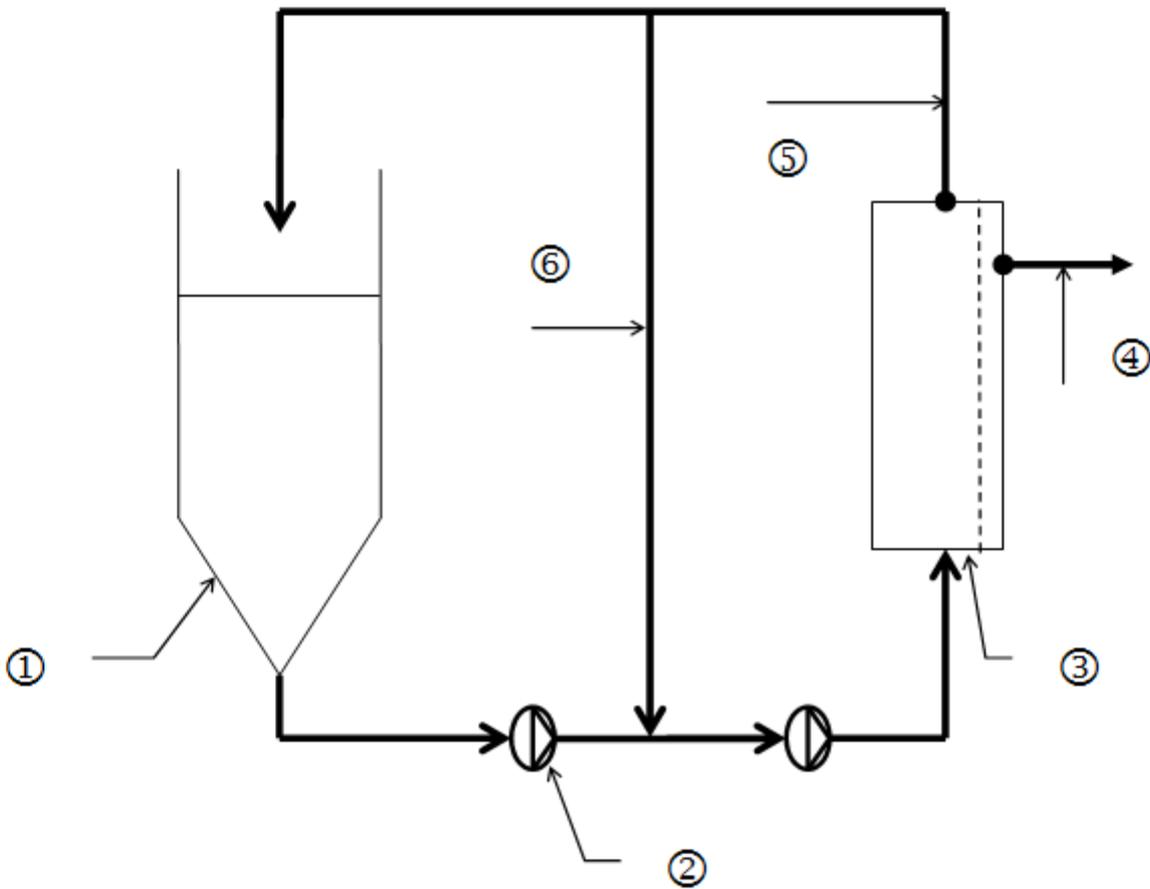
ANNEXE 3

DIAGRAMME DE FABRICATION DE LA GÉLATINE



ANNEXE 4

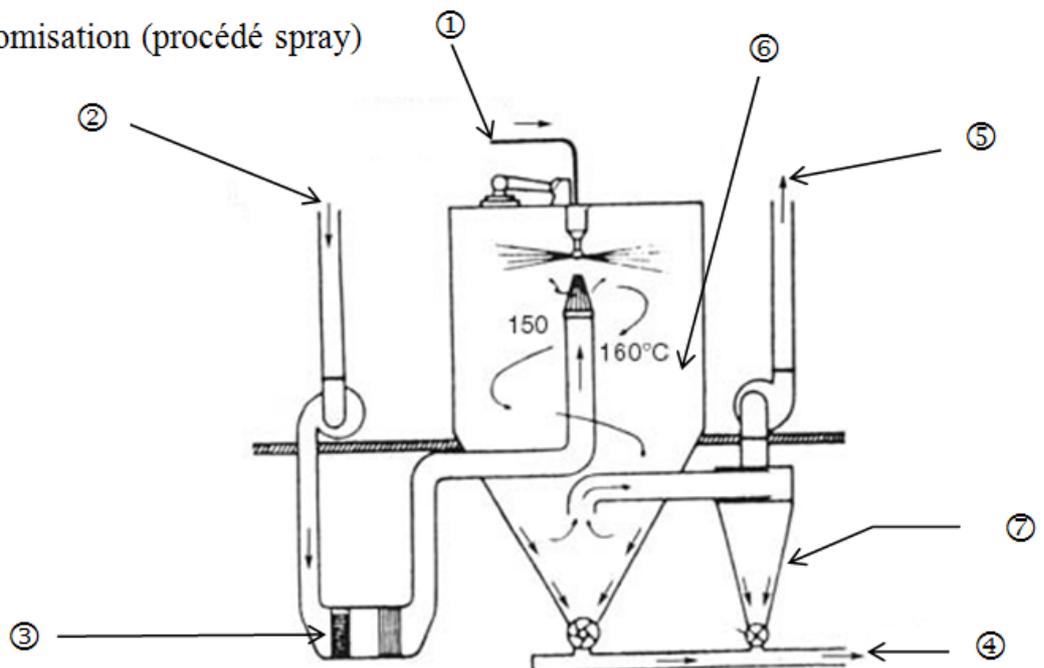
ULTRAFILTRATION DE LA SOLUTION DE GÉLATINE BRUTE



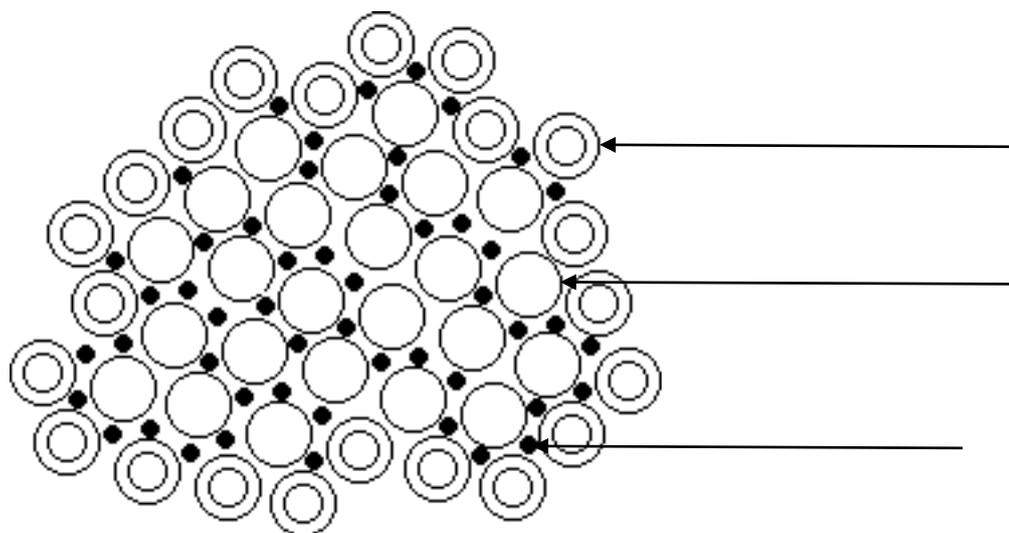
ANNEXE 5

ATOMISATION DE LA SOLUTION CONCENTRÉE DE GÉLATINE

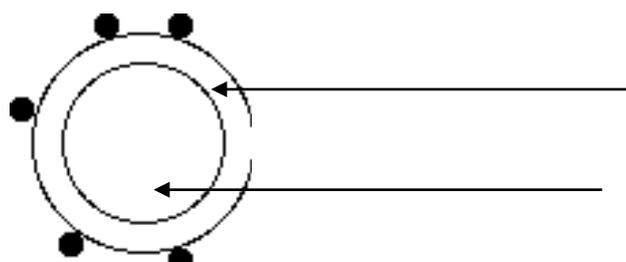
Séchage par atomisation (procédé spray)



STRUCTURE PROTÉIQUE DU LAIT

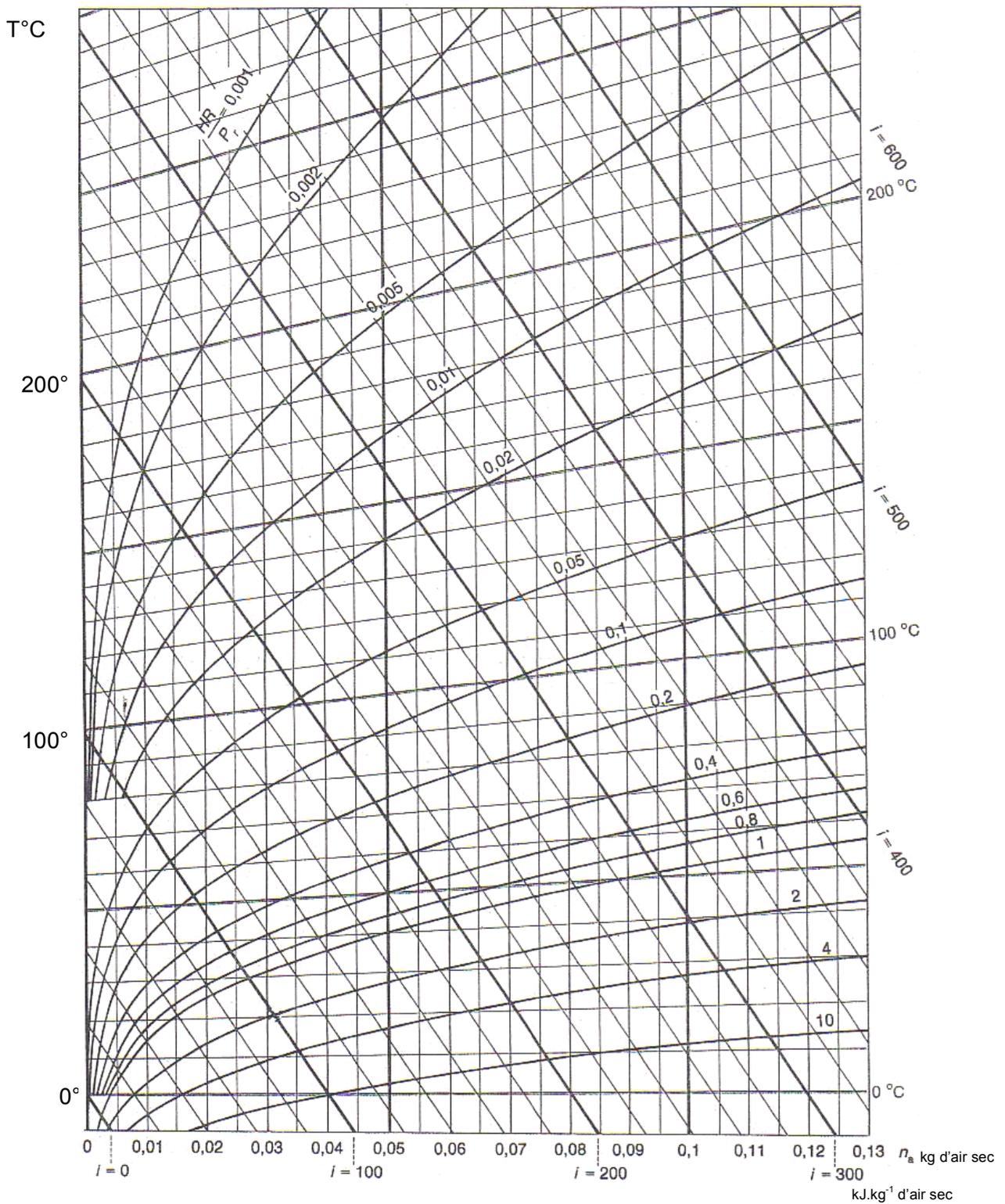


TITRE : _____



TITRE : _____

DIAGRAMME ENTHALPIQUE DE L'AIR HUMIDE



n_a : taux d'humidité absolue de l'air en kg d'eau. kg⁻¹ d'air sec

i : enthalpie massique (m/m) de l'air humide rapportée à la masse d'air sec qu'il contient en kJ.kg⁻¹ d'air sec

T : température en degrés Celsius

ÉTUDE D'UNE LEVURE ALIMENTAIRE

Premier jour : 4 h 30

Les levures alimentaires ou levures diététiques sont utilisées comme compléments alimentaires pour leurs qualités nutritionnelles remarquables. Avant leur commercialisation, elles doivent être contrôlées sur les plans biochimique, microbiologique et toxicologique.

1. CONTRÔLES BIOCHIMIQUES (25 points)

Riches en protéines (mais pauvres en glucides et en lipides), les levures assurent un apport significatif en sels minéraux et en vitamines. La levure diététique est aussi particulièrement riche en phosphore, calcium et magnésium.

1.1. Contrôle de la teneur en phosphore de la levure diététique sèche

1.1.1. Principe

En présence d'un excès de solution acide de molybdate d'ammonium (réactif sulfo-molybdique), les ions phosphates libres forment un complexe phosphomolybdique jaune instable.

En présence de sulfate ferreux, le complexe est réduit en complexe phospho-molybdeux-molybdique stable et soluble dans l'eau qui est intensément coloré en bleu. Le maximum d'absorption se situe vers 830 nm mais, en pratique courante, les absorbances sont mesurées à 700 nm.

La méthode employée utilise le monoréactif de Briggs qui contient du réactif molybdique, de l'acide sulfurique et du sulfate ferreux.

1.1.2. Matériel et réactifs

- 1 pipette jaugée de 1 mL
- Fiole jaugée de 20 mL
- Cuves pour spectrophotomètre « visible » + portoir
- Pipettes graduées de 1 mL
- Solution étalon de KH_2PO_4 à $1,36 \text{ g.L}^{-1}$
- Solution contrôle de phosphore EC à $0,25 \text{ mmol.L}^{-1}$
- Solution SP diluée au 1/500, à doser
- Monoréactif de Briggs en distributeur automatique

1.1.3. Mode opératoire

1.1.3.1. Réalisation de la gamme d'étalonnage

Diluer au 1/20 la solution de KH_2PO_4 à $1,36 \text{ g.L}^{-1}$ fournie, afin de préparer la solution à utiliser pour réaliser la gamme d'étalonnage, selon le tableau suivant :

Cuves	0	1	2	3	4	5
Solution étalon de KH_2PO_4 diluée au 1/20 (mL)	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Eau désionisée (mL)	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
Réactif de Briggs (mL)	2					

Lire les absorbances à 700 nm après 30 min d'attente à l'obscurité. La coloration est stable plusieurs heures.

1.1.3.2. Dosage du phosphore de la solution contrôle EC

Réaliser le dosage du phosphore de la solution EC sur 1 mL de solution dans les mêmes conditions opératoires et en même temps que la gamme d'étalonnage.

1.1.3.3. Dosage du phosphore de l'échantillon (1 essai)

Après diverses étapes opératoires, le phosphore contenu dans une masse $m_{1 \text{ levure}} = 250 \text{ mg}$ de levure sèche est récupéré sous forme de phosphates dans $V_{\text{sol SP}} = 10 \text{ mL}$ de solution SP.

Doser les phosphates sur une prise d'essai $V_{\text{sol SP } 1/500} = 1 \text{ mL}$ de solution SP diluée au 1/500 dans les mêmes conditions opératoires et en même temps que la gamme d'étalonnage.

1.1.4. Résultats

Compléter la feuille de résultats (**Annexe A**).

Expliquer la préparation de la solution étalon de KH_2PO_4 .

Présenter le calcul de la quantité de phosphore introduite dans chacun des tubes de gamme en μmol .

Tracer à l'aide de l'outil informatique la droite $A = f(n_{\text{phosphore}})$.

Déterminer les paramètres de la régression linéaire.

Vérifier l'exactitude du résultat sachant que la concentration en phosphore de la solution contrôle est $C_{\text{Ref(phosphore ; solution contrôle)}} = (0,250 \pm 0,017) \text{ mmol.L}^{-1}$.

Déterminer la quantité de phosphore dans l'essai en μmol .

Établir l'équation aux grandeurs de la concentration massique en phosphore de la solution SP. Effectuer l'équation aux valeurs numériques.

Établir l'équation aux grandeurs de la teneur en phosphore de la levure exprimée en g de phosphore pour 100 g de levure sèche. Effectuer l'équation aux valeurs numériques.

Comparer à la valeur attendue (**Annexe 1**). Conclure.

Données :

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

$$M_{\text{P}} = 31 \text{ g.mol}^{-1}$$

Vérification de l'exactitude et expression du résultat de mesure : Annexe 2

Ecart-type de reproductibilité pour la concentration en phosphore : $s_R = 0,021 \text{ mmol.L}^{-1}$

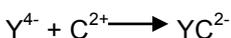
Incertitude-type composée pour la teneur en phosphore de la levure : $u_c = 4 \text{ g pour } 100 \text{ g}$

Annexe métrologie pages 10 et 11

1.2. Contrôle de la teneur de la levure sèche en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} par complexométrie

1.2.1. Principe

L'acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA ; noté Y) est un agent complexant dont la forme anionique (Y^{4-}) réagit en milieu alcalin avec les cations divalents (C^{2+}) pour former un complexe $[\text{YC}]^{2-}$ selon l'équation générale :



Le point équivalent du dosage complexométrique est visualisé par un indicateur coloré qui peut former un complexe coloré avec certains cations divalents à un pH donné.

Deux indicateurs sont ainsi couramment employés : le réactif de Patton et Reeder (PR) est utilisé pour le dosage du Ca^{2+} et le noir ériochrome T (NET) est employé pour le dosage du Ca^{2+} et du Mg^{2+} .

Le dosage volumétrique des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} par complexométrie est donc réalisé en deux temps :

à pH = 10, les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} sont dosés en présence de NET ;

à pH = 12, les ions Ca^{2+} sont dosés en présence du réactif de PR.

1.2.2. Matériel et réactifs

Fioles d'Erlenmeyer de 100 mL

Eprouvette graduée

Pipette jaugée de 1 mL

Pipette jaugée de 5 mL

Semi-microburette

Solution SI, à doser

Solution étalonnée d'EDTA à exactement $0,0100 \text{ mol.L}^{-1}$

Indicateurs : NET et réactif de PR

Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 100 g.L^{-1}

Tampon pH = 10

1.2.3. Mode opératoire

Après diverses étapes opératoires, les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} contenus dans une masse $m_{2 \text{ levure}} = 40 \text{ g}$ de levure sèche sont récupérés dans $V_{\text{sol SI}} = 100 \text{ mL}$ de solution SI.

1.2.3.1. Dosage du calcium (1 essai)

Dans une fiole d'Erlenmeyer de 100 mL introduire :

- 5 mL de la solution SI,
- 10 mL d'eau désionisée,
- 2 mL de solution NaOH à 100 g.L^{-1} ,
- une pointe de spatule d'indicateur de PR.

Verser la solution d'EDTA à la burette. Soit $V_{1 \text{ EDTA}}$ la chute de burette obtenue.

1.2.3.2. Dosage du calcium et du magnésium (1 essai)

Dans une fiole d'Erlenmeyer de 100 mL introduire :

- 1 mL de la solution SI,
- 5 mL de tampon pH = 10,
- une pointe de spatule de NET.

Verser la solution d'EDTA à la burette. Soit $V_{2 \text{ EDTA}}$ la chute de burette obtenue.

1.2.4. Résultats

Compléter la feuille de résultats (**Annexe A**).

Vérifier l'exactitude des résultats sachant que le dosage d'une solution contrôle de calcium $C_{\text{Ref (calcium ; solution contrôle)}} = (35,0 \pm 0,6) \text{ mmol.L}^{-1}$ a donné le résultat suivant :

$C_{\text{mesurée (phosphore ; solution contrôle)}} = 36,1 \text{ mmol.L}^{-1}$.

Établir l'équation aux grandeurs de la concentration molaire en calcium de la solution SI.

Effectuer l'équation aux valeurs numériques.

Établir l'équation aux grandeurs de la concentration molaire en magnésium de la solution SI.

Effectuer l'équation aux valeurs numériques.

En déduire les équations aux grandeurs des teneurs en calcium et en magnésium de la levure sèche diététique, exprimées en mg pour 100 g de levure sèche. Effectuer les équations aux valeurs numériques.

Comparer aux valeurs attendues (**Annexe 1**).

Conclure.

Données :

$M_{\text{Mg}} = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$

$M_{\text{Ca}} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$

Ecart-type de reproductibilité pour la concentration en calcium : $s_R = 0,8 \text{ mmol.L}^{-1}$

u_c pour la teneur en calcium de la levure sèche = 2 mg pour 100 g

u_c pour la teneur en magnésium de la levure sèche = 3 mg pour 100 g

Annexe métrologie pages 10 et 11

2. CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES (25 points)

Dans le cadre de la spécification d'une levure diététique, l'analyse microbiologique consiste à :

- vérifier les caractères biochimiques de la souche de *Saccharomyces cerevisiae* à $t = 0 \text{ h}$;
- contrôler les moûts en cours de fermentation, par vérification de l'absence de contaminant et détermination de la biomasse aux temps $t = 6 \text{ h}$ et $t = 8 \text{ h}$.

2.1. Caractères biochimiques de la levure diététique

2.1.1. Principe

Un isolement de la levure a été réalisé sur gélose Sabouraud. Il s'agit de vérifier, par une identification en galerie miniaturisée (API 20 C AUX), que le mode de production de la levure ne modifie pas ses propriétés métaboliques.

2.1.2. Matériel

Boîte notée A : isolement de la levure sur gélose Sabouraud
Microgalerie API 20 C AUX avec sa fiche technique
Gélose Sabouraud

2.1.3. Mode opératoire

Ensemencer la galerie API 20 C AUX et faire un contrôle de pureté sur gélose Sabouraud.

2.2. Contrôle des moûts de fermentation, en phase exponentielle de croissance de la levure

2.2.1. Vérification de la pureté de la souche aux temps $t = 6\text{ h}$ et $t = 8\text{ h}$

2.2.1.1. Principe

Une coloration de Gram et un isolement sur Sabouraud sont effectués périodiquement au cours de la fermentation pour vérifier l'absence de contaminant bactérien.

2.2.1.2. Matériel

Extrait d'un moût de fermentation prélevé au temps $t = 6\text{ h}$: tube B
Extrait d'un moût de fermentation prélevé au temps $t = 8\text{ h}$: tube C
Microscope et colorants de Gram
2 géloses Sabouraud

2.2.1.3. Mode opératoire

Evaluer la pureté de la levure diététique à $t = 6\text{ h}$ (tube B) et $t = 8\text{ h}$ (tube C) par un examen microscopique.

Montrer à un examinateur un champ microscopique du tube C.

Réaliser pour chacun des tubes B et C un isolement sur gélose Sabouraud.

2.2.1.4. Compte-rendu

Présenter et interpréter les deux observations microscopiques.

2.2.2. Détermination du taux de croissance de la levure

2.2.2.1. Principe

Il s'agit de déterminer le taux de croissance de la levure par numération en milieu gélosé. Les dilutions à ensemercer sont à déterminer par comptage direct au microscope en cellule de Malassez.

2.2.2.2. Matériel

Tubes contenant exactement 9 mL d'eau physiologique stérile, en quantité suffisante
Pipettes stériles de 1 mL, en quantité suffisante
Système de pipetage pour 100 μL + cônes stériles
1 cellule de Malassez
1 compte-cellules
3 géloses Sabouraud + chloramphénicol
Billes de verre stériles ou râteaux

2.2.2.3. Mode opératoire

Dénombrer par comptage direct au microscope en cellule de Malassez la suspension du tube B.

Montrer à un examinateur la mise en cellule de comptage.

Montrer un champ mis au point après comptage.

Effectuer un dénombrement en surface d'un milieu Sabouraud + chloramphénicol. Trois dilutions successives (à déterminer) sont testées en simple essai.

2.2.2.4. Compte-rendu

Présenter les résultats du comptage direct au microscope.

Exposer le protocole de numération, réalisé en milieu gélosé, en expliquant le choix des dilutions.

Justifier le choix d'un milieu Sabouraud + chloramphénicol pour ce dénombrement.

3. CONTRÔLES TOXICOLOGIQUES

(10 points)

Afin de proposer cette levure aux personnes intolérantes au gluten, la détection de gluten est réalisée dans deux échantillons de levures diététiques par la technique d'Ouchterlony.

3.1. Matériel à disposition

- 1 gel d'agarose en petite boîte de Petri
- 1 tube Eppendorf contenant une solution d'anticorps anti-gluten noté « anti-gluten »
- 1 tube Eppendorf contenant une solution de gluten noté « GLU »
- 1 tube Eppendorf contenant un échantillon de levure à tester noté « LEV1 »
- 1 tube Eppendorf contenant un échantillon de levure à tester noté « LEV2 »
- 1 tube Eppendorf contenant de l'eau distillée noté « H₂O »
- 1 pipette automatique (P50) et les cônes adaptés stériles
- 1 emporte-pièce
- 1 gabarit de perçage des trous
- 1 chambre humide

3.2. Mode opératoire

Réaliser 5 puits dans la gélose à l'aide de l'emporte-pièce et du gabarit donné en **annexe B**. Déposer 10 µL de chaque solution par puits en choisissant une disposition judicieuse des dépôts. Incuber le gel en atmosphère humide à température ambiante pendant 24 heures.

3.3. Compte-rendu

Rendre compte de l'ordre des dépôts à l'aide de l'**annexe B** et la remettre avec la copie.

Donner l'intérêt du puits contenant le gluten.

Donner l'intérêt du puits contenant l'eau distillée.

ANNEXE 1

COMPOSITION DES LEVURES UTILISÉES COMME COMPLÉMENTS ALIMENTAIRES

Composition	Quantité pour 100 g	Composition	Quantité pour 100 g
Glucides	23,7 g	Vitamine A - β-Carotène	0 µg
Lipides	5,4 g	Vitamine A - Rétinol	-
Sodium	40 mg	Vitamine D	-
Eau	3,6 g	Vitamine E	0 mg
Magnésium	170 mg	Vitamine C	0 mg
Phosphore	1300 mg	Vitamine B1	40 mg
Potassium	2460 mg	Vitamine B2	4 mg
Calcium	130 mg	Vitamine B3	25 mg
Manganèse	0,4 mg	Vitamine B5	9 mg
Fer	5 mg	Vitamine B6	2,6 mg
Cuivre	5,3 mg	Vitamine B9	2500 µg
Zinc	5,6 mg	Vitamine B12	-
Sélénium	71 µg		

ANNEXE A **À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE**
FEUILLE DE RESULTATS BIOCHIMIE

1. Contrôle de la teneur en phosphore de la levure sèche

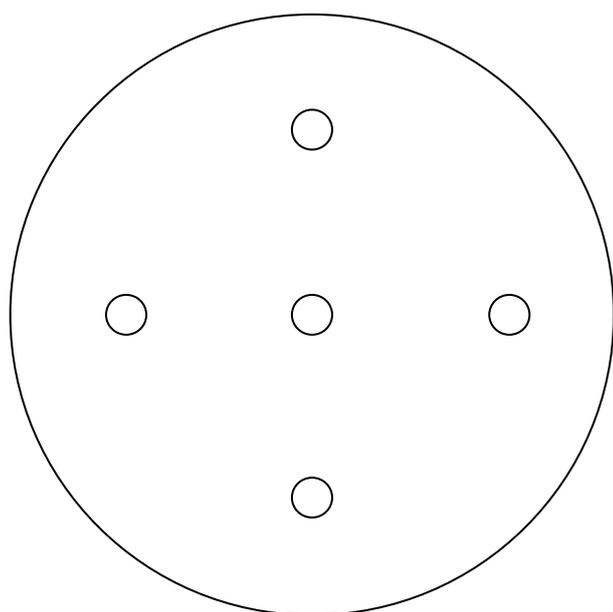
Cuve	0	1	2	3	4	5	C	E
n_p (μmol)								
A à 700 nm								

2. Contrôle de la teneur de la levure sèche en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} par complexométrie

$V_{1 \text{ EDTA}}$ (mL)	
$V_{2 \text{ EDTA}}$ (mL)	

ANNEXE B **À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE**
FEUILLE DE RESULTATS IMMUNOLOGIE

Nature des dépôts et gabarit :



Puits 1 :

Puits 2 :

Puits 3 :

Puits 4 :

Puits 5 :

1. CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES

Parmi les points importants de spécification d'une levure diététique, l'analyse microbiologique consiste à :

- vérifier les caractères biochimiques de la souche de *Saccharomyces cerevisiae* à $t = 0$ h ;
- contrôler les moûts en cours de fermentation, par vérification de l'absence de contaminant et détermination de la biomasse aux temps $t = 6$ h et $t = 8$ h.

