

**Brevet de technicien supérieur**

**Qualité dans les industries  
alimentaires et les bio-industries**

**Sujets et corrigés  
Sessions 2020 - 2021**

**UPBM-Édition  
Publication de l'UPBM**

Les Annales du **BTS Qualité dans les Industries alimentaires et les bioindustries** ont été réalisées par Emmanuelle PIOCHAUD (Bagnols-sur-cèze).

Tous nos remerciements à Raphaël BOUQUET, Alexandre FRADAGRADA et Antoine GAUDIN (Paris), Philippe SUCHET et Gisèle RIGARD (Clermont-Ferrand), Bérengère CILIBERTI (Villefranche de Rouergue), Nathalie GERAULT (Angers), Christine GAUFICHON CHARRIER (Niort) et Jean-Luc LESTRA, IA-IPR pilote national du BTS QIAB, pour le recueil des sujets et des corrigés.

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

#### **AVERTISSEMENTS**

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

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.

Vous pouvez adresser vos remarques à [emmanuelle.piochaud@ac-montpellier.fr](mailto:emmanuelle.piochaud@ac-montpellier.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.org> à la rubrique annale.

# Sommaire

---

Sommaire.....	1
Règlement d'examen .....	2
Sujets 2020 .....	5
E2-U21    Mathématiques 2020 .....	5
E2-U22    Sciences physiques 2020 .....	9
E3-U3      Biochimie - Biologie 2020 .....	16
E4-U4      Sciences appliquées 2020 .....	31
E5-U52    Techniques d'analyses et de contrôles (A) 2020.....	42
E6-U62    Étude de cas 2020.....	55
Sujets 2021 .....	70
E2-U21    Mathématiques 2021 .....	70
E2-U22    Sciences physiques 2021 .....	74
E2-U22    Sciences physiques - Polynésie Française 2021 .....	81
E3-U3      Biochimie - Biologie 2021 .....	88
E4-U4      Sciences appliquées 2021 .....	104
E5-U52    Techniques d'analyses et de contrôles (A) 2021.....	116
E5-U52    Techniques d'analyses et de contrôles (B) 2021.....	134
E6-U62    Étude de cas 2021.....	147
E6-U62    Étude de cas – Sujet de secours 2021 .....	166
Corrigés sujets 2020 .....	187
E2-U21    Mathématiques 2020 .....	187
E2-U22    Sciences physiques 2020 .....	190
E3-U3      Biochimie - Biologie 2020 .....	193
E4-U4      Sciences appliquées 2020 .....	197
E6-U62    Étude de cas 2020.....	201
Corrigés sujets 2021 .....	206
E2-U21    Mathématiques 2021 .....	206
E2-U22    Sciences physiques 2021 .....	209
E2-U22    Sciences physiques - Polynésie Française 2021 .....	211
E3-U3      Biochimie - Biologie 2021 .....	214
E4-U4      Sciences appliquées 2021 .....	219
E5-U52    Techniques d'analyses et de contrôles (A) 2021.....	224
E5-U52    Techniques d'analyses et de contrôles (B) 2021.....	227
E6-U62    Étude de cas 2021.....	230
E6-U62    Étude de cas – Sujet de secours 2021 .....	234

# Règlement d'examen

## Tableau des épreuves

Code	Épreuve	Code	Sous-épreuves	Forme	Durée	Coeff.
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 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 milieux

C32 : vérifier les produits, réactifs et milieux

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

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

C35 : conduire les analyses, les essais et les mesures

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

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

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

C44 : évaluer les risques liés à l'activité professionnelle

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

Cette épreuve pourra se dérouler en plusieurs étapes.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

C12 : Concevoir un autocontrôle 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'autocontrôle et de contrôle en cours de production

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

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

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

C44 : Évaluer les risques liés à l'activité professionnelle

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

- Repérer les différentes sources d'information sur le sujet donné

- Utiliser un fichier bibliographique pour une recherche d'information

- Consulter une banque de données

C52 : Référencer et stocker l'information :

- Référencer un article ou un périodique ou une notice technique ou un texte réglementaire

- Mettre à jour un fichier manuel ou automatisé

C53 : Traiter l'information

C54 : Décoder des informations techniques

C61 : Produire et transmettre un message

C63 : Rendre compte des opérations effectuées et des résultats attendus

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

L'épreuve se déroulera en deux phases complémentaires :

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

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

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

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

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

Le jury de cette épreuve devra comporter :

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

# Sujets d'examen

## Sujets 2020

**E2-U21 Mathématiques**

**2020**

Durée : 2 heures Coefficient : 2

Calculatrice autorisée

### EXERCICE 1 (12 POINTS)

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

#### PARTIE A. Évolution de la population de poissons au fil des mois dans certains aquariums

Les deux questions suivantes sont des QCM (questionnaire à choix multiples). Dans chaque question, une seule proposition est correcte. Indiquer la bonne proposition. Aucune justification n'est demandée.

- Dans un aquarium, il y a initialement 10 poissons.  
On admet que la population de poissons augmente de 30 % chaque mois.  
Quel est le nombre de poissons au bout de 5 mois ? Le résultat a été arrondi à l'unité.  
a. 12    b. 50    c. 160    d. 37
- Dans un aquarium, au temps  $t = 0$ , on compte 10 poissons.  
On modélise le nombre de poissons présents dans l'aquarium par une fonction  $g$ . On admet que la fonction  $g$  est la solution de l'équation différentielle  $y' + 0,3y = 0$  vérifiant la condition initiale  $g(0) = 10$ .  
Alors  $g$  est définie par :  
a.  $g(t) = 10e^{0,3t}$     b.  $g(t) = 10e^{-0,3t}$     c.  $g(t) = 10 + e^{0,3t}$     d.  $g(t) = 10 + e^{-0,3t}$

#### PARTIE B. Étude statistique

On cherche à évaluer l'effet d'un pesticide que l'on peut trouver dans les rivières, sur la diminution de la fertilité d'une population de poissons. Pour cela un laboratoire va disposer de huit aquariums, contenant chacun dix poissons de la même espèce et de l'eau avec différentes quantités de ce pesticide. Au bout d'un mois on relève le nombre total d'œufs pondus par les poissons des différents aquariums et on obtient les résultats suivants :

Numéro de l'aquarium	1	2	3	4	5	6	7	8
Concentration en pesticide (en mg/L) ( $x_i$ )	0	1	4	5	6	7	8	10
Nombre d'œufs pondus dans le mois ( $N_i$ )	249	248	246	230	130	50	40	35

Un ajustement affine ne semblant pas approprié, on effectue le changement de variable :

$$y = -\ln\left(\frac{250}{N} - 1\right)$$

- Compléter le tableau en annexe à rendre avec la copie. On arrondira les résultats à  $10^{-2}$ .
- À l'aide de la calculatrice, déterminer le coefficient de corrélation linéaire de la série statistique  $(x_i ; y_i)$ . Arrondir à  $10^{-3}$ . Interpréter le résultat.
- À l'aide de la calculatrice, déterminer une équation de la droite d'ajustement de la série statistique  $(x_i ; y_i)$  par la méthode des moindres carrés sous la forme  $y = ax + b$ . On arrondira  $a$  et  $b$  à  $10^{-3}$ .

4. On note  $N(x)$  la fonction modélisant le nombre d'œufs pondus dans un aquarium en un mois, en fonction de la concentration  $x$  en pesticide (en mg/l).
- En s'aidant du changement de variables  $y = -\ln\left(\frac{250}{N} - 1\right)$ , vérifier que  $N(x)$  est solution de l'équation  $\frac{250}{N(x)} - 1 = e^{0,857x-5,905}$
  - En déduire que l'expression de la fonction  $N$  est :  $N(x) = \frac{250}{1+e^{0,857x-5,905}}$

### PARTIE C. Étude de la fonction

On considère la fonction  $f$  définie sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  par :

$$f(x) = \frac{250}{1 + 0,003 e^{0,9x}}$$

- Calculer  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$ .
- Vérifier que tout  $x$  appartenant à  $[0 ; +\infty[$ ,  $f'(x) = \frac{-0,675 e^{0,9x}}{(1+0,003 e^{0,9x})^2}$
  - Étudier le signe de  $f'(x)$  et donner le sens de variation de  $f$  sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$ .
- Tracer, dans le repère fourni en annexe, la courbe représentative de la fonction  $f$ .

Pour la suite, on admet que la fonction  $f$  modélise le nombre d'œufs pondus par mois dans un aquarium, en fonction de la concentration  $x$  en pesticide (en mg/l) sur l'intervalle  $[0 ; 50]$ .

- La concentration efficace médiane notée CE50 est la concentration qui correspond à une diminution de 50 % du nombre d'œufs pondus par mois par rapport à une eau sans pesticide. Déterminer cette concentration CE50 à  $10^{-1}$  près. Expliquer votre démarche.
- Une primitive  $F$  de  $f$  est calculée par un logiciel de calcul formel :

$$F(x) = \frac{2500}{9} \ln(e^{-0,9x} + 0,003)$$

Estimer, à l'unité près, le nombre moyen d'œufs pondus par mois, pour des concentrations en pesticide comprises entre 4 et 6 mg/l.

On rappelle que la valeur moyenne d'une fonction  $f$  sur un intervalle  $[a ; b]$  est :

$$\frac{1}{b-a} \int_a^b f(x) dx.$$

## EXERCICE 2 (8 POINTS)

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

### PARTIE A. Étude du taux d'hémoglobine chez la femme en France

L'anémie se définit par un taux d'hémoglobine dans le sang inférieur aux valeurs normales. Une femme est en anémie lorsque son taux d'hémoglobine est inférieur ou égal à 12 g/dl.

Une femme est en polyglobulie si son taux d'hémoglobine est supérieur ou égal à 16 g/dl.

Soit  $T$  la variable aléatoire qui, à chaque femme de la population française, associe son taux d'hémoglobine en grammes par décilitre (g/dl). On admet que  $T$  suit la loi normale d'espérance  $\mu = 14$  et d'écart type  $\sigma = 1,15$ .

- Déterminer la probabilité qu'une femme choisie au hasard dans la population française soit en anémie. On arrondira le résultat à  $10^{-3}$ .
- En déduire, sans utiliser la calculatrice, la probabilité qu'une femme choisie au hasard dans la population française soit en polyglobulie. Expliquer votre démarche. On pourra s'aider d'un schéma.



## PARTIE B. Prévisions d'erreurs d'analyses

Un laboratoire procède à 300 analyses de taux d'hémoglobine chaque mois. On suppose que la probabilité qu'une analyse soit erronée est 0,005.

On note  $X$  la variable aléatoire qui, à tout échantillon de 300 analyses, associe le nombre d'analyses erronées de cet échantillon. On suppose que la constitution d'un tel échantillon peut être assimilée à un tirage avec remise de 300 analyses.

1. Quelle loi suit la variable aléatoire  $X$  ? En préciser les paramètres.

2. Un tableur fournit les résultats suivants :

En utilisant cet extrait, déterminer en arrondissant les valeurs demandées à  $10^{-2}$  :

a. la probabilité qu'aucune des 300 analyses de l'échantillon ne soit erronée.

b.  $P(2 \leq X \leq 4)$ . Interpréter le résultat dans le contexte de l'exercice.

1	$k$	$P(X = k)$
2	0	0,2222922
3	1	0,335113869
4	2	0,251756399
5	3	0,125667348
6	4	0,046888445
7	5	0,013948723
8	6	0,00344529
9	7	0,000727358
10	8	0,000133867
11	9	2,18253 E-05

## PARTIE C. Délai des résultats des analyses du taux d'hémoglobine

Un laboratoire qui pratique des analyses affirme que le délai moyen pour fournir les résultats d'une analyse du taux d'hémoglobine est de 60 minutes.

On souhaite tester cette hypothèse à l'aide d'un test bilatéral au seuil de confiance de 95 %. On note  $m$  le délai moyen pour fournir le résultat d'une analyse et on définit les hypothèses nulle et alternative suivantes :

$$H_0 \ll m = 60 \gg \text{ et } H_1 \ll m \neq 60 \gg.$$

Soit  $\bar{Y}$  la variable aléatoire qui à tout échantillon de 100 analyses associe le délai moyen pour fournir les résultats de ces analyses.

On admet que  $\bar{Y}$  suit la loi normale d'espérance  $m$  et d'écart type 1,5.

Donc sous l'hypothèse «  $H_0$  est vraie »,  $\bar{Y}$  suit la loi normale d'espérance 60 et d'écart type 1,5.

1. Déterminer l'arrondi au centième du nombre réel  $h$  vérifiant  $P(60 - h \leq \bar{Y} \leq 60 + h) = 0,95$ .

2. Énoncer la règle de décision du test.

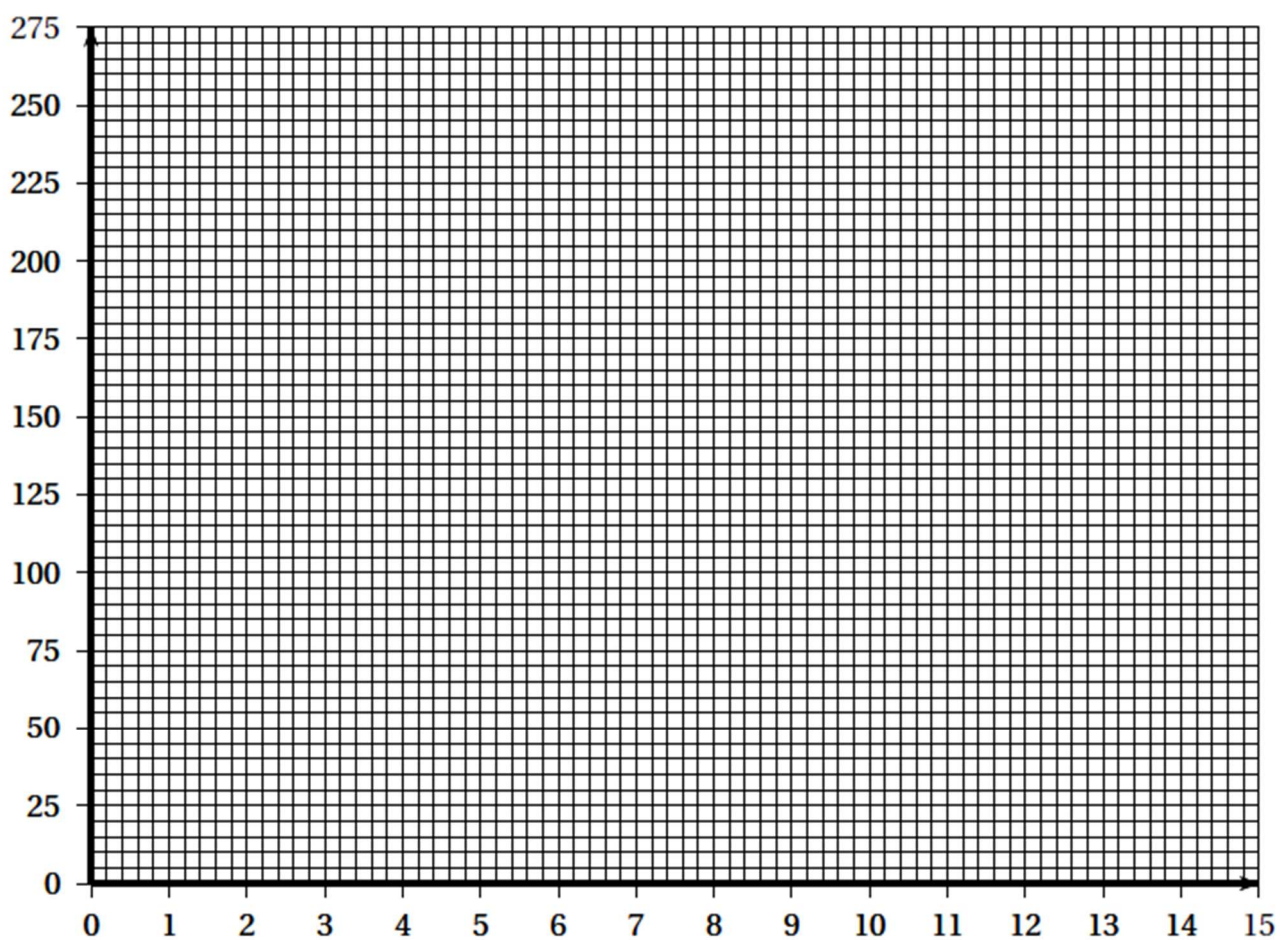
3. On prélève un échantillon de 100 analyses et on trouve un délai moyen pour fournir les résultats de  $\bar{Y} = 62,5$  minutes. Que peut-on en conclure ?

## ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

### Exercice 1 - Partie B - Question 1

Concentration en pesticide (en mg/L) ( $x_i$ )	0	1	4	5	6	7	8	10
Nombre d'œufs pondus dans le mois ( $N_i$ )	249	248	246	230	130	50	40	35
$y = -\ln\left(\frac{250}{N} - 1\right)$	5,52				0,08			

### Exercice 1 - Partie C - Question 3





### A.3. Activité radioactive et contrôle qualité

Dans le cadre du contrôle de qualité, il est parfois nécessaire d'authentifier l'origine naturelle ou synthétique de la vanilline. Le profil isotopique constitue une indication susceptible de répondre à ces interrogations. En effet, dans la nature, on trouve trois isotopes du carbone, dont deux stables : le carbone 12 (abondance de 98,9 %) et le carbone 13. En revanche, le troisième, le carbone 14 est radioactif ; il est spontanément radioactif bêta moins (il émet donc des particules  $\beta^-$  qui sont notées  ${}^0_{-1}e$ ).

Comme toutes substances végétales, la vanilline naturelle manifeste donc une activité radioactive liée à la présence de carbone 14. Le carbone 14 est parfois appelé radiocarbone (il est noté  ${}^{14}\text{C}$ ).

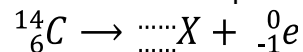
**A.3.1.** Donner la composition des noyaux  ${}^{12}_6\text{C}$  et  ${}^{14}_6\text{C}$ .

**A.3.2.** Donner la définition de l'expression « noyaux isotopes ».

**A.3.3.** Le carbone 14 est radioactif ; il émet des particules « bêta moins ».

**A.3.3.a)** Préciser le nom de la particule « bêta moins » émise lors de la désintégration du carbone 14.

**A.3.3.b)** Recopier et compléter l'équation de désintégration du carbone 14. Justifier en indiquant les lois utilisées pour écrire cette équation.



**A.3.3.c)** À partir des **Données**, déduire la nature du noyau X.

**A.3.4.** D'après les informations données dans l'**Article 1** ci-dessous, déterminer en justifiant la période (ou temps de demi-vie  $t_{1/2}$ ) du carbone 14.

Comment peut-on expliquer l'affirmation trouvée dans le texte : « *au bout de plusieurs millions d'années, il n'en reste plus trace dans le pétrole* » ?

#### **Article 1 : identification des molécules, les méthodes isotopiques**

D'après : <https://www.sciencepresse.qc.ca>

Aujourd'hui on utilise surtout le gaiacol, un composé du pétrole (*combustible fossile dont la formation date d'environ 20 à 350 millions d'années*) pour produire la vanilline de synthèse. L'arôme naturel contient des composés que l'on ne retrouve pas dans l'arôme synthétique dérivé du pétrole. Bien sûr, rien n'empêche un fraudeur de rajouter des molécules d'arôme synthétique. Mais la science a une autre arme, le carbone 14 radioactif.

En effet, la quantité de carbone 14 est divisée par 2 tous les 5 700 ans environ, par 4 tous les 11 400 ans et au bout de plusieurs millions d'années, il n'en reste plus trace dans le pétrole.

#### **Article 2 : datation au carbone 14 : teneur en carbone 14**

D'après Wikipédia

La datation au carbone 14 se fonde sur la présence dans tout organisme vivant de radiocarbone naturel en infime proportion (de l'ordre de  $10^{-12}$  pour le rapport  $\frac{\text{nombre de noyaux de } {}^{14}\text{C}}{\text{nombre total de noyaux de C}}$  noté  ${}^{14}\text{C}/\text{C}_{\text{total}}$  et appelé *teneur en carbone 14*).

En première approche, on peut considérer que tant qu'une plante ou un animal est vivant, son organisme échange du carbone avec son environnement si bien que le carbone qu'il contient aura toujours la même proportion de  ${}^{14}\text{C}$ .

À partir de l'instant où l'organisme meurt, il ne reçoit plus de  ${}^{14}\text{C}$  et celui qu'il contient va se désintégrer peu à peu : la quantité de radiocarbone qu'il contient décroît au cours du temps selon une loi exponentielle (donc son activité radiologique également). Un échantillon de matière organique issu de cet organisme peut donc être daté en mesurant le rapport  ${}^{14}\text{C}/\text{C}_{\text{total}}$ .

**A.3.5.** D'après les informations données dans les deux **Articles** ci-dessus, expliquer (en trois lignes maximum) comment la datation au carbone 14 permet de différencier la vanilline naturelle de la vanilline synthétique dérivée du pétrole.

Aide : vous expliquerez notamment la différence du rapport  ${}^{14}\text{C}/\text{C}_{\text{total}}$  dans le cas de vanilline naturelle et de la vanilline synthétique.

Un extrait de vanilline est soumis à analyse ; sur l'étiquette de cet extrait on peut lire : « 100% de vanilline d'origine naturelle ».

On s'intéresse à un échantillon de 1,00 g de cet extrait et on souhaite vérifier qu'il contient uniquement de la vanilline d'origine naturelle. L'analyse mise en œuvre est une analyse isotopique fondée sur la mesure de l'activité de l'échantillon.

L'activité  $A(t)$  mesurée en becquerel (Bq) d'un échantillon radioactif est le nombre de désintégrations qu'il produit par seconde. Cette activité peut être déterminée à la date  $t$  par la relation  $A(t) = \lambda \times N(t)$  avec  $\lambda$  la constante de désintégration radioactive du noyau considéré et  $N(t)$  le nombre de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon à la date  $t$ .

La constante de décroissance radioactive du carbone 14 est :  $\lambda_{14C} = 3,946 \cdot 10^{-12} s^{-1}$ .

**A.3.6.** L'échantillon de 1,00 g de vanilline soumis à analyse présente une activité liée au carbone 14 de :  $A = 0,125$  Bq.

En utilisant cette valeur de l'activité, déterminer le nombre de noyaux de carbone 14 radioactifs présents dans l'échantillon.

**A.3.7.** Sachant qu'un produit naturel a une teneur en carbone 14 de  $10^{-12}$  et qu'une molécule de vanilline contient 8 atomes de carbone, montrer que si l'échantillon de 1,00 g de vanilline est réellement d'origine naturelle, le nombre de noyaux de carbone 14 radioactifs présents serait de :

$$N_{14C} = 3,2 \times 10^{10} \text{ noyaux.}$$

**A.3.8.** Comparer les résultats des deux questions précédentes.

L'échantillon est-il « 100 % d'origine naturelle » ?

#### A.4. Un autre arôme de synthèse : l'éthylvanilline

##### Article 3 : vanilline naturelle, vanilline de synthèse et éthylvanilline

Les molécules de vanilline obtenues naturellement ou synthétiquement sont identiques, elles possèdent le même pouvoir odorant.

Cependant, la molécule naturelle est associée à d'autres molécules aromatiques qui influent sur son odeur ; son prix est en forte augmentation ces dernières années, par exemple, les gousses de vanille de Madagascar sont vendues environ 500 euros le kilogramme.

En synthèse, on exploite la molécule de vanilline et on synthétise également la molécule d'éthylvanilline. L'éthylvanilline est largement utilisée depuis les années 1920 dans l'industrie de la parfumerie et des arômes pour son odeur similaire à la vanille. C'est un arôme produit uniquement de manière chimique puisqu'il n'existe pas dans la nature mais qui donne le même goût que la molécule naturelle (son pouvoir odorant est même 3 à 4 fois plus important) ; son prix est de l'ordre de quelques dizaines d'euros le kilogramme.

**A.4.1.** La « carte d'identité » de l'éthylvanilline se trouve au **Document 1**. Les molécules de vanilline naturelle et d'éthylvanilline sont-elles identiques ?

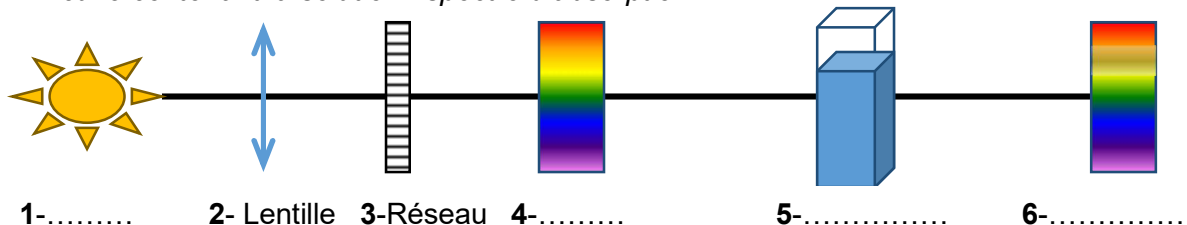
**A.4.2.** En utilisant le document ci-dessous et l'**Article 3**, donner deux arguments permettant d'expliquer l'intérêt pour l'industrie de commercialiser du sucre vanillé.

	<p>100 % naturel, ce sucre vanillé riche en extrait naturel de gousse de vanille a été sélectionné pour donner aux desserts une aromatisation subtile.</p> <p><b>COMPOSITION :</b> Sucre, extrait de vanille, amidon de maïs.</p>		<p>Ce sucre vanillé apportera une saveur doucement vanillée à tous vos desserts.</p> <p><b>COMPOSITION :</b> Sucre, arôme artificiel : éthylvanilline</p>
---	---	--	---

Les pâtisseries travaillent régulièrement avec des extraits de vanille. Un extrait de vanille est obtenu par macération de gousses de vanille dans un mélange eau-éthanol. L'extrait de vanille utilisé contient de la vanilline que l'on peut doser à l'aide d'un dosage spectrophotométrique.

### B.1. Le spectrophotomètre

B.1.1. Sur votre copie, associer chaque numéro (figurant dans le schéma de fonctionnement d'un spectrophotomètre ci-dessous) aux termes : *source lumineuse / spectre d'émission continu / cuve contenant la solution / spectre d'absorption*.



B.1.2. Indiquer le type de lentille utilisée dans un spectrophotomètre et définir son rôle.

B.1.3. Préciser la fonction du réseau dans le fonctionnement du spectrophotomètre.

### B.2. Spectroscopie UV-Visible

B.2.1. Le spectre d'absorption UV-Visible de la vanilline est donné dans le **Document 3**. Préciser et justifier le choix de la longueur d'onde pour réaliser le dosage spectrophotométrique.

B.2.2. Parmi les parties notées « 1 », « 2 », « 3 » et « 4 », dans le spectre électromagnétique présenté dans le **Document 4**, indiquer celles qui correspondent à l'UV et au visible.

### B.3. Extraction de la vanilline et réalisation de la gamme d'étalonnage

Le protocole d'extraction de la vanilline de la solution commerciale est le suivant :

Étape n°1 : Dans une ampoule à décanter, verser 1,0 mL de la **solution commerciale de vanille liquide** et ajouter 10 mL d'eau distillée.

Étape n°2 : Introduire dans l'ampoule du dichloroéthane, puis agiter et laisser décanter.

Étape n°3 : À partir de la phase organique, extraire la vanilline avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration environ égale à 0,1 mol.L<sup>-1</sup>.

Étape n°4 : Introduire la phase aqueuse dans une fiole jaugée de 250 mL. Compléter jusqu'au trait de jauge avec la solution d'hydroxyde de sodium de concentration environ égale à 0,1 mol.L<sup>-1</sup>.

B.3.1. Réaliser un schéma de l'ampoule à décanter à la fin de l'étape n°2, sachant que le dichlorométhane a une densité de 1,33 en indiquant la phase dans laquelle se trouve la vanilline.

B.3.2. Déterminer le facteur de dilution de la vanilline à l'issue de l'extraction.

Dans l'optique de réaliser une gamme étalon, une solution mère  $S_0$  de vanilline de concentration molaire exacte  $C_0 = 6,57 \times 10^{-4}$  mol.L<sup>-1</sup> est préparée à partir de vanilline pure. Le solvant utilisé est une solution d'hydroxyde de sodium de concentration environ égale à 0,1 mol.L<sup>-1</sup>.

Les solutions étalons sont réalisées à partir du tableau suivant :

Solution	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
Volume de S <sub>0</sub> (mL)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	V <sub>6</sub>
Volume total, V <sub>f</sub> (mL)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Concentration (mol.L <sup>-1</sup> )	0,0	6,57×10 <sup>-6</sup>	1,31×10 <sup>-5</sup>	1,97×10 <sup>-5</sup>	2,63×10 <sup>-5</sup>	3,29×10 <sup>-5</sup>

**B.3.3.** Indiquer la verrerie utilisée pour réaliser la solution étalon  $S_2$ .

**B.3.4.** Calculer le volume  $V_6$  à introduire dans la solution étalon  $S_6$ .

**B.3.5.** Expliquer le rôle de la solution  $S_1$ .

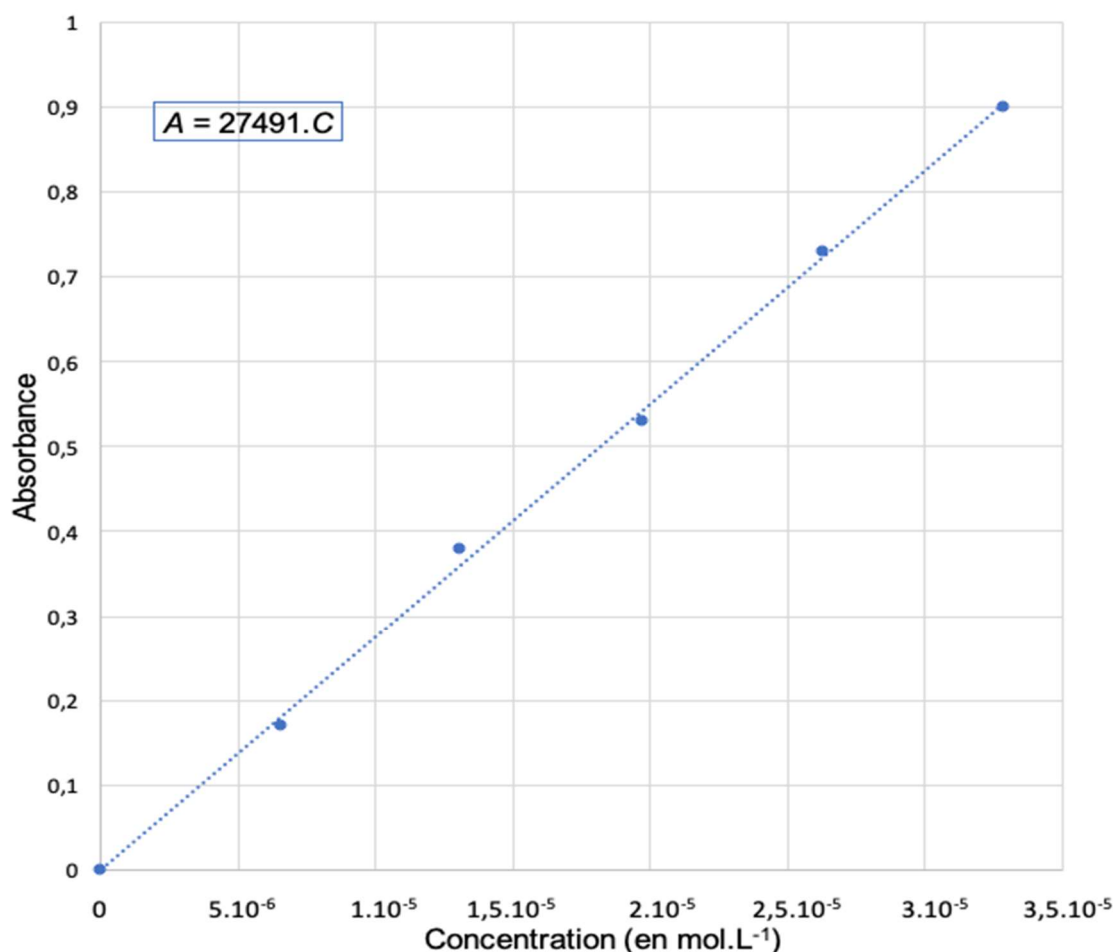
#### B.4. Mesures et interprétation

Après réalisation des mesures d'absorbances pour chaque solution étalon ( $S_1$  à  $S_6$ ), on mesure également l'absorbance de la solution de vanilline obtenue à l'issue de l'extraction.

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-après ainsi que la droite d'étalonnage.

Solution	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	Extrait
Concentration (mol.L <sup>-1</sup> )	0,0	$6,57 \times 10^{-6}$	$1,31 \times 10^{-5}$	$1,97 \times 10^{-5}$	$2,63 \times 10^{-5}$	$3,29 \times 10^{-5}$	$C_x$
Absorbance	0	0,17	0,38	0,53	0,73	0,90	0,65

Droite d'étalonnage  $A=f(C)$



**B.4.1.** Indiquer l'expression de la loi mise en évidence dans cette expérience, expliciter les différents termes présents dans cette loi et indiquer les unités usuelles de chaque grandeur.

**B.4.2.** Déterminer la valeur de la concentration  $C_x$  en vanilline dans la **solution commerciale de vanille liquide**.

Aide : vous explicitez dans un premier temps le raisonnement menant à la concentration  $C_x$  de la solution obtenue à l'issue de l'extraction en exploitant la courbe d'étalonnage ci-dessus.

# DONNÉES ET DOCUMENTS

## Données

### Masses molaires atomiques :

$M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(H) = 1,01 \text{ g.mol}^{-1}$  ;

### Numéros atomiques :

$Z(C) = 6$  ;  $Z(H) = 1$  ;  $Z(O) = 8$

### Constante d'Avogadro

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

### Premiers éléments de la classification périodique

${}_1H$							${}_2He$
${}_3Li$	${}_4Be$	${}_5B$	${}_6C$	${}_7N$	${}_8O$	${}_9F$	${}_{10}Ne$

### Document 1 : « Carte d'identité » des molécules

#### La molécule de vanilline

Masse moléculaire :  $152,15 \text{ g.mol}^{-1}$

Noms : 3-Methoxy-4-hydroxybenzaldéhyde

2-Methoxy-4-Formylphenol

4-Formyl-2-Methoxyphenol

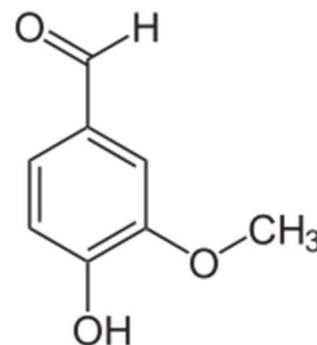
Propriété : cristaux blancs

Point de fusion :  $81,5^\circ\text{C}$ .

Point d'ébullition :  $285^\circ\text{C}$ .

Solubilité :

- faible dans l'eau ( $10 \text{ g/L}$  à  $25^\circ\text{C}$ )
- soluble dans le dichlorométhane, dans l'acétate d'éthyle, dans l'éthanol, dans le cyclohexane.



#### La molécule d'éthylvanilline

Masse moléculaire :  $166,17 \text{ g.mol}^{-1}$

Nom : 3-éthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde

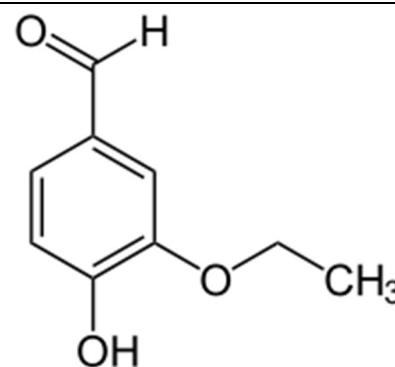
Propriété : cristaux blancs

Point de fusion :  $76$  à  $78^\circ\text{C}$ .

Point d'ébullition :  $285^\circ\text{C}$ .

Solubilité :

- très faible dans l'eau ( $1\text{g}/100\text{ml}$  à  $50^\circ\text{C}$ )
- soluble dans l'éther, dans l'éthanol, la glycérine, le propylène glycol.

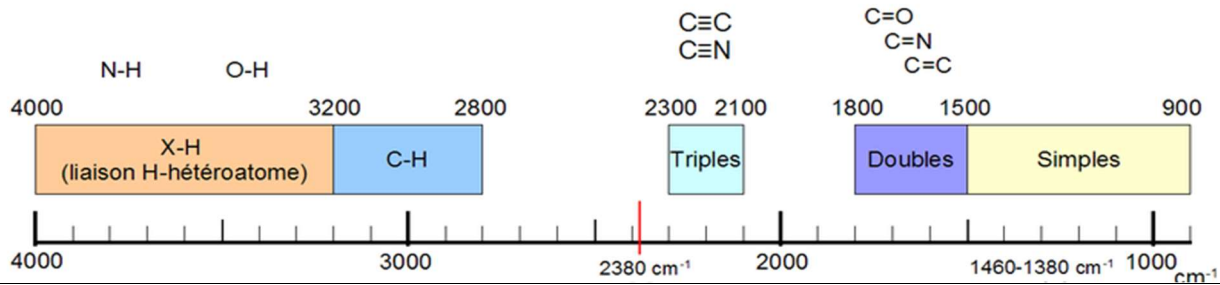




## Document 2 : Spectroscopie infrarouge

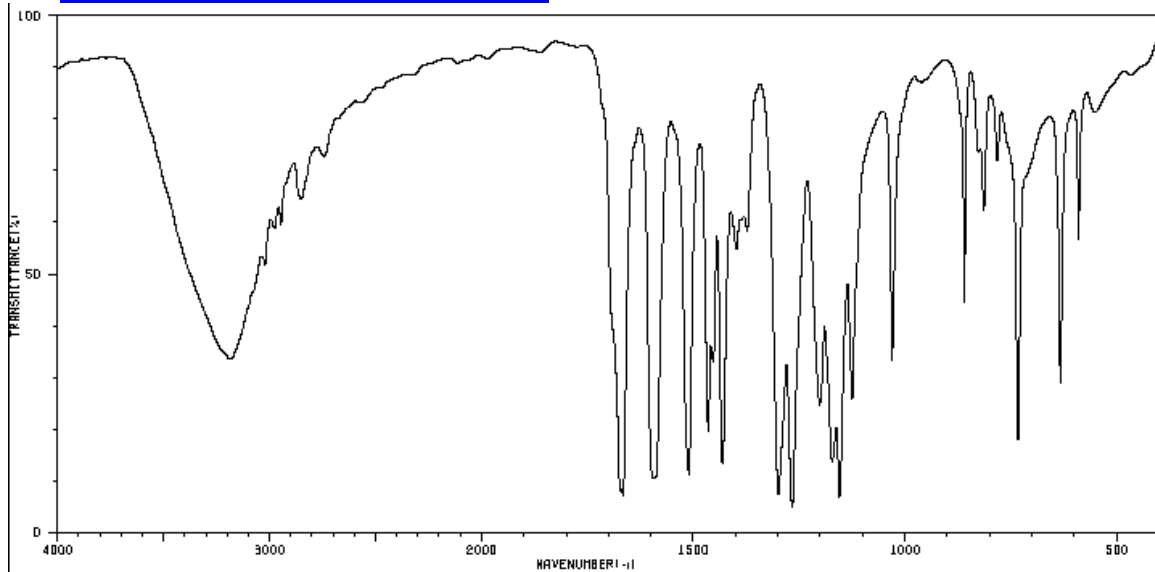
### Éléments de lecture d'un spectre IR

Sources : <https://fr.wikipedia.org>

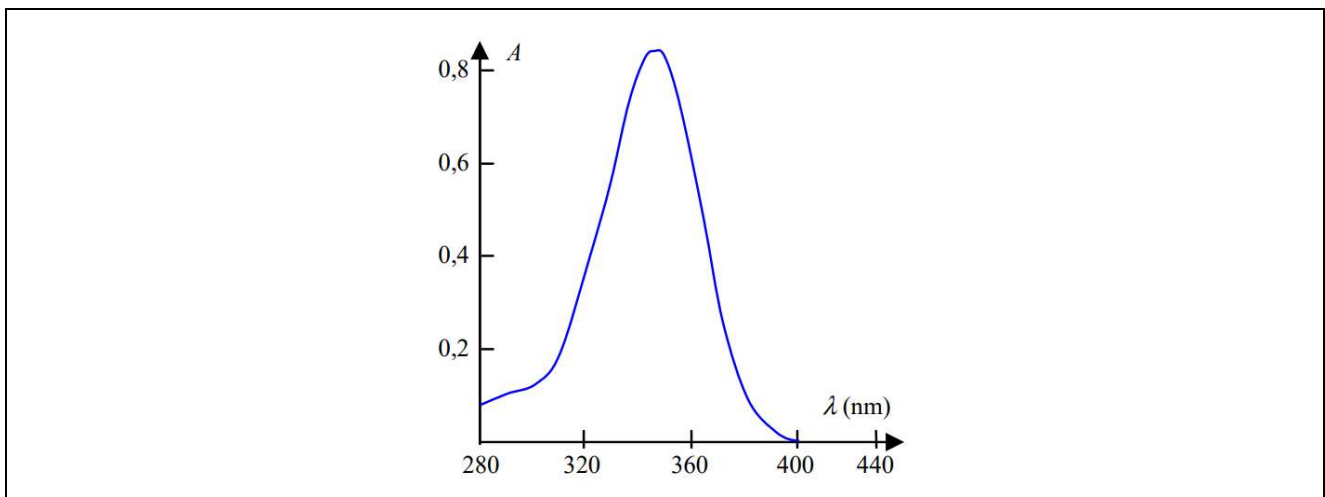


### Spectre IR de la vanilline

Sources : <https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cqi-bin/>



## Document 3 : Spectre d'absorption UV-Visible de la vanilline



## Document 4 : Spectre électromagnétique

	10 pm	100 nm	400 nm	800 nm	1 mm	1 m	Longueur d'onde
Rayons Gamma	1	2	3	4	Micro-ondes	Ondes Radios	

## LES UTILISATIONS DU MIEL

Le miel est un produit sucré naturel très largement utilisé pour l'alimentation humaine et également pour ses propriétés médicinales. Le procédé de fabrication du miel simplifié et schématisé est présenté en Annexe 1. En France, ce produit est actuellement défini par le décret n° 2003-587 du 30 juin 2003 qui transcrit en droit français la directive européenne n° 2001/110/CE du Conseil du 20 décembre 2001. De manière réglementaire, le miel doit provenir exclusivement du travail des abeilles, sans aucune transformation.