1.1. Caractères biochimiques de la levure diététique

Vérifier les caractères biochimiques de la souche par lecture de la galerie miniaturisée.

Conclure.

1.2. Contrôle des moûts de fermentation, en phase exponentielle de croissance de la levure

1.2.1. Vérification de la pureté de la souche

Effectuer la lecture des boîtes ensemencées au jour 1.

Conclure sur la pureté de la souche aux temps $t = 6$ h et $t = 8$ h.

Commenter les résultats.

1.2.2. Détermination du taux de croissance de la levure

Présenter les résultats du comptage sur Sabouraud + chloramphénicol dans un tableau.

Déterminer la concentration en levures à $t = 6$ h (tube B) en vous aidant de l'**annexe dénombrement page 6**.

Déterminer le taux de croissance de la levure étudiée.

Conclure.

Données :

Concentration en levures à $t = 8$ h (tube C) : $5 \cdot 10^7$ UFC/mL

Taux de croissance attendu pour *S. cerevisiae* : $0,35 \text{ h}^{-1}$

2. CONTRÔLES TOXICOLOGIQUES

Schématiser l'aspect de la boîte après 24 heures d'incubation.

Après avoir validé la manipulation, conclure quant à la présence de gluten dans les levures testées.

Durée : 6 heures Coefficient : 3

Calculatrice autorisée

**ÉTUDE SUIVI QUALITE DE LA FABRICATION DE FROMAGE DE CHEVRE SOUS AOP
(APPELLATION D'ORIGINE PROTEGEE)****SUIVI QUALITÉ DE LA FABRICATION DE FROMAGE DE CHÈVRE
SOUS AOP (APPELLATION D'ORIGINE PROTÉGÉE)****Premier jour : 5 h**

Le suivi qualité d'un fromage de chèvre affiné, issu d'un caillé essentiellement lactique, est réalisé. Le tableau suivant est extrait du cahier des charges de l'AOP de ce fromage :

Points à contrôler	Critères de référence
Lait	100 % de chèvre, cru et entier
Ensemencement en bactéries lactiques	100 % lactosérum de chèvre
Acidité du lactosérum	de 55 à 65 °D
Croûte	Fine Blanchâtre à bleue Couverture régulière constituée principalement de <i>Geotrichum</i> ; des taches de <i>Penicillium</i> peuvent apparaître.

1. CONTRÔLES DU LAIT CRU (20 points)**1.1 Contrôle microbiologique : dénombrement de la flore mésophile aérobie**

Le lait cru utilisé pour la fabrication du fromage ne doit pas contenir plus de 10^5 UFC.mL⁻¹.

1.1.1 Matériel

- 1 tube de lait « L »
- 4 tubes de 9 mL de tryptone-sel
- 1 flacon de 60 mL de gélose PCA en surfusion
- 3 boîtes de Pétri
- 5 pipettes stériles 1 mL ou autre dispositif

1.1.2. Mode opératoire

Pour vérifier si le lait est conforme, un dénombrement de la flore aérobie mésophile (masse, simple couche, gélose PCA) est réalisé sur un échantillon de lait « L ». Pour cela, ensemercer 3 dilutions choisies pour pouvoir dénombrer les microorganismes.

Ensemencer une boîte par dilution.

Montrer la réalisation d'une des dilutions à un examinateur.

1.1.3. Compte-rendu

Justifier le choix des dilutionsensemencées.

1.2. Contrôle immunologique

La fromagerie vérifie que la matière première livrée est uniquement constituée de lait de chèvre et qu'aucun ajout de lait de vache n'a été effectué.

1.2.1. Matériel

- 1 gel d'agarose en boîte de Pétri
- Sérum anti-immunoglobulines bovines noté « Anti-Ig bovines »
- Lait de vache « V »

- Lait de chèvre pur « C »
- Echantillon de lait de chèvre noté « E1 »
- Echantillon de lait de chèvre noté « E2 »
- 1 emporte-pièce
- 1 pipette à piston P20 + cônes
- 1 chambre humide
- 1 gabarit fourni par le centre

1.2.2. Mode opératoire

Préparation des puits : creuser 5 puits dans le gel selon le gabarit fourni par le centre.

Répartition des puits : déposer 10 µL par puits. Les dépôts des 5 réactifs sont à organiser selon une disposition judicieusement choisie afin de rechercher la présence éventuelle de lait de vache dans les échantillons.

Diffusion : mettre en chambre humide à température ambiante pendant 24 à 48 heures.

1.2.3. Compte-rendu

Donner le nom de la technique utilisée.

Réaliser un plan de dépôt légendé sur la gabarit fourni par le centre, lequel sera restitué le second jour.

Détailler et justifier la composition du témoin positif et du témoin négatif.

2. CONTRÔLES DU LACTOSÉRUM (35,5 points)

2.1. Contrôle de pureté du lactosérum

L'ensemencement du lait en bactéries lactiques se fait uniquement avec du lactosérum issu des productions précédentes. Un suivi qualité est donc essentiel afin de vérifier l'absence de contamination.

2.1.1. Matériel

- Colorants de Gram
- Lames
- Milieux d'isolement sélectifs à demander
- Echantillon de lactosérum « LS »

2.1.2. Mode opératoire

Effectuer une coloration de Gram de l'échantillon de lactosérum « LS ».

L'examen microscopique donne seulement une première estimation basée sur la morphologie bactérienne qui doit être confirmée par isolement sur milieux spécifiques.

D'après les résultats de la coloration de Gram, réaliser un isolement sur les milieux adaptés choisis dans le tableau suivant :

Nom du milieu de culture	Microorganismes concernés
PCA	flore mésophile aérobie
Baird-Parker	<i>Staphylococcus aureus</i>
M17	streptocoques lactiques
VRBL	coliformes
TBX	<i>Escherichia coli</i>
MRS	lactobacilles
Sabouraud	champignons

2.1.3 Compte-rendu

Rédiger le compte rendu de l'observation du Gram sur l'**annexe A**.

Proposer une première conclusion quant à la pureté du lactosérum « LS ».

Compléter la demande de milieux sur l'**annexe A** qui est à remettre une heure avant la fin de l'épreuve. Les milieux seront alors distribués.

2.2. Contrôle de l'acidité du lactosérum

La fromagerie réalise le suivi d'acidité en cours de fabrication à l'aide de la mesure du degré Dornic (D). Elle souhaite vérifier la concentration massique en acide lactique par méthode enzymatique et la comparer à celle obtenue par méthode volumétrique (détermination du degré Dornic).

Selon la méthode Dornic, le dosage se fait à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium Dornic à $1/9 \text{ mol.L}^{-1}$ soit $0,111 \text{ mol.L}^{-1}$ et de bleu de thymol employé comme indicateur de pH : 1 mL d'hydroxyde de sodium Dornic neutralise 10 mg d'acide lactique.

Donnée : D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

2.2.1. Vérification de la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium « Dornic »

2.2.1.1. Matériel et réactifs

Fioles d'Erlenmeyer de 250 mL

Solution d'hydroxyde de sodium « étalon de contrôle NaOH »

Solution d'hydroxyde de sodium Dornic « NaOH Dornic »

Solution d'acide chlorhydrique « HCl » à $0,200 \text{ mol.L}^{-1}$

Vert de bromocrésol

2.2.1.2. Mode opératoire pour l'étalon de contrôle

Dans une fiole d'Erlenmeyer, introduire :

- 20 mL de la solution d'hydroxyde de sodium « étalon de contrôle NaOH » ;
- ajouter quelques gouttes de vert de bromocrésol ;
- doser par la solution d'acide chlorhydrique « HCl ».

Le pipetage sera montré à l'examineur.

2.2.1.3. Mode opératoire pour la solution d'hydroxyde de sodium « Dornic »

Dans une fiole d'Erlenmeyer, introduire :

- 20 mL de la solution d'hydroxyde de sodium « NaOH Dornic » ;
- ajouter quelques gouttes de vert de bromocrésol ;
- doser par la solution d'acide chlorhydrique « HCl ».

2.2.1.4. Compte-rendu

Compléter le tableau de résultats de l'**annexe B**.

A l'aide de l'instruction de travail de l'**annexe métrologie (p10 et 11)** :

- vérifier l'exactitude de la mesure grâce à l'« étalon de contrôle NaOH » ;
- déterminer la concentration molaire de la soude « NaOH Dornic » et conclure sur sa conformité.

Données :

Etalon NaOH de contrôle : $y_{\text{ref}} \pm U_{\text{ref}} = (0,200 \pm 0,004) \text{ mol.L}^{-1}$

$s_R = 0,003 \text{ mol.L}^{-1}$

$u_c = 0,001 \text{ mol.L}^{-1}$

2.2.2. Détermination de l'acidité Dornic du lactosérum

2.2.2.1. Matériel et réactifs

Fioles d'Erlenmeyer de 250 mL

Solution d'hydroxyde de sodium Dornic « NaOH Dornic »

Echantillon de « lactosérum ».

2.2.2.2. Mode opératoire pour l'étalon de contrôle (déjà réalisé, résultat donné en 2.2.2.4)

Dans une fiole d'Erlenmeyer, introduire :

- 10 mL de solution d'acide lactique d'étalon de contrôle ;
- ajouter quelques gouttes de bleu de thymol ;
- doser par la solution d'hydroxyde de sodium « NaOH Dornic ».

2.2.2.3. Mode opératoire pour le lactosérum

Dans une fiole d'Erlenmeyer, introduire :

- 10 mL de lactosérum ;
- ajouter quelques gouttes de bleu de thymol ;
- doser par la solution d'hydroxyde de sodium « NaOH Dornic ».

2.2.2.4. Compte-rendu.

Compléter le tableau de résultats de l'**annexe B**.

À l'aide de l'**annexe métrologie (p 10 et 11)**, vérifier l'exactitude de la mesure grâce à l'étalon de contrôle en utilisant les données suivantes :

- étalon acide lactique de contrôle : $y_{ref} \pm U_{ref} = (50,0 \pm 0,1) ^\circ D$; $s_R = 1,0 ^\circ D$;
- mesure de l'étalon de contrôle : $y_{EC} = 49,3 ^\circ D$.

Démontrer la formule littérale ci-dessous donnant l'équivalence entre le volume d'hydroxyde de sodium Dornic versé et le degré Dornic : $D = 10 \times V_{NaOH}$

Calculer l'acidité Dornic du « lactosérum » et conclure sur sa conformité.

Données :

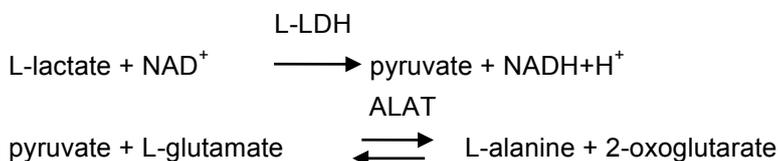
$$M_{\text{acide lactique}} = 90,1 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$u_c = 0,5 ^\circ D$$

2.2.3. Détermination de la concentration massique en acide lactique du lactosérum

2.2.3.1. Principe

Ce test enzymatique UV utilise la L-lactate déshydrogénase :



2.2.3.2. Matériel et réactifs

Coffret de dosage enzymatique, constitué de :

Réactif	Composition
Réactif R1	Tampon pH10
Réactif R2	NAD ⁺
Réactif R3	ALAT
Réactif R4	L-LDH

« lactosérum » à doser

Solution d'acide lactique « Etalon de contrôle » dilué au 1/100 (**dilution déjà réalisée**)

Pipettes à piston

Macrocuves

Fiole jaugée de 10 mL

2.2.3.3. Mode opératoire

Préparation de l'échantillon de lactosérum : réaliser 10 mL d'une dilution en eau désionisée au 1/100 du « lactosérum ».

Conditions opératoires :

- Longueur d'onde : 340 nm
- Trajet optique : 1 cm soit 10^{-2} m
- Température : ambiante
- Réglage du zéro du spectrophotomètre contre l'air

Protocole du dosage : Réaliser un témoin, un contrôle et un essai :

Réactifs et solutions	Témoin	Etalon de contrôle	Essai
Réactif R1 (mL)	1,000	1,000	1,000
Réactif R2 (mL)	0,200	0,200	0,200
Réactif R3 (mL)	0,020	0,020	0,020
Eau désionisée (mL)	1,000	0,900	0,900
« Etalon de contrôle » dilué au 1/100 (mL)		0,100	
« lactosérum » dilué au 1/100 (mL)			0,100
Mélanger. Après environ 5 minutes, lire l'absorbance des solutions A ₁ contre l'air. Déclencher la réaction par addition de :			
Réactif R4 (mL)	0,020	0,020	0,020
Mélanger. Attendre la fin de la réaction (30 minutes) et lire l'absorbance A ₂ contre l'air.			

La lecture au spectrophotomètre sera montrée à l'examineur.

2.2.3.4. Compte-rendu

Compléter le tableau de résultats de l'**annexe B**.

Démontrer la formule littérale ci-dessous donnant la concentration massique en acide lactique dans une solution à doser :

$$\rho = \frac{\Delta A \times V_{\text{cuve}} \times M_{\text{acide lactique}}}{\epsilon_{\text{NADH}} \times l_{\text{cuve}} \times V_{\text{échantillon}}} \times F$$

avec F : facteur de dilution.

Grâce à l'**annexe métrologie (p10 et 11)** :

- vérifier l'exactitude de la mesure grâce à l'« Etalon de contrôle » ;
- calculer la concentration massique en acide lactique du lactosérum et conclure sur sa conformité.

Données :

$$\epsilon_{\text{NADH}} = 6300 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} = 630 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$l_{\text{cuve}} = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Etalon de contrôle : } y_{\text{ref}} \pm U_{\text{ref}} = (5,02 \pm 0,16) \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \quad s_R = 0,6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Incertitude type composée sur la concentration massique d'acide lactique : $u_c = 0,18 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

$$M_{\text{acide lactique}} = 90,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

3. CONTRÔLE DE L'AFFINAGE (4,5 points)

La fromagerie est confrontée occasionnellement à la contamination de ses locaux d'affinage par des moisissures indésirables. Une souche fongique « M » a été prélevée sur les murs de la cave d'affinage. L'identification de son genre doit permettre de vérifier s'il s'agit d'une moisissure utile ou indésirable pour le fromage.

3.1. Matériel

- 1 souche de moisissure notée « M »
- 1 flacon de bleu de lactophénol
- 1 rouleau de ruban adhésif
- Pince, ciseaux, spatule
- Lames et lamelles

3.2. Mode opératoire

Effectuer l'examen macroscopique de la culture.

En utilisant les équipements de protection appropriés, réaliser la préparation puis l'observation microscopique de « M ».

3.3. Compte-rendu

Dessiner un champ microscopique caractéristique. Le montrer à l'examineur en même temps que le champ microscopique représenté.

A l'aide du de l'annexe moisissures (p7), identifier le genre de la moisissure.

Conclure.

ANNEXE A À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

Examen microscopique :

Demande justifiée de milieux :

ANNEXE B À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

Contrôle de l'acidité du lactosérum :

	Volume d'acide chlorhydrique versé (mL)
« NaOH Dornic »	
« étalon de contrôle NaOH »	

	Volume de « NaOH Dornic » versé (mL)
« lactosérum »	

Détermination de la concentration massique en acide lactique du lactosérum :

	Témoin	Etalon de contrôle	Essai
A1			
A2			
ΔA			

Deuxième jour : 1 h

1. CONTRÔLE IMMUNOLOGIQUE DU LAIT DE CHÈVRE

1.1. Lecture

Repérer les arcs de précipitation sur fond noir.

1.2. Compte-rendu

Sur le plan de dépôt réalisé le premier jour, représenter sous forme d'un schéma les résultats obtenus.

Analyser ces résultats et conclure sur la pureté du lait de chèvre.

La technique d'Ouchterlony, utilisée pour cette analyse, ne donne qu'un résultat qualitatif. Expliquer.

Indiquer le nom et préciser le mode opératoire d'une méthode qui permettrait d'aboutir à un résultat quantitatif.

2. DÉNOMBREMENT DE LA FLORE MÉSOPHILE AÉROBIE

Effectuer la lecture des boîtes de dénombrement.

Présenter les résultats sous forme de tableau.

Exprimer le résultat du dénombrement des microorganismes mésophiles aérobies en se référant à l'**annexe dénombrement page 6**.

Conclure sur la qualité du lait cru testé.

Donnée :

Le lait cru utilisé pour la fabrication du fromage ne doit pas contenir plus de 10^5 UFC.mL⁻¹.

3. CONTRÔLE DE PURETÉ DU LACTOSÉRUM

Réaliser la lecture des isollements sur milieux spécifiques.

Effectuer l'orientation des microorganismes isolés ; les résultats de l'examen microscopique notés sur l'**annexe A** du premier jour seront donnés par l'examineur.

Conclure sur la pureté du lactosérum « LS ».

ENTREPRISE DE STEAKS HACHÉS FRAIS

L'entreprise « X » a comme principale activité la production et la commercialisation de steaks hachés frais. Face à la multiplication des crises dans le domaine alimentaire et leur impact économique pour les entreprises qui les subissent, l'entreprise a embauché un responsable qualité, M. « Y ».

1. RÉORGANISATION DU FONCTIONNEMENT DE L'ENTREPRISE (20 points)

Afin de formaliser la démarche dans laquelle s'engage l'entreprise X, le nouveau responsable qualité propose la mise en place d'un système qualité basé sur la norme ISO 9001:2008.

1.1. Système qualité

Présenter le modèle cyclique d'amélioration continue.

1.2. Approche processus

Une des premières tâches entreprise par M. Y est d'appliquer à l'entreprise un des huit principes de l'ISO 9001:2008 : l'approche processus.

1.2.1 Citer trois des autres principes sur lesquels s'appuie la norme ISO 9001:2008.

Bien que la réalisation d'une cartographie des processus ne soit pas exigée par la norme, M. Y a choisi d'utiliser ce moyen graphique de présentation des processus de l'entreprise. Il est possible de décrire le fonctionnement de l'entreprise notamment par trois grands processus : la réalisation, le pilotage, le support, comme c'est le cas dans l'**annexe A**.

1.2.2. Expliquer ce que sont les processus « pilotage », « réalisation » et « support » à l'aide d'une phrase pour chacun d'eux.

1.2.3. Positionner ces trois processus sur l'annexe À. Compléter l'annexe A en indiquant les relations entre ces trois processus. Pour cela, utiliser les expressions suivantes : besoins, informations, objectifs, ressources.

1.2.4. Présenter deux avantages et deux inconvénients liés à l'utilisation de ce type de représentation graphique.

1.2.5. Les processus de l'entreprise peuvent également être décrits à l'aide de documents organisationnels appelés « fiches processus ». Proposer les éléments que pourrait contenir une « fiche processus ».

1.3. Finalité de la démarche

1.3.1. Expliquer l'intérêt à mettre en place l'ISO 9001:2008 pour l'entreprise X.

1.3.2. Définir le terme « certification ».

1.3.3. Indiquer, en justifiant, si la norme ISO 9001:2008 est obligatoire pour l'entreprise X.

2. MISE EN CONFORMITÉ

(27 points)

2.1. Réglementation

2.1.1. A l'aide des **annexes 1 à 3**, répondre aux questions suivantes.

Indiquer les contrôles microbiologiques obligatoires à effectuer sur les produits fabriqués par l'entreprise X.

Justifier la réponse à l'aide du cadre réglementaire.

Classer les contrôles en critères de sécurité ou d'hygiène.

Conclure quant à la conformité des contrôles réalisés.

2.1.2. Préciser les modalités des prélèvements d'échantillons microbiologiques devant être réalisés par l'entreprise X. Justifier réglementairement la réponse et conclure quant à la conformité des prélèvements réalisés.

2.2. Méthode HACCP

L'arrivée de M. Y représente l'opportunité pour l'entreprise X de revoir son plan HACCP. Il est d'usage de commencer la démarche par une analyse des dangers, notamment ceux auxquels la notion de risque est systématiquement associée.

2.2.1. Danger et risque

2.2.1.1. Définir les termes « danger » et « risque ».

2.2.1.2. Illustrer par un exemple concret choisi dans le cadre de l'activité de l'entreprise X les notions de « danger » et « risque » précédemment définis.

2.2.1.3. A partir de l'exemple donné, montrer qu'il est plus efficace d'agir sur le danger que sur le risque.

2.2.2. Analyse quantitative des dangers

Au cours de l'analyse, chaque danger se voit attribuer une note de criticité, notée « C ».

2.2.2.1. Expliquer le calcul de la criticité et préciser la signification des trois paramètres impliqués.

2.2.2.2. Discuter l'intérêt de ce calcul dans l'étude HACCP.

2.2.3. Hiérarchisation des mesures de maîtrise des dangers

2.2.3.1. M. Y souhaite que les notions de « Prp » et « PrpOp » (dont les définitions sont rappelées en **annexe 4**) soient intégrées au système HACCP. Proposer, en justifiant les choix, un classement sous forme de tableau en CCP, Prp et Prp Op des mesures de maîtrise des dangers données dans l'**annexe 4**.

2.2.3.2. Citer un outil simple et efficace permettant d'effectuer le classement en CCP, PrpOp, et expliquer le fonctionnement de cet outil.

2.2.3.3. Justifier l'intérêt de l'emploi des Prp et PrpOp par rapport aux CCP pour l'HACCP.

3. MAÎTRISE STATISTIQUE DES PROCÉDÉS

(25 points)

3.1. Contrôles microbiologiques

Du fait de leur composition et de leur mode de fabrication, les produits carnés et plus particulièrement la viande hachée sont un milieu favorable au développement microbien. La réglementation impose par conséquent un contrôle microbiologique rigoureux et adapté.

3.1.1. Expliquer les modalités du contrôle microbiologique pour la recherche d'*E.coli* dans les produits de l'entreprise X, prévues par le règlement européen 2073/2005 présenté en **annexe 3**.

3.1.2. L'**annexe B** présente des résultats de contrôles effectués dans le cadre de la recherche d'*E.coli*. Préciser et justifier les décisions qui devraient être prises face aux situations présentées dans l'**annexe B**. Compléter l'**annexe B**.

3.2. Plan d'échantillonnage

Dans le cadre d'un contrôle des lots de produits finis, M. Y souhaite réactualiser le plan d'échantillonnage existant en le remplaçant par un autre, basé sur le contrôle par attributs des individus des échantillons.

3.2.1. Préciser la signification de l'expression « contrôle par attributs ».

3.2.2. Définir le « NQA » et le « risque client ».

3.2.3. Les nouveaux critères attendus par l'entreprise sont présentés dans l'**annexe 5**. Déterminer, en utilisant la table de Cameron de l'**annexe 6**, les paramètres du plan d'échantillonnage simple envisagé.

3.2.4. Comparer l'efficacité de ce plan à celui qui existait jusqu'alors dans l'entreprise.

4. PROMOTION DES PRODUITS DE L'ENTREPRISE

(8 points)

La direction de l'entreprise X souhaite faire valoir son engagement en faveur de la qualité et de l'environnement en obtenant une reconnaissance de ses produits.

4.1. Choix des signes d'identification de la qualité et de l'origine (S.I.Q.O.)

4.1.1. Le choix de l'entreprise X s'est porté sur le signe « Agriculture Biologique ». Rappeler les principales exigences liées à ce signe, par rapport à l'aspect environnemental.

4.1.2. Citer deux autres S.I.Q.O. reconnus par les pouvoirs publics français ou européens.

4.1.3. Quatre logos pour signaler la certification « Agriculture Biologique » des produits fabriqués par l'entreprise X sont proposés dans l'**annexe 7**. Pour chacun d'eux, indiquer s'il est autorisé par la réglementation ; justifier la réponse.

4.2. Autre certification

Pour faire reconnaître sa démarche de respect de l'environnement, l'entreprise peut également se faire certifier selon les exigences d'une norme internationale.

4.2.1. Indiquer le nom complet de la norme concernée.

4.2.2. Expliquer en quoi cette démarche de certification est différente d'une démarche de certification de produit.

ANNEXE 1

ACTIVITÉ PRINCIPALE DE L'ENTREPRISE « X »

- Fabrication de steaks hachés frais préemballés 100 % bœuf, à partir de quartiers de bœuf ou de pièces de bœuf avec os, soigneusement sélectionnés (viande bovine française exclusivement), destinés soit à une consommation après cuisson, soit consommés crus en tartare.
- Commercialisation et livraison des produits de l'entreprise auprès de grossistes ou de marques de distributeurs sur le marché européen.

ANNEXE 2

CONTRÔLES RÉALISÉS DANS L'ENTREPRISE

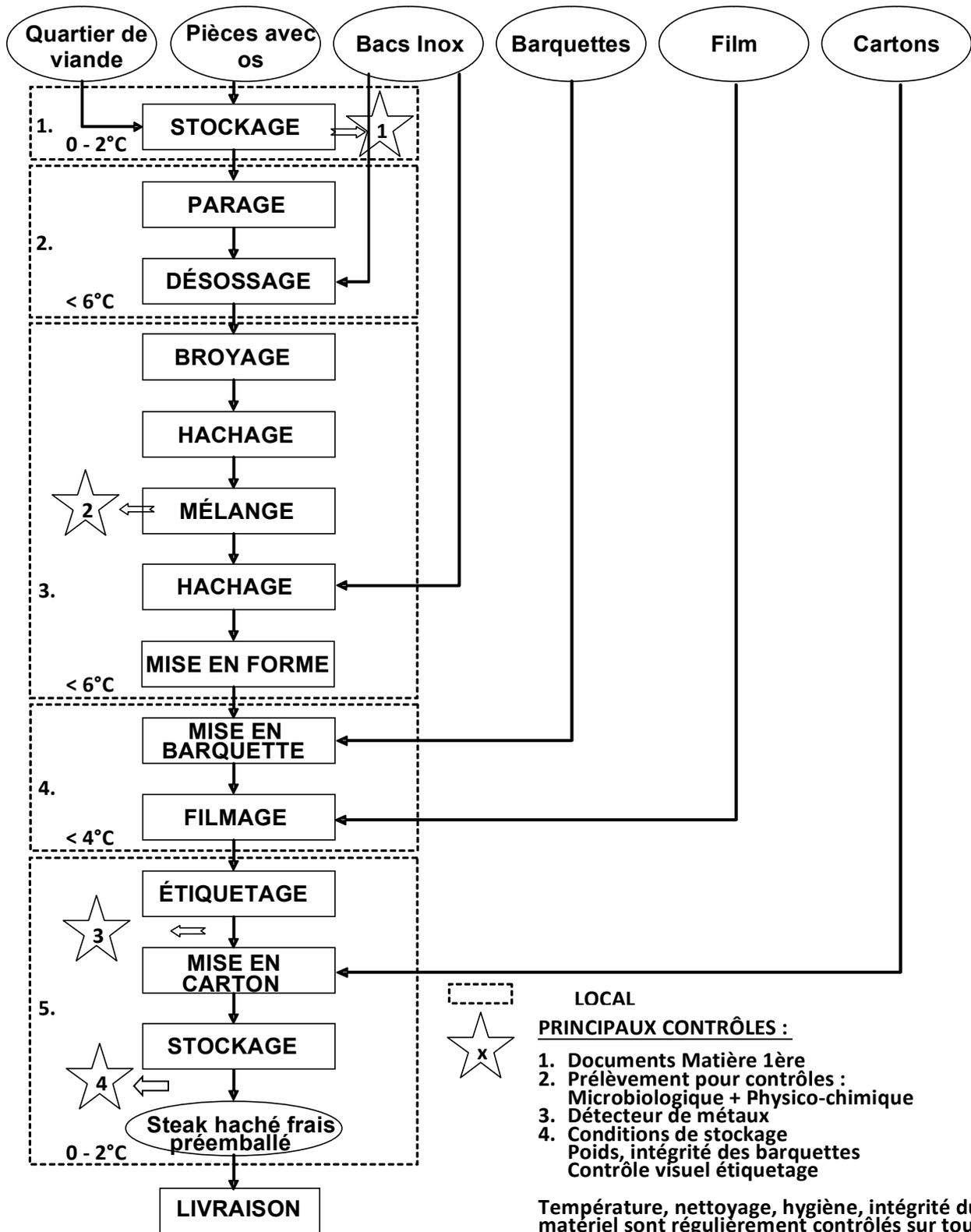
1^{ère} partie : Contrôles microbiologiques

- Un échantillon de 125 g de viande hachée est prélevé par le responsable production une fois par semaine, tout le mercredi sur la mûlée juste avant la mise en forme, dans l'atelier hachage.
- Cet échantillon est envoyé à un laboratoire indépendant accrédité pour le contrôle microbiologique des salmonelles, des *E.coli* et de la flore aérobie totale.