### **PARTIE MICROBIOLOGIE (37 POINTS)**

Le miel de Manuka est un miel d'arbrisseau sauvage utilisé dans la médecine traditionnelle maori depuis des siècles. Il est commercialisé en tant que miel médicinal dans le monde entier et il est utilisé notamment pour son efficacité dans le processus de cicatrisation des plaies grâce à ses propriétés bactéricides. Il agit globalement plus vite, à une dose plus faible que les autres miels.

#### **1. LE MIEL, UN ANTISEPTIQUE NATUREL A LARGE SPECTRE**

L'Annexe 2 présente les résultats de la composition en trois molécules bactéricides pour le miel de Manuka et le miel Revamil® (miel médicinal le plus utilisé dans le monde). Ces trois molécules sont le méthylglyoxal (MGO), le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) et la défensine-1 d'abeille.

- 1.1. Définir le terme antiseptique.  
Expliquer l'intérêt du miel dans le processus de cicatrisation des plaies.
- 1.2. Analyser les documents A à C de l'Annexe 2 pour déterminer la ou les molécules à effet bactéricide présente(s) dans chacun des miels étudiés.

Pour soigner une plaie, le miel le plus efficace serait le miel détruisant une majorité de bactéries à une faible concentration. La suite de l'étude a donc consisté à tester différentes concentrations des deux miels (Manuka ou Revamil®) sur quatre souches tests : *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

- 1.2.1. Compléter le tableau de l'Annexe A.1 en mettant des croix dans les cases appropriées.
- 1.2.2. Expliquer le choix de ces quatre souches pour cette étude.

#### **2. LA CONSOMMATION DE MIEL ET LE BOTULISME INFANTILE**

La consommation par voie orale du miel de Manuka n'est pas contre-indiquée chez les enfants. Néanmoins, chez l'enfant de moins d'un an, le miel n'est pas un produit recommandé à cause des risques de botulisme infantile. En effet, un enfant de cet âge est plus susceptible de développer la maladie qu'un enfant plus âgé. Quel que soit l'âge du sujet, le botulisme se caractérise par un signe clinique : la « paralysie flasque », car les muscles ne peuvent plus se contracter.

##### **2.1. La bactérie responsable du botulisme : *Clostridium botulinum***

*C. botulinum* est une bactérie anaérobie stricte. Le milieu Schaedler peut être utilisé pour sélectionner et isoler les bactéries du genre *Clostridium*.

- 2.1.1. Donner la condition à respecter pour cultiver cette souche et préciser comment réaliser cette condition au laboratoire.
- 2.1.2. Annoter le schéma de l'Annexe A.2 présentant l'ultrastructure pariétale de *Clostridium botulinum*.

**2.1.3.** Indiquer la couleur observée pour cette bactérie après coloration de Gram.

**2.1.4.** *Clostridium* est une bactérie capable de sporuler. Indiquer ce qu'est une spore et les conditions de sa formation. Citer deux propriétés de la spore.

## **2.2. La toxine botulique**

La toxine botulique est sécrétée après germination des spores de *Clostridium* présentes dans le miel. Dans le cas du botulisme infantile, il y a formation endogène de toxine après germination de spores de *Clostridium botulinum* dans l'intestin des nourrissons.

**2.2.1.** La toxine botulique est une exotoxine. Définir le terme exotoxine, préciser sa nature biochimique.

**2.2.2.** Donner la raison de la susceptibilité accrue au botulisme des nourrissons.

**2.2.3.** Proposer une hypothèse expliquant le déclenchement de la germination des spores dans l'intestin de l'enfant.

## **3. LA CONSERVATION DU MIEL DE MANUKA**

Comme tous les miels, le miel de Manuka peut être sujet à des altérations d'origine microbienne dans certaines conditions de conservation. L'Annexe 3 est un document traitant du contrôle microbiologique des miels. Si le taux d'humidité du miel est trop élevé, le développement de certains microorganismes dans le miel peut aboutir à une fermentation alcoolique.

**3.1.** Préciser quelles flores sont le plus souvent retrouvées lors de l'analyse des miels.

**3.2.** Citer un genre de microorganisme responsable de la fermentation alcoolique dans le miel. Indiquer une condition physico-chimique nécessaire au déclenchement de cette fermentation dans le miel.

**3.3.** Nommer le substrat de cette fermentation et indiquer les produits. Expliquer pourquoi cette fermentation n'est pas souhaitable.

**3.4.** Un critère d'hygiène couramment utilisé pour le contrôle des miels est le dénombrement des *Enterobacteriaceae*. Expliquer la notion de critère d'hygiène et indiquer l'intérêt du dénombrement des *Enterobacteriaceae* dans ce contexte.

## **PARTIE BIOCHIMIE (37 POINTS)**

Le miel est un aliment énergétique riche en glucides qui est commercialisé sous forme solide ou liquide. Lors de sa conservation, il a tendance à cristalliser.

### **1. LES GLUCIDES DU MIEL**

D'après l'Annexe 1, le miel est obtenu à partir des différents nectars récoltés par les abeilles. Afin d'étudier le rôle des enzymes introduites par les ouvrières dans le nectar, une étude comparative des différents glucides du nectar et du miel est réalisée. Les Annexes 4 et 5 présentent la composition du nectar des fleurs et du miel.

**1.1.** Nommer les principaux glucides ou oses et diholosides présents dans le nectar d'une part, dans le miel d'autre part.

**1.2.** Le saccharose a comme nom, en nomenclature internationale,  $\alpha$ -D-glucopyranosyl - 1,2  $\beta$ -D-fructofuranoside. Écrire la formule chimique du saccharose en représentation cyclique de Haworth à l'aide de l'Annexe 6.

**1.3.** Préciser quelle enzyme intervient dans l'hydrolyse du saccharose. Écrire l'équation de la réaction catalysée par cette enzyme et nommer les produits formés (les formules ne sont pas attendues).

- 1.4. Les miels ont tendance à cristalliser avec le temps, mais pas tous à la même vitesse. À l'aide du document de l'Annexe 7, présenter deux paramètres qui régissent la vitesse de cristallisation d'un miel. Argumenter à l'aide de l'Annexe 8.

## 2. UTILISATION MÉTABOLIQUE DES GLUCIDES DU MIEL

Dans les cellules vivantes eucaryotes, le glucose et le fructose sont transformés en pyruvate par une suite de réactions biochimiques présentées dans l'Annexe 9. Selon l'environnement cellulaire, les produits obtenus peuvent connaître des devenir différents.

- 2.1. Nommer la voie métabolique qui conduit du glucose au pyruvate.
- 2.2. Établir et comparer les bilans moléculaires de la dégradation d'une mole de glucose et d'une mole de fructose jusqu'à obtention du pyruvate.
- 2.3. Présenter les devenir du pyruvate en condition d'aérobiose (voies métaboliques empruntées, localisation, rôle, produit final).

## 3. DOSAGE DU GLYCÉROL DU MIEL

La production de glycérol est un bon marqueur de la fermentation des glucides du miel par des levures et/ou moisissures. Il est classiquement dosé dans ce produit. Au-delà de 100 mg de glycérol.kg<sup>-1</sup> de miel, la fermentation de ce miel est avérée et le miel est déclaré non conforme. L'Annexe 10 présente la fiche technique pour réaliser le dosage enzymatique du glycérol du miel.

- 3.1. Expliquer l'appellation « en point final » de cette méthode enzymatique.

Une solution est préparée par dissolution de 5,025 g de miel dans 50 mL d'eau. Cette solution constitue l'échantillon à doser.

Les résultats expérimentaux obtenus sont les suivants :

	Témoin	Échantillon
A1 lue à 340 nm	0,985	0,985
A2 lue à 340 nm	0,980	0,850

- 3.2. Justifier le choix de la longueur d'onde de mesure et l'évolution de l'absorbance observée pour l'échantillon.
- 3.3. La concentration massique en glycérol dans l'échantillon dosé est calculée à partir de l'équation aux grandeurs suivante. Écrire l'équation aux unités.

$$\rho(\text{glycérol ; échantillon}) = \frac{V_{MR} \cdot M_{\text{glycérol}} \cdot \Delta A}{\epsilon_{NADH} \cdot l \cdot V_{\text{échantillon}}}$$

avec :  $\Delta A = (A1 - A2)_{\text{échantillon}} - (A1 - A2)_{\text{témoin}}$

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

$l = 1 \text{ cm}$

$\epsilon_{NADH}$  déterminé à 340 nm = 6300 L.mol<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup>

$V_{MR}$  : volume de milieu réactionnel

- 3.4. Calculer la concentration massique en glycérol dans l'échantillon en g.L<sup>-1</sup>.
- 3.5. Calculer la teneur en glycérol du miel en mg.kg<sup>-1</sup> (équation aux grandeurs et aux unités puis équation aux valeurs numériques). Exprimer le résultat final conformément aux règles de métrologie.  
Donnée :  $U = 10 \text{ mg.kg}^{-1}$
- 3.6. Discuter le résultat et conclure.

Les abeilles fabriquant le miel sont soumises à des toxiques d'origines naturelles : médicamenteuse, industrielle et agricole. Les produits issus de l'apiculture, dont le miel, peuvent contenir des traces de ces contaminations chimiques. Des études toxicologiques ont été menées pour mieux connaître les molécules toxiques présentes dans le miel, et leurs effets.

### 1. MIEL ET NEUROTOXINES

Des empoisonnements liés à la consommation de miel sont rapportés depuis l'Antiquité. Les miels concernés ont été qualifiés de « miels fous ». Ils sont issus de miels monofloraux d'arbrisseaux et plus particulièrement de fleurs de rhododendrons. De nos jours, la plupart des cas surviennent en Turquie et sur la côte Est de la Mer Noire. Le « miel fou » est néanmoins très recherché et utilisé en médecine traditionnelle pour ses vertus thérapeutiques, mais son usage mérite quelques précautions. L'Annexe 11 présente un cas d'empoisonnement lié à la consommation de « miel fou » de rhododendrons.

- 1.1. La substance toxique identifiée dans le miel est la grayanotoxine (GTX). Elle est qualifiée de neurotoxique. Donner la signification de ce terme et justifier.

La toxicité des neurotoxines est testée dans le cadre d'études toxicologiques dont les protocoles sont très encadrés. Ces tests de toxicité sont réalisés sur différents modèles d'étude. Un extrait d'un compte rendu d'étude est donné en Annexe 12.

- 1.2. Indiquer les conditions particulière présentées pour la réalisation des tests de toxicité aiguë.
- 1.3. Les résultats de trois protocoles d'étude sur trois matériels différents (1. Fleurs et nectars, 2. Miel, 3. Substance toxique purifiée) sont donnés dans l'Annexe 12. Une très grande variabilité des résultats est observée selon les conditions expérimentales mises en œuvre. Proposer deux arguments expliquant la variabilité des résultats obtenus chez la souris ou chez l'humain.
- 1.4. Les tests de toxicité aiguë font partie intégrante d'un protocole d'étude toxicologique et permettent de déterminer la DL50. Donner la signification de la DL50 et expliquer l'importance de la détermination de la DL50 dans l'utilisation thérapeutique des miels.

### 2. MIELS ET PESTICIDES

Les abeilles sont soumises à un cocktail de nombreux pesticides provenant des pratiques agricoles ou des traitements vétérinaires. Une étude menée par l'ANSES a montré que les pesticides s'accumulent au sein de la ruche dans les pelotes de pollen, la cire et le miel.

#### 2.1. Les pesticides, leurs effets et leurs surveillances

L'Annexe 13 présente une synthèse des résultats des plans de surveillance et de contrôle de la présence de résidus de pesticides dans le miel, réalisés en France en 2015 (Annexe 13a), un extrait de la réglementation des produits phytosanitaires autorisés en apiculture (Annexe 13b), ainsi que les limites maximales de résidus et les limites de quantification fixées par l'Union européenne pour quelques pesticides retrouvés dans les miels (Annexe 13c). L'annexe est complétée par un glossaire (Annexe 13d).

- 2.1.1. Compléter le tableau donné en Annexe B.1.

- 2.1.2. La présence à long terme d'un pesticide dans le milieu extérieur est liée à sa rémanence. Expliquer le terme rémanence.

#### 2.2. Étude d'un miel contenant des pesticides

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus dans le cadre d'un plan de contrôle pour un miel déclaré « positif » :






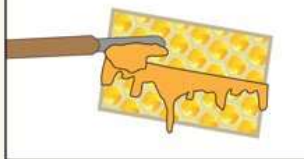


Résidus	Thiaclopride	Acétamipride	Coumaphos
Teneur	0,9 µg/kg	0,7 µg/kg	14 µg/kg

Ce miel n'a pas été retiré de la commercialisation mais le plan de contrôle est renforcé. Il est associé à des mesures préventives afin de sensibiliser les apiculteurs à la tenue d'un registre d'élevage et à l'importance de la localisation de leurs ruches afin de prévenir la contamination de leur miel par l'environnement.

- 2.2.1. Compléter l'Annexe B.2 à l'aide des critères de décision présentés en Annexe 13c.
- 2.2.2. Justifier la décision de non retrait du miel et de sa qualification en miel positif.
- 2.2.3. Expliquer la mise en place du plan de contrôle renforcé.
- 2.2.4. Donner deux effets liés à une intoxication chronique aux pesticides chez l'homme.

## ANNEXE 1 LA FABRICATION DU MIEL PAR LES ABEILLES

(Source : L'écho Républicain du 17 décembre 2017)

<b>De la fleur au miel : les étapes de fabrication</b>			
<p><b>Récupération du nectar</b></p> <p>L'abeille butineuse collecte le nectar des fleurs, à environ 3 km de la ruche puis elle le stocke dans son jabot (estomac à miel).</p> 	<p><b>Retour à la ruche</b></p> <p>La butineuse régurgite le nectar dans le jabot de l'abeille ouvrière. Puis repart butiner...</p> 	<p><b>Le nectar</b></p> <p>L'ouvrière apporte des enzymes au nectar, ce qui provoque un changement de composition sur le taux de sucre. L'ouvrière avale et régurgite plusieurs fois le nectar avant de le déposer dans les alvéoles.</p> 	<p><b>Transformation</b></p> <p>Des abeilles ventilleuses font monter la température de l'air à environ 30° pour sécher le miel et atteindre un taux d'humidité à environ 17 %. Ensuite, chaque cellule est recouverte d'une cire pour protéger le miel.</p> 
<p><b>La récolte</b></p> <p>La récolte commence à la fin de la floraison. L'apiculteur enfume généralement les abeilles pour signaler sa présence et les calmer. Il extrait les cadres de la hausse (partie supérieure de la ruche) pour les transporter à la miellerie.</p> 	<p><b>Désoperculation et extraction</b></p> <p>L'apiculteur enlève avec un couteau à désoperculer la couche de cire qui retient le miel dans les alvéoles. Les cadres sont mis dans une cuve « l'extracteur ». Grâce à la force centrifuge le miel est extrait des cadres.</p> 	<p><b>Filtrage et maturation</b></p> <p>Le miel est filtré pour supprimer toutes impuretés, comme de la cire, des opercules, du pollen, etc. Ensuite, le miel doit décanter quelques jours pour faire remonter les dernières impuretés, sous forme d'écume, qui sera retiré.</p> 	<p><b>Conditionnement</b></p> <p>Le miel est conditionné dans des pots en verre avec un couvercle et une étiquette. Il est prêt à la commercialisation. On trouve du miel liquide et moelleux.</p> 

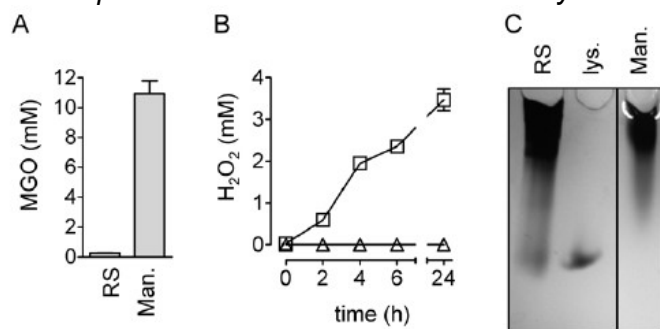
## ANNEXE 2

### LES MOLÉCULES À EFFET BACTÉRICIDE CONTENUES DANS LES MIELS

(Source : PLOS ONE Journal, March 2011 | Volume 6 | Issue 3 | e17709)

Miel Revamil® noté (RS) et miel de Manuka (noté Man.).

Remarques : les échantillons de miels analysés ont été dilués à 40 % (v/v).



A : Concentration en méthylglyoxal (MGO) déterminée dans les 2 miels.

B : Évolution des concentrations en peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en fonction du temps, dans les 2 miels, après ajout d'une solution réactive (à t = 0h) permettant la détection du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Les carrés représentent le Revamil, les triangles représentent le miel de Manuka.

C : Résultat d'une électrophorèse en gel SDS-PAGE après coloration au bleu de Coomassie (colore les protéines). L'échantillon « lys » représente un dépôt d'une solution de lysozyme, protéine migrant à même distance que la défensine-1 d'abeille.

## ANNEXE 3

### CONTRÔLE MICROBIOLOGIQUE DES MIELS

(d'après Clément M.-C. (1995). - Contrôle microbiologique des miels. Abeille Fr., 800, 21-24)

Lors de l'analyse bactériologique des miels, quatre catégories de micro-organismes sont recherchées :

- la flore mésophile totale (bactéries se multipliant entre 30 °C et 38 °C) : introduite par les abeilles, elle est sans conséquence pour le consommateur et n'a pas d'action néfaste sur le miel. Elle fait partie de l'environnement et se constitue presque exclusivement de *Bacillus*, souvent à l'état de spores ;
- la flore mycélienne et les levures banales : les champignons filamenteux du genre *Aspergillus* sont rares et se trouvent à l'état dormant (spores). Le miel étant un milieu pauvre en protides, leur activité métabolique n'est pas favorisée ;
- les levures osmophiles : capables de se développer sur des milieux possédant une pression osmotique élevée. Leur recherche est très importante car les levures du genre *Saccharomyces* sont des agents de la fermentation alcoolique qui altèrent les miels et modifient leur conservation. Ce processus débute lorsque la teneur en eau du miel devient trop élevée (miel adultéré par exemple). Ces levures proviennent des pollens et des pattes, langues et jabots des abeilles, contaminés au contact des fleurs et éventuellement des fruits mûrs ;
- les microorganismes témoins de contamination entérique : sont recherchés les entérocoques, les coliformes et *Escherichia coli*, les salmonelles dont l'absence est impérative et enfin les anaérobies sulfite-réducteurs (comme *Clostridium perfringens*). Ces souches peuvent contaminer le miel au cours des manipulations nécessaires au conditionnement, effectuées dans de mauvaises conditions hygiéniques.

Résultats d'une analyse bactériologique pratiquée sur 393 miels :

(Analyses de routine réalisées au CNEVA Sophia-Antipolis, 1980-1996)

Quantité de germes par gramme	Flore mésophile	Levures osmophiles	Entérocoques	Coliformes	<i>E.coli</i>	Anaérobies	Salmonelles
Absence	8	195	361	370	392	244	393
< 5	32	10	6	2	1	6	0
5 à 24	105	75	15	15	0	0	0
25 à 100	182	68	7	5	0	1	0
101 à 500	44	21	2	1	0	0	0
501 à 1000	10	16	2	0	0	0	0
> 1000	12	8	0	0	0	0	0
Total recherches	393	393	393	393	393	251	393

Source : Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 1997, 16 (2), 609-619

## ANNEXE 4 COMPOSITION MOYENNE DES NECTARS DE FLEURS

<b>Eau</b>	40 à 80 %	
<b>Sucres</b>	7 à 60 %	Saccharose pour moitié glucose, fructose Traces d'autres oses et osides
<b>Amylose</b>	Quelques %	
<b>Acides aminés libres</b>	< 1 %	
<b>Acides organiques</b>	< 1 %	
<b>Sels minéraux</b>	< 1 %	

## ANNEXE 5 COMPOSITION MOYENNE DES MIELS

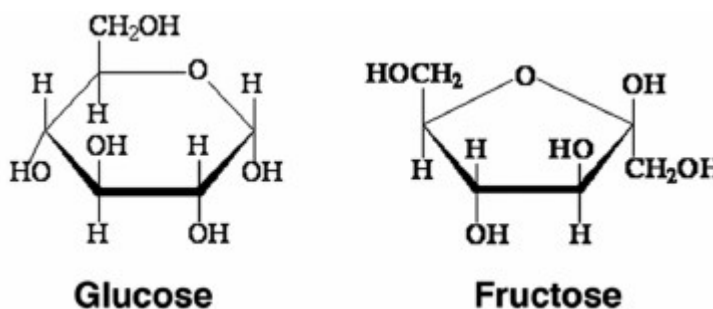
(Source : PROST P.J., 1987 Apiculture 6<sup>e</sup> éd. Paris : Lavoisier, 570 p.)

Sucres 75 à 80 %	Acides 0,3 %	Protéines et amino-acides 0,4 %	Vitamines	Enzymes	Minéraux 0,2 %	Divers
<b>Oses :</b> Glucose : 31 % Fructose : 38 %  <b>Diosides :</b> Saccharose Maltose Isomaltose 5 %  <b>Triosides :</b> à Mélézitose Raffinose 10 % Kojbiose Dextrantriose Erllose	Acide gluconique Acide succinique Acide malique Acide oxalique Acide glutamique Acide pyroglutamique Acide citrique Acide formique Acide butyrique Acide caprique Acide valérique	Matières albuminoïdes  Traces de : Proline Trypsine Leucine Histidine Alanine Glycine Méthionine Acide aspartique	Traces de : Thiamine : Vit. B1 Riboflavine : Vit. B2 Pyridoxine : Vit. B6 Biotine : Vit. B8 Acide ascorbique : Vit. C Acide pantothénique : Vit. B5 Acide folique : Vit. B9 Nicotinamide : Vit. B3 = Vit. PP	Amylase $\alpha$ et $\beta$ = diastases  Invertase  Traces de : Catalase Enzymes acidifiantes Glucose-oxydase	Calcium Magnésium Potassium  Fer Cuivre  Manganèse Bore Phosphore Silicium	Esters volatils Acétylcholine Pigments Colloïdes Facteur antibiotique (inhibine) Éléments figurés (pollen)

La teneur en **eau** (non indiquée dans le tableau) est de l'ordre de 18 %.

Cette composition dépend de très nombreux facteurs : espèces de plantes butinées, nature du sol, race d'abeilles, état physiologique de la colonie d'abeilles, etc.

## ANNEXE 6 FORMULES CHIMIQUES DU GLUCOSE ET DU FRUCTOSE



## ANNEXE 7 QUELQUES CARACTÉRISTIQUES DE DIFFÉRENTS MIELS

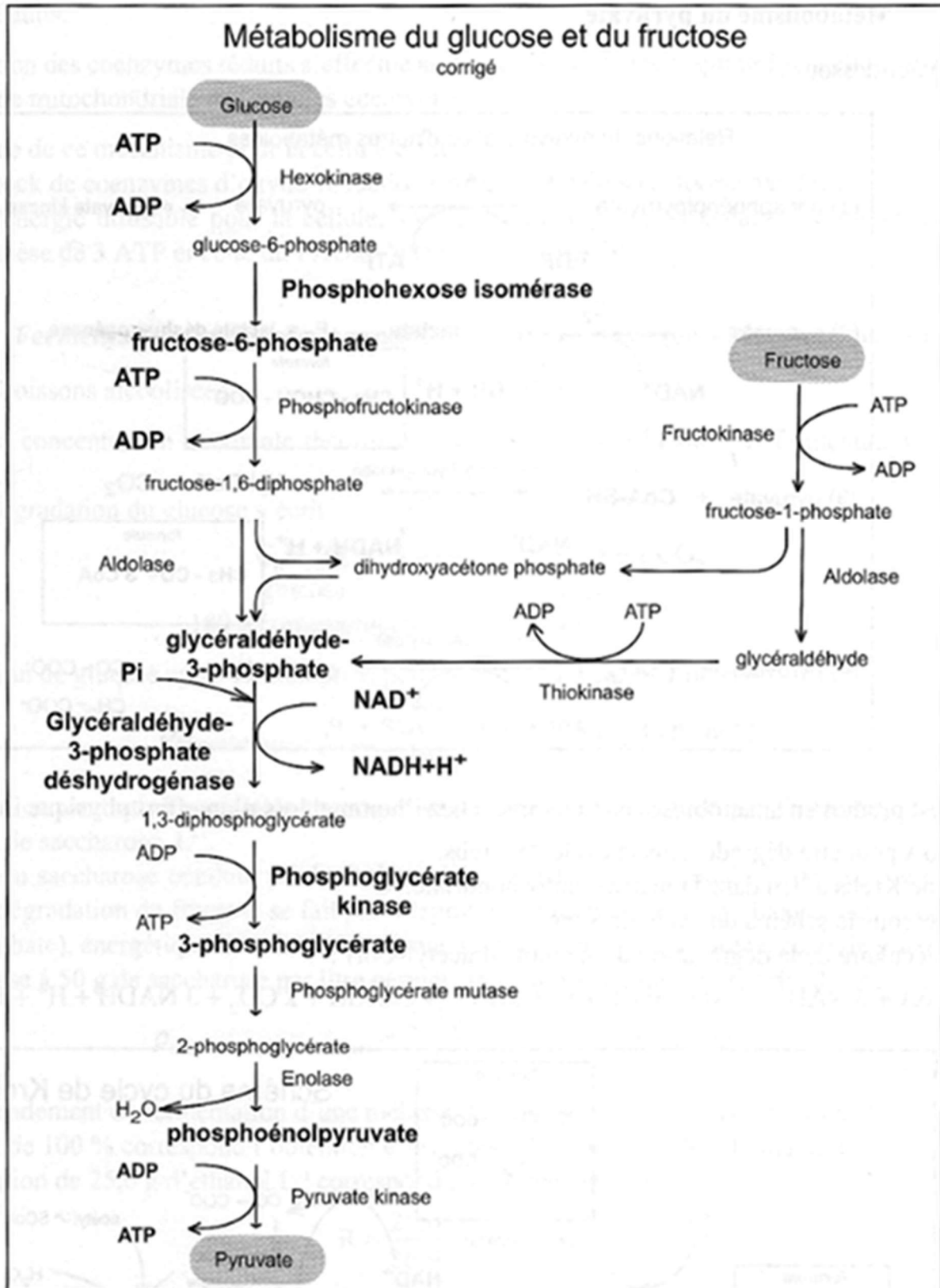
Origine du miel	Acacia	Sapin	Toutes fleurs	Colza
Rapport glucose/eau	1,6	1,9	1,9	2,2
Rapport glucose/fructose	1,1	0,7	0,9	0,7
Vitesse de cristallisation	Très lente voire nulle	Lente, de 6 mois à 1 an	Moyenne, de 1 à 4 semaines	Très rapide, en quelques jours



**ANNEXE 8**  
**SOLUBILITÉ AQUEUSE DES GLUCIDES PRÉSENTS DANS LE MIEL**

Ose	Solubilité à 20 °C dans 100 g d'eau
Glucose	107 g
Fructose	375 g
Saccharose	170 g

**ANNEXE 9**



**ANNEXE 10**  
**EXTRAIT DE LA FICHE DE DOSAGE ENZYMATIQUE DU GLYCÉROL (BOEHRINGER MANNHEIM)**

**Principe :**

Réactions mises en jeu :

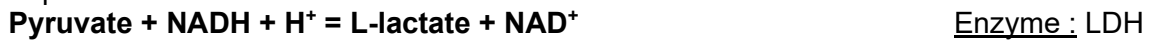
(1) Le glycérol est phosphorylé par l'adénosine-5'-triphosphate (ATP) en L-glycérol-3-phosphate dans la réaction catalysée par la glycérokinase (GK)



(2) L'ADP précédemment formé est reconverti en ATP en présence de phosphoénolpyruvate (PEP) avec production de pyruvate.



(3) En présence de l'enzyme lactate déshydrogénase (LDH), le pyruvate précédemment formé est réduit en L-lactate en présence de NADH.



La quantité de NADH, H<sup>+</sup> oxydée est proportionnelle à la quantité de glycérol. La quantité de NADH est déterminée par mesure d'absorbance à 340 nm.

**Réactifs :**

Solution 1 : solution tampon pH = 7,4 ; coenzymes (NADH, ATP) ; PEP

Suspension 2 : pyruvate kinase et lactate déshydrogénase

Suspension 3 : glycérokinase

**Mode opératoire :**

Longueur d'onde : 340 nm

Macrocuve de verre : 1 cm d'épaisseur

Température : 20-25 °C

Lire contre de l'eau distillée

Zone de linéarité : 1 à 40 µg de glycérol dans la cuve de mesure

Limite de détection : 0,4 mg/L de glycérol l'échantillon

Macrocuves	Unités	Témoin (« Blank »)	Échantillon (« Sample »)
Solution 1	mL	1,000	1,000
Échantillon à doser	mL	0	0,100
Eau désionisée	mL	2,000	1,900
Suspension 2	mL	0,010	0,010
Mélanger. Après 5 à 7 minutes, lire les absorbances des solutions <b>(A1)</b> . Déclencher la réaction par addition de :			
Suspension 3	mL	0,010	0,010
Mélanger. Attendre la fin de la réaction (environ 10 minutes), et lire l'absorbance des solutions <b>(A2)</b> . Si la réaction n'est pas terminée après 10 minutes, continuer à lire les absorbances de 2 minutes en 2 minutes jusqu'à ce que la diminution d'absorbance soit constante sur 2 minutes.			

## ANNEXE 11 CAS D'EMPOISONNEMENT LIÉS À DES MIELS MONOFLORAUX

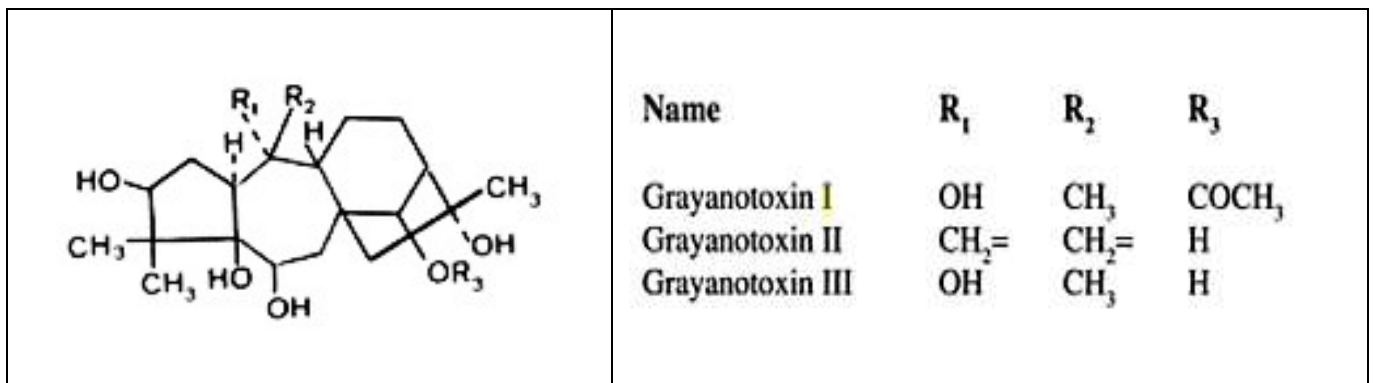
L'analyse pollinique des miels responsables des empoisonnements révèle une forte dominance de pollen de rhododendrons.

Les variétés incriminées contenant une quantité significative d'une substance toxique sont *Rhododendron ponticum* (cf. fig. 1) aussi nommé rhododendron du Caucase à fleur violette, *R. luteum* rencontré en Asie mineure ainsi que *R. maximum* présents dans certains états d'Amérique du Nord.



**Fig.1 :** Rhododendron ponticum  
(Source : Wikipedia)

La substance toxique identifiée est un diterpène : la grayanotoxine (GTX) ou andromédotoxine présente sous trois formes.



**Fig. 2 :** Les trois formes de la grayanotoxine (Source : Toxicity of Houseplants par Spoerke, Susan C. Smolinske)

La substance toxique est présente dans les feuilles, les fleurs et les nectars des fleurs butinées. Elle est inoffensive pour l'abeille, mais pas pour l'homme et les animaux.

Si l'on s'intéresse plus précisément à la grayanotoxine I des miels de rhododendrons, les premiers effets surviennent rapidement (de 30 à 120 minutes après la consommation du miel).

La toxine modifie la perméabilité aux ions sodium des membranes de neurones, entraînant une dépolarisation des cellules nerveuses. Ainsi la toxine exerce un effet stimulant sur le système nerveux se traduisant pour le patient par des effets cardiovasculaires, vomissements, nausées, pertes de connaissances, ...

La sévérité des effets est fonction de la dose ingérée. Le patient récupère dans les 24 heures avec un traitement, mais des cas mortels sont rencontrés surtout pour le miel utilisé en usage thérapeutique.

## ANNEXE 12

# RÉSUMÉ DU COMPTE RENDU D'UNE ÉTUDE TOXICOLOGIQUE MENÉE SUR LA SOURIS ET L'HOMME

### 1. Étude par voie orale sur fleurs et nectars chez la souris et l'homme

#### Protocole

La toxicité des nectars de fleurs de Rhododendron a été étudiée par des études de toxicité aiguë sur des souris. Des doses de nectar, allant d'une dose minimale de 2,5 mg de nectar/kg de souris à une dose maximale de 20 à 30 mg/kg de souris, ont été administrées par voie orale aux lots d'animaux et 11 espèces de rhododendron ont été étudiées.

#### Résultats

Sur les 11 espèces de Rhododendron testées :

pour 8 espèces, aucune toxicité n'a été obtenue pour des doses allant de 2,5 à 20-30 mg/kg de souris ;

pour 3 espèces, des cas mortels ont été obtenus pour des doses de 2,5 mg de nectar/kg de souris.

Les études toxicologiques ont été menées sur des personnes volontaires qui ont ingéré des nectars de rhododendrons.

Seul un cas de toxicité sévère a été observé suite à l'ingestion de deux gouttes de nectar de la variété rhododendron « *Lady Chamberlain* » et des cas de vomissements suite à l'ingestion de fleurs de cette même variété.

### 2. Étude par voie orale du miel chez l'humain

L'ingestion de 50 g de miel obtenu à partir de nectars de Rhododendron a produit une toxicité sévère pour 16 adultes, avec un cas de toxicité cardiaque pour une jeune femme de 27 ans.

### 3. Étude par voie intrapéritonéale de la substance toxique purifiée chez la souris

Des tests toxicologiques ont été réalisés en administrant par voie intrapéritonéale les différentes formes purifiées de GTX à des lots de souris.

Les valeurs de DL50 obtenues sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Forme de la grayanotoxine	GTX I	GTXII	GTX III
DL50 chez la souris en mg.kg <sup>-1</sup>	1,31	0,84	26,10

## ANNEXE 13 PLANS DE SURVEILLANCE DES PESTICIDES DANS LE MIEL

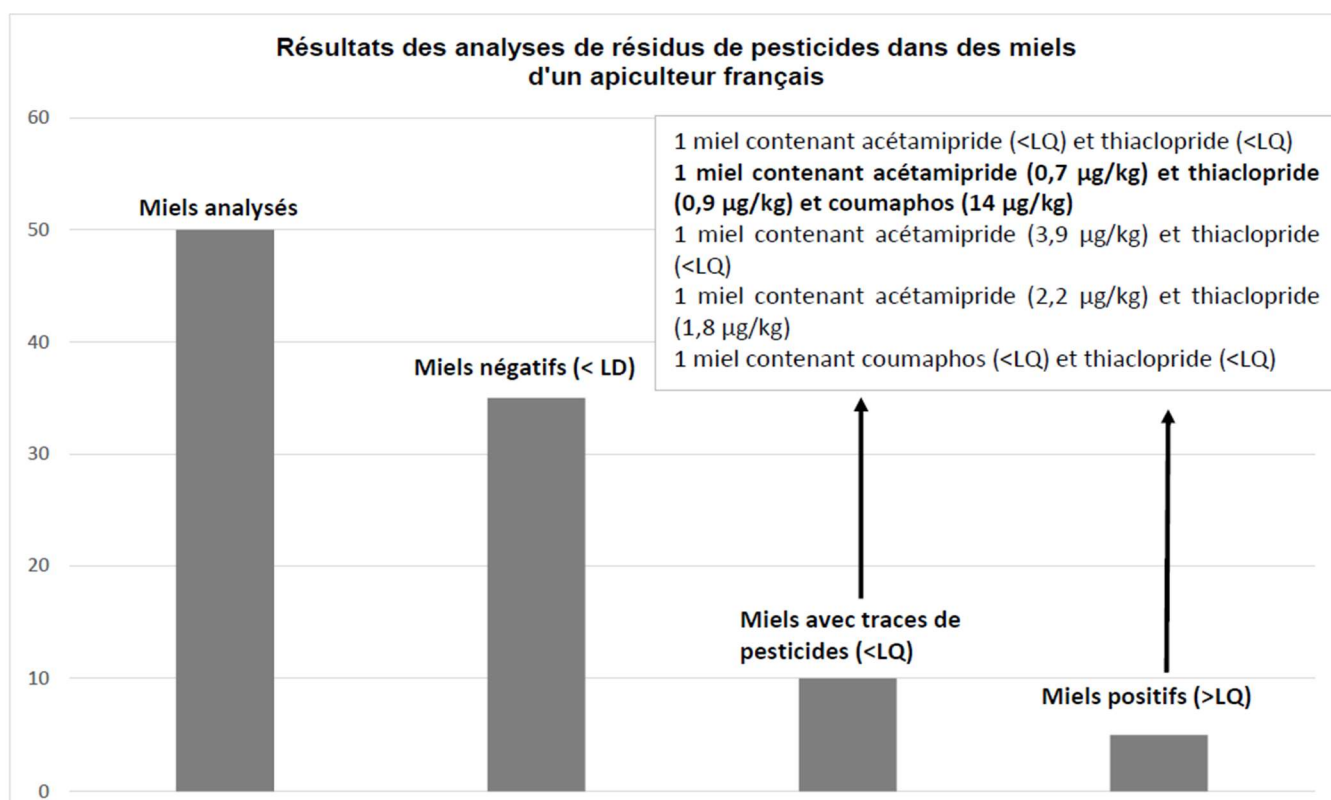
### Annexe 13a : plans de surveillance et de contrôle des résidus de pesticides dans le miel

Les plans de surveillance et de contrôle de la contamination des denrées alimentaires d'origine animale sont mis en place chaque année par la Direction générale de l'Alimentation (DGAL) en application de la réglementation européenne. Pour la filière apicole, les prélèvements sont réalisés au stade de la production primaire chez les apiculteurs français. Les résidus de pesticides (médicaments vétérinaires et phytosanitaires) sont recherchés dans les miels par chromatographie en phase gazeuse (GC) et par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS).