(Suite de l'annexe 2 page suivante)

ANNEXE 2

2^{ème} partie : Diagramme de fabrication des steaks hachés et contrôles



Dispositions particulières concernant les essais et l'échantillonnage

1. Les méthodes d'analyse ainsi que les plans et méthodes d'échantillonnage définis à l'annexe I sont appliqués comme méthodes de référence.

2. Des échantillons sont prélevés sur les lieux de transformation et le matériel utilisé dans la production de denrées alimentaires lorsque ces prélèvements sont nécessaires pour s'assurer du respect des critères. Pour ces prélèvements, la norme ISO/DIS 18593 est utilisée comme méthode de référence.

Les exploitants du secteur alimentaire qui fabriquent des denrées alimentaires prêtes à être consommées susceptibles de présenter un risque pour la santé publique lié à *Listeria monocytogenes* prélèvent des échantillons sur les lieux de transformation et sur le matériel utilisé en vue de détecter la présence de *Listeria monocytogenes* dans le cadre de leur plan d'échantillonnage.

Les exploitants du secteur alimentaire qui fabriquent des préparations en poudre pour nourrissons ou des denrées alimentaires en poudre destinées à des fins médicales spéciales pour nourrissons de moins de six mois, présentant un risque lié à *Enterobacter sakazakii*, surveillent les lieux de transformation et le matériel utilisé en vue de détecter la présence d'*Enterobacteriaceae* dans le cadre de leur plan d'échantillonnage.

3. Le nombre d'unités à prélever suivant les plans d'échantillonnage définis à l'annexe I peut être réduit si l'exploitant du secteur alimentaire est en mesure de démontrer, par une documentation historique, qu'il dispose de procédures efficaces fondées sur les principes HACCP.

4. Si les essais visent à évaluer précisément l'acceptabilité d'un lot de denrées alimentaires ou d'un procédé déterminé, il faut respecter au minimum les plans d'échantillonnage définis à l'annexe I.

5. Les exploitants du secteur alimentaire peuvent utiliser d'autres procédures d'échantillonnage et d'essai lorsqu'ils sont en mesure de démontrer, à la satisfaction de l'autorité compétente, que ces procédures fournissent des garanties au moins équivalentes. Ces procédures peuvent prévoir le recours à d'autres sites d'échantillonnage et à des analyses de tendances.

Des essais fondés sur d'autres microorganismes et limites microbiologiques connexes ainsi que des essais fondés sur des analytes non microbiologiques ne sont autorisés que pour les critères d'hygiène des procédés.

Le recours à d'autres méthodes d'analyse est autorisé lorsque les méthodes sont validées par rapport à la méthode de référence définie à l'annexe I et, s'il s'agit de méthodes commercialisées, certifiées par une tierce partie, conformément au protocole défini dans la norme EN/ISO 16140 ou à d'autres protocoles analogues reconnus au niveau international.

Si l'exploitant du secteur alimentaire souhaite utiliser d'autres méthodes d'analyse que les méthodes validées et certifiées décrites à l'alinéa 3 ci-dessus, ces méthodes doivent être validées conformément aux protocoles reconnus au niveau international, et leur utilisation doit être autorisée par l'autorité compétente.

[...]

ANNEXE I**Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires**

Chapitre 1	Critères de sécurité des denrées alimentaires
Chapitre 2	Critères d'hygiène des procédés
2.1	Viandes et produits à base de viande
2.2	Lait et produits laitiers
2.3	Ovoproduits
2.4	Produits de la pêche
2.5	Légumes, fruits et produits à base de légumes et de fruits
Chapitre 3	Règles de prélèvement et de préparation des échantillons à analyser
3.1	Règles générales de prélèvement et de préparation des échantillons à analyser
3.2	Échantillonnage bactériologique dans les abattoirs et les lieux de production de viandes hachées et de préparations de viande

Chapitre 2 Critères d'hygiène des procédés

Chapitre 1 Critères de sécurité des denrées alimentaires

Catégorie de denrées alimentaires	Micro-organismes/toxines, mététabolites	Plan d'échantillonnage (1)			Limites (2)		Méthode d'analyse de référence (3)	Stade d'application du critère
		n	c	m	M			
1.1 Denrées alimentaires prêtes à être consommées destinées aux nourrissons et denrées alimentaires prêtes à être consommées destinées à des fins médicales spéciales (4)	<i>Listeria monocytogenes</i>	10	0	Absence dans 25 g		EN/ISO 11290-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation	
1.2 Denrées alimentaires prêtes à être consommées pouvant favoriser le développement de <i>L. monocytogenes</i> , autres que celles destinées aux nourrissons ou à des fins médicales spéciales	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100 UFC/g (5)		EN/ISO 11290-2 (6)	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation	
1.3 Denrées alimentaires prêtes à être consommées ne favorisant pas le développement de <i>L. monocytogenes</i> , autres que celles destinées aux nourrissons ou à des fins médicales spéciales (4) (8)	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	Absence dans 25 g (7)		EN/ISO 11290-1	Avant que la denrée alimentaire n'ait quitté le contrôle immédiat de l'exploitant du secteur alimentaire qui l'a fabriquée	
1.4 Viande hachée et préparations de viande destinées à être consommées crues	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		EN/ISO 6579	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation	
1.5 Viande hachée et préparations de viande de volailles destinées à être consommées cuites	<i>Salmonella</i>	5	0	À partir du 1 ^{er} janvier 2006 Absence dans 10 g À partir du 1 ^{er} janvier 2010 Absence dans 25 g		EN/ISO 6579	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation	
1.6 Viande hachée et préparations de viande d'autres espèces que les volailles destinées à être consommées cuites	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 10 g		EN/ISO 6579	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation	
1.7 Viandes séparées mécaniquement (9)	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 10 g		EN/ISO 6579	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation	
1.8 Produits à base de viande destinés à être consommés crus, excepté les produits dont le procédé de fabrication ou la composition permettent de supprimer le risque salmonelles	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		EN/ISO 6579	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation	
1.9 Produits à base de viande de volaille destinés à être consommés cuits	<i>Salmonella</i>	5	0	À partir du 1 ^{er} janvier 2006 Absence dans 10 g À partir du 1 ^{er} janvier 2010 Absence dans 25 g		EN/ISO 6579	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation	

Les alinéas (1) à (9) du tableau de la page précédente sont expliqués ci-dessous.

(1) n = nombre d'unités constituant l'échantillon ; c = nombre d'unités d'échantillonnage donnant des valeurs comprises entre m et M .

(2) Pour les points 1.1 à 1.25, $m = M$.

(3) Il y a lieu d'utiliser l'édition la plus récente de la norme.

(4) Des essais périodiques fondés sur ce critère ne sont pas utiles, en temps normal, pour les denrées alimentaires prêtes à consommer suivantes :

- denrées alimentaires ayant fait l'objet d'un traitement thermique ou d'une autre transformation efficace pour éliminer *L. monocytogenes*, lorsque la recontamination n'est pas possible après ce traitement (par exemple les produits traités thermiquement dans leur emballage final),

- fruits et légumes frais, non découpés et non transformés, à l'exception des graines germées,

- pain, biscuits et produits similaires,

- eaux, boissons non alcoolisées, bière, cidre, vin, boissons spiritueuses en bouteille ou conditionnés et produits similaires,

- sucre, miel et confiserie, y compris les produits à base de cacao et de chocolat,

- mollusques bivalves vivants.

(5) Ce critère est applicable lorsque le fabricant est en mesure de démontrer, à la satisfaction de l'autorité compétente, que le produit respectera la limite de 100 ufc/g pendant toute la durée de conservation. L'exploitant peut fixer, pendant le procédé, des valeurs intermédiaires suffisamment basses pour garantir que la limite de 100 ufc ne sera pas dépassée au terme de la durée de conservation.

(6) 1 ml d'inoculum est déposé sur une boîte de Petri d'un diamètre de 140 mm ou sur trois boîtes de Petri d'un diamètre de 90 mm.

(7) Ce critère est applicable aux produits avant qu'ils n'échappent à la maîtrise immédiate de l'exploitant du secteur alimentaire, lorsque celui-ci n'est pas en mesure de démontrer, à la satisfaction de l'autorité compétente, que le produit respectera la limite de 100 ufc/g pendant toute la durée de conservation.

(8) Les produits pour lesquels $pH \leq 4,4$ ou $aw \leq 0,92$, les produits pour lesquels $pH \leq 5,0$ et $aw \leq 0,94$, les produits à durée de conservation inférieure à 5 jours appartiennent automatiquement à cette catégorie. D'autres genres de produits peuvent aussi appartenir à cette catégorie, sous réserve d'une justification scientifique.

(9) Ce critère est applicable aux viandes séparées mécaniquement produites par les techniques visées au chapitre III, paragraphe 3, de la section V de l'annexe III du règlement (CE) no 853/2004 du Parlement européen et du Conseil.

[...]

Interprétation des résultats des analyses

Les limites indiquées s'appliquent à chaque unité d'échantillon analysée, à l'exception des mollusques bivalves vivants et des échinodermes, tuniciers et gastropodes vivants pour lesquels, s'agissant de la recherche d'*E.coli*, la limite s'applique à un échantillon groupé.

Les résultats des analyses révèlent la qualité microbiologique du lot contrôlé (1).

L. monocytogenes dans les denrées alimentaires prêtes à être consommées destinées aux nourrissons et à des fins médicales spéciales :

- qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées indiquent l'absence de la bactérie,

- qualité insuffisante lorsque la présence de la bactérie est détectée dans une unité de l'échantillon.

L. monocytogenes dans les denrées alimentaires prêtes à être consommées permettant le développement de *L. monocytogenes* avant que la denrée alimentaire n'ait quitté le contrôle immédiat de l'opérateur qui l'a fabriquée, lorsque celui-ci n'est pas en mesure de démontrer que ces produits ne dépasseront pas la valeur limite de 100 ufc/g pendant leur durée de conservation :

- qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées indiquent l'absence de la bactérie,

- qualité insuffisante lorsque la présence de la bactérie est détectée dans une unité de l'échantillon.

L. monocytogenes dans les autres denrées alimentaires prêtes à être consommées et *E.coli* dans les mollusques bivalves vivants :

- qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées sont \leq à la limite,

- qualité insuffisante lorsque l'une des valeurs est $>$ à la limite.

Salmonella dans les différentes catégories de denrées alimentaires :

- qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées indiquent l'absence de la bactérie,

- qualité insuffisante lorsque la présence de la bactérie est détectée dans une unité de l'échantillon. [...]

Chapitre 2 Critères d'hygiène des procédés

Catégorie de denrées alimentaires	Micro-organismes	Plan d'échantillonnage (1)		Limites (2)		Méthode d'analyse de référence (3)	Stade d'application du critère	Action en cas de résultats insatisfaisants
		n	c	m	M			
2.1.5 Carcasses de volailles: poulets et dimonds	<i>Salmonella</i>	50 (5)	7 (6)	Absence dans 25 g d'un échantillon groupé de peau du cou		EN/ISO 6579	Carcasses après l'habillage, mais avant le ressuage	Améliorations de l'hygiène de l'abattage et réexamen des contrôles de procédé, de l'origine des animaux et des mesures de biosécurité dans les exploitations d'origine
				5	2			
2.1.6 Viande hachée	Nombre de colonies aérobies (7)	5	2	50 ufc/g		ISO 16649-1 ou 2	Fin du procédé de fabrication	Améliorations de l'hygiène de production et améliorations de la sélection et/ou de l'origine des matières premières
				5	2			
2.1.7 Viandes séparées mécaniquement (9)	Nombre de colonies aérobies	5	2	5 × 10 ⁵ ufc/g		ISO 4833	Fin du procédé de fabrication	Améliorations de l'hygiène de production et améliorations de la sélection et/ou de l'origine des matières premières
				5	2			
2.1.8 Préparations à base de viande	<i>E. coli</i> (8)	5	2	500 ufc/g		ISO 16649-1 ou 2	Fin du procédé de fabrication	Améliorations de l'hygiène de production et améliorations de la sélection et/ou de l'origine des matières premières
				5	2			

(1) n = nombre d'unités constituant l'échantillon; c = nombre d'unités d'échantillonnage donnant des valeurs comprises entre m et M.

(2) Pour les points 2.1.3 à 2.1.5, m = M.

(3) Il convient d'utiliser l'édition la plus récente de la norme.

(4) Ces limites (m et M) ne s'appliquent qu'aux échantillons prélevés par la méthode destructive. Le log moyen quotidien est calculé en prenant un log de chacun des différents résultats d'analyse et en calculant ensuite la moyenne de ces logs.

(5) Les 50 échantillons sont prélevés au cours de dix échantillonnages consécutifs conformément aux règles et fréquences d'échantillonnage fixées dans le présent règlement.

(6) Nombre d'échantillons où la présence de salmonelles est détectée. La valeur c est soumise à réexamen afin de prendre en compte les progrès réalisés en matière de réduction de la prévalence des salmonelles. Les États membres ou les régions où la prévalence des salmonelles est faible peuvent utiliser des valeurs c moins élevées même avant le réexamen.

(7) Ce critère ne s'applique pas aux viandes hachées produites au détail lorsque la durée de conservation est inférieure à 24 heures.

(8) *E. coli* est utilisée ici comme indicateur de contamination fécale.

[...]

Interprétation des résultats des analyses

Les limites indiquées s'appliquent à chaque unité d'échantillon analysée, à l'exception des carcasses pour lesquelles les limites s'appliquent à des échantillons groupés.

Les résultats des analyses révèlent la qualité microbiologique du procédé contrôlé.

Nombre d'*Enterobacteriaceae* et de colonies aérobies dans les carcasses de bovins, d'ovins, de caprins, d'équidés et de porcins :

- qualité satisfaisante lorsque la moyenne quotidienne est $\leq m$,
- qualité acceptable lorsque la moyenne quotidienne se situe entre m et M ,
- qualité insuffisante lorsque la moyenne quotidienne est $> M$.

Salmonella dans les carcasses :

- qualité satisfaisante lorsque la présence de *Salmonella* est détectée dans un nombre maximal d'échantillons de c/n ,
- qualité insuffisante lorsque la présence de *Salmonella* est détectée dans un nombre d'échantillons supérieur à c/n .

Après chaque échantillonnage, il est procédé à une analyse des résultats des dix derniers échantillonnages pour obtenir le nombre d'échantillons n .

Nombre d'*E.coli* et de colonies aérobies dans la viande hachée et les préparations à base de viande:

- qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées sont $\leq m$,
- qualité acceptable lorsqu'un maximum de c/n valeurs se situe entre m et M , et que le reste des valeurs observées est $\leq m$,
- qualité insuffisante lorsqu'une ou plusieurs valeurs observées sont $> M$ ou lorsque plus de c/n valeurs se situent entre m et M .

[...]

Chapitre 3 Règles de prélèvement et de préparation des échantillons à analyser

3.1 Règles générales de prélèvement et de préparation des échantillons à analyser

En l'absence de règles plus spécifiques concernant le prélèvement et la préparation des échantillons à analyser, il convient de se référer aux normes correspondantes de l'ISO (International organisation for standardisation) et aux lignes directrices du *Codex alimentarius*.

3.2 Échantillonnage bactériologique dans les abattoirs et les lieux de production de viandes hachées et de préparations à base de viande.

[...]

Fréquences d'échantillonnage des carcasses, des viandes hachées, des préparations de viande et des viandes séparées mécaniquement

Les exploitants du secteur alimentaire des abattoirs ou des établissements producteurs de viande hachée, de préparations de viande ou de viande séparée mécaniquement prélèvent au moins une fois par semaine des échantillons destinés à une analyse microbiologique. Le jour de l'échantillonnage doit être modifié chaque semaine de manière à ce que chaque jour de la semaine soit couvert.

Pour les échantillonnages de viande hachée et de préparations à base de viande destinés aux analyses portant sur *E.coli* et le nombre de colonies aérobies, ainsi que pour les échantillonnages de carcasses destinés aux analyses portant sur les *Enterobacteriaceae* et le nombre de colonies aérobies, cette fréquence peut être réduite à une fois tous les quinze jours si des résultats satisfaisants sont obtenus six semaines d'affilée.

Pour les prélèvements d'échantillons de viande hachée, de préparations de viande et de carcasses destinés aux analyses portant sur *Salmonella*, cette fréquence peut être réduite à une fois tous les quinze jours si des résultats satisfaisants sont obtenus trente semaines d'affilée.

[...]

ANNEXE 4

PROGRAMMES PRÉ-REQUIS ET PROGRAMMES PRÉ-REQUIS OPÉRATIONNELS

Prp

Les programmes pré-requis, ou Prp, correspondent aux conditions et activités de base nécessaires pour maintenir tout au long de la chaîne alimentaire un environnement hygiénique approprié à la production, à la manutention et à la mise en place de produits sûrs et de denrées alimentaires sûres pour la consommation humaine.

PrpOp

Un programme pré-requis opérationnel, ou PrpOp, correspond à une mesure de maîtrise ciblée, spécifique d'un danger donné. Contrairement au Prp, le PrpOp est lié à une opération bien définie du processus. A la différence d'un CCP, il ne peut pas être mesuré à une fréquence permettant d'agir avant que la défaillance ne survienne. Si la surveillance n'est pas continue ou si le résultat du mesurage ne permet pas de conclure immédiatement à la maîtrise du danger considéré (absence de limite critique), il s'agit d'un PrpOp et non d'un CCP.

Exemples de mesures de maîtrise des dangers

- plan de nettoyage et de désinfection
- mesures d'hygiène individuelle
- plan de lutte contre les nuisibles
- contrôle automatisé et continu de l'étanchéité de l'emballage en ligne
- contrôle informatisé des températures des locaux de fabrication
- contrôle automatisé (caméra + logiciel) de l'étiquetage
- formation du personnel à l'hygiène alimentaire
- détecteur de métaux avant encartonnage
- conditions de stockage
- règles d'habillement et vêtements du personnel

ANNEXE 5

MAÎTRISE STATISTIQUE DES PROCÉDÉS

Plan d'échantillonnage en vigueur

Plan d'échantillonnage simple de l'entreprise pour le contrôle des lots de steaks hachés frais préemballés en contrôle normal (matière grasse, poids, protéines, étiquetage, intégrité des emballages, microbiologie, ...) :

- taille des lots : 1000 barquettes
- taille de l'échantillon : $n = 80$
- NQA choisi de 1 % ; NQL (niveau de qualité limite) choisi à 8 %
- $P_{95} = 0,7 \%$; $P_{10} = 8,2 \%$; Critère d'acceptation : $A = 3$
- risque client = $\beta = 10 \%$; risque fournisseur = $\alpha = 5 \%$

Nouveaux critères attendus pour la modification du plan d'échantillonnage

- taille des lots non modifiée
- NQA et NQL non modifiés
- $P_{95} = \text{NQA}$; $P_{10} = \text{NQL}$
- risque client et risque fournisseur non modifiés

Remarque

Pour les plans d'échantillonnage simples, le critère de refus « R » est égal au critère d'acceptation « A » plus un : $R = A + 1$.

ANNEXE 6

TABLE DE CAMERON

Consignes d'utilisation :

1. Calculer le rapport $R = (P_{10} / P_{95})$ avec $P_{95} \approx NQA$ et $P_{10} \approx NQL$ (NQL : niveau de qualité limite).
2. En fonction des valeurs de risque α et β choisis dans le plan d'échantillonnage, consulter la colonne correspondante du tableau, et choisir la valeur donnée de (p_2 / p_1) immédiatement inférieure ou égale à R .
3. Relever la valeur du critère d'acceptation « c » à gauche sur la même ligne.
4. Relever la valeur « np_1 » à droite sur la même ligne ; calculer la taille de l'échantillon à prélever en divisant cette valeur de « np_1 » par la valeur donnée du NQA – arrondir à l'entier supérieur.

TABLE DE J.M. CAMERON									
Valeurs du rapport $\frac{P_2}{P_1}$ pour $\alpha = 0,05$ et $\beta = 0,10; \beta = 0,05; \beta = 0,01$					Valeurs du rapport $\frac{P_2}{P_1}$ pour $\alpha = 0,01$ et $\beta = 0,10; \beta = 0,05; \beta = 0,01$				
c	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,05$	np_1	c	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,01$	np_1
	$\beta = 0,10$	$\beta = 0,05$	$\beta = 0,01$			$\beta = 0,10$	$\beta = 0,05$	$\beta = 0,01$	
0	44,890	58,404	89,781	0,052	0	229,105	298,073	458,210	0,010
1	10,946	13,349	18,681	0,355	1	26,184	31,933	44,686	0,149
2	6,509	7,699	10,280	0,818	2	12,206	14,439	19,278	0,436
3	4,890	5,675	7,352	1,366	3	8,115	9,418	12,202	0,823
4	4,057	4,646	5,890	1,970	4	6,249	7,156	9,072	1,279
5	3,549	4,023	5,017	2,613	5	5,195	5,889	7,343	1,785
6	3,206	3,604	4,435	3,286	6	4,520	5,082	6,253	2,330
7	2,957	3,303	4,019	3,981	7	4,050	4,524	5,506	2,906
8	2,768	3,074	3,707	4,695	8	3,705	4,115	4,962	3,507
9	2,618	2,895	3,462	5,426	9	3,440	3,803	4,548	4,130
10	2,497	2,750	3,265	6,169	10	3,229	3,555	4,222	4,771
11	2,397	2,630	3,104	6,924	11	3,058	3,354	3,959	5,428
12	2,312	2,528	2,968	7,690	12	2,915	3,188	3,742	6,099
13	2,240	2,442	2,852	8,464	13	2,795	3,047	3,559	6,782
14	2,177	2,367	2,752	9,246	14	2,692	2,927	3,403	7,477
15	2,122	2,302	2,665	10,035	15	2,603	2,823	3,269	8,181
16	2,073	2,244	2,588	10,831	16	2,524	2,732	3,151	8,895
17	2,029	2,192	2,520	11,633	17	2,455	2,652	3,048	9,616
18	1,990	2,145	2,458	12,442	18	2,393	2,580	2,956	10,346
19	1,954	2,103	2,403	13,254	19	2,337	2,516	2,874	11,082
20	1,922	2,065	2,352	14,072	20	2,287	2,458	2,799	11,825
21	1,892	2,030	2,307	14,894	21	2,241	2,405	2,733	12,574
22	1,865	1,999	2,265	15,719	22	2,200	2,357	2,671	13,329
23	1,840	1,969	2,226	16,548	23	2,162	2,313	2,615	14,088
24	1,817	1,942	2,191	17,382	24	2,126	2,272	2,564	14,853
25	1,795	1,917	2,158	18,218	25	2,094	2,235	2,516	15,623
26	1,775	1,893	2,127	19,058	26	2,064	2,200	2,472	16,397
27	1,757	1,871	2,098	19,900	27	2,035	2,168	2,431	17,175
28	1,739	1,850	2,071	20,746	28	2,009	2,138	2,393	17,957
29	1,723	1,831	2,046	21,594	29	1,985	2,110	2,358	18,742
30	1,707	1,813	2,023	22,444	30	1,962	2,083	2,324	19,532

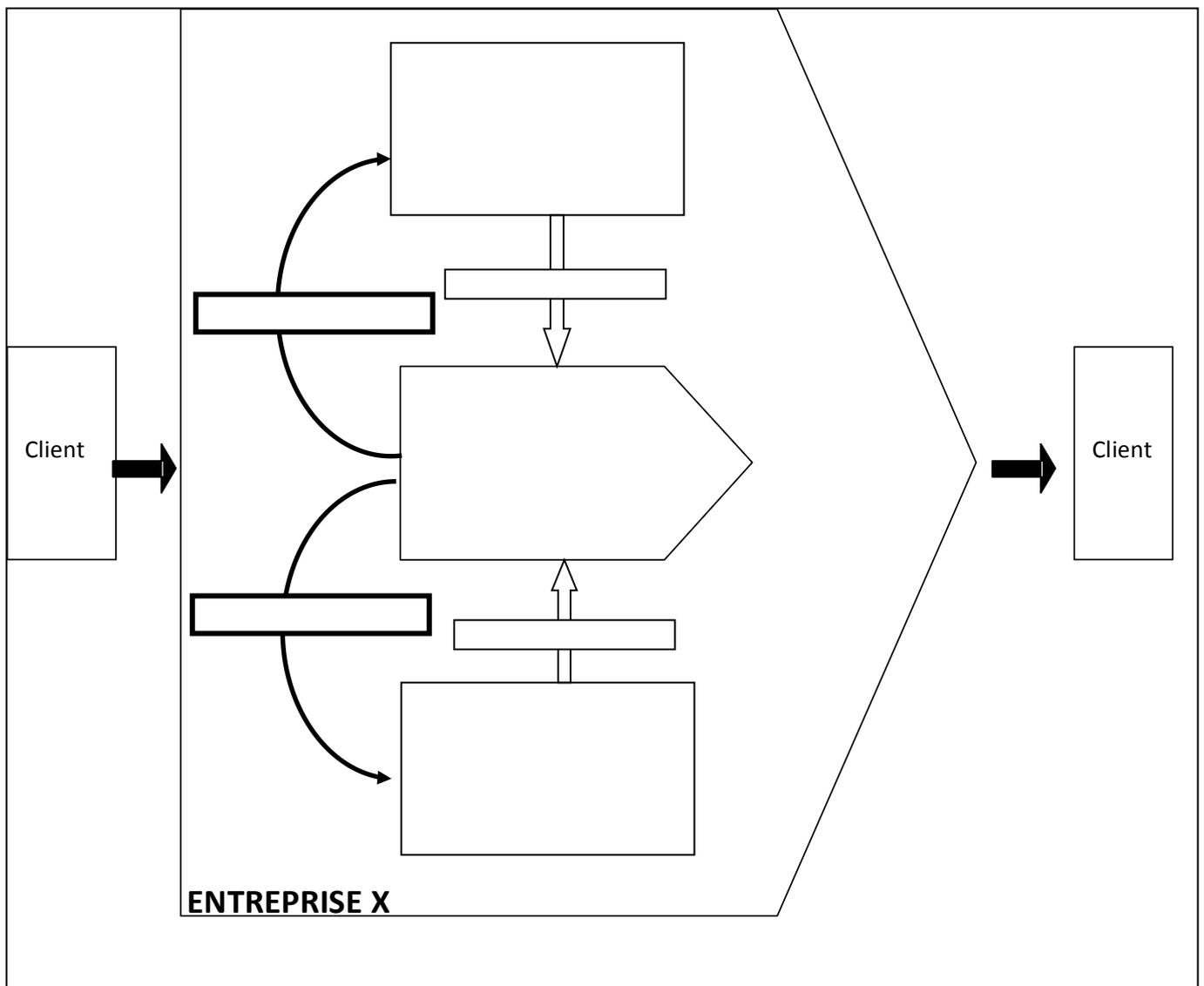
ANNEXE 7

PROPOSITION DE LOGOS « AGRICULTURE BIOLOGIQUE »

Proposition 01	Proposition 02	Proposition 03	Proposition 04
			

ANNEXE A À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

CARTOGRAPHIE DES PROCESSUS



ANNEXE B (1^{ère} partie)

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

Semaine	Jour	Résultats essai [ufc/g]	Conclusion	Décision / lot
1	mercredi	1. 0 2. 10 3. 5 4. 23 5. 860		
2	jeudi	1. 20 2. 26 3. 0 4. 1 5. 64		
3	vendredi	1. 34 2. 0 3. 12 4. 7 5. 3		
4	lundi	1. 0 2. 0 3. 3 4. 0 5. 21		
5	mardi	1. 36 2. 7 3. 5 4. 11 5. 0		
6	mercredi	1. 0 2. 1 3. 12 4. 0 5. 0		
7	jeudi	1. 0 2. 2 3. 0 4. 0 5. 0		
	vendredi	1. 23 2. 0 3. 72 4. 45 5. 124		
[...]				