Les principales molécules recherchées sont les acaricides utilisés pour lutter contre *Varroa destructor*, acarien parasite de l'abeille. L'annexe 13b indique la liste des médicaments vétérinaires autorisés en apiculture pour ce traitement dont des résidus peuvent se retrouver dans le miel.

Le miel peut contenir des traces d'anciens produits qui ont été utilisés avec ou sans autorisation. Durant de nombreuses années, l'Asuntol® à base de coumaphos, produit non autorisé en apiculture aujourd'hui en France, a été utilisé par certains apiculteurs. Le coumaphos liposoluble s'accumule dans la cire, entraînant une contamination du miel à long terme bien après l'arrêt de l'utilisation de l'Asuntol®.

Les insecticides de la famille des néonicotinoïdes (imidaclopride, clothianidine, acétamipride, thiaclopride et thiaméthoxam) utilisés pour la protection des cultures végétales sont également recherchés dans le miel. Ces insecticides sont utilisés en agriculture soit pour l'enrobage des semences, soit par pulvérisation foliaire sur les cultures, de nature soluble ils peuvent se retrouver dans le miel. L'utilisation de ces insecticides est en sursis et leur interdiction est imminente en Europe car il a été prouvé qu'ils sont responsables d'une très forte mortalité des abeilles.



### Annexe 13b : Liste des produits autorisés en apiculture (Source : Ecocert)

Les médicaments ayant une autorisation de mise sur le marché (AMM) en France pour le traitement des maladies de l'abeille sont (en juillet 2016) :

- Api Bioxal® (acide oxalique)
- Apiguard® (thymol),
- Apilife Var® (thymol, huile essentielle d'eucalyptus, camphre, menthol),
- Apistan® (fluvalinate),
- Apitraz® (amitrazé),
- Apivar® (amitrazé),
- Maqs® (acide formique),
- Thymovar® (thymol).

Ils doivent être prioritairement utilisés pour la lutte contre les maladies de l'abeille.

L'utilisation par un apiculteur de médicaments vétérinaires doit être mentionnée dans un registre d'élevage.

### Annexe 13c : Éléments utiles à l'interprétation des résultats

L'union européenne fixe des limites maximales de résidus dans les miels, conformément au Règlement (CE) n° 470/2009 établissant une procédure communautaire pour la fixation des limites maximales de résidus de médicaments vétérinaires dans les aliments d'origine animale.

L'Union européenne (UE) impose la mise en place de plans de surveillance (PS) et de plans de contrôle (PC) afin d'assurer la sécurité des produits mis sur le marché. Ces deux types de plan sont totalement complémentaires, on les qualifie de PSPC et chaque état décide des types de produits soumis à ce type de contrôle.

L'UE fixe les limites maximales de résidus (LMR) ; les limites de détection et de quantification (LOQ) sont fournies par les laboratoires d'analyse.

Si pour un produit donné, la LOQ est dépassée, un plan renforcé est mis en œuvre afin de déterminer l'origine de cette contamination et de rechercher d'éventuelles pratiques illégales.

	LMR (µg/kg)	LOQ (µg/kg)
<b><i>Pesticides en agriculture</i></b>		
Acétamipride	50	1
Thiaclopride	200	
Imidaclopride	50	
<b><i>Médicaments vétérinaires : antiparasitaires</i></b>		
Fluvalinate	50	5
Coumaphos (non autorisé en apiculture en France)	100	8

Sources : LMR : base de données pesticides (CE)  
LOQ : ITSAP : Institut Technique et Scientifique de l'Abeille et de la Pollinisation,

### Annexe 13d : Glossaire

**Limite de détection (LOD ou LD)** : correspond à la plus petite quantité d'une substance pouvant être détectée dans un échantillon par un laboratoire mais non quantifiée par une méthode donnée ; elle est toujours inférieure au seuil réglementaire.

**Limite de quantification (LOQ ou LQ)** : plus petite valeur à partir de laquelle un résultat d'analyse peut être rendu quantitativement (c'est à dire que la concentration de l'analyte peut être donnée). En dessous de cette valeur, l'élément n'est pas quantifiable mais détecté.

**Limite maximale de résidus (LMR)** : valeur maximale de la concentration d'un résidu au-delà de laquelle un produit est considéré comme non conforme.

**Plan de contrôle (PC)** : il a pour objectif principal la recherche des anomalies, des non-conformités, voire des fraudes. Il est réalisé sur des prélèvements ciblés ou suspects.

**Plan de surveillance (PS)** : il a pour objectif d'évaluer l'exposition globale du consommateur à un risque particulier et ainsi d'identifier les mesures de gestion pour le maîtriser. Les échantillons sont prélevés de manière aléatoire.

**Résidu** : quantité d'une substance active (pesticide, médicament) qui subsiste dans une denrée alimentaire, un produit animal ou végétal, ou dans l'environnement, après son application conformément aux bonnes pratiques et la réglementation.

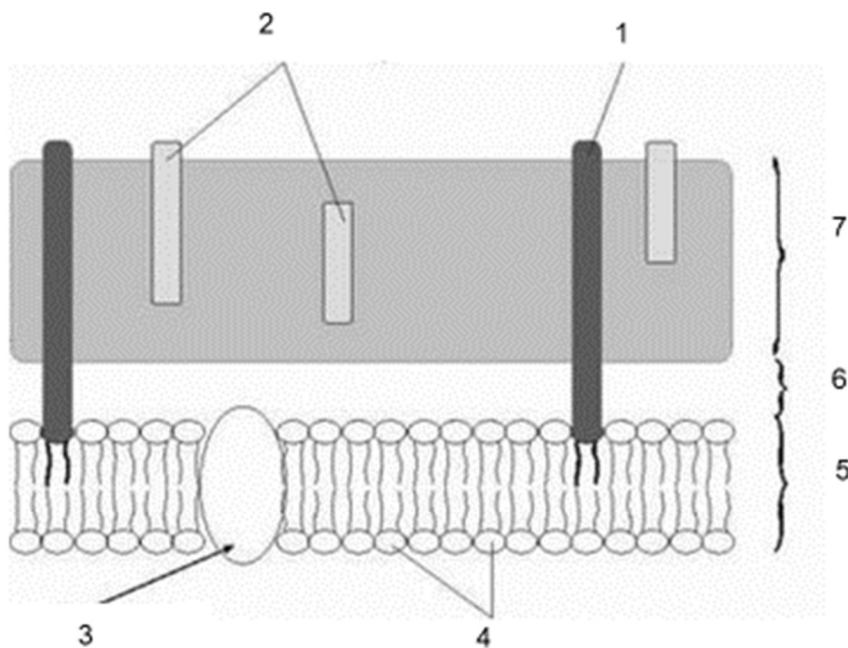
## ANNEXE A

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

#### Annexe A.1 : Tableau comparatif des quatre souches étudiées

	Bactérie		Levure	Affinité tinctoriale	
	Bacille	Coque		Gram +	Gram -
<i>Candida albicans</i>					
<i>Staphylococcus aureus</i>					
<i>Escherichia coli</i>					
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>					

#### Annexe A.2 : Schéma représentant l'ultrastructure pariétale de *C. botulinum*



## ANNEXE B

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

#### Annexe B.1 : Étude de quelques résidus de pesticides et origines probables

Catégorie (1)	Type de résidus	Autorisé (oui / non)	Origines probables
	Thiaclopride		
	Acétamipride		
	Fluvalinate		
	Coumaphos		

(1) médicament vétérinaire ou insecticide

#### Annexe B.2 : Interprétation des résultats du contrôle pour un miel déclaré positif

	Résultats d'analyse	LMR ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$ )	LOQ ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$ )	Conforme / Non conforme	Interprétations
Thiaclopride	0,9 $\mu\text{g.kg}^{-1}$				
Acétamipride	0,7 $\mu\text{g.kg}^{-1}$				
Coumaphos	14 $\mu\text{g.kg}^{-1}$				



## CRÈME GLACÉE AUX PRUNEAUX À L'ARMAGNAC

La crème glacée est obtenue par congélation d'un mélange pasteurisé de lait, de crème et de sucre, éventuellement aromatisé aux fruits, additionné de protéines laitières.

Sur le marché des crèmes glacées, des saveurs particulières peuvent être proposées comme la spécialité pruneaux à l'armagnac. Le diagramme de fabrication est fourni en Annexe 1.

### **PARTIE 1 : SCIENCE DES ALIMENTS (50 POINTS)**

Le diagramme de fabrication ainsi que la composition sont respectivement présentés en Annexe 1 et 2.

#### **1. ÉTUDE DES PRINCIPALES MATIÈRES PREMIÈRES UTILISÉES (29 points)**

##### **1.1. Lait et produits laitiers**

Le rôle du lait dans la fabrication d'une crème glacée est essentiel pour garantir un produit final de qualité. Le lait se compose de différents éléments : eau, matières grasses, extrait sec dégraissé laitier (E.S.D.L.). Les propriétés apportées par l'E.S.D.L. jouent un rôle technologique prépondérant dans le cadre de cette fabrication.

**1.1.1.** Donner le nom des différents composants de l'E.S.D.L., ainsi que l'importance pondérale en g.kg<sup>-1</sup> des deux principaux constituants.

**1.1.2.** Les matières azotées sont principalement composées de protéines insolubles (caséines sous forme de micelles) et solubles. Annoter le schéma de l'organisation des micelles et sous-micelles de caséines de l'annexe A. Justifier cette organisation.

**1.1.3.** Dans la liste des ingrédients utilisés figure la crème. Définir le terme « crème ». Préciser le taux de matière grasse réglementaire. Citer deux modes d'obtention possibles.

##### **1.2. Sucre**

La composition de la crème glacée aux pruneaux à l'armagnac fait apparaître l'utilisation de sucre et de sirop de glucose-fructose. Le pouvoir sucrant et la vitesse de fonte des différents glucides sont présentés dans l'Annexe 3.

**1.2.1.** Nommer la molécule correspondant au terme « sucre » présent dans la liste des ingrédients.

Le sirop de glucose-fructose ou isoglucose et les sirops de glucose sont très employés dans l'industrie alimentaire, notamment dans les crèmes glacées.

**1.2.2.** Définir le pouvoir sucrant.

**1.2.3.** Justifier l'utilisation de sirop de glucose-fructose ou isoglucose dans la crème glacée.

##### **1.3. Fruits**

Les pruneaux sont élaborés à partir de la prune d'Ente, qui est un fruit climactérique. Les caractéristiques de stockage sont présentées dans l'Annexe 4.

**1.3.1.** Définir un fruit climactérique.

**1.3.2.** Citer trois conséquences de la maturation des fruits.

**1.3.3.** Présenter les conséquences des caractéristiques de stockage de ce fruit sur la gestion de la récolte et de l'entreposage.

**1.3.4.** Pendant le séchage, la peau de la prune passe du rouge-violet au brun suite au brunissement enzymatique. Expliquer succinctement le mécanisme du brunissement enzymatique dans le cas de la prune.

## **2. ÉTUDE DU PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE CRÈME GLACÉE (21 points)**

Dans le cadre de la fabrication de crème glacée (diagramme de fabrication Annexe 1), le terme de mix est généralement employé. La formulation type d'une crème glacée est présentée dans l'Annexe 5. La crème glacée est à la fois une émulsion et une mousse.

- 2.1. Définir le terme mix.
- 2.2. Citer l'opération unitaire conduisant à la production du mix.
- 2.3. Définir le terme émulsion puis préciser le type d'émulsion correspondant à la fabrication étudiée.
- 2.4. Expliquer pourquoi la crème glacée est également une mousse.
- 2.5. Indiquer les principaux rôles technologiques et organoleptiques de l'E.S.D.L. dans le produit fabriqué.
- 2.6. La crème peut se présenter sous forme liquide ou épaisse. Justifier la forme qui vous semble la plus appropriée à cette fabrication.
- 2.7. Préciser le rôle technologique et le principal rôle organoleptique des matières grasses du lait dans le produit fabriqué.
- 2.8. D'après la formulation type d'une crème glacée, l'E.S.D.L. ne doit pas dépasser 12 % en masse et 16 % en matières grasses. Expliquer la raison de ces limites.

## **PARTIE 2 : GÉNIE INDUSTRIEL (50 POINTS)**

### **1. LA FABRICATION D'ARMAGNAC (13,5 points)**

1.1. L'armagnac provient de la distillation d'un moût de vin blanc fermenté permettant de produire une eau-de-vie qui sera ensuite vieillie en barrique de chêne. Exposer le fonctionnement de l'installation fournie en Annexe 6.

Au cours de la distillation, la composition du mélange eau / éthanol évolue.

- 1.2. Compléter l'Annexe B en nommant les deux courbes tracées et le point B.
- 1.3. Déterminer, à l'aide du diagramme de l'Annexe B, la température d'ébullition du mélange dont la fraction molaire initiale en éthanol est de 4 %.
- 1.4. En déduire la fraction molaire en éthanol des premières vapeurs obtenues. Commenter ce résultat.
- 1.5. Indiquer, en justifiant votre réponse, la partie de la colonne où se situe la température la plus basse.
- 1.6. La colonne de distillation est alimentée avec  $175 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$  de moût clarifié contenant 12 % (m/m) d'éthanol. Une eau-de-vie, l'armagnac, est ainsi obtenue. Elle contient 65 % d'éthanol (m/m). Exprimer puis calculer le débit d'armagnac en considérant que le résidu ne contient plus d'éthanol.

### **2. LA FABRICATION DES PRUNEAUX (13 points)**

Les pruneaux sont des fruits à faible teneur en eau (21 %) provenant du séchage de la prune d'Ente.

#### **2.1. Opérations préliminaires**

À l'arrivée à l'usine, les prunes subissent un agréage (contrôle qualité à réception). Elles sont ensuite nettoyées. Avant séchage, les prunes sont calibrées.

- 2.1.1. Citer deux contrôles possibles lors de l'agréage des prunes d'Ente.
- 2.1.2. Préciser les rôles respectifs du nettoyage et du calibrage.

## 2.2. Le séchage des prunes

Le séchage des prunes est une opération longue. Elle dure environ 24 heures et s'effectue toujours dans des séchoirs à chariots supportant des claies sur lesquelles sont réparties les prunes.

La température du four est de 70 °C.

La réglementation impose une teneur en eau finale de 21 %.

2.2.1. Déterminer le débit massique de pruneaux sortant du séchoir.

Données : Teneur en matière sèche des prunes = 25 %  
Alimentation du séchoir = 5 tonnes.j<sup>-1</sup>

2.2.2. Calculer la capacité évaporatoire du séchoir.

2.2.3. Placer les points correspondant à l'air entrant (A), l'air de séchage (S) et l'air sortant (B) sur le diagramme de l'air humide fourni en Annexe C.

Données : Caractéristiques de l'air entrant (A) dans le séchoir :  
T°C sèche = 20 °C  
Teneur en eau = 0,01 kg d'eau/kg d'air sec  
Caractéristique de l'air sortant du séchoir (B) :  
Humidité relative = 80 %  
Le séchage est considéré comme isenthalpique.

2.2.4. Déterminer la température sèche et la température humide de l'air sortant du séchoir.

2.2.5. Calculer le débit d'air, exprimé en kg.h<sup>-1</sup>, alimentant le séchoir.

## 3. LA FABRICATION DE LA CRÈME GLACÉE (23,5 points)

La glace est un système complexe composée d'une phase dispersante et dispersée.

### 3.1. Homogénéisation du mix

Après la fabrication, le mélange des ingrédients, le mix, émulsion contenant de 8 à 16 % de matières grasses, subit une homogénéisation.

3.1.1. Annoter le schéma de la tête de l'homogénéisateur de l'Annexe D.

3.1.2. Expliquer l'intérêt de l'homogénéisation du mix.

### 3.2. Le foisonnement du mix

Une des étapes importantes dans l'obtention de la crème glacée est le foisonnement. Ce foisonnement est directement lié à la viscosité du mix.

3.2.1. Définir le terme « foisonnement » et préciser un objectif quant au produit fabriqué.

3.2.2. Citer trois facteurs pouvant influencer la viscosité du mix.

Le taux de foisonnement se définit comme le pourcentage d'accroissement du volume initial suite à l'incorporation d'air. L'entreprise se fixe un taux de foisonnement de 72 %.

3.2.3. À l'aide des données, exprimer puis calculer le débit volumique de crème glacée obtenue sachant que le débit volumique de mix est 625 L.h<sup>-1</sup>.

3.2.4. Calculer la masse de crème glacée fabriquée en une heure.

Données : La masse d'air incorporée est considérée comme négligeable.  
Masse volumique du mix = 1,096 .10<sup>3</sup> kg.m<sup>-3</sup>

3.2.5. Conclure sachant que la réglementation des crèmes glacées impose une masse minimale de 450 g pour un volume de 1 L.

### 3.3. La surgélation

La formation des cristaux est initiée au cours du glaçage et se poursuit pendant la surgélation.  
La surgélation s'effectue dans un tunnel de surgélation.

#### 3.3.1. Comparer la surgélation et la congélation en complétant l'Annexe E.

Les crèmes glacées conditionnées en bac de 637 g parviennent dans le tunnel à une température de  $-4\text{ °C}$ .  
Le tapis avance à une vitesse de  $1075\text{ bacs.h}^{-1}$ .

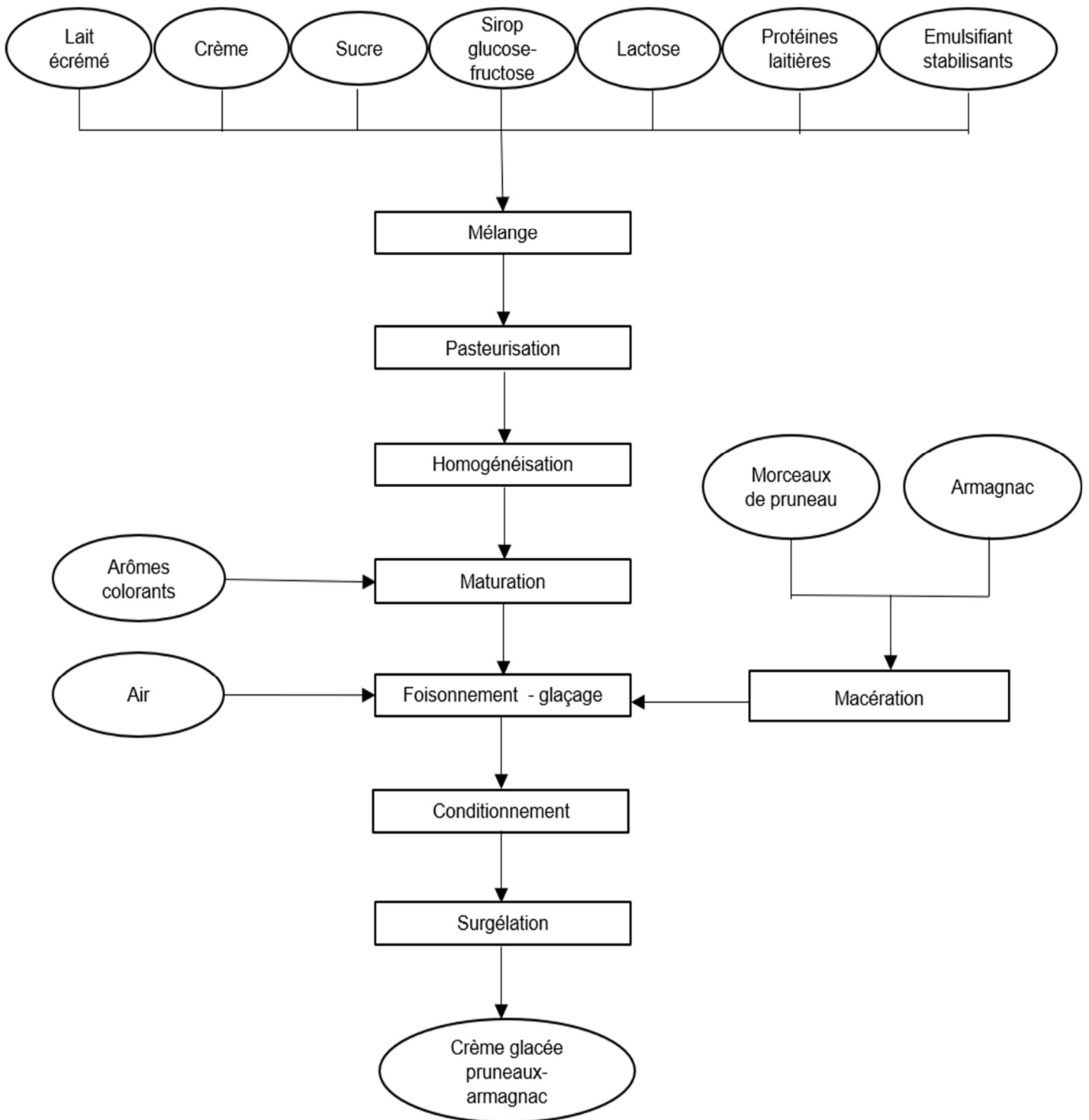
#### 3.3.2. Exprimer puis calculer la quantité de chaleur d'un bac de crème glacée pour pouvoir le surgeler.

Données :  
Chaleur latente de la crème glacée =  $-218\text{ kJ.kg}^{-1}$   
Chaleur massique de la crème glacée =  $1,88\text{ kJ.kg}^{-1}\text{.K}^{-1}$   
Température de congélation de la crème glacée =  $-4\text{ °C}$   
Température à cœur =  $-25\text{ °C}$   
Teneur en eau de la crème glacée =  $60\%$

#### 3.3.3. Calculer la puissance frigorifique du tunnel en kW.

#### 3.3.4. Expliquer les conséquences d'une rupture de la chaîne du froid sur la crème glacée.

## ANNEXE 1 DIAGRAMME DE FABRICATION DE LA CRÈME GLACÉE AUX PRUNEAUX À L'ARMAGNAC



## ANNEXE 2 COMPOSITION DE LA CRÈME GLACÉE AUX PRUNEAUX À L'ARMAGNAC

Lait écrémé, crème, sucre, pruneaux (9 %), armagnac (5,5 %) (alcool 52 % vol), sirop de glucose-fructose, lactose et protéines de lait, émulsifiant (mono et diglycérides d'acides gras), stabilisants (carraghénanes, farine de graines de caroube, gomme guar, gomme xanthane), arômes, colorants (carotènes mélangés).

### ANNEXE 3 POUVOIR SUCRANT ET VITESSE DE FONTE

Type de sucre	Pouvoir sucrant	Pouvoir antigel	Intensité sucrée*	Vitesse de fonte**
Saccharose***	100	100	5	4
Sirop de glucose	50	90	6	5
Isoglucose	130	190	2	2
Dextrose (glucose atomisé)	70	190	4	1
Fructose	170	190	1	2
Miel	130	190	2	?

\* 1 le plus sucré ; 6 le moins sucré

\*\* 1 rapide, 5 lent

\*\*\* Le saccharose ou sucre en poudre constitue la référence soit 100

### ANNEXE 4 CONDITIONS DE STOCKAGE DES FRUITS PEU SENSIBLES AU FROID

Espèces	Température (°C)	HR (%)	DPC
Abricot	0	90	2 – 4 s
Cerise	0	90 – 95	1 – 2 s
Citron	0 – 4,5	85 – 90	2 – 6 m
Datte (fraîche)	0	85	1 – 2 m
Fraise	0	90 – 95	1 – 5 j
Framboise	0	90 – 95	1 – 4 j
Kiwi	-0,5	90 – 95	8 – 14 s
Noix de coco	0	80 – 90	1 – 2 m
Orange	0 – 4	85 – 90	3 – 4 m
Pêche	0	90	2 – 4 s
Pomme	0 – 4	90 – 95	2 – 5 m
Prune	0	90 – 95	2 – 4 s
Raisin	-1 – 0	90 – 95	1 – 4 m

DPC : Durée Pratique de Conservation

s : semaine

j : jour

m : mois

HR : Humidité Relative

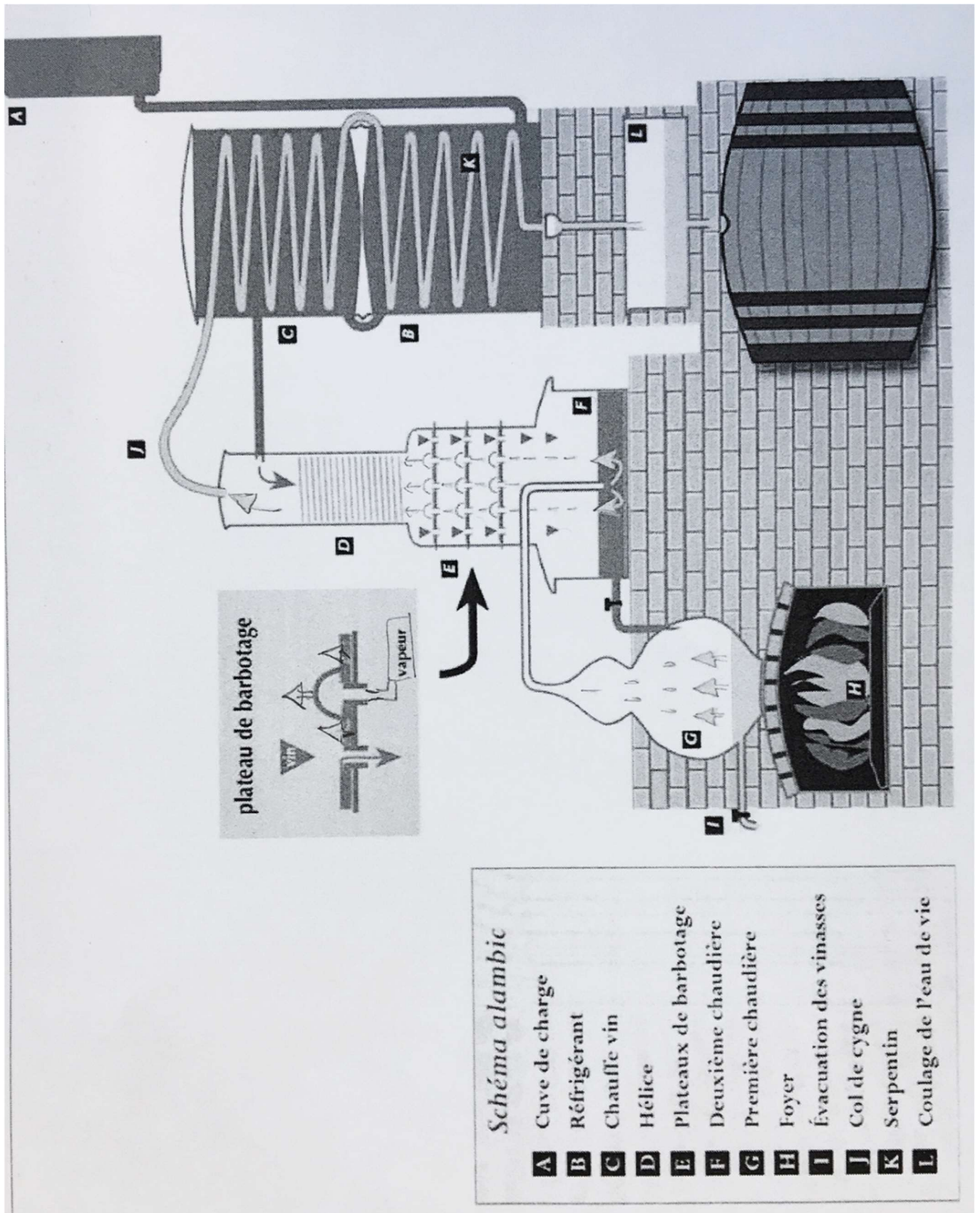
*D'après « Altération des végétaux entreposés » D.Come IAA 06/91*

### ANNEXE 5 FORMULATION TYPE D'UNE CRÈME GLACÉE

Air : 30 à 50 % (en volume)	
Mix : 50 à 70 % (en volume)	Eau : 55 à 65 % (en masse)
	Sucres : 12 à 18 % (en masse)
	Matières grasses : 8 à 16 % (en masse)
	Extrait sec dégraissé laitier : 9 à 12 % (en masse)
	Emulsifiants/stabilisants : 0,2 à 0,5 % (en masse)

*D'après « crèmes glacées, glaces et sorbets : formulation et fabrication » J.L.Boutonnier*

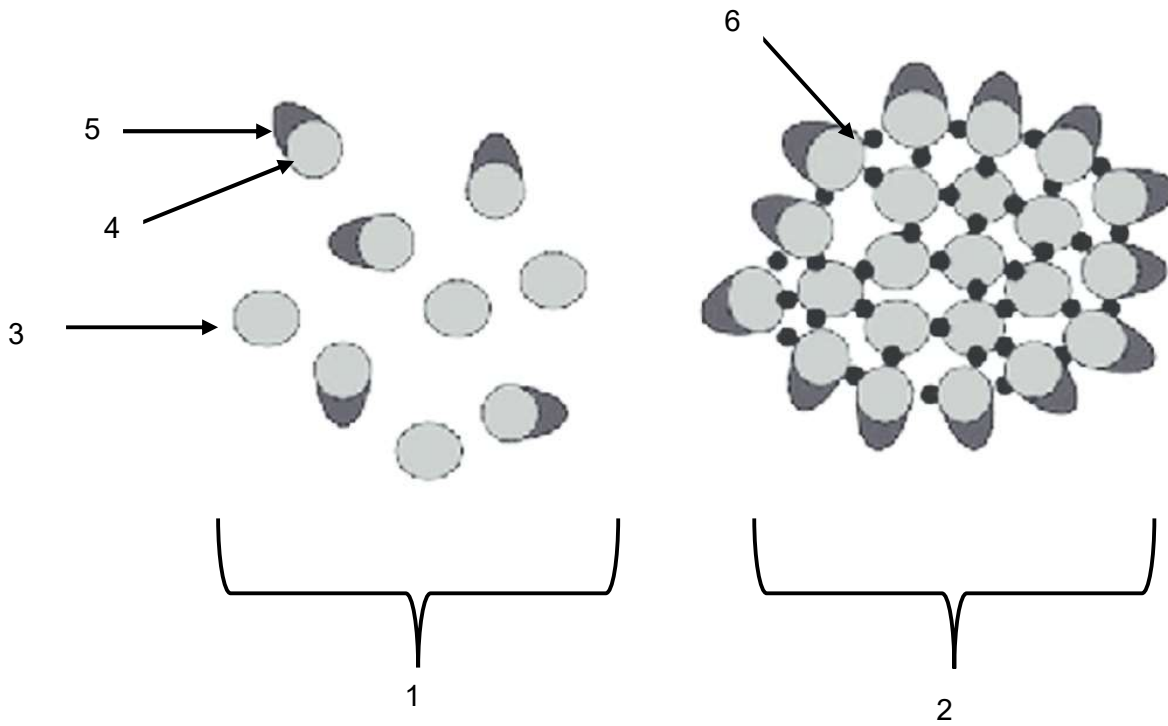
## ANNEXE 6 L'ALAMBIC ARMAGNACAIS



D'après [https://www. Tourismelandes.com/armagnac-landes](https://www.Tourismelandes.com/armagnac-landes)

ANNEXE A

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE  
SCHÉMA DE L'ORGANISATION DES MICELLES DE CASÉINE

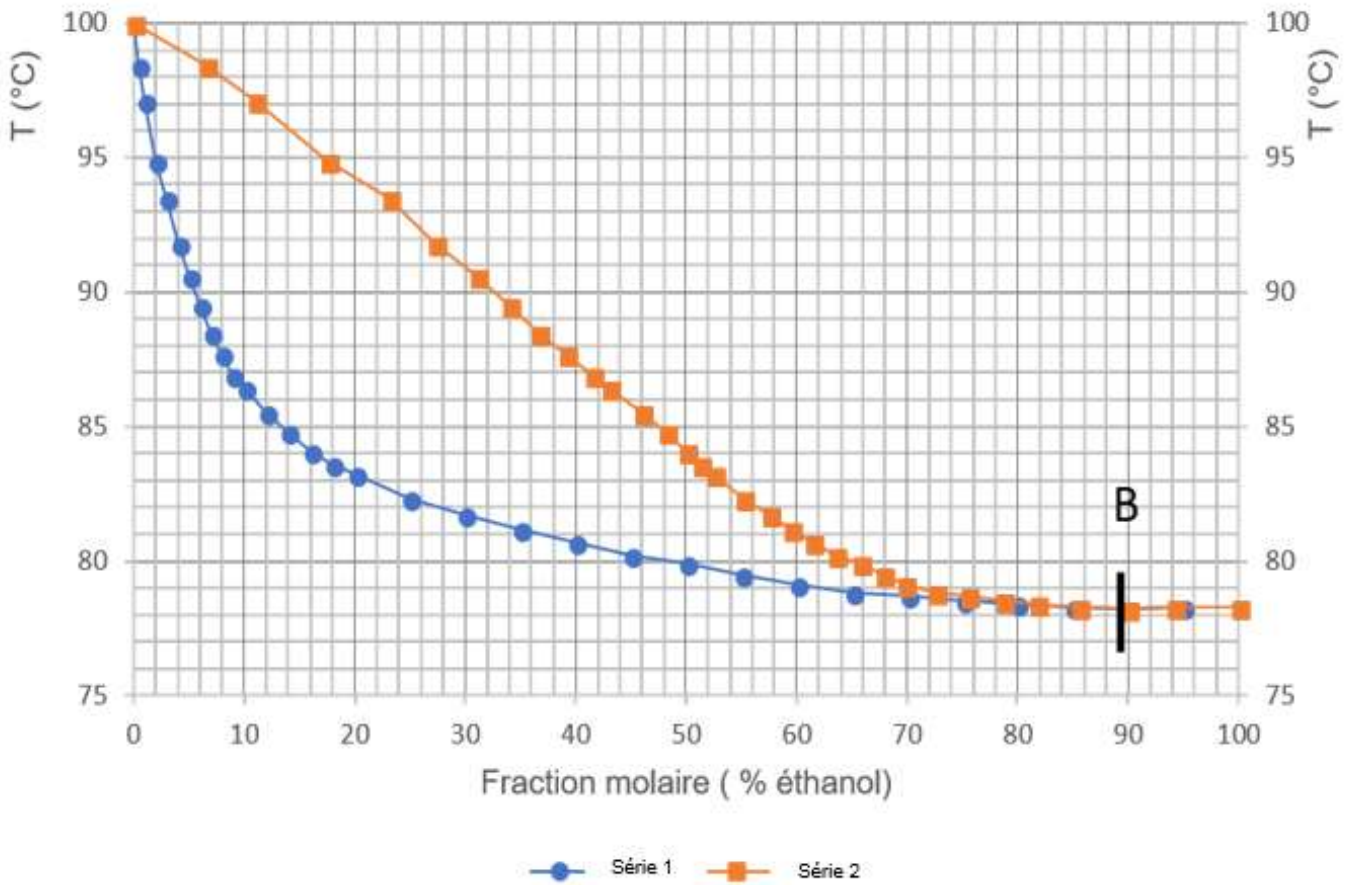




## ANNEXE B

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE DIAGRAMME BINAIRE ISOBARE EAU / ÉTHANOL

Diagramme binaire isobare eau / éthanol à pression atmosphérique



Source : *diagramme tracé à partir des données du site*  
[http://www.azprocede.fr/ex\\_trace\\_isobare\\_etheau.html](http://www.azprocede.fr/ex_trace_isobare_etheau.html)

Série 1 : .....

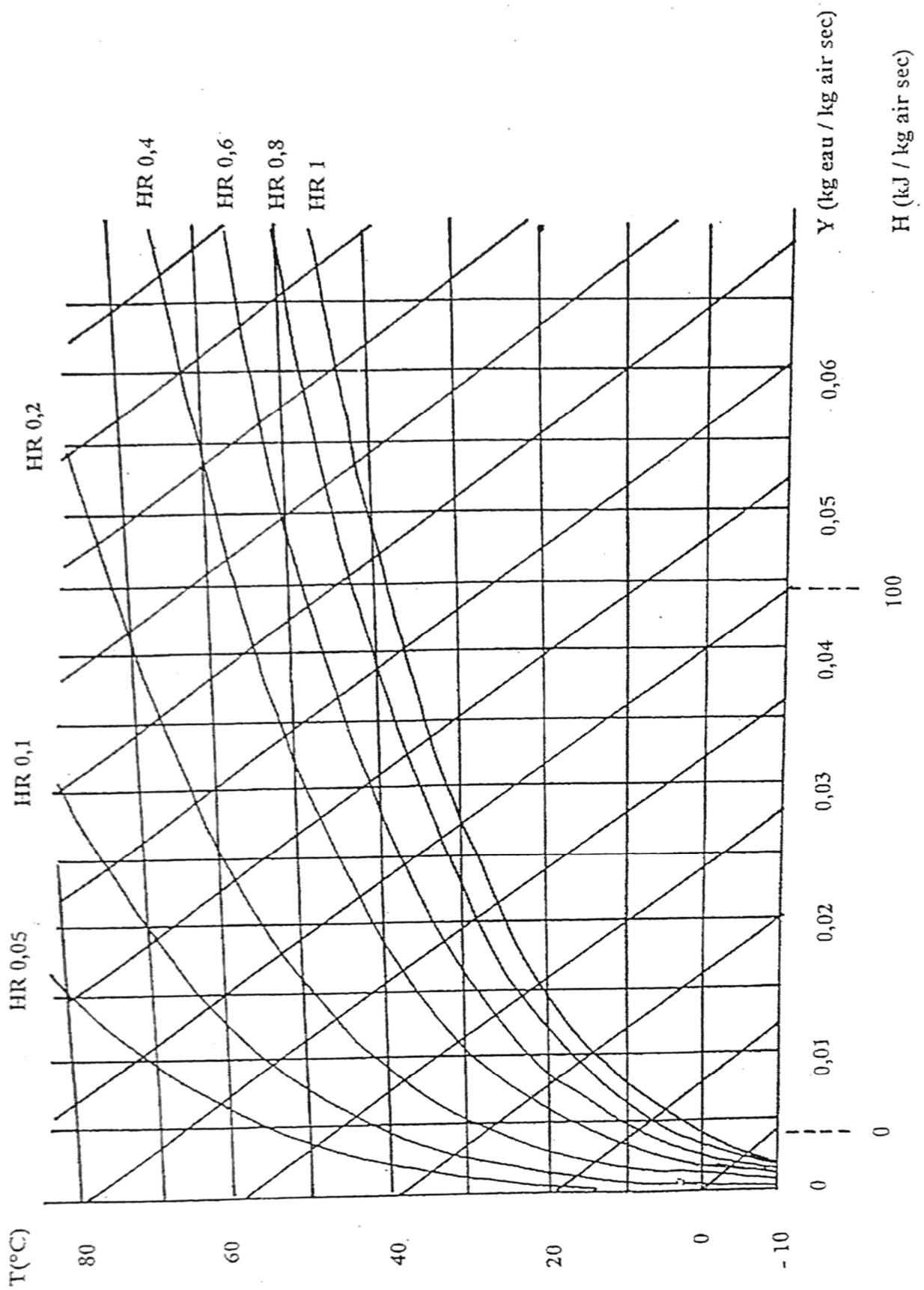
Série 2 : .....

Point B : .....