L'annexe B se poursuit page suivante.

ANNEXE B (2^{ème} partie)

À COMPLÉTER ET À RENDRE AVEC LA COPIE

Semaine	Jour	Résultats essai [ufc/g]		Conclusion	Décision / lot
33	lundi	1.	0		
		2.	48		
		3.	25		
		4.	78		
		5.	0		
34	jeudi	1.	2		
		2.	45		
		3.	18		
		4.	0		
		5.	0		
35	vendredi	1.	2		
		2.	12		
		3.	0		
		4.	1		
		5.	8		
36	lundi	1.	34		
		2.	45		
		3.	12		
		4.	0		
		5.	3		
37		1.	4		
		2.	0		
		3.	1		
		4.	0		
		5.	2		
38		1.	7		
		2.	6		
		3.	37		
		4.	21		
		5.	0		
39	lundi	1.	29		
		2.	16		
		3.	6		
		4.	4		
		5.	34		
	mardi	1.	5		
		2.	12		
		3.	33		
		4.	51		
		5.	0		
	mercredi	1.	0		
		2.	26		
		3.	13		
		4.	0		
		5.	0		

Éléments de corrigés

Les corrigés figurant dans les pages suivantes ont été rédigés à partir des corrigés « officiels » par des professeurs volontaires et bénévoles. Point n'est besoin de faire beaucoup de probabilités pour deviner que des erreurs se sont fort probablement glissées dans leur rédaction. De plus, des interprétations divergentes des questions sont possibles.

Les contraintes de l'imprimerie ne permettent pas de corriger des erreurs ou oublis après l'impression... mais, par contre, Internet nous offre un moyen simple d'obtenir des rectificatifs. Nous vous proposons :

- de signaler les erreurs rencontrées aux adresses email suivantes : claire.bertrand@ac-martinique.fr et/ou raphael.bouquet@ac-paris.fr

- de lire les éventuels erratums sur le site UBPM : <http://www.upbm.org> (rubrique annales)

Corrigés sujets 2014

E2-U21 Mathématiques

2014

EXERCICE 1 (10 points)

Une société agro alimentaire produit des plats cuisinés. Elle utilise pour cela des pièces de viande de 2 kg

PARTIE A : Détermination de la constante k

1. On pose $z_i = \ln(5 - \theta_i)$ (on doit avoir $\theta < 5$).

t_i	0	5	10	15	20	25
z_i	3,26	2,31	1,36	0,41	-0,51	-1,61

2. La calculatrice donne : $z = -0,19t + 3,28$ au centième près

$$3. \ln(5 - \theta(t)) = z(t)$$

$$5 - \theta(t) = e^{z(t)}$$

$$\theta(t) = -e^{-0,19t+3,28} + 5$$

$$\theta(t) = -e^{3,28} \times e^{-0,19t} + 5$$

$$e^{3,28} \approx 26,58 \text{ d'où } \theta(t) = -26,58 \times e^{-0,19t} + 5 \text{ (} t \text{ compris entre 0 et 25).}$$

$$4. \theta'(t) = -26,58 \times (-0,19) \times e^{-0,19t} \text{ ce qui donne } \theta'(t) = 5,0502 \times e^{-0,19t}$$

$$\theta'(t) = 5,0502 \times e^{-0,19t} \text{ et } \theta(t) - 5 = -26,58 \times e^{-0,19t}$$

De l'équation (E) : $\theta'(t) = k(\theta(t) - T)$, on en déduit avec $T=5$, $5,0502 \times e^{-0,19t} = k(-26,58) \times e^{-0,19t}$ et par suite

$$k = \frac{5,0502}{-26,58} = -0,19$$

PARTIE B : Durée de décongélation

1. Résolution d'une équation différentielle : $y' + 0,19y = 0,38$

a) Les solutions de (E₀), $y' + 0,19y = 0$ sont de la forme : $y_0(t) = Ce^{-0,19t} \quad \forall t \in [0; +\infty[$

C constante réelle

$$b) \forall t \in [0; +\infty[\quad h(t) = c, \quad \text{donc} \quad h'(t) = 0.$$

$$h \text{ est solution de (E)} \Leftrightarrow h'(t) + 0,19h(t) = 0,38$$

$$\Leftrightarrow 0,19c = 0,38$$

$$\Leftrightarrow c = \frac{0,38}{0,19} = 2$$

$$\text{D'où, } \forall t \in [0; +\infty[\quad h(t) = 2.$$

c) Les solutions de (E) sont de la forme :

$$y(t) = y_0(t) + h(t) = Ce^{-0,19t} + 2 \quad \forall t \in [0; +\infty[\quad , C \text{ constante réelle}$$

2. Détermination de la fonction θ

$$a) \theta \text{ est solution de l'équation (E), donc } \theta(t) = Ce^{-0,19t} + 2 \quad \forall t \in [0; +\infty[.$$

$$\theta(0) = -21 \Leftrightarrow C + 2 = -21 \Leftrightarrow C = -23$$

$$\text{d'où } \theta(t) = -23e^{-0,19t} + 2 \quad \forall t \in [0; +\infty[.$$

b)

$$\left. \begin{array}{l} \lim_{t \rightarrow +\infty} -0,19t = -\infty \\ \lim_{T \rightarrow -\infty} e^T = 0 \end{array} \right\} \text{ donc } \lim_{t \rightarrow +\infty} e^{-0,19t} = 0 \text{ d'où } \lim_{t \rightarrow +\infty} \theta(t) = 2$$

La température de la viande ne dépassera pas 2°C au fil des heures.

3. Durée de décongélation

a) Soit à résoudre l'inéquation $\theta(t) \geq 0$

$$-23e^{-0,19t} + 2 \geq 0 \Leftrightarrow e^{-0,19t} \leq \frac{2}{23} \Leftrightarrow -0,19t \leq \ln\left(\frac{2}{23}\right) \Leftrightarrow t \geq \frac{-1}{0,19} \ln\left(\frac{2}{23}\right)$$

$$\frac{-1}{0,19} \ln\left(\frac{2}{23}\right) \approx 12,85 \text{ d'où un temps nécessaire à la décongélation d'au moins 13 heures.}$$

b) La durée étant supérieure à 12 heures, la viande ainsi décongelée donnera l'illusion du produit frais.

PARTIE C : Prise en compte de la réglementation sanitaire

1. a) $v(t) = 3e^{0,06t} \quad \forall t \in [0; +\infty[$, d'où les primitives G de la fonction v sont :

$$G(t) = \frac{3}{0,06} e^{0,06t} + k = 50e^{0,06t} + k \quad \forall t \in [0; +\infty[\quad , k \text{ constante réelle}$$

b) La primitive G_0 de la fonction v vérifie $G_0(0) = 50$, ce qui donne : $50 + k = 50 \Leftrightarrow k = 0$

$$G_0(t) = 50e^{0,06t} \quad \forall t \in [0; +\infty[$$

2. Entre 18 h le soir et 8 h le lendemain matin, il s'est écoulé 14 heures.

$$G_0(14) \approx 115,82 > 100, \text{ donc la réglementation sanitaire de ces pays ne sera pas respectée.}$$

EXERCICE 2 (10 points)

PARTIE A : le défaut mécanique

1. On répète 50 fois de manière indépendante (constitution du lot assimilée à un tirage avec remise) une épreuve de Bernoulli dont le succès est l'événement « la pompe présente un défaut mécanique » et sa probabilité est $p = 0,01$.

La variable aléatoire X égale au nombre de succès dans un lot de 50 pompes, suit donc la loi binomiale de paramètres $n = 50$ et $p = 0,01$

2. a) $P(X = 1)$ est la probabilité d'avoir une pompe présentant un défaut mécanique.

$$P(X = 1) = \binom{50}{1} \times 0,01^1 \times 0,99^{49} ; 0,306 \text{ au millième près.}$$

La probabilité qu'une caisse contienne une pompe présentant un défaut mécanique est 0,306.

b) On demande $P(X \geq 2)$

$$P(X \geq 2) = 1 - [P(X = 0) + P(X = 1)]$$

$$P(X \geq 2) = 1 - [0,605 + 0,306] = 1 - 0,911 = 0,089 \text{ à } 10^{-3} \text{ près}$$

La probabilité qu'une caisse contienne au moins deux pompes présentant un défaut mécanique est 0,089.

3. a) $\lambda = n \times p = 50 \times 0,01 = 0,5$.

b) Y suit la loi de Poisson de paramètre $\lambda = 0,5$.

$$P(Y \geq 4) = 1 - P(Y < 4) = 1 - [P(Y = 0) + P(Y = 1) + P(Y = 2) + P(Y = 3)]$$

$$P(Y \geq 4) = 1 - [0,998] \text{ d'après le tableau de la loi de Poisson de paramètre } 0,5$$

$$P(Y \geq 4) = 0,002 \text{ au millième près.}$$

La probabilité qu'une caisse contienne au moins quatre pompes présentant un défaut mécanique est 0,002

PARTIE B : le défaut de débit

On suppose que Z suit une loi normale de moyenne $m = 6$ et d'écart type $s = 0,15$.

Calculons la probabilité que la pompe soit conforme

Soit $T = \frac{Z - 6}{0,15}$, alors T suit la loi normale $N(0 ; 1)$.

$$P(5,75 \leq Z \leq 6,25) = P\left(\frac{-5}{3} \leq T \leq \frac{5}{3}\right) = 2 \Phi\left(\frac{5}{3}\right) - 1$$

On lit sur la table de la loi normale centrée réduite, $\Phi\left(\frac{5}{3}\right) \approx 0,9525$, ce qui nous donne

$$P(5,75 \leq Z \leq 6,25) = 0,905 \text{ au millième près,}$$

ou directement à la calculatrice et on obtient 0,904 au millième près.

On en déduit que la probabilité qu'une pompe présente un défaut de débit est de :

$1 - 0,905$ c'est-à-dire **0,095** au millième près ou

$1 - 0,904$ c'est-à-dire **0,096** au millième près.

PARTIE C : estimation du débit moyen des pompes d'une livraison

1. On obtient 5,932 pour la moyenne et 0,162 pour l'écart type au millième près.

2. a) On admet que \bar{X} suit la loi normale de moyenne inconnue μ et d'écart type $\sigma = \frac{0,16}{\sqrt{50}}$.

On sait que $P(\mu - 1,96 \times \sigma \leq \bar{X} \leq \mu + 1,96 \times \sigma) = 0,95$ d'où $a = 1,96 \times \frac{0,16}{\sqrt{50}} = 0,045$ au millième près **par**

excès.

b) La moyenne de l'échantillon 5,932 est un bon estimateur de la moyenne inconnue μ , ce qui nous donne comme intervalle de confiance avec un coefficient de confiance supérieur ou égal à 0,95 :

$$[5,932 - 0,045 ; 5,932 + 0,045] = [5,887 ; 5,977]$$

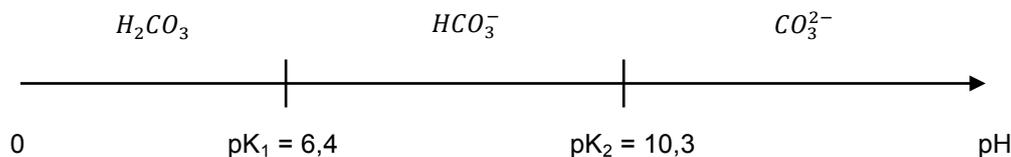
vérification à la calculatrice $P(\bar{X} \in [5,887 ; 5,977]) \approx 0,973$

EXERCICE 1

1. Détermination d'un titre alcalimétrique.

1.1. Un ampholyte est une molécule qui possède un caractère acide et un caractère basique.

1.2.



1.3.1. À pH = 7,4 c'est HCO_3^- qui prédomine.

1.3.2. À pH = 7,4 la phénolphthaléine est incolore.

1.3.3. La phénolphthaléine est incolore, elle a donc déjà viré sans ajout d'HCl donc $V_{HCl} = 0$ mL donc TA = 0

2. Détermination d'un titre alcalimétrique complet

2.1. Pour prélever V_0 utiliser une pipette jaugée de 50,0 mL

Réaction qui se produit : $HCO_3^- + H_3O^+ = H_2CO_3 + H_2O$

2.2.1. Le TAC est défini pour le dosage de 100 mL d'eau, or ici nous n'avons dosé que 50 mL, il faut donc multiplier le volume V_e par 2.

2.2.2. Au virage du vert de bromocrésol, les réactifs ont réagi dans les proportions de l'équation de dosage, donc $n(HCO_3^-)_{\text{présents au départ}} = n(H_3O^+)_{\text{ajoutés à la burette}}$. D'où $C_{HCO_3^-} \times V_0 = C_{H_3O^+} \times V_E$

$$C_m = \frac{C_{ac} \cdot V_E}{V_0} \cdot M_{HCO_3^-} \text{ (g.L}^{-1}\text{)}$$

La formule juste à introduire en "J9" est donc la B (le facteur 1000 permet de convertir en $mg.L^{-1}$).

2.2.3

« Cher collègue,

Veuillez trouver la marche à suivre pour préparer la solution d'acide chlorhydrique à $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ à partir d'une solution commerciale à $1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Il faut réaliser une dilution au $1/5^{\text{ème}}$:

- Prélever 50 mL de solution commerciale à la pipette jaugée de 50 mL
- Introduire ce volume dans une fiole jaugée de 250 mL
- Compléter au trait de jauge avec de l'eau déminéralisée
- Homogénéiser la solution

Très cordialement

Hypertechnik »

La formule de politesse doit être adaptée, le vocabulaire scientifique doit être précis.

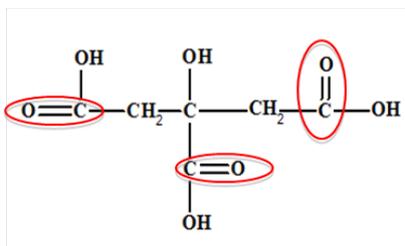
(Autres alternatives : 10 mL dans 50 mL ; ou 20 mL dans 100 mL)

EXERCICE 2 :

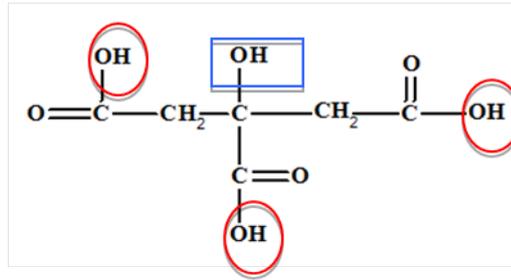
1. La transmittance ou $T = 10^{-A}$ ou $A = -\log T$

2. Vibration des liaisons (élongation et déformation angulaire)

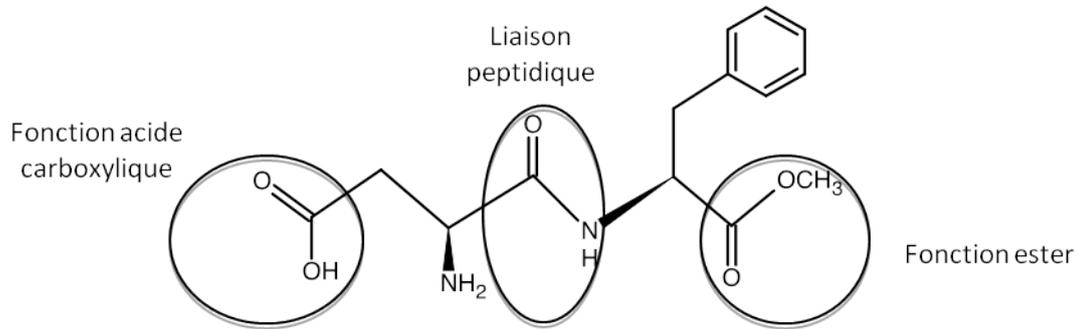
3. Ce sont les liaisons C=O des 3 groupes COOH qui absorbent entre 1700 et 1750 cm^{-1} .



4. Entre 2500 et 3200 cm^{-1} les liaisons O-H des groupes COOH absorbent : bande A
 Entre 3000 et 3600 cm^{-1} le groupe O-H (lié) de la fonction alcool absorbe : bande B



5.1.



5.2.1. Méthanol : CH_3OH

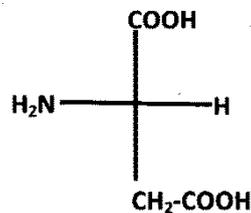
5.2.2. Fonction ester R-COOCH_3

5.2.3.

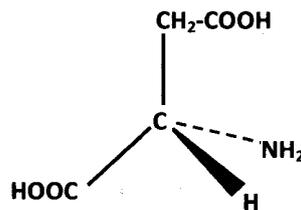


5.2.4. Le pH de l'estomac est très acide, donc l'hydrolyse acide de l'aspartame a lieu dans l'estomac et entraîne la libération de la phénylalanine.

5.3. Représentation de Fischer de l'acide L-aspartique



Il a une configuration absolue S, justifiée par classement CIP : $-\text{NH}_2 > -\text{COOH} > -\text{CH}_2\text{-COOH} > \text{H}$
 CRAM de la configuration S de l'acide aspartique



EXERCICE 3 :

- ρ : masse volumique de l'eau (kg/m^3)
 v : vitesse d'une particule de fluide au point considéré (m/s)
 z : altitude du point considéré (m)
 p : pression au point considéré (Pa)

$$2. \frac{\rho v_s^2}{2} + \rho g z_s + p_s = \frac{\rho v_A^2}{2} + \rho g z_A + p_A$$

avec $v_s = 0$ et $p_s = p_A = p_{atm}$

$$\text{on obtient } v_A = \sqrt{2g(z_s - z_A)} = \sqrt{2gh}$$

$$v_A = \sqrt{2 \times 9,81 \times 10} = 14,0 \text{ m.s}^{-1}$$

$$3. D_A = v_A \cdot S = v_A \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} = 14 \times \pi \times \frac{(0,045)^2}{4} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 22 \text{ L.s}^{-1}$$

$$4.1. h_{théo} = \frac{h_{réelle}}{r_{hydrau}} = \frac{10}{0,9} = 11 \text{ m}$$

$$4.2. r_{pompes} = \frac{P_{hydrau}}{P_{pompes}} = \frac{81,5}{102} = 80\%$$

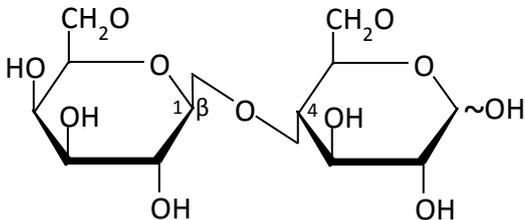
$$4.3. r_{global} = r_{hydrau} \cdot r_{pompes} = 0,90 \times 0,80 = 72\%$$

PARTIE BIOCHIMIE

1. LES GLUCIDES DU LAIT

1.1. Le lactose du lait

1.1.1. Formule du lactose :

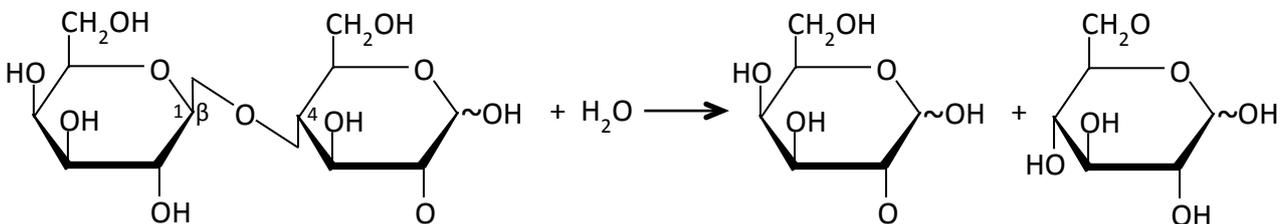


1.1.2. Le lactose possède un groupement hydroxyle héli-acétalique libre (celui du glucose), il est donc réducteur.

1.1.3. Lactase ou β -galactosidase hydrolyse spécifiquement les β -galactosides (liaison osidique entre un β -galactopyranose et une autre molécule), autre exemple ONPG.

1.2. L'hydrolyse du lactose

1.2.1. Lactose + H₂O → Galactose + Glucose



1.2.2. Galactose et Glucose sont des aldohexoses. Le galactose est un épimère en C4 du glucose.

1.2.3. Les oses ont un pouvoir rotatoire, ils sont capables de faire tourner le plan de polarisation d'une lumière polarisée.

Le pouvoir rotatoire est une particularité des molécules chirales, conséquence de la présence d'un carbone asymétrique.

$$\text{Loi de Biot : } \alpha = \alpha_0 \cdot l \cdot \rho$$

α : pouvoir rotatoire en °

α_0 : pouvoir rotatoire spécifique en °.mL/g/dm

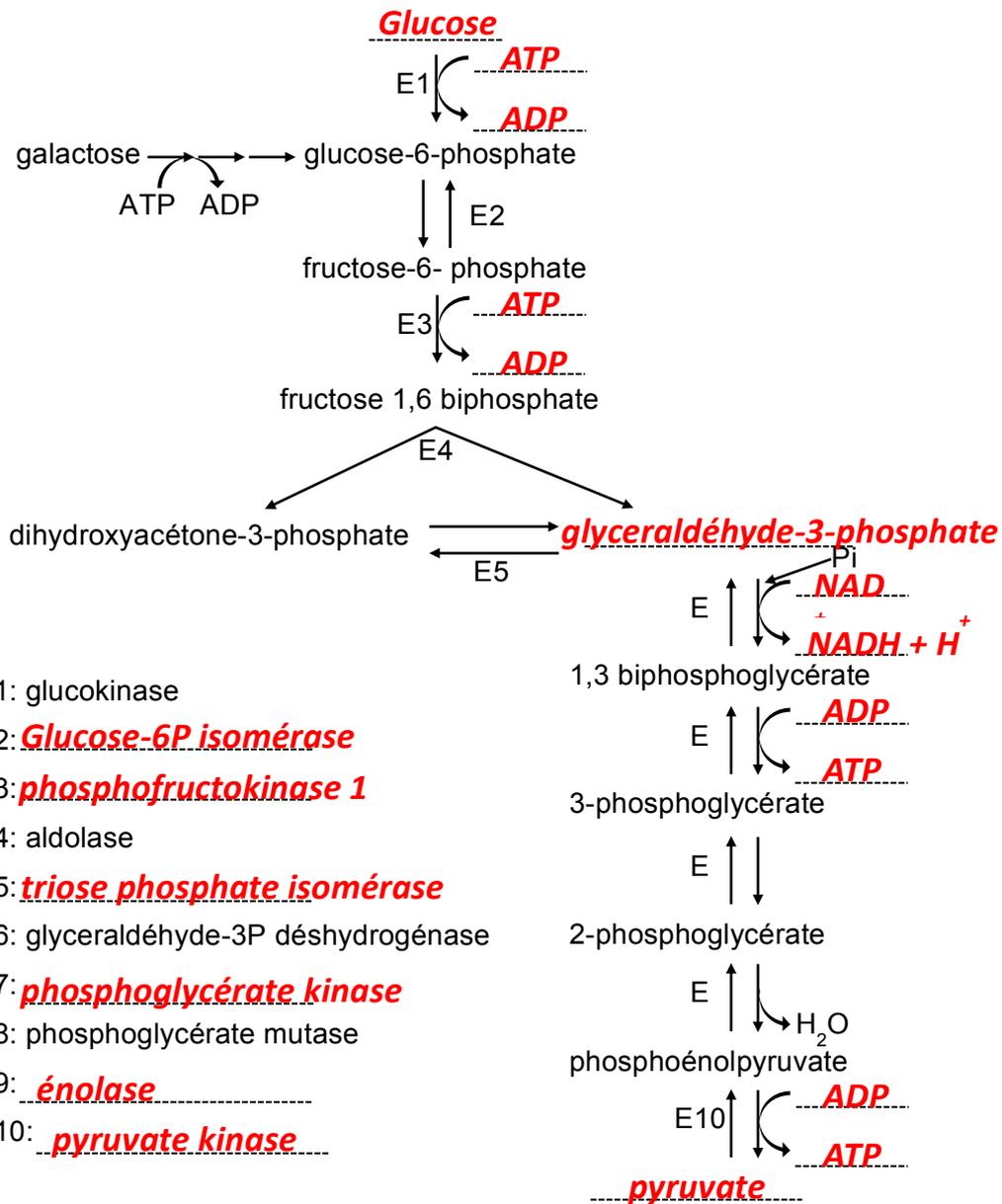
l : longueur de solution traversée en dm

ρ : concentration massique en g/mL

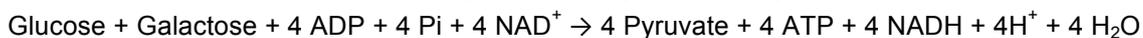
Application : dosage des solutions sucrées par polarimétrie.

2. CATABOLISME DES PRODUITS D'HYDROLYSE DU LACTOSE

2.1.



2.2. Le catabolisme dans la voie de la glycolyse du galactose et glucose ont le même bilan.



en bilan :



3. CONTROLE DE LA TENEUR EN LACTOSE DU LAIT

3.1. Dosage enzymatique de substrat en point final.

3.2. C'est la réaction indicatrice du dosage, elle permet la formation d'un NADH par molécule de lactose, et le NADH absorbe à 340 nm.

3.3. Dans A_1T , on mesure l'absorbance due à la présence de NADH ou d'autres molécules. Après ajout de la β -galactose déshydrogénase, on mesure l'absorbance due à la formation de NADH à partir du lactose. Dans le témoin, il n'y a pas de lactose, donc A_2T doit être identique ou légèrement supérieure à A_1T .

3.4. 1 lactose donne 1 NADH donc dans l'échantillon

$$C_{\text{NADH}} = C_{\text{lactose}}$$

$$\Delta A = \varepsilon_{\text{NADH}} \cdot l \cdot C_{(\text{lactose}, \text{cuve})}$$

soit $C_{(\text{lactose}, \text{cuve})} = \frac{\Delta A}{\varepsilon_{\text{NADH}} \cdot l}$

$$C_{(\text{lactose}, \text{échantillon})} = \frac{\Delta A}{\varepsilon_{\text{NADH}} \cdot l} \cdot \frac{V_{\text{total cuve}}}{V_{\text{échantillon}}}$$

et $\rho_{(\text{lactose}, \text{échantillon})} = C_{(\text{lactose}, \text{échantillon})} \cdot M_{\text{lactose}}$

$$\text{Donc } \rho_{(\text{lactose}, \text{échantillon})} = \frac{\Delta A}{\varepsilon_{\text{NADH}} \cdot l} \cdot \frac{V_{\text{total cuve}}}{V_{\text{échantillon}}} \cdot M_{\text{lactose}}$$

$$\text{Alors } K = \frac{1}{\varepsilon_{\text{NADH}} \cdot l} \cdot \frac{V_{\text{total cuve}}}{V_{\text{échantillon}}} \cdot M_{\text{lactose}}$$

$$K = \frac{1}{6300 \times 1} \times \frac{3,25}{0,1} \times 360,32 = 1,858$$

$$\rho_{(\text{lactose}, \text{échantillon})} = ((0,585 - 0,156) - (0,175 - 0,145)) \times 1,858 = 0,741 \text{ g.L}^{-1}$$

3.5. Teneur en % = g de lactose pour 100g de lait

$$\text{Teneur} = \frac{\text{masse de lactose dans échantillon}}{\text{masse de lait dans échantillon}} \times 100 = \frac{\rho_{(\text{lactose}, \text{échantillon})} \times V_{\text{total échantillon}}}{\text{masse de lait dans échantillon}} \times 100$$

$$\text{Teneur} = \frac{0,741 \times 100 \cdot 10^{-3}}{2,0023} \times 100 = 3,7\%$$

Valeur normale comprise entre 4,4 et 5%, la teneur en lactose est faible, suspicion de fraude par mouillage.

PARTIE MICROBIOLOGIE

1. LA FLORE DU LAIT

1.1. On trouve les genres *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Enterococcus*, *Escherichia*... Les microorganismes proviennent de la peau de l'animal, du matériel de traite, et de l'environnement de l'animal (air, mouches, litière, ...).

1.2. Température de conservation. Une température trop élevée permet une multiplication microbienne.

Conséquence : diminution de la conservation : flore d'altération qui dégrade les composants organiques et produit des altérations organoleptiques et une acidification par la flore lactique.

1.3. Bactofugation, pasteurisation, stérilisation : diminution ou destruction de la charge microbienne.

2. LES FERMENTS LACTIQUES

2.1.1. Lors de la phase exponentielle, le logarithme népérien du nombre de bactéries N est proportionnel au temps selon la formule suivante :

$$\mu = \frac{\ln 2}{G} = \frac{\ln N_2 - \ln N_1}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{(\ln N_2 - \ln N_1) \times G}{\ln 2}$$

$$2.1.2. \Delta t = ((\ln 10^9 - \ln 10^5) \times 1) / \ln 2 = 13,3h$$

Le temps nécessaire pour obtenir 10^9 cellules par mL de lait est 13,3 heures.

2.2.1. Les bactéries lactiques sont des hétérotrophes, chimio-organotrophes et auxotrophes.

2.2.2. Acides aminés, bases azotées, vitamines

3. L'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DU LAIT

3.1.1. Extrait de levures : source de carbone, d'azote et apport de facteurs de croissance

Tellurite de potassium : inhibiteur des bactéries Gram -, et indicateur pour la lecture du caractère réduction du tellurite

Jaune d'œuf : apport en lipoprotéines et en lécithines (lecture des caractères lipoprotéinase et lécithinase)

3.1.2. La zone claire résulte de l'hydrolyse des protéines du jaune d'œuf par l'enzyme lipoprotéinase.

3.2.1. Fuchisine : coloration de tous les microorganismes

Mélange acide-alcool : décoloration des cellules à paroi perméable

Bleu de méthylène : coloration des cellules précédemment décolorées

3.2.2. La propriété mise en évidence est l'acido-alcool-résistance.

3.2.3. La paroi des mycobactéries contient des acides mycoliques (cire) qui les rendent imperméables aux acides et aux alcools.

3.3.1. Les entérobactéries sont des indicateurs de contamination fécale, donc de l'hygiène des procédés.

3.3.2. Morphologie : bacilles Gram -

Caractères biochimiques : oxydase -, aéro-anaérobie facultatif, Glucose +, nitrate réductase +, non exigeant

3.3.3. Milieu sélectif glucosé solide (VRBG) avec ou sans indicateur ou liquide avec ou sans cloche.

3.3.4. Milieu solide : présence de colonies avec virage de l'indicateur coloré car il y a une acidification du milieu par fermentation du glucose.

Milieu liquide : présence d'un trouble

4. LA TRANSFORMATION DU LAIT

4.1. L'ionisation a pour but d'améliorer la conservation des aliments en inhibant la germination des graines et en tuant les insectes et les microorganismes qui peuvent les contaminer.

4.2. Les rayonnements utilisés sont les rayons gamma, les rayons X, et les faisceaux d'électrons. Ils provoquent des lésions de l'ADN par rupture de liaisons covalentes ou formation de radicaux libres. Les microorganismes ne peuvent plus se diviser.

4.3. Avantages : désinsectisation, destruction des microorganismes (bactéries, moisissures) (empêche la germination des pommes de terre des oignons). Peu de perte des qualités nutritionnelles

Inconvénients : modification des qualités organoleptiques par action sur les protéines (formation d'H₂S) et sur les lipides (goût de rance)

5. LA DÉSINFECTION EN INDUSTRIE LAITIÈRE

5.1. Désinfection : opération, au résultat momentané, permettant d'éliminer, de tuer les microorganismes et /ou d'inhiber les virus indésirables portés par des supports inertes et par des tissus sains.

5.2. Désinfectant : ammonium quaternaire, eau oxygénée, produits chlorés

5.3. Biofilm = communauté de microorganismes adhérant entre eux et à une surface grâce à la sécrétion d'une matrice adhésive et protectrice de polymères organiques.

PARTIE TOXICOLOGIE

1. MÉTABOLISATION DE LA DIOXINE

1.1. Séquestration : phénomène de fixation de certains toxiques dans des tissus à demi-vie très longue, ce qui cause leur persistance dans l'organisme.

1.2. De nombreux composés hydrophobes comme le DDT, les biphényles poly halogénés (PCB), certains plastifiants peuvent être stockés dans le tissu adipeux, soit à l'état natif, soit après métabolisation. Les métaux lourds sont également séquestrés (exemple : le plomb par le tissu osseux, le mercure dans le tissu graisseux).

2. POUVOIR TOXIQUE DE LA DIOXINE

2.1. Pour étudier la toxicité aiguë, on détermine la DL 50 (dose létale 50) : c'est la dose unique qui provoque en 14 jours, la mort de 50% d'une population animale.

2.2. Le choix des espèces animales repose sur différents critères :

- parenté métabolique avec l'homme
- temps de génération : on prend un animal au temps de génération court (ex : rongeur), ou un animal non rongeur plus proche de l'homme (ex : singe, chien, porc).

Il faut utiliser des groupes homogènes d'animaux (âge, sexe, état physiologique) en nombre suffisant (groupe statistique significatif).

2.3. Tératogenèse : étude des malformations de l'embryon, du fœtus et des enveloppes fœtales.

Cancérogenèse : processus de mutagenèse (modification de l'ADN transmissible à la descendance cellulaire) auquel s'ajoute un pouvoir de malignité :

- des cellules sont devenues immortelles.
- Elles n'obéissent plus aux facteurs de régulation tissulaire.
- Elles sont capables de coloniser d'autres tissus (métastases).

2.4. DJT : dose journalière tolérable, c'est la quantité de toxique qu'un individu peut absorber par kg de poids corporel tous les jours et tout au long de sa vie sans que n'apparaissent d'effets toxiques.

3. RÉPONSE DE L'ORGANISME

3.1. Facteurs génétiques : variation interindividuelle dans l'équipement enzymatique

Facteurs physiologiques : âge (immaturité de l'équipement enzymatique chez le nourrisson, ralentissement du métabolisme chez les personnes âgées), sexe (imprégnation hormonale), gestation/allaitement (modification du métabolisme)

Facteurs pathologiques : maladies hépatiques ou rénales

Facteurs environnementaux : carences dues à la pauvreté, stress, lumière, température

3.2. La potentialisation est l'aptitude d'une substance ayant elle-même peu ou pas d'activité toxique à augmenter l'effet toxique d'une autre substance.

SCIENCES DES ALIMENTS

1. LES LÉGUMES

1.1.1. L'Aw ou activité de l'eau représente la fraction d'eau libre c'est-à-dire l'eau qui n'engage que des liaisons chimiques avec d'autres molécules d'eau. C'est l'eau solvante.

La teneur en eau est la **quantité totale d'eau** contenue dans l'aliment (eau libre + eau liée).

1.1.2. Les végétaux ont une Aw élevée (> 0,9 environ), donc ce sont des aliments qui sont sensibles aux altérations engendrées par des enzymes, des moisissures, levures et bactéries. Le brunissement non enzymatique (réaction de Maillard) n'est pas favorisé.

1.2.1. Un fruit climactérique présente un pic de respiration et de synthèse d'éthylène au moment de la maturation.

Ex : Tomates, Bananes, pommes...

La maturation des végétaux non climactériques nécessitent la présence de « facteurs d'arbres », ils ne sont pas sensibles à l'éthylène et ne peuvent pas mûrir après être cueillis.

Ex : citrons, oranges, ananas

1.2.2. Conditions de collecte : Les végétaux climactériques seront récoltés avant maturité, tandis que les végétaux non climactériques doivent être récoltés à maturité optimale.

D'une façon générale, la bonne conservation des végétaux prend en compte **la température, l'humidité et une atmosphère conditionnée** (dioxygène - dioxyde de carbone), ces paramètres sont optimisés spécifiquement à chaque végétal (ou famille de végétaux).

Pour les végétaux climactériques, il est nécessaire de maîtriser en plus la teneur en éthylène dans la chambre de stockage.

1.2.3. La senescence :

Biochimique : hydrolyse enzymatique des polysides (pectinases, amylases...) parfois synthèse de lignine. Perte d'eau.

Organoleptique : Ramollissement et assèchement. Perte des couleurs

1.3.1. Altération des végétaux : Le brunissement des végétaux correspond à l'oxydation des polyphénols en quinones sous l'action d'enzymes (polyphénoloxydases). Les réactions enzymatiques sont suivies de réactions chimiques qui aboutissent à la formation de pigments bruns : les mélanines.

Le déclenchement du brunissement enzymatique nécessite la présence de dioxygène et la mise en contact des substrats avec les enzymes normalement enfermées dans des lysosomes mais libérées au cours d'un stress (contusion, cryochoc,....).

1.3.2. Les techniques industrielles : Ajout d'additif (SO₂), blanchiment, acidification, conditionnement appauvri en dioxygène, enrobage en sirop de sucre...

2. LE FROMAGE

2.1 Définition : Les fromages sont produits par coagulation d'un lait ou d'une crème ou de leur mélange assortie d'un égouttage.

2.2 Fromage affiné : Préparation du lait – caillage – Egouttage – Mise en moule – Salage – Ensemencement microbien – Affinage

2.3 Coagulation lactique :

Le lactose du lait est dégradé par la flore lactique en acide lactique entraînant une acidification qui amène les caséines à leur pHi. Elles ne se répulsent plus et forme un coagulum (gel imperméable, friable et peu contractile).

Coagulation par la présure :

La présure contient une enzyme, la chymosine qui sépare la caséine κ en para κ caséine et glycopeptide. Le départ des parties hydrophiles (portées par le glycopeptide) entraîne une déstabilisation des micelles, qui coagulent et forment un gel (gel peu perméable, ferme et contractile).

3. LES CORPS GRAS

3.1. Une huile vierge est obtenue en appliquant des procédés physiques aux fruits et graines oléagineuses (broyage, centrifugation, filtration).

3.2. L'état physique d'un corps gras dépend **du nombre de carbone** de ses acides gras et de leur **degré d'insaturation**

Plus les acides gras renferment de carbone et plus la température de fusion augmente.

Plus les acides gras sont insaturés et plus la température de fusion baisse.

3.3. Au cours du stockage :

- Les triglycérides sont hydrolysés par des lipases, libérant des acides gras libres donnant des goûts de savon.

- Les acides gras polyinsaturés, sous l'action de l'oxygène et de la chaleur se dégradent en composés oxygénés (peroxydes, hydroperoxydes, aldéhydes, cétones, alcools....) des substances volatiles responsables du goût de rance: c'est le rancissement.

3.4. La pasteurisation : traitement thermique qui vise à détruire **la flore pathogène non sporulée** (assurer la sécurité du consommateur), **et une partie de la flore banale** (prolonge la conservation du beurre) **ainsi que les lipases endogènes dégradant les triglycérides** (évite l'apparition de mauvais goûts).

La maturation microbiologique est obtenue grâce aux germes lactiquesensemencés dans la crème. Cette flore produit de l'acide lactique et des arômes comme la butanone (diacétyle). La crème s'acidifie, s'épaissit et acquiert une saveur caractéristique.

4. LA FARINE

4.1. Le type renseigne sur la teneur en cendres, c'est le **pourcentage moyen de cendres x 100 après carbonisation**. Plus le type est élevé plus la farine est riche en sels minéraux, et vitamines.

4.2. La farine de type 80 contient plus d'éléments présents dans la couche à aleurone contrairement à la farine de type 55, elle est donc plus riche en minéraux, en vitamines, en protéines et en fibres que la farine de type 55. La farine 55 contient principalement l'amande du grain, elle sera plus riche en amidon et gluten.

5. LE PRODUIT FINI

5.1. Étiquetage

5.1.1. L'étiquetage affichera une DLUO ou DDM, car passée la date, tant que la chaîne du froid négatif n'est pas rompue, le crumble ne présente pas de risques sanitaires. Seules les qualités organoleptiques et nutritionnelles peuvent être altérées après la date limite d'utilisation optimale.

5.1.2. L'appellation « produit biologique » oblige que au moins **95% des ingrédients** soient issus de l'agriculture biologique.

5.2. Emballage

5.2.1. Propriétés :

- emballage inerte : pas de transfert de composés de l'emballage dans le produit (phénomène de migration)

- emballage étanche : aux microorganismes (protection contre les contaminations), à la vapeur d'eau (évite le dessèchement) et aux gaz (éviter les réactions d'oxydation).

5.2.2. Emballages plastiques ou emballages cartons résistants aux micro-ondes, et donc pas de métaux.

5.3. Contrôles qualité

5.3.1. Contrôle physique : température, humidité, ...

Contrôle microbiologique : Entérobactéries, flore totale

Contrôle toxicologique : pesticides, mycotoxines, ...

5.3.2. La baisse de la température engendrée par la surgélation entraîne **une diminution drastique de l'aw** du produit fini (l'eau sous forme solide n'est plus disponible) ce qui a pour conséquence d'inhiber le **développement** de la flore microbienne et d'inactiver les enzymes, ainsi le produit est stabilisé.

GÉNIE INDUSTRIEL

1. PRÉPARATION, BLANCHIMENT ET SURGÉLATION DES VÉGÉTAUX

1.1. Surgeler individuellement les différents légumes permet une descente en température plus rapide (la taille réduite augmente la surface échange). Les avantages sont :

- meilleure texture (microcristaux de glace sans altération cellulaire)

- utilisation plus facile (légumes portionnables).

1.2. Principe : Les végétaux circulent sur un tapis convoyeur. Les ventilateurs homogénéisent l'ambiance et diminuent préalablement la température du produit. Le produit refroidi est surgelé par un fluide cryogénique. Le fluide va prendre la chaleur de l'aliment entraînant son refroidissement puis sa surgélation.

Légende : 1 – alimentation ; 2 – aspiration de l'air humide ; 3 – canne de pulvérisation du fluide cryogénique ; 4 – réservoir de fluide cryogénique.

1.3. CO₂ et N₂

2. EXTRACTION ET RAFFINAGE DE L'HUILE D'OLIVE

2.1. Découpe : augmente la surface d'échange entre la graine ou le fruit et la presse pour un meilleur rendement.

Chauffage : fluidifie l'huile et altère les parois du végétal pour une meilleure extraction.

2.2. Principe : La vis sans fin achemine la graine ou le fruit dans l'extracteur. L'espace se réduit de plus en plus, il est alors pressé sur la paroi de l'extracteur avec une pression de plus en plus grande. L'huile passe à travers une membrane ou toile filtrante.

Les résidus sortent à l'autre extrémité de la vis sans fin

Légende : 1 – alimentation ; 2 – vis sans fin ; 3 – évacuation du résidu les tourteaux ; 4 – évacuation de l'extrait = huile ; 5 – toile filtrante.

2.3. On utilise un fluide qui permet d'extraire l'huile restante, donc solubilisant les lipides.

2.4. Conservation des débits : $Q \text{ Résidu} + Q \text{ Hexane} = Q \text{ Extrait} + Q \text{ Raffinat}$

Soit **Q Raffinat** = $Q \text{ résidu} + Q \text{ Hexane} - Q \text{ Extrait} = 1000 + 200 - 300 = \mathbf{900 \text{ kg.h}^{-1}}$

Conservation de la masse d'huile :

$8\% \times Q \text{ Résidu} = x\% \times Q \text{ Extrait} + 0,4\% \times Q \text{ Raffinat}$

$8\% \times 1000 = x\% \times 300 + 0,4\% \times 900$

Soit $x\% = \frac{8\% \times 1000 - 0,4\% \times 900}{300} = \mathbf{25,5\% \text{ d'huile}}$

3. FILTRATION DU LAIT POUR LA FABRICATION DU FROMAGE

3.1. L'ultrafiltration est une filtration tangentielle. Le lait écrémé est mis sous pression et passe à travers un médium filtrant qui permet de retenir les grosses particules et les protéines (notion de seuil de coupure). Après filtration, on obtient : un rétentat riche en protéines = préfromage, et un perméat contenant de l'eau, du lactose et des sels minéraux.

3.2. Le lait écrémé n'arrive pas perpendiculairement au médium de filtration mais parallèlement, donc ce n'est pas une filtration frontale. En filtration frontale le colmatage serait rapide.

3.3. Les opérations sont indispensables car elles permettent d'éliminer le dépôt de colmatage.

Étapes :

- rinçage à l'eau : élimination reste de lait dans le circuit
- nettoyage basique : élimination des matières organiques
- rinçage à l'eau : éviter neutralisation partielle de l'étape suivante (protection du matériel)
- nettoyage acide : élimination des sels minéraux
- rinçage à l'eau : élimination de l'acide résiduel dans le circuit (protection de l'appareil et des personnels).

4. CUISSON ET REFROIDISSEMENT DU CRUMBLE

4.1. Valeur cuisatrice : durée d'un traitement thermique équivalent à la température de référence (100°C) exprimée en minutes.

$VC = (25 / 1) * 10^{(92 - 100)/25} = 11,96 \text{ min}$

4.2. Le refroidissement rapide a pour principal objectif de sortir le plus rapidement de la plage des températures optimales aux développements microbiens. Il limite également les modifications des propriétés organoleptiques ou nutritionnelles (par exemple la destruction des vitamines).

4.3. Puissance

$P_{\text{abs}} = 35 \text{ kW}$ donc $P_{\text{utile}} = P_{\text{abs}} * 90\% = 35 * 0,9 = 31,5 \text{ kW}$

$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T / \Delta t = 100 * 3,2 * (92 - 10) / \Delta t = 26240 \text{ kJ} / \Delta t$

$\Delta t = 26240 / 31,5 = 833 \text{ s} = 13 \text{ min } 53 \text{ s}$

1. TRAVAIL PRÉALABLE À L'ÉTUDE HACCP

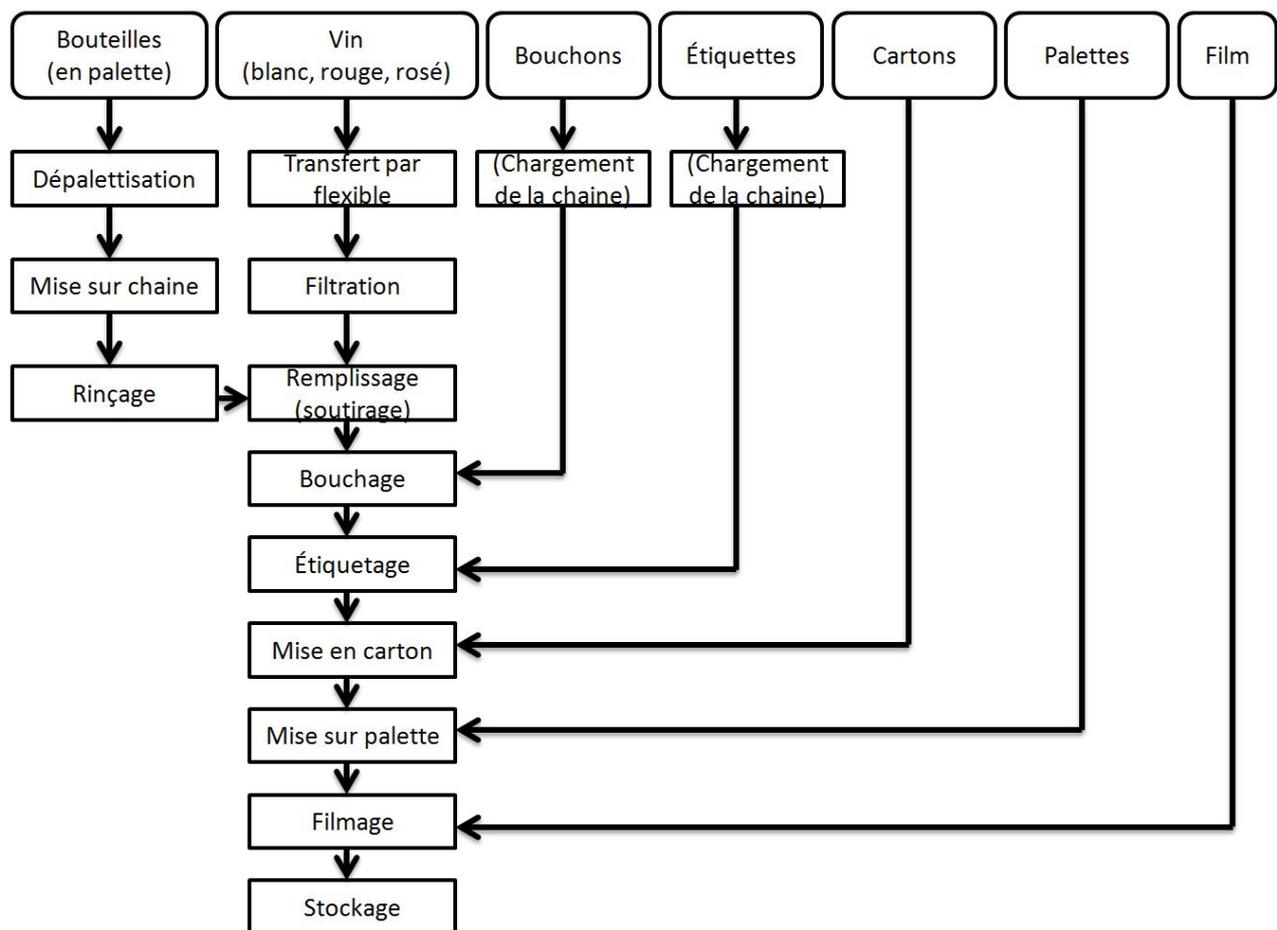
1.1. Les étapes préparatoires à l'étude des dangers

1.1.1. HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Point ou analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise (Français et anglais exigés).

La méthode applique 7 principes :

- Analyse des dangers (recensements, évaluation de leur criticité et étude des mesures préventives)
- Détermination des points critiques (CCP)
- Établissement des limites critiques pour chaque CCP
- Établissement d'un système de surveillance pour chaque CCP
- Établissement d'actions correctives en cas de non maîtrise des CCP
- Établissement d'un système documentaire
- Vérification périodique du système HACCP

1.1.2. Diagramme des opérations. Note : les trois vins (blanc, rouge, rosé) suivent le même diagramme.



1.2. Étude des dangers

1.2.1. Un danger est ce qui menace ou compromet la sécurité du consommateur (ou d'une personne ou d'une chose en production) on peut trouver :

- Dangers biologiques : par exemple la contamination microbiologique de l'eau de rinçage ou des flexibles
- Dangers chimiques : par exemple la contamination par des résidus de produit de nettoyage
- Dangers physiques : par exemple la présence de débris physiques (verre...).

On aurait pu proposer aussi d'étendre la définition aux : danger réglementaire (par exemple : ne pas faire figurer les mentions légales sur l'étiquetage) et danger fonctionnel (par exemple, altération des propriétés organoleptiques du vin lors de l'embouteillage – vin éventé ou oxydé, etc.), mais le corrigé ne l'exigeait pas.

1.2.2. Mesure préventive : Ensemble des techniques, des méthodes, des actions qui devraient permettre d'éliminer le danger ou de réduire le risque à un niveau acceptable

1.2.3.

Étape	Nature du danger	Causes du danger	Mesures préventives	G ⁽¹⁾	F	ND	Cr ⁽²⁾	Justification de l'évaluation des dangers
Soutirage	Contamination microbiologique par du matériel mal nettoyé	Non-respect des bonnes pratiques d'hygiène	Procédure (ou plan) de nettoyage-désinfection	2	1	3	6	Contamination microbiologique par du matériel mal nettoyé : le vin est un produit acide, donc le danger concerne surtout la qualité du produit, et moins la santé du consommateur
	Contamination chimique : produits de nettoyage /désinfection	Rinçage insuffisant et/ou Concentrations non respectées	Procédure (ou plan) de nettoyage-désinfection	2 ⁽³⁾	1	3	6	Contamination chimique par les produits de nettoyage/désinfection : dilution et donc risque faible pour la qualité du produit (G = 1 ou 2)
	Contamination physique par des corps étrangers blessants : verre, particules métalliques de l'installation	Bouteille cassée Machine non entretenue	⁽⁴⁾ Rinçage des bouteilles. Mirage et/ou vérification par des opérateurs avant remplissage. Plan de nettoyage de la tireuse avant usage. Réglage de la machine. Procédure de maintenance.	4	1	4	16	Contamination physique par des corps étrangers blessants : risque grave pour la santé du consommateur

(1) : le sujet ne proposant pas d'explicitation de la cotation, on pouvait proposer des valeurs différentes... en lien avec le commentaire de justification : un danger ayant des conséquences peu graves doit être coté 1 ou 2 ; une cotation 3 ou 4 implique une gravité élevée dans les justifications... Les valeurs proposées dans ce tableau ne sont donc pas l'unique réponse possible.

(2) Calcul de la criticité : $Cr = G \times F \times ND$

(3) : une cotation G de 3 ou 4 peut être acceptée si elle est justifiée par la dangerosité du produit.