ANNEXE C

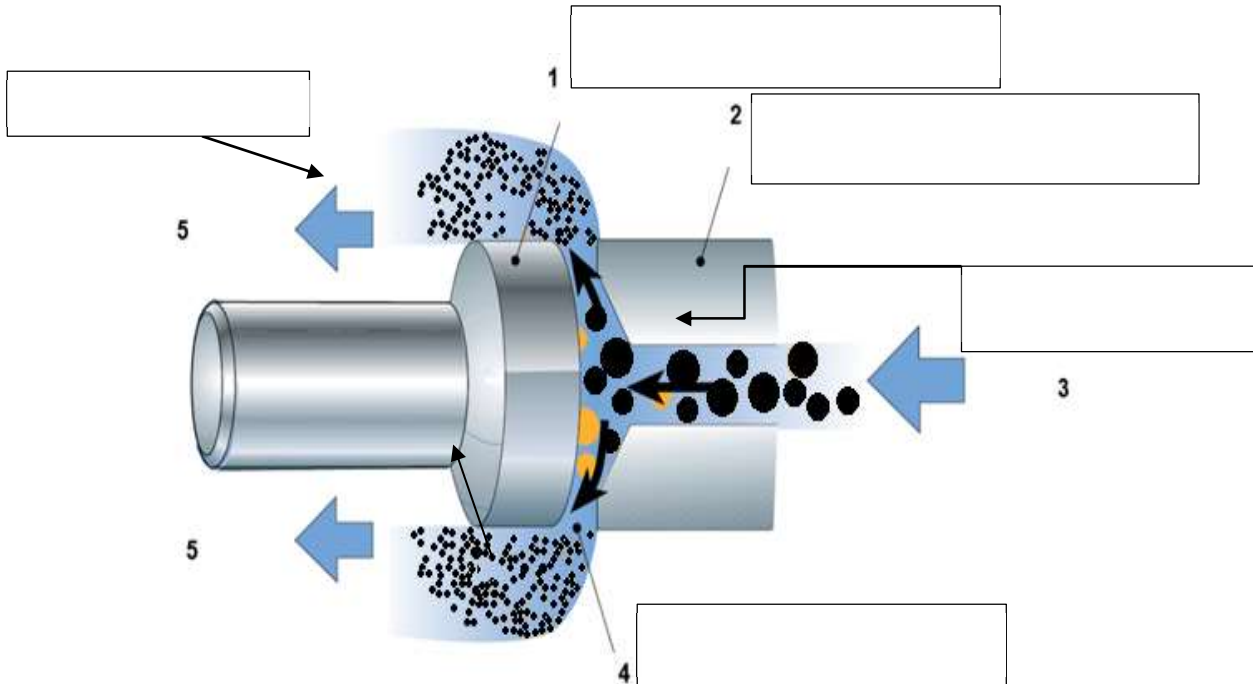
À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

DIAGRAMME DE MOLLIER



## ANNEXE D

### À COMPLETER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE SCHÉMA D'UNE TÊTE D'HOMOGENÉISATEUR



*D'après Alix, Arielle, Sarah Velez Étude bibliographique du rapport bénéfices-risques de la consommation de lait cru de vache Thèse de doctorat Faculté de médecine de Créteil (2017)*

## ANNEXE E

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE TABLEAU COMPARATIF SURGÉLATION – CONGÉLATION

Technique	Vitesse	Température à cœur (° C)	Taille et nombre des cristaux	Localisation des cristaux	Durée de conservation (estimation)
Congélation					
Surgélation					

**PRODUITS À BASE DE POISSONS****PREMIER JOUR (4 heures 30)**

Un atelier de production artisanale élabore différents types de farces à partir de poissons ou de crustacés. Il fabrique également des boîtes de thon en conserve. Des contrôles biochimiques, microbiologiques et toxicologiques sont réalisés sur les farces et les boîtes de thon en conserve.

**1. CONTRÔLES BIOCHIMIQUES**

Sur la farce de poisson, l'analyse de l'azote basique volatil total (ABVT) est effectuée pour vérifier l'état d'altération du poisson. Cette farce de poisson est fabriquée à partir de poissons tropicaux tels que le poisson perroquet et le mérou de la famille des Téléostéens.

**1.1. Détermination de l'Azote Basique Volatil Total (ABVT)**

L'ABVT regroupe des amines volatiles principalement constituées par l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), le diméthylamine (DMA) et la triméthylamine (TMA). C'est un critère utilisé pour l'évaluation de l'altération des produits de la mer. Ces amines volatiles résultent majoritairement de la dégradation des protéines par l'action de bactéries ou d'enzymes présentes dans le poisson. Le règlement (CE) n°2074/2005 prévoit l'utilisation de l'ABVT comme indicateur chimique de l'altération du poisson :

- $\leq 30$  mg pour 100 g pour les Téléostéens,
- $\leq 70$  mg pour 100 g pour les Sélaciens.

Les poissons sont considérés impropres à la consommation si ces limites sont dépassées.

**1.1.1. Réalisation pratique**

À l'aide de la fiche technique 1, réaliser la vérification de la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium puis le dosage de l'extrait acide obtenu à partir de la farce de poisson.

**1.1.2. Compte rendu**

**Q1.** Compléter le document A.

**Q2.** Établir l'équation aux grandeurs de la concentration molaire de la solution d'hydroxyde de sodium.

**Q3.** Effectuer l'équation aux valeurs numériques.

**Q4.** Vérifier l'exactitude du résultat selon l'aide-mémoire de métrologie.

**Q5.** Présenter le résultat de la concentration molaire de la solution de l'hydroxyde de sodium selon l'aide-mémoire de métrologie.

Le dosage de l'ammoniac pour la solution de contrôle a été effectué dans les mêmes conditions de mesure que l'essai. L'exactitude étant vérifiée, la valeur de l'essai est retenue.

**Q6.** Démontrer que l'équation aux grandeurs donnant la teneur en mg d'ammoniac pour 100 g de farce de poisson est :  $ABVT = (2 C_{\text{acide sulfurique}} \cdot V_{\text{acide sulfurique}} - C_{\text{NaOH}} \cdot V) \cdot M_{\text{NH}_3} \cdot 100 / m_{\text{échantillon}}$

**Q7.** Présenter l'équation aux valeurs numériques.

**Q8.** Exprimer le résultat de la teneur en ammoniac pour la farce de poisson grâce à l'aide-mémoire de métrologie.

**Q9.** Comparer aux valeurs attendues.

**Q10.** Conclure.

## 1.2. Détermination de la teneur en chlorure de sodium dans le thon en conserve

L'étiquetage des boîtes de thon au naturel en conserve indique un produit allégé en sel, soit 0,200 g pour 100 g de thon. La teneur en sel est contrôlée.

### 1.2.1. Réalisation pratique

À l'aide de la fiche technique 2, réaliser le dosage de la solution de contrôle puis celui du filtrat préparé à partir du thon en conserve.

### 1.2.2. Compte rendu

Le dosage de la solution de contrôle a été effectué au préalable dans les mêmes conditions de mesure que l'essai. L'exactitude étant vérifiée, la valeur de l'essai est retenue.

**Q11.** Tracer la courbe de la conductivité de la solution en fonction des volumes de nitrate d'argent versés. Puis déterminer graphiquement le volume à l'équivalence noté  $V_c$ .

**Q12.** Établir l'équation aux grandeurs donnant la concentration massique en chlorure de sodium de la solution de contrôle.

**Q13.** Effectuer l'équation aux valeurs numériques.

Traiter les questions suivantes concernant le thon en conserve.

**Q14.** Tracer la courbe de la conductivité de la solution en fonction des volumes de nitrate d'argent versés. Puis déterminer graphiquement le volume à l'équivalence noté  $V_F$ .

**Q15.** Établir l'équation aux grandeurs de la concentration massique en chlorure de sodium présente dans la solution F. Effectuer l'équation aux valeurs numériques.

**Q16.** Établir l'équation aux grandeurs de la concentration massique en chlorure de sodium présente dans 100 g de thon. Effectuer l'équation aux valeurs numériques.

**Q17.** Présenter le résultat de la concentration en chlorure de sodium dans 100 g de thon selon l'aide-mémoire de métrologie.

**Q18.** Conclure.

## 2. CONTRÔLE TOXICOLOGIQUE

Comme pour d'autres aliments, le thon en conserve peut être contaminé par des bactéries pathogènes telles que *Clostridium botulinum*, lesquelles libèrent une toxine botulique pouvant causer une intoxication alimentaire qui peut être létale.

Deux boîtes de thon au naturel sont vérifiées pour une éventuelle contamination suite à la détection de défauts de sertissage.

### 2.1. Réalisation pratique

À l'aide de la fiche technique 3, réaliser la manipulation permettant de vérifier une contamination possible des boîtes de thon par des bactéries pathogènes.

### 2.2. Compte rendu

**Q19.** Donner le nom de la méthode utilisée.

**Q20.** Indiquer l'intérêt des puits « Eau » et « TB ».

**Q21.** Préciser le contenu des puits sur le document B qui sera distribué le deuxième jour.

### **3. CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES**

Dans le cadre du système HACCP, l'analyse des surfaces fait l'objet d'autocontrôles. Ils sont mis en place afin d'évaluer la flore totale et de mettre en évidence l'éventuelle présence de *Pseudomonas aeruginosa*.

#### **3.1. Contrôle de surface**

Le service qualité réalise une analyse ponctuelle selon le mode opératoire décrit dans la fiche technique 4.

*Appeler un examinateur lors de la réalisation des dilutions.*

#### **3.2. Identification d'une bactérie isolée à partir du contrôle de surface**

Une bactérie s'est développée sur la boîte de gélose au cétrimide. Elle a été isolée sur une gélose nutritive fournie marquée « surface + n° de poste ». Réaliser l'identification de cette bactérie selon le protocole fourni dans la fiche technique 5.

*Montrer à l'examineur un champ microscopique judicieusement choisi.*

*Montrer le résultat du test enzymatique adapté.*

#### **3.3. Compte rendu**

**Q22.** Compléter le document C.

### **BARÈME**

Contrôles biochimiques	23,5 points
Contrôles toxicologiques	8 points
Contrôles microbiologiques	19,5 points
Compétences transversales	9 points

### **DOSSIER TECHNIQUE**

#### **DOCUMENTS**

Fiche technique 1 : **Dosage de l'azote basique volatil total (ABVT)**

Fiche technique 2 : **Dosage direct du chlorure de sodium**

Fiche technique 3 : **Détection de la toxine botulique**

Fiche technique 4 : **Contrôle d'une surface**

Fiche technique 5 : **Identification bactérienne**

#### **DOCUMENTS À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

Document A : **Contrôles biochimiques**

Document B : **Contrôle toxicologique**

Document C : **Contrôles microbiologiques**

#### **DOCUMENTS FOURNIS PAR LE CENTRE**

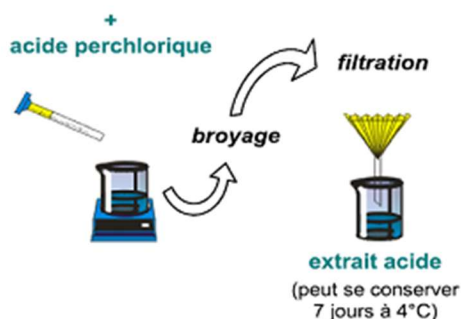
Fiche technique : notice de la galerie API 20 NE + fiche de résultats

Aide-mémoire de métrologie

## 1. PRINCIPE

La méthode consiste à distiller un extrait déprotéinisé par l'acide perchlorique puis à doser l'ABVT par une base forte.

10 g de farce de poisson



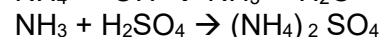
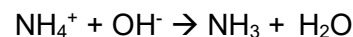
### 1. Préparation de l'extrait acide

Étape 1 : Préparation de l'extrait acide

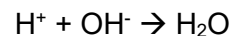
Étape 2 : Entraînement de l'ammoniac

- Alcalinisation :

- Fixation de l'ammoniac par l'acide sulfurique :



Étape 3 : Dosage de l'ammoniac - Dosage de l'acide sulfurique en excès par une base forte :



La base forte utilisée est la soude (hydroxyde de sodium) dont la concentration doit être vérifiée.

## 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

Pipette jaugée de 20 mL

Burette de 25 mL

2 fioles d'Erlenmeyer de 125 mL

1 fiole d'Erlenmeyer de 250 mL

Agitateur et système de fixation pour volumétrie

Automate de distillation et matras de distillation

Flacon contenant le vert de bromocrésol

Solution d'acide sulfurique à 40 mmol.L<sup>-1</sup> notée « Acide sulfurique »

Matras contenant l'extrait acide noté « Extrait »

Solution d'hydroxyde de sodium à environ 100 mmol.L<sup>-1</sup>

## 3. MODE OPÉRATOIRE

### 3.1. Vérification de la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium fournie

La concentration de la solution d'hydroxyde de sodium est notée C<sub>NaOH</sub>.

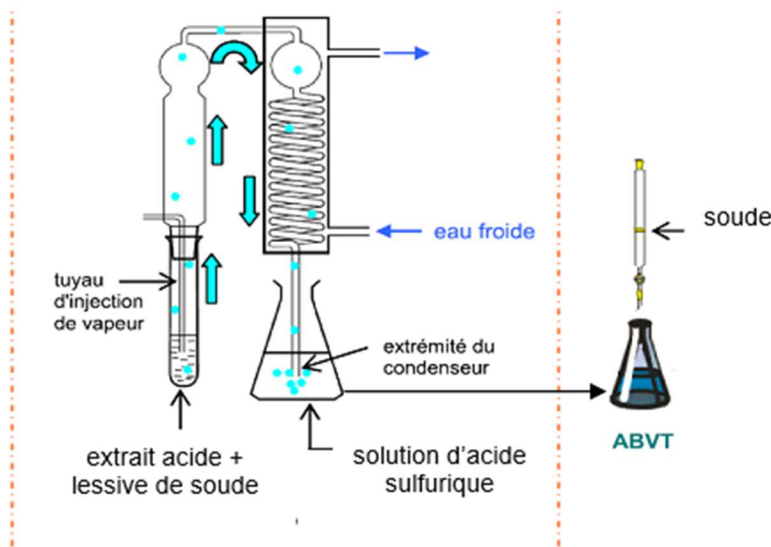
Dans une fiole d'Erlenmeyer de 125 mL, introduire :

- 20,0 mL de la solution d'acide sulfurique étalonnée à 40,0 mmol.L<sup>-1</sup>,
- quelques gouttes de vert de bromocrésol.

Verser à la burette la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au virage.

Soit V<sub>NaOH</sub> le volume d'hydroxyde de sodium. Réaliser un seul essai.

Montrer à l'examineur la lecture de la chute de burette.



### 2. Entraînement de NH<sub>3</sub>

### 3. Dosage de NH<sub>3</sub>

### 3.2. Préparation de l'extrait acide (déjà réalisée)

Peser 10 g de farce de poisson. La mélanger à 90 mL de solution d'acide perchlorique. Un mélangeur rapide assure l'homogénéisation de la suspension obtenue.

### 3.3. Dosage de l'extrait acide

- Réaliser un seul essai.
- Le matras fourni noté « Extrait » contient l'intégralité de l'extrait acide.
- Préparer une fiole d'Erlenmeyer de 250 mL (notée ABVT) contenant 20 mL d'acide sulfurique à  $40,0 \text{ mmol.L}^{-1}$  pour recueillir le  $\text{NH}_3$  entraîné.
- Procéder à la distillation pendant 15 minutes en milieu alcalin.
- Doser l'excès d'acide sulfurique par la solution d'hydroxyde de sodium précédemment vérifiée en présence de vert de bromocrésol. Soit V le volume d'hydroxyde de sodium versé.

*Montrer à l'examineur la lecture de la chute de burette.*

#### Données :

La solution d'hydroxyde de sodium de contrôle de concentration  $Y_{\text{réf}} \pm U_{\text{réf}}$  soit  $(150,0 \pm 0,3) \text{ mmol.L}^{-1}$  est testée dans les mêmes conditions de mesure que l'essai.

La valeur trouvée pour le matériau de contrôle est  $Y_{\text{EC}} = 148,8 \text{ mmol.L}^{-1}$ .

Écart type de reproductibilité pour la vérification de la solution d'hydroxyde sodium :  $s_R = 0,65 \text{ mmol.L}^{-1}$

Incertitude type composée pour la vérification de la solution d'hydroxyde de sodium :  $u_c = 0,25 \text{ mmol.L}^{-1}$

Incertitude type composée pour la teneur en ammoniac dans 100 g de poisson :  $u_c = 0,32 \text{ mg pour } 100 \text{ g de poisson}$

$M_{\text{NH}_3} = 17,03 \text{ g.mol}^{-1}$

$\text{H}_2\text{SO}_4$  est un diacide fort.



## 1. PRINCIPE

La détermination de la teneur en chlorure de sodium repose sur le dosage direct des chlorures par conductimétrie.

Tous les ions chlorures réagissent avec les ions  $\text{Ag}^+$  selon la réaction :



La conductivité mesure la capacité d'une solution à conduire le courant électrique, celle-ci dépend notamment de la nature des ions présents en solution, de leur concentration et de la température. Elle s'exprime en millisiemens par centimètre ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ).

En début de dosage, la précipitation des ions  $\text{Cl}^-$  modifie la conductivité du milieu. À partir du point équivalent, l'addition en excès des ions  $\text{Ag}^+$  et  $\text{NO}_3^-$  augmente fortement la conductivité de la solution.

## 2. RÉACTIFS

Pipette jaugée de 25 mL

Eprouvette de 100 mL

Béchers

Burette de 25 mL

Agitateur et système de fixation pour volumétrie

Solution de contrôle notée « Contrôle »

Solution de filtrat notée « Filtrat »

Solution de nitrate d'argent à  $0,0500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Conductimètre

## 3. MODE OPÉRATOIRE

### 3.1. Préparation de l'échantillon (déjà réalisée)

Les ions chlorures sont mis en solution en ajoutant 50 g de thon au naturel dans un ballon, 10 mL d'une solution de borax et 50 mL d'eau désionisée. Le mélange est mis à chauffer au bain thermostaté à  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Une défécation est ensuite réalisée en ajoutant de 2 mL d'hexacyanoferrate de potassium et 2 mL d'éthanoate de zinc. Après homogénéisation, le mélange est filtré et le filtrat obtenu est recueilli dans une fiole jaugée de 100 mL. La fiole est complétée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau désionisée. La solution obtenue est notée « Filtrat ».

### 3.2. Dosage de la solution de contrôle

Réaliser un seul essai.

Dans un bécher, introduire :

- 25 mL de la solution « Contrôle »,
- 100 mL d'eau désionisée.

Introduire la sonde du conductimètre dans la solution.

Verser à la burette la solution de de nitrate d'argent à  $0,0500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  en suivant l'évolution de la conductivité de la solution durant 20 mesures (1 mesure par mL ajouté).

### 3.3. Dosage de la solution « Filtrat »

Réaliser un seul essai pour le dosage de la solution « Filtrat » dans les mêmes conditions que la solution de contrôle.

## 4. DONNÉES

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

Incertitude type composée pour thon :  $u_c = 7 \text{ mg}$  pour 100 g de thon

## 1. PRINCIPE

La méthode est fondée sur la diffusion d'antigènes et d'anticorps introduits chacun dans des puits creusés dans une gélose agarose. Il se forme alors un arc de précipitation dans la zone d'équivalence.

## 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

1 boîte de gélose d'agarose à 1,5 %  
1 tube Eppendorf contenant 20 µL d'antitoxine botulique « AB »  
1 tube Eppendorf contenant 20 µL de toxine botulique noté « TB »  
1 tube Eppendorf contenant de l'eau physiologique noté « Eau »  
1 tube Eppendorf contenant 20 µL d'extrait de thon 1 noté « ET1 »  
1 tube Eppendorf contenant 20 µL d'extrait de thon 2 noté « ET2 »  
1 emporte-pièce  
Pipette automatique P10 avec cônes

## 3. MODE OPÉRATOIRE

Creuser les puits à l'aide d'un emporte-pièce selon le gabarit fourni dans le document B.  
Déposer 10 µL par puits.  
Mettre en chambre humide à température ambiante pendant 24 heures.

Un écouvillonnage sur une surface délimitée par un gabarit de 10 cm sur 10 cm est effectué. L'écouvillon est ensuite trempé dans un tube de diluant d'un volume de 10 mL.