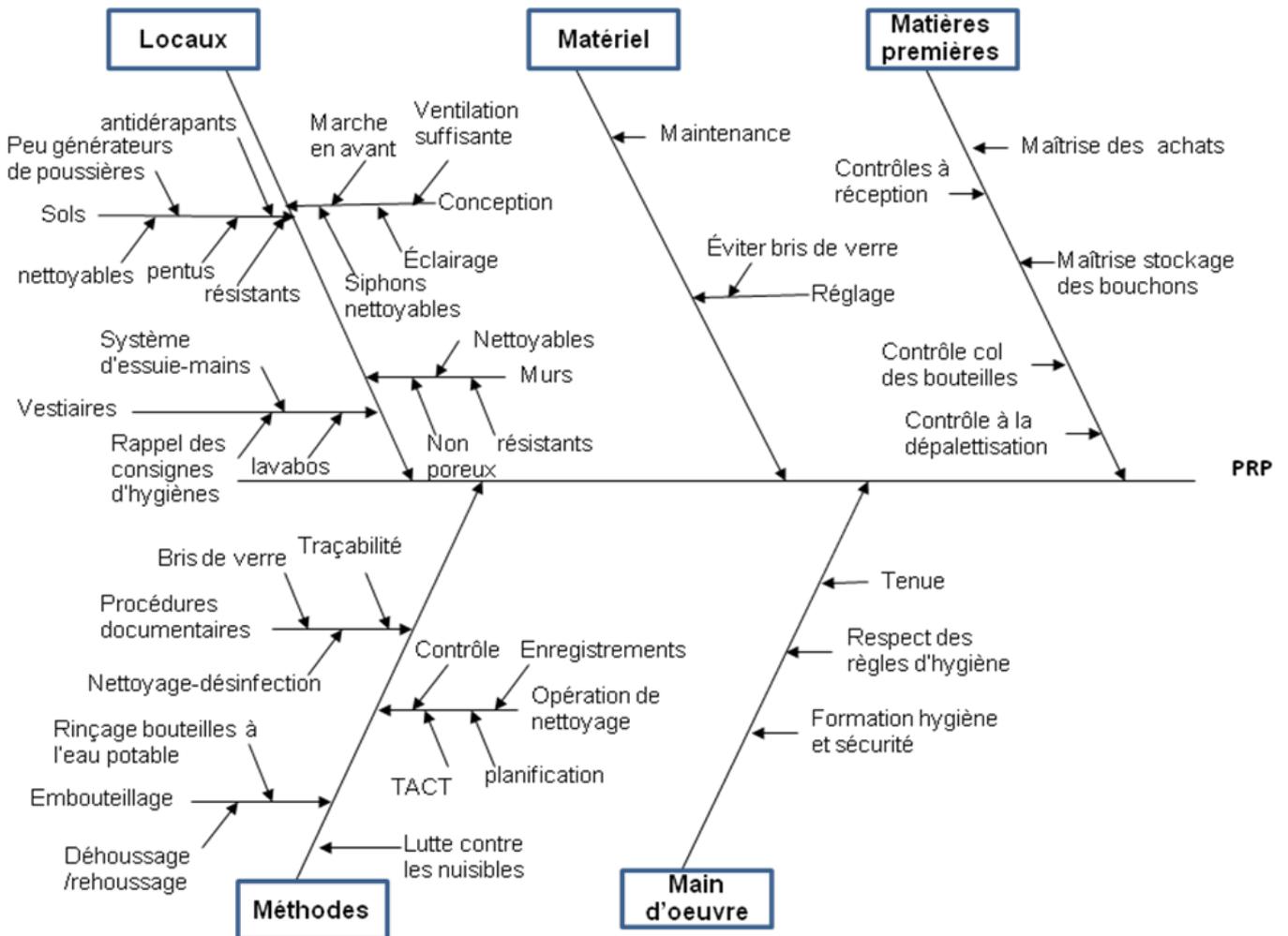
(4) Dans ce cas en particulier, diverses réponses sont possibles y compris d'autres que celles retenues ici...

2. ÉTUDE HACCP

2.1. Programmes pré-requis

2.1.1. Autres pré-requis : toute autre bonnes pratiques : BPF notamment, BP de stockage, de distribution, etc.

2.1.2.



2.2. Analyse des dangers

2.2.1. CCP : *critical control point* ou point critique pour la maîtrise (ou encore point critique de contrôle, etc.) est une étape du processus, ou un matériel, ou un intrant, ou un contrôle, ou etc. permettant d'éliminer ou de réduire dans des limites acceptables un risque identifié.

2.2.2. *Préambule non exigé* : un PRP (*programme pré-requis*) est un ensemble de mesures générales qu'il convient de mettre en place systématiquement et préalablement ; ce sont notamment tous les programmes des bonnes pratiques. Un CCP est (Cf. ci après) un élément qui permet de supprimer ou réduire un risque identifié dans l'analyse de risques. Un PRPoP est un PRP mis en place à l'issue de l'analyse de risques, lorsque celle-ci a montré qu'il était indispensable pour contrôler un risque (pas de CCP associé alors) – le PRPoP permettra alors de limiter l'introduction ou le développement de ce danger ; en quelque sorte le CCP est proche du danger (intégré à un niveau du processus de fabrication) et le PRPoP (comme le PRP) est plus général (démarche globale).

Donc d'après l'annexe 3 :

- le CCP est spécifiquement dédié à la maîtrise du danger, mais pas le PRPoP (qui est plus général, voir ci-avant),
- le CCP doit faire l'objet d'un monitoring (enregistrement) idéalement en continu, ou tout du moins en temps réel, pas le PRPoP (qui doit malgré tout être vérifié périodiquement, commentaire hors annexe mais judicieux).

2.2.3.

Étape	Danger	Mesure de maîtrise ⁽¹⁾	Rattachement		
			PRP	PRPo	CCP
Arrivée du vin par les flexibles	Contamination bactérienne par de l'eau résiduelle	Flexibles : pente > 1%		X	
		Purge avant utilisation			X
Filtration	Contamination chimique : médias de filtration	Changement régulier des médias		X	
		Procédure de nettoyage des médias	X		
	Contamination chimique : produits de nettoyage/désinfection	Procédure de nettoyage (étape de rinçage)	X		
	Contamination physique : matériel abîmé	Procédure de maintenance ⁽²⁾		X	
Capteur d'usure des machines				X	

(1) plusieurs réponses sont éventuellement proposées pour illustrer la diversité des approches – une seule était attendue pour chaque danger. D'autres réponses sont envisageables.

(2) Le cas de la maintenance est délicat : on peut considérer qu'il s'agit d'une BP de base (donc PRP) ou qu'il s'agit d'une décision justifiée par le risque physique ici (PRPoP).

Justification des PRP : La contamination bactérienne par l'eau résiduelle ou bien la contamination chimique par les produits de nettoyage/désinfection sont associés aux BPH : ce sont donc des PRP et l'annexe 3 n'a pas à être appliquée.

Tous les CCP ou PRPo proposés par le candidat doivent être justifiés : quelques exemple... (note : Q1 à Q4 correspondent aux questions de l'arbre de détermination de l'annexe 3).

Étape	Danger	Cause	Mesure de maîtrise	Q1	Q2	Q3	Q4	Conclusion
Arrivée du vin par les flexibles	Contamination bactérienne par de l'eau résiduelle	Pente du flexible insuffisante ou irrégulière	Disposition du flexible (pente > 1%)	oui	oui	oui	non	PRPo
Filtration	Contamination physique : matériel abîmé	Non-respect de la maintenance	Procédure de maintenance	oui	oui	non	non	PRPo
	Contamination physique : matériel abîmé	Non-perception de l'usure	Capteur d'usure / alarme	oui	oui	oui	oui	CCP

3. TRAÇABILITÉ ET MAÎTRISE DES NON CONFORMITÉS

3.1. Mise en place d'un système de traçabilité

3.1.1. Traçabilité : aptitude à retrouver l'historique, la mise en œuvre ou l'emplacement de ce qui est examiné (NF EN ISO 9000 : 2000).

Intérêts : retrait rapide et adapté des produits en cas de non-conformité critique ; élément de preuve (assurance-qualité) ; élément factuel pour l'amélioration et la recherche des causes.

3.1.2. Démarche pour la mise en œuvre de la traçabilité :

- Recenser l'existant (état des lieux)
- Fixer les règles de traçabilité : documentation (procédures, instructions de travail, enregistrements)
- Définir un plan d'action et mettre en œuvre (dossier de lots),
- Vérifier l'efficacité à l'aide d'audit de traçabilité, corriger et valider.

3.1.3. Les réponses ci-dessous ne sont pas nécessairement exhaustives.

AVOIR UNE PREUVE	EXEMPLES DE DOCUMENTS A UTILISER
De la formation (voir fiche technique A annexe 2)	Attestation de formation - diplôme Feuille de présence pour la formation interne
De l'innocuité d'un produit, d'un matériel	Certificat d'origine ou fiche de conformité / sécurité / techniques
De la maintenance	Notice de fabricant Factures réparation Rapports de maintenance / fiche de vie
De l'hygiène (voir fiche technique C annexe 2)	Plan de nettoyage-désinfection et enregistrements associés Documents de suivi des vinifications, de l'élevage et rapports des contrôles associés
De la vinification, de l'élevage, des contrôles lors de la vinification et l'élevage	Registres réglementaires Documents de suivi des vinifications, de l'élevage et rapports des contrôles associés
De traitement au ferrocyanure de potassium (voir fiche technique D)	Registres réglementaires relatifs au traitement au ferrocyanure de potassium
Des analyses	Rapports d'analyses
De la potabilité de l'eau	Rapport d'analyse ou déclaration réglementaire des autorités si raccord à un réseau
De la gestion des matières sèches	Cahier des charges fournisseurs Enregistrements associés
De l'embouteillage, des contrôles lors de l'embouteillage	Registres réglementaires Documents de suivi de l'embouteillage et les contrôles Enregistrements associés

3.2. Maîtrise des non-conformités

3.2.1. Devenirs possibles d'un produit non-conforme :

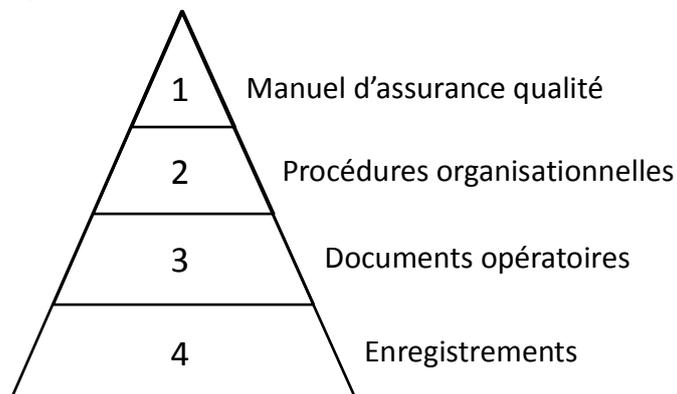
- reprise (et contrôle de conformité après reprise),
- mise au rebut,
- déclassement,
- utilisation en l'état avec dérogation.

3.2.2. Démarche à entreprendre pour éliminer les causes d'une non-conformité :

- description de la non-conformité : attendu / constaté
- Recherche des causes puis classement des causes
- Recherche des solutions puis classement des solutions
- Mise en œuvre des actions choisies
- Vérifier l'efficacité de ces actions
- Si échec : recommencer ; si réussite : recherche des possibilités d'étendre la solution ailleurs dans la production
- Clôturer et enregistrer les décisions prises.

4. SYSTEME DOCUMENTAIRE

4.1. La pyramide retient classiquement 4 niveaux



4.2. Le manuel qualité est un document de référence. Il décrit les principes et les processus généraux du système de management de la qualité. C'est le document le plus synthétique et global du système documentaire.

Son usage doit permettre de répondre à 2 objectifs :

- En interne, document de référence que nul ne doit ignorer pour appliquer la politique qualité de l'organisme (élément de pilotage) ;
- En externe, élément d'assurance qualité (élément de preuve).

Contenu possible : rubriques introductives (sommaire, déclaration d'engagement du responsable de l'organisme, objet et domaine d'application, terminologie et abréviations, présentation de l'organisme, gestion du manuel, etc.) ; description du système de management (et éventuellement procédures organisationnelles transversales), etc.

Corrigés sujets 2015

E2-U21 Mathématiques

2015

EXERCICE 1

PARTIE A : Étude du premier traitement

1. Résolution d'une équation différentielle

a) Les solutions de (E_0) sont de la forme : $y_0(t) = Ce^{-0,1t} \quad \forall t \in [0; +\infty[$

b) $\forall t \in [0; +\infty[\quad h(t) = 2te^{-0,1t}$

$$\begin{aligned} \text{Donc} \quad h'(t) &= 2e^{-0,1t} + 2t \times (-0,1)e^{-0,1t} \\ &= 2e^{-0,1t} - 0,2te^{-0,1t} \end{aligned}$$

$$\forall t \in [0; +\infty[\quad h'(t) + 0,1h(t) = 2e^{-0,1t} - 0,2te^{-0,1t} + 0,2te^{-0,1t} = 2e^{-0,1t}$$

Donc h est une solution particulière de l'équation (E).

c) Les solutions de (E) sont de la forme : $f(t) = y_0(t) + h(t) = Ce^{-0,1t} + 2te^{-0,1t} \quad \forall t \in [0; +\infty[$.

d) On a $f(0) = 1 \Leftrightarrow Ce^0 + 2 \times 0 \times e^0 = 1 \Leftrightarrow C = 1$

D'où $f(t) = 1e^{-0,1t} + 2te^{-0,1t} = (2t+1)e^{-0,1t} \quad \forall t \in [0; +\infty[$

2. Étude d'une fonction

$$\text{Sur } [0; +\infty[, \quad f(t) = (2t+1)e^{-0,1t}$$

a) On admet que $\lim_{t \rightarrow +\infty} f(t) = 0$ donc on en déduit que la courbe représentative de f admet une asymptote horizontale d'équation $y = 0$ (axe des abscisses) en $+\infty$.

b) Sur $[0; +\infty[$, on admet que $f'(t) = (1,9 - 0,2t)e^{-0,1t}$

i) Pour tout réel t de $[0; +\infty[$, $e^{-0,1t} > 0$ donc $f'(t)$ est du signe de $1,9 - 0,2t$

$$1,9 - 0,2t > 0 \Leftrightarrow 1,9 > 0,2t$$

$$\Leftrightarrow t < \frac{1,9}{0,2}$$

$$\Leftrightarrow t < 9,5$$

ii) On en déduit le tableau de variations de la fonction :

$$f(0) = 1$$

$$f(9,5) = (2 \times 9,5 + 1)e^{-0,1 \times 9,5} = 20e^{-0,95} \approx 7,735$$

t	0	9,5	$+\infty$
$f'(t)$	+	0	-
$f(t)$	1	$f(9,5)$	0

Application

a) La quantité de principe actif sera maximale quand $t = 9,5$ heures.

b) Le médicament est efficace quand la quantité de principe actif est supérieure ou égale à 5 mg.

Or l'équation $f(t) = 5$ est impossible à résoudre.

Cependant à l'aide du tableau de valeurs de la fonction obtenu à l'aide de la calculatrice, on constate que :

$$f(2,8) \approx 4,99 < 5 \quad \text{et} \quad f(21) \approx 5,27 > 5$$

$$f(2,9) \approx 5,01 > 5 \quad \quad \quad f(22) \approx 4,98 < 5$$

donc on en déduit que le médicament est efficace entre 2,9 heures et 21 heures.

c) On donne $\int_0^{24} f(t) dt = 210 - 690 e^{-2,4}$

$$Vm = \frac{1}{24-0} \times \int_0^{24} f(t) dt = \frac{1}{24} \times (210 - 690 e^{-2,4}) = 8,75 - 28,75 e^{-2,4} \approx 6,14 \approx 6,1$$

La quantité moyenne de principe actif présente dans le sang entre 0 et 24 heures est de 6,1 mg.

PARTIE B : Étude Statistique du second traitement

1. Administrations répétées du médicament

La courbe qui représente le mieux l'évolution de la quantité de médicament présente dans le sang est la figure 3 car elle correspond à une décroissance la quantité en fonction du temps puis le fait de réinjecter une dose de charge de médicament toutes les heures.

2. Administration continue du médicament : recherche de la courbe de tendance

a) i)

t_i	0	4	8	12	16	20	24
q_i	1,8	9,5	15,5	20,2	23,7	26,8	28,7
$y_i = \ln(36 - q_i)$	3,53	3,28	3,02	2,76	2,51	2,22	1,99

ii) A l'aide la calculatrice, on obtient l'équation de D la droite d'ajustement de y en t par la méthode des moindres carrés : D $y = -0,06t + 3,54$

b) On a :

$$y = -0,06t + 3,54$$

$$\Leftrightarrow \ln(36 - q) = -0,06t + 3,54$$

$$\Leftrightarrow 36 - q = e^{-0,06t+3,54}$$

$$\Leftrightarrow q = 36 - e^{-0,06t+3,54}$$

On obtient donc l'expression de la quantité $q = 36 - e^{-0,06t+3,54}$

c) La quantité limite est de 36 mg.

Le médecin affirme que l'état stationnaire est atteint en moins de 3 jours soit en $3 \times 24 = 72$ heures.

Pour $t = 72$, on a $q = 36 - e^{-0,06 \times 72 + 3,54} \approx 35,542$

Soit une différence de $36 - 35,542 = 0,458 < 1$ mg

Donc l'affirmation du médecin est justifiée.

EXERCICE 2

PARTIE A : Étiquetage

1) $p(A \cap D) = p(A) \times p(D)$ car A et D sont indépendants.

$$p(A \cap D) = 0,01 \times 0,03$$

$$p(A \cap D) = 0,0003$$

2) $p(\bar{A} \cap \bar{D}) = p(\bar{A}) \times p(\bar{D})$ car \bar{A} et \bar{D} sont indépendants.

$$p(\bar{A} \cap \bar{D}) = (1 - 0,01) \times (1 - 0,03)$$

$$p(\bar{A} \cap \bar{D}) = 0,9603$$

PARTIE B : Étude de la contenance

1) $p(57,90 \leq V \leq 58,10) \approx 0,9875$

donc $p(V < 57,90) + p(V > 58,10) = 1 - p(57,90 \leq V \leq 58,10) \approx 1 - 0,9875 \approx 0,0124$

Donc la probabilité que le flacon soit non conforme est égale à 0,01.

2) $p(58 - h \leq V \leq 58 + h) = 0,95$ où V suit une loi normale $N(58; 0,04)$

$$p\left(\frac{58 - h - 58}{0,04} \leq \frac{V - 58}{0,04} \leq \frac{58 + h - 58}{0,04}\right) = 0,95$$

$$p\left(\frac{-h}{0,04} \leq T \leq \frac{h}{0,04}\right) = 0,95 \quad \text{où } T = \frac{V - 58}{0,04} \text{ suit une loi normale } N(0; 1)$$

$$2 \times p\left(T \leq \frac{h}{0,04}\right) - 1 = 0,95$$

$$p\left(T \leq \frac{h}{0,04}\right) = 0,975$$

A l'aide de la calculatrice, on obtient : $\frac{h}{0,04} \approx 1,96$ soit $h \approx 1,96 \times 0,04 \approx 0,08$

PARTIE C : Test d'hypothèse

1. A l'aide de la calculatrice, on obtient : $\bar{v} \approx 58,042$ et $s \approx 0,036$

2. Construction du test

a) Au seuil de signification de 5 % , on calcule l'intervalle de confiance de la moyenne à l'aide de la formule :

$$\left[\mu - 1,96 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} ; \mu + 1,96 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right].$$

Cela correspond ici à $\left[58 - 1,96 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}} ; 58 + 1,96 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}} \right]$ soit l'intervalle L proposé par l'énoncé.

b) Règle de décision du test :

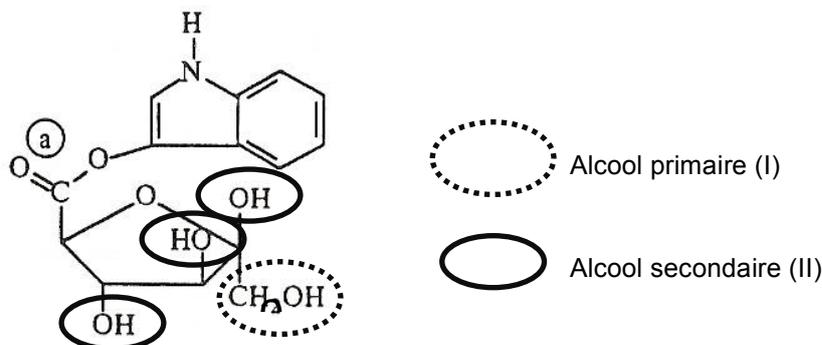
Si $\bar{v} \in L$ alors on accepte l'hypothèse H_0 au seuil de risque de 5 %.

Si $\bar{v} \notin L$ alors on rejette l'hypothèse H_0 et on accepte H_1 au seuil de risque de 5 %.

3. On a $L = \left[58 - 1,96 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}} ; 58 + 1,96 \times \frac{0,04}{\sqrt{80}} \right] = [57,991 ; 58,009]$ et $\bar{v} \approx 58,042$

$\bar{v} \notin L$ donc on rejette la livraison au seuil de risque de 5 %.

A.1.1.

A.1.2. C_8H_7NO A.2.1.a) $C_{16}H_{10}N_2O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2 C_8H_7NO$ A.2.1.b) $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$ A.2.1.c) $2 C_8H_7NO + O_2 = 2 H_2O + C_{16}H_{10}N_2O_2$

A.2.2. La molécule d'indigo comporte des liaisons conjuguées, des groupements (C=O) et auxochromes (-NH-), d'où sa coloration.

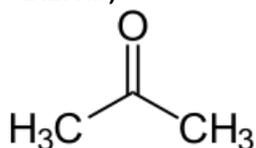
B.1.

1) Il faut 700 kg de plantes pour produire 1 kg de pigment donc pour en produire 14 000 tonnes soit $1,4 \times 10^7$ kg, il faut $700 \times 1,4 \times 10^7 = 9,8 \times 10^9$ kg ou 9,8 millions de tonnes de plantes par an ! Cette quantité est énorme donc il semble préférable d'utiliser de l'indigo de synthèse pour des raisons écologiques, de main d'œuvre, de rentabilité...

2) Le procédé naturel à partir des plantes « dure plusieurs mois ». Pour des raisons de gain de temps il vaut donc mieux l'indigo de synthèse.

B.2.1.a) Il n'est pas nécessaire d'introduire un volume précis. On utilise donc une éprouvette graduée.

B.2.1.b)

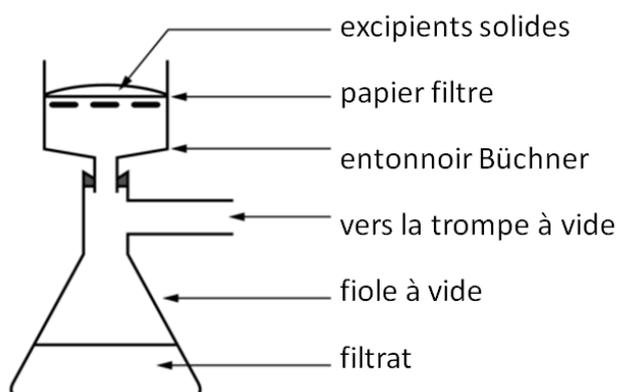


B.2.1.c) Tous les hydrogènes de la molécule sont équivalents, il y a donc un seul pic.

Le déplacement est plus important dans l'acétone que dans les alcanes ($\delta_{\text{acétone}} > \delta_{\text{alcane}}$) à cause de l'effet inductif attracteur (-I) de C=O (on peut aussi dire à cause de l'électronégativité importante de l'O). En effet, plus le « groupement à côté » est électronégatif, plus le noyau 1H est déblindé (vers les déplacements δ importants).

B.2.1.d) A 1700 cm^{-1} , la bande d'absorption correspond à la vibration d'élongation de la liaison C=O.

B.2.2.



B.2.3. Cela permet de gagner en vitesse et en efficacité de filtration.

B.2.4.

	$2 \text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_3 + 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 2 \text{HO}^- = \text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2 + 2 \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^- + 4 \text{H}_2\text{O}$					
État initial	$6,6 \cdot 10^{-3}$	0,14	$8,0 \cdot 10^{-3}$	0	0	/
État intermédiaire	$6,6 \cdot 10^{-3} - 2x$	$0,14 - 2x$	$8,0 \cdot 10^{-3} - 2x$	x	2x	/
État final	0	0,133	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$	/

$\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_3$ est le réactif limitant alors $6,6 \cdot 10^{-3} - 2x_{\max} = 0$ soit $x_{\max} = 3,3 \cdot 10^{-3}$ mol

En considérant la réaction comme totale on peut espérer obtenir $3,3 \cdot 10^{-3}$ mol d'indigo

soit une masse $m = n \cdot M(\text{indigo})$ avec

$M(\text{indigo}) = 262 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$m \approx 0,86 \text{ g}$

La masse d'indigo réellement obtenue est $m_i = 0,49 \text{ g}$

Le rendement de la réaction est donc d'environ **$r = 0,49/0,86 = 0,57$ soit 57 %**

B.2.5. Avec ce rendement, en utilisant 1,00 g de 2-nitrobenzaldéhyde on a pu obtenir que 0,49 g d'indigo (au lieu de 0,86 g).

Donc pour obtenir 100 kg d'indigo il faut : $m = \frac{100}{0,49} = 204 \text{ kg}$

B.3.1. a) FAUX. Elle est polychromatique

b) FAUX. Le prisme disperse la lumière par réfraction (liée à la variation d'indice en fonction de la longueur d'onde)

c) VRAI.

d) VRAI. C'est pour cela que c'est un système dispersif.

e) VRAI.

B.3.2. En abscisse: longueur d'onde λ (en nm)

En ordonnée: absorbance A (sans unité)

B.3.3. Le maximum d'absorbance se situe à une longueur d'onde de 620 nm d'après la courbe.

D'après le doc 5, cette longueur d'onde correspond au orange. Donc la solution d'indigo absorbe dans le orange et transmet sa couleur complémentaire, le bleu d'où la coloration bleue de l'indigo.

C.1.1. C'est une courbe (droite) d'étalonnage.

C.1.2. Il s'agit de la loi de Beer-Lambert: elle traduit la proportionnalité entre l'absorbance et la concentration.

C.2. D'après l'équation: $c = A/83,7 \times 10^{-3} = 0,518/83,7 \times 10^{-3} = 4,99 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Concentration massique: $cm = c \cdot M = 4,99 \times 10^{-6} \times 466 = 2,33 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

Dans 50mL: masse de colorant: $2,33 \times 50 \times 10^{-3} = 0,116 \text{ mg}$ dans 1 bonbon

Calcul de la dose journalière admissible pour l'homme de 70 Kg:

$70 \times 5 = 350 \text{ mg}$

Nombre de bonbons qu'il peut absorber par jour sans danger:

$350/0,116 = 3017$ bonbons!

Une consommation raisonnable de bonbons gélifiés bleus ne semble pas dangereuse pour la santé du point de vue du colorant présent dans sa composition en tout cas...

D.1.1. IndH₂ soluble dans l'eau est jaune donc le bain de teinture est jaune.

D.1.2. Bonjour,

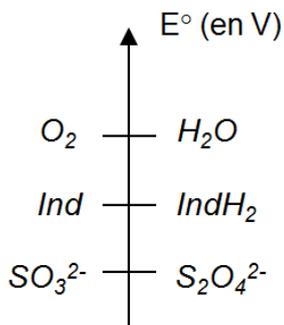
Voici la réponse à votre interrogation sur la magie de la teinture à l'indigo.

L'indigo est soluble dans l'eau sous sa forme réductrice qui est jaune. Pour l'obtenir et pouvoir dissoudre l'indigo, vous faites réagir la forme oxydée de l'indigo avec une solution réductrice d'ions dithionites. Ceux-ci réduisent l'indigo en sa forme soluble jaune. Une fois votre teinture réalisée, quand vous enlevez le tissu de la cuve, l'oxygène de l'air oxyde la forme réduite de l'indigo qui se retransforme en sa forme oxydée, l'indigo, de couleur bleue!

D.1.3. Explication (non demandée) : suivant les deux équations de réactions données : l'oxydant le plus fort réagit avec le réducteur le plus fort pour donner les oxydants et réducteurs les plus faibles.

Lors de la première réaction, Ind réagit avec $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ donc le potentiel standard du couple Ind/IndH₂ est supérieur à celui du couple $\text{SO}_3^{2-} / \text{S}_2\text{O}_4^{2-}$

Lors de la deuxième réaction, IndH_2 réagit avec O_2 donc le potentiel standard du couple Ind/IndH_2 est inférieur à celui du couple $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$.



D.2.1.

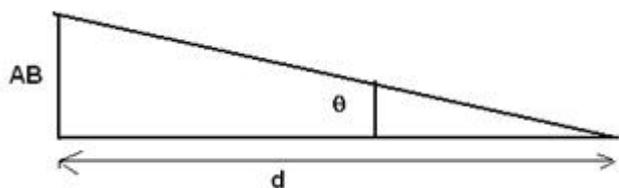
40X : grandissement de l'objectif $| \chi_{\text{obj}} | = 40$

10X : grossissement de l'oculaire $G_{\text{oc}} = 10$

$G = 40 \times 10 = 400$

D.2.2.1. D'après l'échelle, on trouve un diamètre de $50 \mu\text{m}$.

D.2.2.2.



$\tan\theta = \text{AB}/d = 50 \cdot 10^{-6} / 25 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ rad} = \theta$ pour des angles petits

$\theta < 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$ donc ce fil n'est pas visible à l'oeil nu

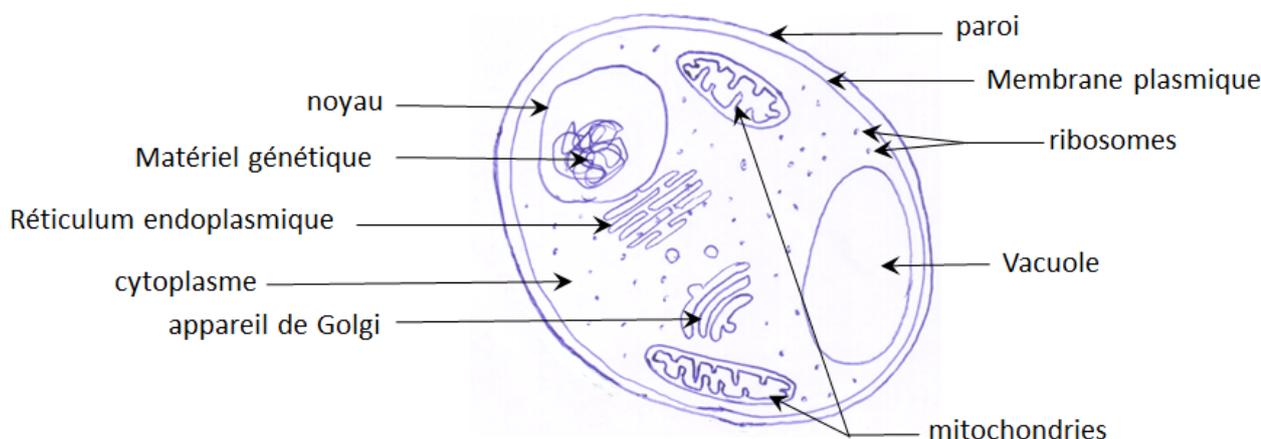
D.2.3. D'après la photo, la fibre a une surface plate avec des irrégularités donc il pourrait s'agir d'une fibre de soie naturelle mais on ne peut pas l'affirmer avec certitude. Il faudrait disposer d'une photo de fibre synthétique pour comparer. On acceptera toute réponse cohérente.

PARTIE MICROBIOLOGIE

1. ÉTUDE DE LA FERMENTATION

1.1.

Schéma de l'ultrastructure d'une levure



Bactérie	Levure
Procaryote (pas de noyau, pas d'organites)	Eucaryote (noyau et organites)
Taille moyenne = 1µm	Taille moyenne = 20µm

1.2. En général, *Saccharomyces cerevisiae* se multiplie par bourgeonnement (reproduction asexuée par mitose).

1.3. *Saccharomyces cerevisiae* est qualifié de mésophile car elle se développe bien à température modérée (28°C).

1.4.1. *Saccharomyces cerevisiae* réalise la fermentation alcoolique au cours de laquelle les substrats glucidiques sont transformés en éthanol et CO₂.

1.4.2. Le graphe présente l'évolution de la production de CO₂ au cours de la fermentation alcoolique, on distingue 2 pics successifs.

De 0h à 1h, on observe une première augmentation de la production de CO₂ car les levures utilisent les sucres fermentescibles de la farine (glucose, saccharose). Ces sucres sont en quantité faible (0,5% chacun) et sont vite épuisés.

De 1h à 2h, on observe donc une diminution de la production de CO₂. Les levures commencent à dégrader l'amidon afin de libérer du glucose.

De 2h à 3h30 environ, le glucose libéré est fermenté pour produire de nouveau du CO₂.

1.5. La souche doit apporter un bon rendement de production boulangère (performance de la fermentation alcoolique, production d'arômes, durée, adaptation au milieu), être facilement cultivable (exigence, température d'incubation, milieu de culture à coût peu élevé), être génétiquement stable (peu sensible aux mutations génétiques qui pourraient modifier son métabolisme).

2. SUIVI MICROBIOLOGIQUE EN COURS DE FABRICATION

2.1.1. L'ajout de lardons, produit carné fragile microbiologiquement, entraîne une contamination exogène de la brioche et donc l'apport de nouveaux microorganismes.

2.1.2. Pour éviter une contamination trop forte de la brioche, il faut vérifier la qualité microbiologique de la matière première et respecter les bonnes pratiques d'hygiène ainsi que les conditions de cuisson (temps, température) lors de la fabrication.

2.2.1. D_{80 °C} est temps de réduction décimal à 80 °C. C'est le temps de traitement nécessaire pour réduire le nombre de microorganismes d'un facteur 10 à 80 °C.

2.2.2. La température à cœur est la température la plus basse atteinte par le produit. On choisira donc cette température pour déterminer la température du traitement. Ici elle est de 80°C.

2.2.3. Nombre de réduction décimale « n » permettant de réduire le nombre de chaque type de microorganismes à moins de 1 par gramme :

Microorganisme	Nombre par gramme de pâte avant cuisson	Facteur de réduction à appliquer	Nombre de réduction décimale (n)	Nombre par gramme de pâte après cuisson
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	$2 \cdot 10^8$	10^9	9	0,2
<i>Escherichia coli</i>	100	10^3	3	0,1
<i>Staphylococcus aureus</i>	100	10^3	3	0,1

2.2.4. Temps de la durée du traitement à 80°C pour chaque type de microorganisme

$t = n \cdot D$

Microorganisme	n (pour N<1 microorganisme)	D _{80°C} (min)	t (min)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	9	0,02	0,18
<i>Escherichia coli</i>	3	10^{-3}	$3 \cdot 10^{-3}$
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	0,1	0,3

2.2.5. On remarque qu'avec un traitement thermique à 80°C à cœur, il faut moins d'une minute pour détruire tous les microorganismes. Ainsi, on peut donc supposer que ce traitement est utilisé pour détruire les microorganismes.

3. ÉTUDE DU PRODUIT FINI

3.1. Les moisissures sont les seuls microorganismes susceptibles de se développer sur un milieu où l'Aw est faible. En effet, les levures et bactéries ont davantage besoin d'eau disponible pour leur développement. Comme la brioche ne contient pas de conservateurs, les moisissures vont pouvoir se développer, sa durée de vie sera donc limitée (7 jours maxi).

3.2.1. L'éthanol est un agent antimicrobien à mode d'action non spécifique.

3.2.2. L'éthanol coagule les protéines microbiennes.

3.2.3. L'éthanol pulvérisé détruit les microorganismes à la surface des brioches et s'évapore ensuite. Il ne reste donc pas de résidu.

4. HYGIÈNE DES LOCAUX

4.1. Le contrôle dynamique permet de récupérer tous les microorganismes de l'air alors que contrôle statique ne permet de récupérer que ceux qui se déposent sur la boîte de Pétri. De plus, le contrôle dynamique permet de déterminer le nombre de microorganismes/m³ d'air collecté alors que le contrôle statique ne permet pas de quantification par rapport au volume d'air étudié.

4.2. L'entreprise peut installer un système de filtration d'air. Cela nécessite que l'atelier de conditionnement soit en surpression pour éviter l'entrée d'air contaminé dans la pièce à chaque ouverture de la porte.

4.3. Flore mésophile aérobique : milieu PCA, gélose non sélective permettant le développement des germes aérobies.

Moisissures : milieu Sabouraud, gélose acide adaptée au développement des moisissures, on peut ajouter du chloramphénicol pour rendre le milieu plus sélectif.

Coliformes : milieu VRBL, gélose inhibant le développement des bactéries Gram+ (cristal violet et sels biliaires) et permettant de mettre en évidence les coliformes (colonies rouges dues à la fermentation du lactose mise en évidence par le rouge neutre).

Staphylocoques présumés pathogènes : milieu Baird-Parker (inhibition de la plupart des germes autres que staphylocoques par le chlorure de lithium et le tellurite de potassium, distinction des staphylocoques présumés pathogènes grâce à un halo clair autour des colonies noires).

PARTIE TOXICOLOGIE

1. CONTAMINATION DE LA FARINE PAR LES MYCOTOXINES

1.1. Mycotoxine: toxine produite par un mycète (ou champignon).

Exemples : patuline, ochratoxine, aflatoxine...

1.2. Les céréales (dont l'Aw est faible) sont souvent contaminées par des moisissures qui fabriquent des mycotoxines, lesquelles perdurent dans la farine après broyage.

1.3.1. Toxicité induite par l'administration d'une dose unique de toxique. Elle permet de déterminer la DL50 (dose létale 50 %). C'est la dose unique qui tue 50 % des animaux d'un lot d'expérience.

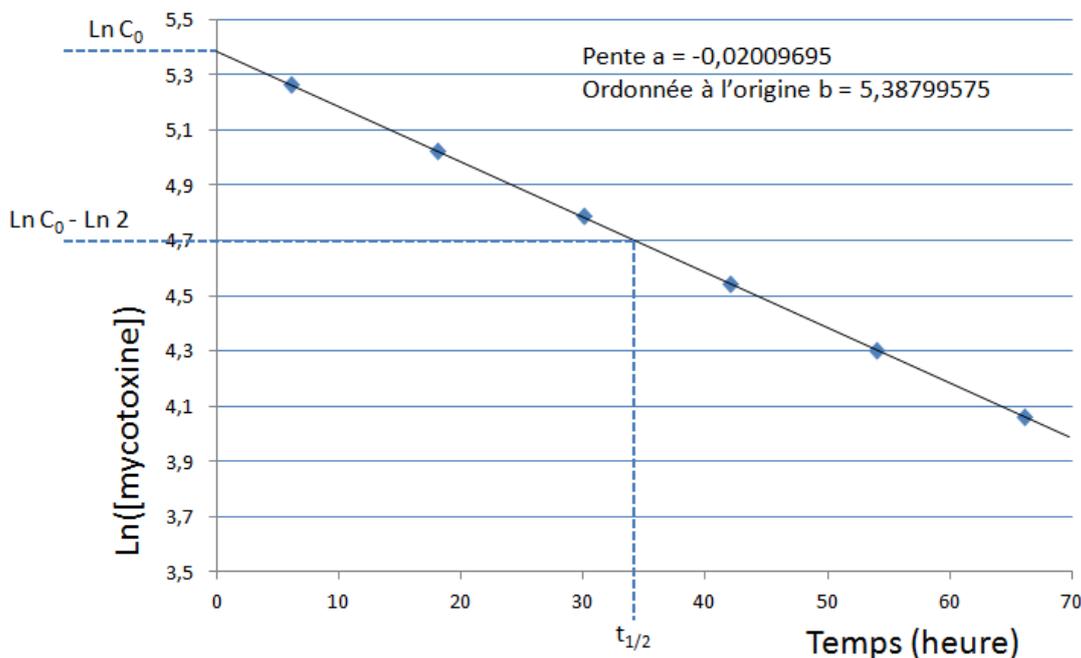
1.3.2. Les mycotoxines réalisent des interactions réversibles car leur concentration plasmatique diminue au cours du temps.

1.3.3. On trace la régression linéaire : $\ln C = -K_e.t + \ln C_0$, avec :

- t = temps après l'ingestion,
- C concentration plasmatique de la mycotoxine,
- C_0 concentration de la mycotoxine à t = 0
- K_e = constante d'excrétion de la mycotoxine.

Temps (heures)	[Mycotoxine] ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de plasma)	$\ln([Mycotoxine])$
6	194	5,268
18	152	5,024
30	120	4,787
42	94	4,543
54	74	4,304
66	58	4,060

$\ln([Mycotoxine]) = f(t)$



Dans ce cas, on obtient : $\ln C = -0,020.t + 5,388$

Concentration initiale du toxique : $\ln C_0 = 5,388$ donc $C_0 = e^{5,388} = 219 \mu\text{g}/\text{L}^{-1}$

Constante excretion $K_e = 0,020 \text{ h}^{-1}$

Temps pour que la concentration plasmatique baisse de moitié : $\ln 2 = K_e$

$t_{1/2} = \ln 2 / 0,020 = 34,66 \text{ h}$

(ou par détermination graphique $t_{1/2}$ correspond à la projection sur l'axe des abscisses du point $\ln C_0 - \ln 2 = 4,695$)

2. TOXICITÉ INDUITE PAR LES LARDONS

2.1. Les nitrites peuvent entrainer une cyanose en se fixant sur l'hémoglobine qui ne peut plus transporter l'oxygène. De plus, les nitrites peuvent être transformés dans l'intestin en nitrosamines, composés cancérigènes.

2.2.1. La Dose Journalière Admissible (DJA) est la dose par kg de masse corporelle qu'un individu peut ingérer quotidiennement tout au long de sa vie sans conséquence néfaste. Elle est exprimée généralement en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$

$DJA = (\text{DSE ou NOAEL})/100^*$

La DSE est la Dose Sans Effet = dose la plus grande qui n'a pas d'effet toxique chez l'animal le plus sensible en condition d'expérimentation chronique. La DES est exprimée par kg de masse corporelle et par jour.

Le facteur de 100 est le facteur de sécurité, il est déterminé en comptant :

Un facteur de 10 pour la variation inter-espèce

Un facteur de 10 pour la variation intra-espèce

* un facteur 10 supplémentaire peut être appliqué si la substance est reconnue très nocive.

2.2.2. Une brioche de 1 Kg (ou 1000 g) contient 5% de lardons soit 0,05 Kg (ou 50 g) de lardons. Comme les lardons contiennent 0,12 g (ou 12 mg) de nitrites par kg de brioche, il y a donc $12 \times 50 / 1000 = 6$ mg de nitrites /kg brioche

Un adulte peut consommer : $0,07 \times 70 = 4,9$ mg de nitrites soit $4,9 \times 1/6 = 817$ g de brioche pour atteindre la DJA.

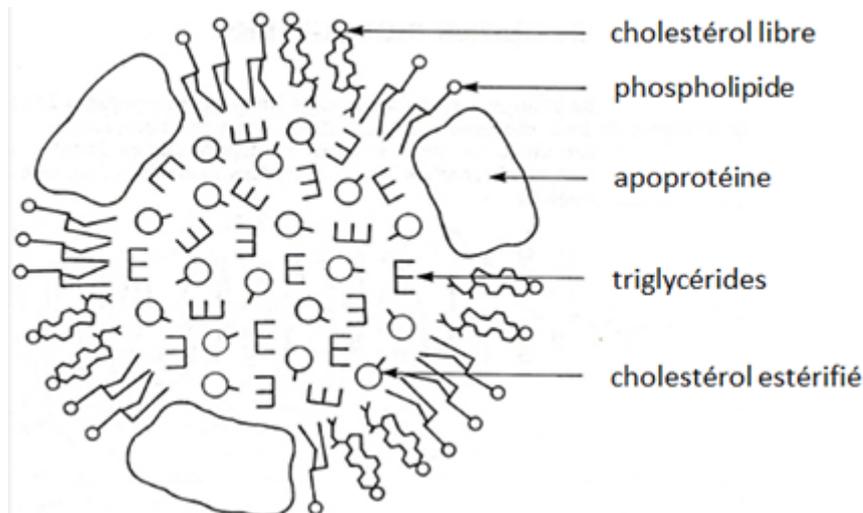
Un enfant peut consommer : $0,07 \times 10 = 0,7$ mg de nitrites soit $0,7/6 = 117$ g de brioche pour atteindre la DJA.

Conclusion : Le risque est faible pour l'adulte, mais non négligeable pour l'enfant car en plus, d'autres aliments peuvent être source de nitrites dans l'alimentation.

PARTIE BIOCHIMIE

1. LES LIPIDES

1.1. Structure d'une lipoprotéine :



1.2 .Exemples : HDL et LDL sont retrouvées dans le jaune d'œuf (exemple Lipovitelline (HDL) et Lipovitellénine (LDL)).

Les lipoprotéines sont classées selon leur densité, plus une lipoprotéine est riche en protéines et plus elle est dense plus elle est riche en lipides moins elle est dense.

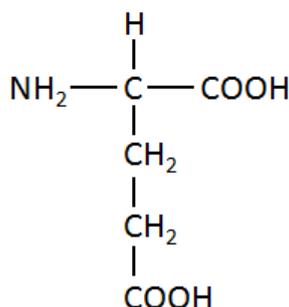
1.3. La température de fusion des acides gras varie en fonction :

- du nombre de carbone, plus il augmente, plus la température de fusion augmente
- du taux d'insaturation, plus il augmente, plus la température de fusion diminue.

2. LES PROTÉINES APPORTÉES PAR LES ŒUFS

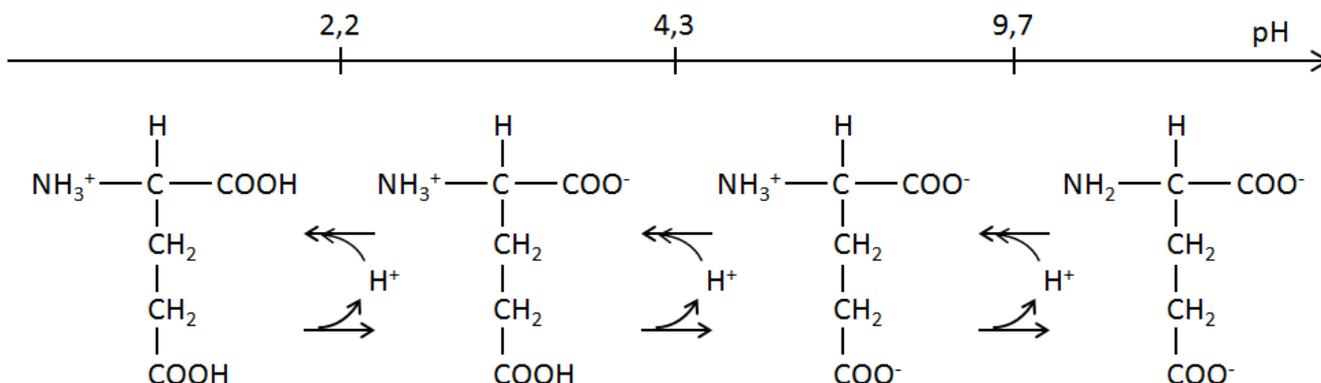
2.1. Les glycoprotéines sont des hétéroprotéines : elles sont constituées d'une partie protéique sur laquelle sont fixés des oses ou dérivés d'oses par des liaisons covalentes.

2.2. Il s'agit de l'acide glutamique.



2.3. La structure secondaire est la structure tridimensionnelle locale adoptée par des segments de la chaîne protéique grâce à des liaisons hydrogènes au sein de la chaîne principale. Elle permet d'obtenir deux formes principale appelées hélice alpha et feuillet bêta.

2.4. Dissociation de l'acide glutamique en fonction du pH



2.5. La migration se fait dans un tampon à pH = 8,6. À ce pH, l'ovalbumine est à un pH supérieur à son pHi, elle est donc sous forme anionique (chargée négativement). Elle migre donc vers l'anode qui est chargée positivement et attire les anions.

2.6. La dénaturation des protéines est la perte de la structure tridimensionnelle par rupture des liaisons faibles (hydrogène, hydrophobe). Les protéines se déroulent, la structure primaire (liaisons peptidiques) est conservée. La perte de la conformation native induit également la perte de l'activité biologique de la protéine et une diminution de la solubilité. La dénaturation peut être provoquée par une température élevée, un pH extrême ou des agents dénaturants (détergents). La dénaturation peut-être réversible ou irréversible.

3. L'AMIDON ET LE DOSAGE DE L'ACTIVITÉ AMYLASIQUE

3.1. L'amidon est constitué de deux molécules : amylose et amylopectine.

L'amylose est une hélice linéaire de résidus glucose liés par des liaisons α1→4.

L'amylopectine est une hélice ramifiée de résidus glucose liés des liaisons α1→4 et ramifiés par des liaisons α1→6.

3.2. L'α-amylase coupe les liaisons α 1,4 à l'intérieur des chaînes de l'amylose et de l'amylopectine.

3.3.1. L'activité enzymatique de l'enzyme est la quantité de moles de substrat transformé par minute.

$$AE = \frac{n_{\text{nitrophénol}}}{t} = \frac{C_{\text{nitrophénol}} \times V_{\text{réactionnel}}}{t}$$

La teneur en activité amylasique est l'activité enzymatique par gramme de farine.

$$T = \frac{AE}{m_{\text{farine}}} = \frac{C_{\text{nitrophénol}} \times V_{\text{réactionnel}}}{t \times m_{\text{farine}}}$$

Avec

- $V_{\text{réactionnel}}$ = volume total de l'essai soit 3,4 mL ou $3,4 \cdot 10^{-3}$ L

- m_{farine} = masse de farine introduite dans l'essai, donc masse de farine contenue dans 0,2 mL d'extrait enzymatique soit 0,03 g

L'absorbance de la solution est proportionnelle à sa concentration en p-nitrophénol (loi de Beer-Lambert).

$$\Delta A = \epsilon_{\text{nitrophénol}} \times l \times C_{\text{nitrophénol}} \quad \text{donc} \quad C_{\text{nitrophénol}} = \frac{\Delta A}{\epsilon_{\text{nitrophénol}} \times l}$$

$$T = \Delta A \times \frac{V_{\text{réactionnel}}}{\epsilon_{\text{nitrophénol}} \times l \times t \times m_{\text{farine}}}$$

$$\frac{V_{\text{réactionnel}}}{\epsilon_{\text{nitrophénol}} \times l \times t \times m_{\text{farine}}} = \frac{3,4 \cdot 10^{-3}}{18100 \cdot 10^{-6} \times 1 \times 20 \times 0,03} = 0,313$$

$$3.3.2. T = \Delta A \times 0,313 = 0,823 \times 0,313 = 0,258 \mu\text{mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$$

La teneur est supérieure à la valeur moyenne ($0,150 \mu\text{mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$), on peut supposer que les grains de blé utilisés pour fabriquer la farine ont été mal conservés et ont commencé à germer.

4. DOSAGE DES NITRITES DANS LES LARDONS

$$4.1. \text{ teneur} = \frac{m_{\text{nitrites en mg}}}{m_{\text{lardons en kg}}}$$

$$m_{\text{nitrites}} = C_{\text{mas}_j} \times V_{\text{total}_j} = \frac{m_{\text{nitrites}}}{V_{\text{échantillon}}} \times V_{\text{total}_j}$$

$$m_{\text{nitrites}} = \frac{7,5 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-3}} \times 200 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ g ou } 3 \text{ mg}$$

$$m_{\text{lardons}} = 25 \text{ g ou } 25 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{teneur} = \frac{3}{25 \cdot 10^{-3}} = 120 \text{ mg nitrites / kg lardons}$$

4.2. La teneur en nitrites dans les lardons (120 mg/kg) est inférieure à la norme (150 mg/kg), les lardons sont donc conformes.

SCIENCES DES ALIMENTS

1. ÉTUDE DE QUELQUES MATIÈRES PREMIÈRES

1.1. La gélatine

1.1.1. L'auxiliaire technologique ne subsiste pas dans le produit fini sauf à l'état de résidus inévitables, contrairement à l'additif qui, en tant que tel ou sous une forme dérivée, est retrouvé dans le produit fini.

1.1.2. Mousse de fromage blanc : épaississant – stabilisant

Purée de fruits : gélifiant – épaississant – stabilisant

1.1.3. Mousse de fromage blanc : gomme de guar, alginates, carraghénanes, caroube, ...

Purée de fruits : pectine

1.1.4. Information utile aux consommateurs de confession musulmane et juive si la gélatine est d'origine porcine (ou ESB si bovine).

1.2. Les fruits

1.2.1. Fruit climactérique : Végétal qui présente un pic d'activité respiratoire au moment de sa maturation. Le pic est déclenché par la production de gaz éthylène, même après récolte, qui permet de prolonger sa maturation.

1.2.2. Fruit non climactérique : raisin, fraise, cerise, framboise, ...

1.2.3. Modifications organoleptiques : couleur, goût sucré, moins acide, ramollissement, ...

Modifications biochimiques : transformation de l'amidon en sucre simple, protéolyse, diminution des acides organiques, production de vitamines, ...

1.2.4. Est considéré comme arôme tout produit ou substance qui est destiné à être ajouté à des denrées alimentaires pour leur donner un goût ou une odeur, à l'exception des substances ayant exclusivement un goût sucré, salé ou acide.

Ex : Limonène, acétate d'isoamyle, éthanal, ...

1.3.1. Substance douée de pouvoir sucrant, capable de générer la saveur sucrée. En général le terme édulcorant est utilisé pour les substances sucrantes qui ne sont pas du sucre. Généralement les édulcorants apportent moins de calories que le saccharose.

Il existe des édulcorants de charge (polyols) et des édulcorants intenses.

1.3.2. Aspartame, acesulfame, stevioside (stevia®), xylitol, ...

2. FABRICATION DE LA MOUSSE AU FROMAGE BLANC SUR LIT DE FRUITS

2.1. Fabrication de la matière première principale : le fromage blanc

2.1.1. Trois phases : phase aqueuse (eau, ions, lactose et protéines solubles) ; phase micellaire (micelles de caséine) ; phase lipidique (globules gras)

ou deux phases : phase particulaire (micelles et globules) et solution (eau, ions, lactose, protéines solubles)

2.1.2. Titre schéma du haut : structure d'une micelle de caséine

Légende de haut en bas : submicelle riche en Caséine κ ; submicelle riche en Caséine α et β ; microgranule de phosphate de calcium

Titre schéma du bas : structure d'une submicelle de caséine

Légende de haut en bas : enveloppe externe hydrophile, cœur hydrophobe

2.1.3. Le caillé lactique est obtenu par précipitation des caséines à leur point isoélectrique ($pHi = 4,6$) par acidification biologique à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose du lait en acide lactique.

2.1.4. C'est un gel fragile, friable, très perméable ; l'exsudation spontanée du lactosérum se fera facilement, pauvre en calcium.

2.1.5. Brassage : casse le caillé ce qui permet d'améliorer l'égouttage

Egouttage : séparation du caillé et du lactosérum

Lissage : homogénéise le caillé égoutté pour augmenter l'onctuosité

2.2. Fabrication du lit de fruits

2.2.1. Degré de maturité, saveur, arôme, couleur, pH, taux de sucre, absence de moisissures...

2.2.2. Mécanisme : le brunissement des végétaux correspond à l'oxydation des polyphénols en quinones sous l'action d'enzymes (polyphénoloxydases) en présence d'oxygène. Les réactions enzymatiques sont suivies de réactions chimiques de polymérisation non enzymatiques qui aboutissent à la formation de pigments bruns : les mélanines.

Conséquences négatives : noircissement des fruits, aspect altéré.

2.2.3. Moyen de prévention : choix des variétés (cahier des charges), conditions de transports et de manutention, de stockage et de préparation, inactivation des enzymes par la chaleur (blanchiment), ajout d'un agent réducteur (acide ascorbique, sulfites), immersion après transformation dans une solution sucrée, ou dans un bain acide.

3. ÉTIQUETAGE ET INTÉRÊT NUTRITIONNEL

3.1. L'étiquetage

3.1.1. Dénomination de vente ; liste des ingrédients ; principaux allergènes quelle que soit leur quantité ; quantité nette ; date de durabilité ; nom et adresse du responsable ; numéro de lot, ...

3.1.2. L'intérêt est d'informer le consommateur que ce produit peut contenir des traces de ces ingrédients, classés parmi les allergènes majeurs afin de protéger les personnes allergiques.

3.1.3. Estampille sanitaire : car présence de matière première d'origine animale.

Pays, N° du département, N° de la commune, N° d'enregistrement de l'établissement dans la commune. CE.

3.1.4. Additifs présents : épaississants, correcteurs d'acidité, gélifiant, édulcorants.

3.2. Intérêt nutritionnel

3.2.1. Produit laitier donc apport de calcium et de protéines de bonne qualité, à base de lait écrémé donc pauvre en matière grasse, fermentation lactique donc teneur en lactose diminuée.

3.2.2. Purée de fruits : apport de fibres, vitamines et minéraux

3.2.3. L'association donne un produit rassasiant (protéique) peu calorique car il ne contient ni matière grasse, ni sucre ajouté.

GÉNIE INDUSTRIEL

1. TRAITEMENT PRÉALABLE ET EXTRACTION

$$1.1. m_{(\text{peau})} = m_{(\text{peau après découpe})} / R_{\text{extraction}} \quad m_{(\text{peau})} = 2116 / 0,98 = \mathbf{2159 \text{ kg}}$$

$$1.2. m_{(\text{gélatine})} = m_{(\text{peau après découpe})} \times R_{\text{extraction}} \times X_{(\text{protides, peau})} = 2116 \times 0,4 \times 0,76 = \mathbf{643,26 \text{ kg}}$$

$$1.3. X_{(\text{gélatine, bouillon})} = m_{(\text{gélatine})} / (V_{(\text{bouillon})} \times \rho_{(\text{bouillon})}) = 643,26 / (9 \times 1021) = 0,07 \text{ donc } \mathbf{7 \%}$$

2. CONCENTRATION PAR ULTRAFILTRATION

- 2.1.1. ① Bac d'alimentation ② Pompe ③ Module d'ultrafiltration / membrane de filtration
④ Perméat ⑤ Rétentat ⑥ Recirculation du rétentat

2.1.2. Mise sous pression du bouillon, le flux est tangentiel (parallèle) à la membrane filtrante.

Passage du bouillon à travers la membrane filtrante :

- les molécules de masse molaire supérieure au seuil de coupure restent dans le rétentat (protéines),
- les molécules de masse molaire inférieure au seuil de coupure peuvent passer dans le perméat (eau, sels minéraux, glucides).

$$2.2. P_{\text{moyen}} = (2,5 + 1,1) / 2 = \mathbf{1,8 \text{ bar}}$$

$$P_{\text{tm}} = 1,8 - 1 = \mathbf{0,8 \text{ bar}}$$

$$2.3.1. \text{ Bilan de matière global : } m_p = m_{\text{bouillon}} - m_R = (V_{\text{bouillon}} \times \rho_{\text{bouillon}}) - m_R$$

$$\text{Bilan de matière en matières sèches : } (V_{\text{bouillon}} \times \rho_{\text{bouillon}}) \times X_{(\text{gélatine, bouillon})} = (m_R \times X_R) + (m_p \times X_P)$$

$$\text{Calcul de la masse de rétentat : } m_R = (V_{\text{bouillon}} \times \rho_{\text{bouillon}}) \times (X_{(\text{gélatine, bouillon})} - X_P) / (X_R - X_P)$$

$$m_R = 9 \times 1021 \times (7 - 1,8) / (12 - 1,8) = \mathbf{4684,6 \text{ kg}}$$

$$\text{Calcul de la masse de perméat : } m_p = V_{(\text{bouillon})} \times \rho_{(\text{bouillon})} - m_R = \mathbf{4504,4 \text{ kg}}$$

$$2.3.2. \text{ FCV} = V_{(\text{bouillon})} / (m_R / \rho_{(\text{rétenant})}) \quad \text{FCV} = 9 / (4684,6 / 1021) = \mathbf{1,96}$$

3. Atomisation

3.1.1. ① Alimentation en produit à atomiser (liquide)

③ Batterie de chauffage

⑤ Air humide sortant

⑦ Cyclone ou séparateur

② Air sec entrant

④ Récupération du produit fini (poudre)

⑥ Chambre de séchage ou tour ou enceinte, ...

3.1.2. De l'air ambiant est filtré puis chauffé avant d'être envoyé dans l'enceinte d'atomisation sous la buse de nébulisation de la solution de gélatine. L'air chaud sèche instantanément les gouttelettes d'aérosol de gélatine. La poudre de gélatine sédimente au fond de l'enceinte et est entraînée vers la sortie. L'air dans l'enceinte passe dans un cyclone séparateur qui permet d'éliminer les particules de poudre en suspension par le bas ; l'air humide sort par le haut.

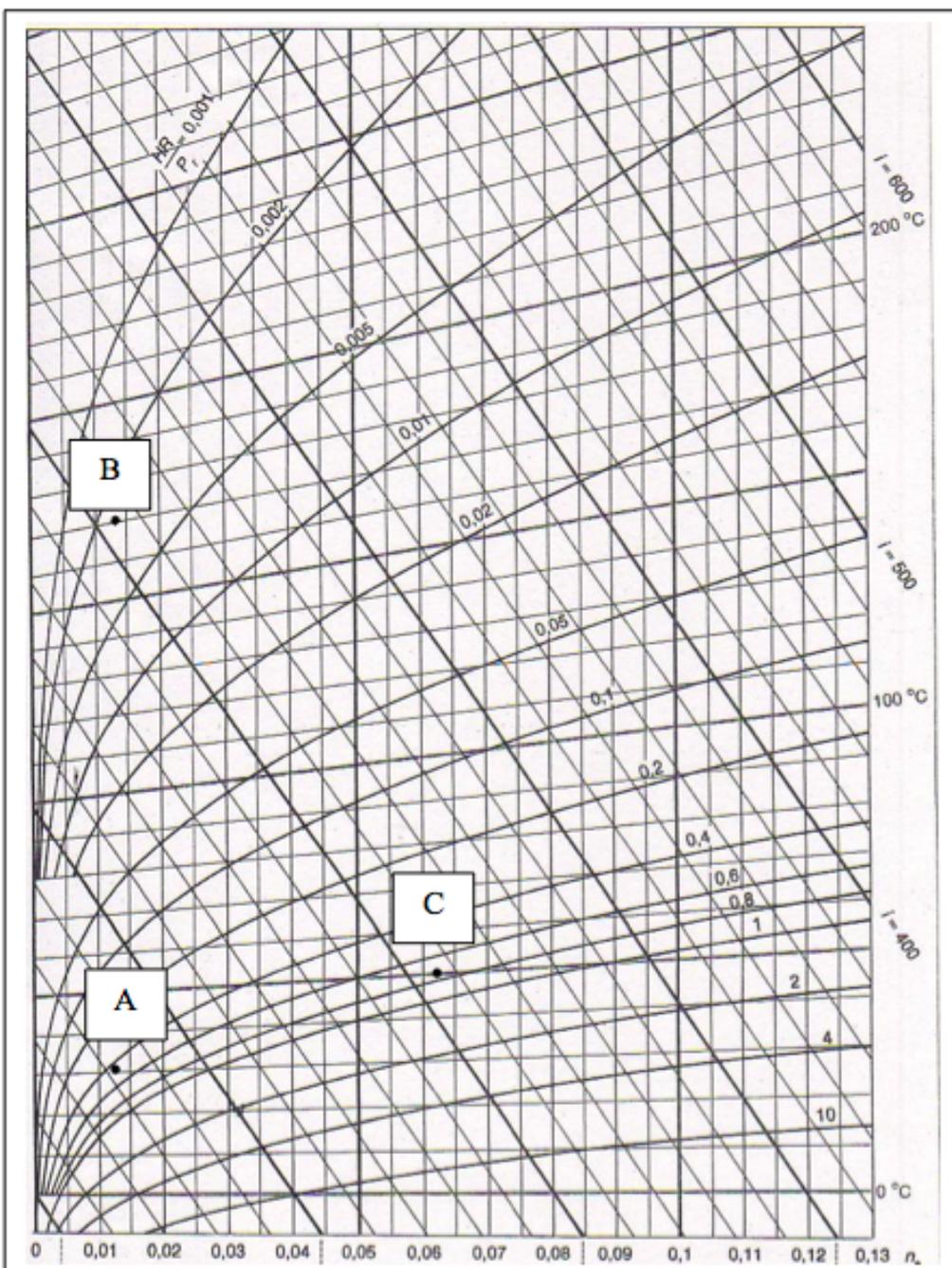
3.2.1. Bilan de matière en matières sèches : $q_{mc} \times X_c = q_{mp} \times X_p + q_{me} \times X_e$

$X_e = 0\%$ de matières sèches dans l'eau évaporée

$$q_{mp} = q_{mc} \times X_c / (1 - W_p) = 5 \times 0,35 / (1 - 0,14) = 2,03 \text{ t.h}^{-1}$$

3.2.2. Bilan de matière global : $E = q_{mc} - q_{mp} = 5 - 2,03 = 2,97 \text{ t. h}^{-1}$

3.3.1.



a_a : taux d'humidité absolue de l'air en kg d'eau. kg^{-1} d'air sec

i : enthalpie massique (m/m) de l'air humide rapportée à la masse d'air sec qu'il contient en kJ.kg^{-1} d'air sec

T : température en degré Celsius

3.3.2. Bilan de matière en eau : $(m_{ac} \times Y_{ac}) + (m_{eau} \times Y_{eau}) = m_{as} \times Y_{as}$

Y_{ac} correspondant à l'humidité absolue de l'air chaud lue sur le diagramme.

En considérant $m_{ac} = m_{as}$

$$m_{eau} = m_{ac} \times (Y_{as} - Y_{ac}) / Y_{eau} = 53,9 \times (0,063 - 0,013) / 1 = 2,7 \text{ t}$$

3.3.3. $H_{ae} = 60 \text{ kJ.kg}^{-1}$

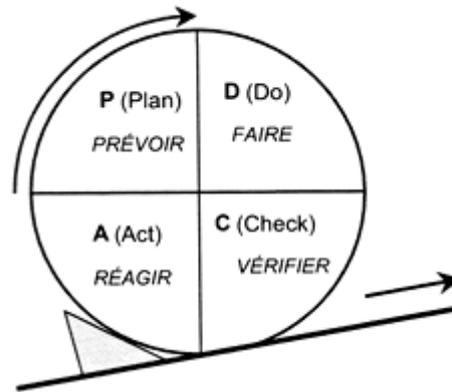
$$H_{ac} = 210 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

$$Q = \Delta H \times q_{m_{ac}} = (210 - 60) \times 53,90 = \mathbf{8,1.10^6 \text{ kJ}}$$
 pour chauffer les 53,9 t d'air entrant.

1. RÉORGANISATION DU FONCTIONNEMENT DE L'ENTREPRISE

1.1. Système qualité

Roue de Deming (PDCA).

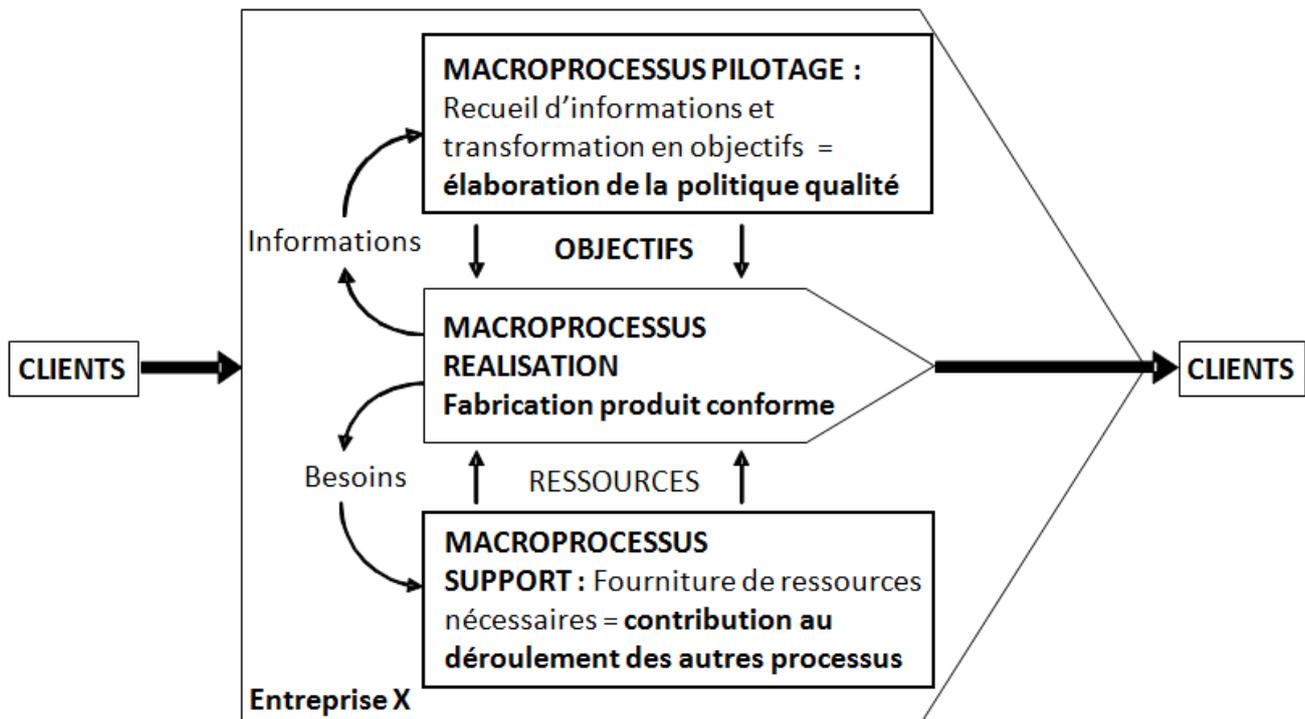


1.2. L'approche processus

1.2.1. Citer 3 principes parmi :

- Orientation client
- Implication de la direction
- Implication du personnel
- Approche système
- Amélioration continue
- Procédure de décision basée sur des faits
- Relations avec les fournisseurs mutuellement bénéfiques.

1.2.2. et 1.2.3.



1.2.4. Discussion du choix de l'approche graphique :

(2 aspects positifs et 1 aspect négatif parmi ...)

- Vision d'ensemble et synthétique
- Facilité de lecture (présentation adaptée à tous)
- Mise en évidence des points importants
- Mémorisation plus aisée

- Support de communication qui attire le regard
- Perte de certaines informations ... d'où l'importance des fiches de processus
- Non exigée par la norme ... peut-être perçue comme une perte de temps.

1.2.5. Fiches processus - éléments constitutifs :

- cartouche
- nom du processus
- finalité du processus
- liste exhaustive des entrées et sorties du processus (+ origine et devenir)
- exigences liées au processus
- responsable (ou pilote) du processus
- moyens accordés au processus
- éléments de pilotage (indicateurs, suivi, ...)
- description du fonctionnement du processus (activités ou sous-processus, points de contrôle, documents associés, ...).

1.3. Finalité de la démarche

1.3.1. Intérêt de l'ISO 9001:

- pour l'entreprise, c'est un guide pour la mise en place du management de la qualité
- pour les clients, c'est un élément de l'assurance qualité (vise à donner confiance).

1.3.2. La certification est l'action par laquelle une tierce partie donne une assurance écrite (si possible après contrôle / inspection) qu'un produit ou un processus dûment identifié est conforme aux exigences spécifiées.

1.3.3. La certification est non obligatoire (pas de réglementation) - mais elle est fortement recommandée si l'entreprise souhaite communiquer sur sa démarche afin de faire la différence vis-à-vis de ses concurrents.

2. MISE EN CONFORMITÉ

2.1. Réglementation

2.1.1. Contrôles microbiologiques

Critère	Type	Référence
<i>L. monocytogenes</i>	Sécurité	article 5, § 2 ; Annexe I, §1.2
<i>Salmonella</i>	Sécurité	Annexe I §1.4, 1.6
Flore totale aérobie	Hygiène	Annexe I, §2.1.6
<i>E. coli</i>	Hygiène	Annexe I, §2.1.6
et <i>E.coli</i> 0157 : H7 et autres VTEC	Sécurité	Considérant n°14 du début de l'annexe

Conclusion : ici, le plan de contrôle est non conforme car incomplet.

2.1.2. Concernant les prélèvements :

- les §1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 2.1.6 de l'annexe I préconisent de réaliser les prélèvements en fin de production or les prélèvements des échantillons se font à un stade intermédiaire de la production (annexe 1 et 2), ce qui ne permet pas de tenir compte d'éventuelles contaminations ultérieures

- les §1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 2.1.6 de l'annexe I préconisent de prélever un échantillon d'au moins 5 individus (n = 5) sur le lot constitué or l'entreprise réalise le prélèvement d'un échantillon de 125 g de mûlée par semaine.

- chapitre 3, §3.2 : si le prélèvement n'a lieu qu'une fois par semaine, il devrait y avoir un roulement pour couvrir tous les jours de la semaine or le prélèvement a lieu uniquement les mercredis

- article 5 : il est nécessaire de réaliser des prélèvements sur le matériel ainsi que sur les lieux de transformations or cela n'est pas réalisé ici d'après l'annexe 2

Conclusion : prélèvements non conformes car ne respectant pas les exigences règlementaires.

2.2. Méthode HACCP

2.2.1. Danger et risque

2.2.1.1. Définitions du danger et du risque

Danger : dans le cadre de l'HACCP, un danger est représenté par la présence d'un agent biologique, physique, ou chimique dans un aliment qui serait susceptible d'engendrer un effet néfaste sur la santé (événement inacceptable) – par extension d'autres dangers peuvent être pris en charge (administratif ou règlementaire, par exemple).

De façon plus générale, un danger est une propriété intrinsèque d'un produit ou d'un processus qui est source potentielle d'un dommage.

Risque : le risque est la probabilité d'occurrence du danger (probabilité que le danger arrive).

2.2.1.2. Exemples

Danger : présence de microorganismes pathogènes dans un aliment.

Risque : probabilité que le consommateur développe une maladie, ou autres effets plus graves pouvant entraîner sa mort. Les facteurs de risque sont : nature des microorganismes contaminants, importance de cette contamination, propreté de l'environnement, contacts, notion de terrain du consommateur c à d son âge, son état physiologique qui va intervenir dans la gravité de la pathologie développée, possibilité de soins...

2.2.1.3. Action sur l'apparition du danger

Pour éviter la présence de germes pathogènes il faut éliminer les matières premières qui en contiennent et appliquer des mesures d'hygiène pour éviter d'en introduire.

S'il est possible d'éliminer le danger, cette solution sera toujours préférable (nécessite moins de mesures de maîtrise) à une réduction du risque, qui demandera de plus nombreuses mesures de maîtrise pour arriver à un résultat similaire. D'où l'intérêt de l'HACCP, de l'analyse des dangers et des CCP.

S'il n'y a plus de danger, le risque est supprimé.

2.2.2. Analyse quantitative du danger

2.2.2.1. Explication du score de criticité $C = F \times G \times ND$ (pour fréquence, gravité et risque de non-détection).

2.2.2.2. Intérêt du calcul de la criticité : il permet de hiérarchiser les dangers afin de mettre en place des mesures de maîtrise adaptées.

2.2.3 Hiérarchisation des mesures de maîtrise des dangers

2.2.3.1. Classement en PRP, PRPo, CCP – des éléments peuvent, selon la justification, être classés différemment, d'où la redondance dans le tableau ci-dessous :

	PRP	PRPo	CCP
Classement	-Plan de nettoyage/désinfection -Mesures d'hygiène individuelle -Plan de lutte des nuisibles -Formations -Conditions de stockage -Règles d'habillement/vêtements	-Contrôles étiquettes -Contrôle des températures des locaux fab. -DéTECTEUR métaux (ou CCP selon les cas)	-Contrôles étiquettes -Contrôles de l'étanchéité des emballages -Contrôle des températures des locaux fab. -DéTECTEUR métaux
Justificatio	- bonnes pratiques d'hygiène - règles générales - pas de valeur cible (non quantifiable)	- surveillance "discontinue", - pas de cible ou de limites de tolérances (non quantifiable)	- valeur cible et limites et tolérance définies, - contrôle "continu" ou fréquence suffisante pour agir en cas de Non-conformité

2.2.3.2. L'arbre de décision ou logigramme : une succession ordonnée de questions fermées formalisées sous la forme d'un logigramme, qui permet d'aboutir à une décision de classement de l'objet étudié en CCP ou non-CCP, voire en PRP ou encore en PRPo. Pour que cet outil soit fonctionnel, il faut :

- l'utiliser collectivement par le groupe de travail
- répondre avec rigueur
- tenir compte de l'analyse des risques menée précédemment.

2.2.3.3. Intérêt des PRP et PRPo dans l'HACCP

- limitent le nombre de CCP
- facilitent la gestion des mesures de maîtrise, sans pour autant que les points non CCP disparaissent
- permettent d'avoir une gestion plus transversale de la maîtrise des dangers (hygiène, etc ...).
- permettent de tenir compte de mesures de maîtrise importantes qui ne sont pas des CCP (mais des PRPo).

3. MAÎTRISE STATISTIQUE DES PROCÉDÉS

3.1. Contrôles microbiologiques

3.1.1. Modalités du contrôle d'*E.coli* sur la viande hachée

- n = taille minimale de l'échantillon = 5 steaks prélevés en fin de chaîne de fabrication
- c = critère d'acceptation = 2 produits non conformes maximum sur les 5 testés
- limites de tolérance min = m = 50 ufc/g ; si les 5 résultats \leq m \rightarrow qualité satisfaisante
- limite de tolérance max = M = 500 ufc/g ; si au moins 1 résultat sur 5 $>$ M \rightarrow qualité non satisfaisante
- si au plus c/n (ici, 2/5) résultats compris entre]m ; M] \rightarrow qualité acceptable
- au moins 1 prélèvement par semaine, rotation du jour pour couvrir tous les jours de la semaine (Cf. chap. 3 §3.2)
- si résultats satisfaisant 6 semaines d'affilée, réduction possible des prélèvements à 1 tous les 15 jours (Cf. chap. 3 §3.2).

3.1.2. Décisions à prendre suite au contrôle – les numéros de notes (1), (2), (3), (4) permettent de relier décision et justification

Sem.	Jour	Conclusion	Décision pour le lot, et justification
1	mer	non satisfaisant	lot bloqué \rightarrow traitement de la non conformité + recherche de cause, action (destruction, stérilisation, ...)
2	jeu	acceptable	libération du lot
3	ven	satisfaisant	libération du lot
4	lun	satisfaisant	libération du lot
5	mar	satisfaisant	libération du lot
6	mer	satisfaisant	libération du lot
7	jeu	satisfaisant	libération du lot <i>(1) \rightarrow car seulement 5 semaines satisfaisantes = on reste à un test par semaine (au moins)</i>
8 ⁽¹⁾	ven	acceptable	libération du lot
[...]			
33	mar	acceptable	libération du lot
34	mar	satisfaisant	libération du lot
35	ven	satisfaisant	libération du lot
36	lun	satisfaisant	libération du lot
37	mercredi et jeudi ou jeudi et mercredi⁽²⁾ <i>(au choix)</i>	satisfaisant	libération du lot <i>(2) \rightarrow car tous les jours de la semaine doivent être testés</i>
38		satisfaisant	libération du lot
39	lun	satisfaisant	libération du lot <i>(3) \rightarrow 6 semaines satisfaisantes \rightarrow peut passer à un contrôle tous les 15 jours (pas obligatoire)</i>
41 ⁽³⁾ (ou 40)	mar	acceptable	libération du lot <i>(4) \rightarrow repasse obligatoirement à 1 contrôle/semaine</i>
42 ⁽⁴⁾ (ou 41)	mer	satisfaisant	libération du lot

3.2. Plan d'échantillonnage

3.2.1. Contrôle par attributs : c'est une méthode de contrôle des individus de l'échantillon en fonction d'un ou de plusieurs caractères qualitatifs : la proportion d'individus non conformes dans l'échantillon permet ensuite de décider de l'acceptation ou du refus du lot entier dont est issu l'échantillon.

3.2.2. NQA et risque client

NQA = niveau de qualité acceptable = pourcentage de produits non conforme maximal qu'une production maîtrisée ne devrait pas dépasser.

risque client = β = risque pour le client d'accepter un lot globalement mauvais.

3.2.3. Paramètres du nouveau plan d'échantillonnage, d'après la table de Cameron (annexe 6) :

- d'après l'énoncé, NQL et NQA non modifiés donc $R = NQL/NQA = 8\% / 1\% = 8$

- d'après l'énoncé, risque client et risque fournisseur non modifiés donc $\alpha = 0,05$ et $\beta = 0,10$ ce qui correspond à la 1^{ère} colonne de la table de Cameron : dans cette colonne la valeur de p_2/p_1 immédiatement inférieur à 8 est $p_2/p_1 = 6,509$. On trouve alors :

→ **c = critère d'acceptation = 2** (donc critère de refus = 3)

→ $n =$ taille de l'échantillon $\approx np_1/NQA = 0,818/0,01 = 81,8$ → **n = 82 steaks hachés à prélever**

3.2.4. Efficacité des plans d'échantillonnage

Avant : $n=80$, $A=3$ (et $R=4$).

Après : $n=82$, $A=2$ (et $R=3$).

Le nouveau plan est plus strict et (un peu) plus coûteux.

D'après l'énoncé (annexe 5) l'objectif initial était que les risques client et fournisseur ne soient pas modifiés – mais on peut aussi considérer qu'augmenter la taille de l'échantillon et abaisser le critère d'acceptation revient à augmenter le risque fournisseur et abaisser le risque client.

4. PROMOTION DES PRODUITS DE L'ENTREPRISE

4.1. Choix des signes d'identification de la qualité et de l'origine

4.1.1. Label « AB » : les produits bio sont certifiés contenir au moins 95 % de produits issus de l'agriculture biologique qui limite l'usage de pesticide et autres intrants de synthèse au profit de méthodes naturelles. Les modes de culture utilisés ont donc un impact moindre sur l'environnement que les méthodes traditionnelles.

4.1.2. Autres SIQO : AOC, AOP, IGP, STG, label rouge.

4.1.3. Choix des propositions

- proposition 2 : logo européen, **seul logo autorisé par la réglementation européenne**
- proposition 1 : logo français pour une reconnaissance plus spécifiquement française des produits certifiés bio (toléré en 2015, mais utilisation seule impossible, doit être associé au logo européen)
- proposition 3 : logo prévu pour une utilisation de la marque à des fins de communication uniquement
- proposition 4 : logo européen circulaire n'étant plus en vigueur et est remplacé par le logo « feuille ».

4.2. Autre certification

4.2.1. Nom de la norme : ISO 14001 – système de management environnemental

4.2.1. La norme iso 14001 permet de se diriger vers une certification du système de management environnemental, c'est-à-dire portant sur l'organisation de l'entreprise, ce qui ne se limite pas aux seuls produits de l'entreprise. En effet, tandis que la démarche « bio » met en avant les caractéristiques du produit mais pas forcément toute l'entreprise elle-même, la certification iso 14001 indique une véritable implication de l'entreprise, quel que soit le produit fabriqué, dans cette démarche qui vise à réduire son impact environnemental.

Les deux démarches ne sont cependant pas incompatibles.



<http://www.upbm.org>

Vous trouverez sur notre site le catalogue avec possibilité d'édition des bons de commande.
Dès que possible, des corrigés complémentaires ou des erratums seront en ligne.