## 1. DÉNOMBREMENT DE LA FLORE TOTALE

### 1.1. Matériel et réactifs

1 tube de 10 mL de diluant obtenu à partir de l'écouvillonnage (noté « surface + n° poste »)  
3 tubes de 20 mL de gélose PCA en surfusion  
3 boîtes de Pétri vides stériles  
2 tubes de 9 mL de diluant  
Pipettes stériles de 1 mL  
Agitateur

### 1.2. Mode opératoire

À partir du diluant noté « surface + n° poste », effectuer deux dilutions décimales en série.  
Réaliser le dénombrement dans la masse d'un milieu PCA, en ensemençant 1 mL de trois dilutions successives.  
Faire un essai par dilution.  
Incuber les boîtes à 37 °C pendant 24 heures.

## 2. RECHERCHE DE *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

### 2.1. Matériel et réactifs

1 tube de 10 mL de diluant obtenu à partir de l'écouvillonnage (noté « surface + n° poste »)  
1 boîte de gélose au cétrimide  
Agitateur

### 2.2. Mode opératoire

À partir du diluant noté « surface + n° poste », effectuer la recherche de *Pseudomonas aeruginosa* par isolement sur gélose au cétrimide.  
Incuber les boîtes à 37 °C pendant 24 heures.

**1. PRINCIPE**

L'identification d'une bactérie repose sur la réalisation d'observation microscopique et d'un ensemble de tests biochimiques conduisant à la connaissance du genre et de l'espèce bactérienne.

**2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS**

Souche isolée sur gélose nutritive à partir d'un prélèvement de surface notée « isolement + n° de poste »

Colorants de Gram

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Test oxydase

Lame

Pipette Pasteur

Microscope et huile à immersion

Galerie d'identification et milieux complémentaires (distribués 1 h avant la fin de l'épreuve)

**3. MODE OPÉRATOIRE**

Procéder à l'examen microscopique de la souche.

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

Ensemencer la micro-galerie et le(s) milieu(x) nécessaire(s) à l'identification de la souche à l'aide des documents fournis par le centre d'examen.

Incuber 24 heures à 37 °C.

**DOCUMENT A**

**À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

**CONTRÔLES BIOCHIMIQUES**

**Détermination de l'ABVT**

Vérification de la concentration de la solution d'hydroxyde de sodium fournie

$V_{\text{NaOH}} = \dots\dots\dots \text{ mL}$
--

Dosage de l'extrait acide

$V = \dots\dots\dots \text{ mL}$
----------------------------------

**DOCUMENT B**

**À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

**CONTRÔLE TOXICOLOGIQUE**

**N° de poste :**

Organisation des dépôts :

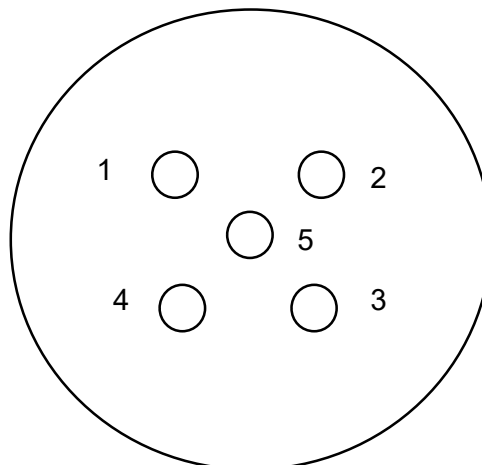
Puits 1 :

Puits 2 :

Puits 3 :

Puits 4 :

Puits 5 :



**DOCUMENT C**

**À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

**CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES**

**N° de poste :**

**Observations microscopiques :**

**Test enzymatique :**

**Orientation :**

**Matériel nécessaire pour l'identification :**

# LES PRODUITS À BASE DE POISSONS

## DEUXIÈME JOUR (1 heure 30)

### 1. CONTRÔLE TOXICOLOGIQUE

Q1. Procéder à la lecture de la boîte et présenter les résultats obtenus sous forme d'un schéma sur le gabarit fourni par le centre.

Q2. Analyser les résultats et conclure.

#### Rappel des échantillons fournis le premier jour

- 1 Tube Eppendorf contenant 20 µL d'antitoxine botulique « AB »
- 1 Tube Eppendorf contenant 20 µL de toxine botulique noté « TB »
- 1 Tube Eppendorf contenant de l'eau physiologique noté « Eau »
- 1 Tube Eppendorf contenant 20 µL d'extrait de thon 1 noté « ET1 »
- 1 Tube Eppendorf contenant 20 µL d'extrait de thon 2 noté « ET2 »

### 2. CONTRÔLES MICROBIOLOGIQUES

#### 2.1. Contrôle de surface

##### 2.1.1. Dénombrement de la flore totale

Donnée : un écouvillonnage sur une surface délimitée par un gabarit de 10 cm sur 10 cm est effectué. L'écouvillon est ensuite trempé dans un tube de diluant d'un volume de 10 mL.

Q3. Exprimer le résultat du dénombrement en UFC.cm<sup>-2</sup>, en utilisant l'annexe 1 (extrait norme ISO 7218:2007).

Q4. Comparer aux résultats des autocontrôles du mois (annexe 2) précédent et conclure.

##### 2.1.2. Recherche de *Pseudomonas aeruginosa*

Q5. Décrire l'aspect macroscopique des colonies obtenues.

Q6. Proposer un test permettant de mettre en évidence le pigment caractéristique de *Pseudomonas aeruginosa*.

Q7. Donner le résultat attendu pour *Pseudomonas aeruginosa*.

#### 2.2. Identification d'une bactérie isolée à partir du contrôle de surface

Q8. À l'aide de la documentation fournie par le centre d'examen, procéder à l'identification de la souche.

Q9. Proposer une hypothèse quant à l'origine de la contamination.

### DOSSIER TECHNIQUE

#### DOCUMENTS

Annexe 1 : Extrait de la norme ISO 7218 :2007

Annexe 2: Résultats des autocontrôles du mois de mai 2020

#### DOCUMENT FOURNI PAR LE CENTRE

Fiche technique : notice de la galerie API 20NE + fiche de résultats

## ANNEXE 1

### Extrait de la norme ISO 7218:2007 concernant les dénombrements en alimentaire

#### Pour les cas généraux :

Cette norme officialise le passage à **1 seule boîte par dilution**.

Pour le choix des dilutions à retenir pour le calcul (cas de dénombrements en boîtes de 90 mm de diamètre), retenir deux dilutions successives dont :

l'une au moins **présente un minimum de 10 colonies** ;

le nombre maximal de colonies en totalité est de 300 par boîte ; le nombre maximal des colonies caractéristiques ou présumées est de 150 par boîte (cas de la présence d'un agent de différenciation).

Le **calcul** du nombre d'UFC, par mL ou par g de produit, consiste à faire la moyenne pondérée des nombres d'UFC obtenues sur deux dilutions successives dont l'une, au moins, présente un minimum de 10 UFC.

Ce calcul n'est valable que dans le cas général où le rapport du nombre de colonies entre les deux dilutions n'est pas trop éloigné du facteur de dilution appliqué entre ces dernières.

$$N = \sum c / (V.1,1.d)$$

avec :

$\sum c$  = somme des colonies comptées sur les deux boîtes retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient au minimum 10 colonies.

V = volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres.

d = dilution correspondant à la première boîte retenue ; dilution considérée par rapport à l'échantillon brut (non dilué)

Le résultat est arrondi à 2 chiffres significatifs et exprimé avec un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance de 10 appropriée.

#### Cas des petits nombres :

Si le nombre de colonies à la dilution la plus faible est compris entre 4 et 10 : appliquer le calcul ci-dessus et exprimer le résultat comme le "nombre estimé de microorganismes par g ou par mL".

Si le nombre de colonies à la dilution la plus faible est compris entre 1 et 3, exprimer le résultat comme : "le microorganisme est présent mais avec moins de (4/d) microorganismes par g ou par mL".

Si la dilution la plus faible ne contient aucune colonie, exprimer le résultat comme "moins de (1/d) microorganismes par mL ou par g".

(d = dilution la plus faible testée ; dilution considérée par rapport au produit brut).

#### Pour les levures et moisissures :

On retient pour le calcul les dilutions présentant entre 10 et 150 colonies par boîte.

Si la mycoflore est essentiellement composée de moisissures, sélectionner les boîtes parmi celles contenant la population la plus faible.

**ANNEXE 2**  
**RÉSULTATS DES AUTOCONTRÔLES DU MOIS DE MAI 2020**

Date du prélèvement	Flore totale (UFC.cm <sup>-2</sup> )
01/05/2020	38
02/05/2020	56
03/05/2020	22
04/05/2020	29
05/05/2020	19
08/05/2020	32
09/05/2020	45
10/05/2020	24
11/05/2020	18
12/05/2020	42



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

## ÉLÉMENTS DE LA DÉMARCHE QUALITÉ D'UNE ENTREPRISE DE RESTAURATION COLLECTIVE

L'entreprise « Toq' restauration » est une entreprise agroalimentaire familiale de type traiteur, spécialisée dans la restauration collective.

L'entreprise « Toq' restauration » est certifiée selon la norme ISO 9001:2015.

### 1. SYSTÈME DE MANAGEMENT DE LA QUALITÉ (21 POINTS)

La version 2015 de la norme ISO 9001 engendre une évolution importante des systèmes de management de la qualité.

1.1. Définir le terme « norme ».

1.2. Citer les trois types de certification qui existent. Donner le type de la certification ISO 9001.

1.3. Citer deux avantages pour une entreprise à mettre en œuvre la norme ISO 9001:2015, à l'aide de l'Annexe 1.

1.4. Citer deux démarches ou méthodes sur lesquelles s'appuie cette norme 9001:2015 pour fixer ses exigences, à l'aide de l'Annexe 1.

La version de la norme ISO 9001:2015 exige la prise en compte des risques et des opportunités.

1.5. En tant qu'acteur du secteur agroalimentaire, l'entreprise a déjà mis en place une démarche préventive d'analyse des dangers. Argumenter cette affirmation.

La version 2015 de la norme ISO 9001 introduit des changements importants dans la conception du système documentaire.

1.6. Indiquer le modèle général classiquement utilisé de l'organisation des documents qualité.

Afin d'aider les entreprises dans la migration de leur système de management vers cette version, « AFNOR certification » a publié des fiches pratiques.

1.7. Indiquer la signification du sigle « AFNOR ». Indiquer les deux rôles que « AFNOR certification » peut remplir dans la démarche de certification de « Toq' restauration ».

Avant de travailler avec « AFNOR certification », « Toq' restauration » souhaite être certaine des compétences de cette organisation.

1.8. Indiquer le nom de la démarche qui permet de garantir qu'« AFNOR certification » est compétente dans son domaine d'activité. Nommer l'organisme français qui peut donner cette garantie.

### 2. ORGANISATION DE LA CUISINE (12 POINTS)

L'entreprise « Toq' restauration » produit chaque jour dans sa cuisine centrale 20 000 repas livrés en liaison froide dans des restaurants scolaires, des crèches et des maisons de retraite.

2.1. Donner la définition d'une cuisine centrale.

L'Annexe A est un tableau comparatif des liaisons froide et chaude.

2.2. À l'aide des informations concernant la liaison chaude, compléter la partie liaison froide.

2.3. Indiquer l'intérêt pour l'entreprise « Toq' restauration » de travailler en liaison froide.

Dès l'entrée dans les locaux de production jusqu'à la sortie des produits finis et leur départ vers le lieu de consommation, les denrées alimentaires progressent selon le principe de la « marche en avant ».

2.4. Indiquer le principe de la marche en avant et expliquer les deux types pouvant être mis en place dans une cuisine centrale.

### **3. MAÎTRISE DES NON-CONFORMITÉS (16 POINTS)**

Suite au signalement répété de non-conformités par les agents des cuisines satellites, l'entreprise « Toq' restauration » décide de réaliser une étude permettant la mise en place d'un traitement rationnel et efficace de ces non-conformités. Celles-ci sont comptabilisées sur un an (année 2019) et présentées en Annexe 2.

**3.1.** Donner le nom de la représentation graphique permettant de mettre en évidence les priorités d'action à mener concernant ces non-conformités. Expliquer comment utiliser ce type de diagramme.

**3.2.** Après avoir regroupé judicieusement en cinq catégories les non-conformités, tracer ce diagramme.

**3.3.** Commenter les résultats obtenus. Proposer des solutions permettant de réduire ces non-conformités.

### **4. CONTRÔLE À RÉCEPTION (22 POINTS)**

L'entreprise « Toq' Restauration » réceptionne des seaux de crème anglaise à raison de 140 unités par lot. Ceux-ci subissent un contrôle à réception par attributs selon un plan d'échantillonnage simple avec un NQA de 6,5 et un niveau de contrôle II.

**4.1.** Expliquer l'expression « contrôle par attributs ».

**4.2.** Schématiser un plan d'échantillonnage simple.

**4.3.** Expliquer et définir le terme « NQA ».

**4.4.** À l'aide de l'Annexe 3, indiquer les caractéristiques du plan d'échantillonnage appliqué dans le cadre d'un contrôle normal.

**4.5.** À la suite de difficultés rencontrées en production, le plan d'échantillonnage est modifié et le NQA est passé à 4. Justifier ce choix. Indiquer les caractéristiques du nouveau plan d'échantillonnage, dans le cadre d'un contrôle normal.

L'efficacité de ces deux plans d'échantillonnage peut être évaluée à l'aide des courbes d'efficacité présentées en Annexe 4. Ces courbes donnent ( $P_a$ ) la probabilité d'acceptation des lots (exprimée en pourcentage) en fonction du pourcentage d'individus non conformes ( $p_a$ ), pour différents NQA.

**4.6.** Après avoir rappelé la définition de  $p_{95}$  (aussi appelé  $p_\alpha$  ou  $p_0$ ) et de  $p_{10}$  (aussi appelé  $p_\beta$  ou  $p_1$ ), indiquer, sous forme de tableau, les valeurs de ces paramètres pour chacun de ces plans.

**4.7.** Indiquer le plan le plus avantageux pour le client. Indiquer le plan le plus avantageux pour le fournisseur. Justifier les réponses.

**4.8.** Après avoir calculé pour chacun des plans le rapport de discrimination  $DS = P_{10}/P_{95}$ , indiquer quel est le plan le plus équilibré.

### **5. ÉTIQUETAGE AVEC LE RÈGLEMENT INCO (9 POINTS)**

L'entreprise fournit ses plats cuisinés dans des barquettes plastiques thermo-scellées de 3 à 5 kg identifiées par une étiquette dont un exemple est donné en Annexe 5. Des extraits du règlement UE n°1169/2011 concernant l'information du consommateur sur les denrées alimentaires (règlement « INCO ») sont donnés dans l'Annexe 6.

**5.1.** Indiquer si l'étiquetage présenté est conforme au règlement INCO. Justifier succinctement la réponse.

**5.2.** Nommer le signe obligatoirement apposé sur tout produit d'origine animale. Indiquer la signification précise des différents éléments figurant dans ce signe.

En application du règlement INCO, l'entreprise doit accompagner les barquettes d'une fiche technique lors de la livraison. Cette fiche technique doit regrouper l'ensemble des mentions obligatoires exigées par le règlement INCO et intégrer les données présentes sur l'étiquette apposée sur les barquettes. Les ingrédients et les données nutritionnelles de la recette sont présentés dans l'Annexe 7.

**5.3.** Indiquer précisément l'ensemble des éléments qui devront apparaître dans la fiche technique des lasagnes « pur bœuf ». La déclaration nutritionnelle ne devra intégrer que les éléments obligatoires et sera réalisée à l'aide des données de l'Annexe 6.

**ANNEXE 1**  
**EXTRAITS DE LA NORME NF EN ISO 9001:2015**  
**SYSTÈMES DE MANAGEMENT DE LA QUALITÉ - EXIGENCES**

### **0.1 - Généralités**

L'adoption d'un système de management de la qualité relève d'une décision stratégique de l'organisme qui peut l'aider à améliorer ses performances globales et fournir une base solide à des initiatives permettant d'assurer sa pérennité.

En mettant en œuvre un système de management de la qualité fondé sur la présente Norme internationale, les avantages potentiels pour un organisme sont les suivants :

- a. aptitude à fournir en permanence des produits et des services conformes aux exigences du client et aux exigences légales et réglementaires applicables ;
- b. plus grandes opportunités d'amélioration de la satisfaction du client ;
- c. prise en compte des risques et opportunités associés au contexte et aux objectifs de l'organisme ;
- d. aptitude à démontrer la conformité aux exigences spécifiées du système de management de la qualité.

La présente Norme internationale peut être utilisée aussi bien par l'organisme en interne que par des parties externes.

La présente Norme internationale ne vise pas à imposer :

- une uniformité de structure des différents systèmes de management de la qualité ;
- un alignement de la documentation pour se conformer à la structure de la présente Norme internationale ;
- l'utilisation au sein de l'organisme de la terminologie spécifique à la présente Norme internationale.

Les exigences en matière de système de management de la qualité spécifiées dans la présente Norme internationale sont complémentaires aux exigences relatives aux produits et services.

La présente Norme internationale emploie l'approche processus, qui intègre le cycle PDCA (« Plan-Do-Check-Act ») et une approche par les risques.

L'approche processus permet à un organisme de planifier ses processus et leurs interactions.

Le cycle PDCA permet à un organisme de s'assurer que ses processus sont dotés de ressources adéquates et gérés de manière appropriée et que les opportunités d'amélioration sont déterminées et mises en œuvre.

L'approche par les risques permet à un organisme de déterminer les facteurs susceptibles de provoquer un écart de ses processus et de son système de management de la qualité par rapport aux résultats attendus, de mettre en place une maîtrise préventive afin de limiter les effets négatifs et d'exploiter au mieux les opportunités lorsqu'elles se présentent (voir [Article A.4](#)).

Dans un environnement de plus en plus dynamique et complexe, satisfaire en permanence aux exigences et prendre en compte les besoins et attentes futurs représentent un défi pour les organismes. Pour atteindre cet objectif, l'organisme peut juger nécessaire d'adopter diverses formes d'amélioration en complément d'une correction et d'une amélioration continue, telles que le changement par rupture, l'innovation et la réorganisation.

Dans la présente Norme Internationale, les formes verbales suivantes sont utilisées :

- «doit» indique une exigence ;
- «il convient de» indique une recommandation ;
- «peut» («may» en anglais) indique parfois une autorisation, ou encore («can» en anglais) une possibilité ou une capacité.

Les informations sous forme de «NOTE» sont fournies pour clarifier l'exigence associée ou en faciliter la compréhension.

## ANNEXE 1 (suite)

### 0.2 - Principes de management de la qualité

La présente Norme internationale est fondée sur les principes de management de la qualité décrits dans l'ISO 9000. Les descriptions comprennent un énoncé de chaque principe, les raisons pour lesquelles le principe est important pour l'organisme, des exemples de bénéfices associés au principe et des exemples d'actions types visant à améliorer les performances de l'organisme lorsqu'il applique le principe.

Les principes de management de la qualité sont les suivants :

- orientation client,
- leadership,
- implication du personnel,
- approche processus,
- amélioration,
- prise de décision fondée sur des preuves,
- management des relations avec les parties intéressées.

### 0.3 - Approche processus

#### 0.3.1 - Généralités

La présente Norme internationale promeut l'adoption d'une approche processus lors du développement, de la mise en œuvre et de l'amélioration de l'efficacité d'un système de management de la qualité, afin d'accroître la satisfaction des clients par le respect de leurs exigences. Des exigences spécifiques jugées essentielles pour l'adoption d'une approche processus sont incluses en 4.4.

Comprendre et piloter des processus en interaction comme un système contribue à l'efficacité et l'efficience de l'organisme par l'atteinte des résultats prévus. Cette approche permet à l'organisme de maîtriser les interactions et interdépendances entre les processus du système de telle sorte que les performances globales de l'organisme puissent être améliorées.

L'approche processus s'appuie sur une identification systématique et un management des processus et de leurs interactions de manière à obtenir les résultats prévus conformément à la politique qualité et à l'orientation stratégique de l'organisme. Le management des processus et du système dans son ensemble peut être réalisé en appliquant le cycle PDCA (voir 0.3.2), en lui intégrant globalement une approche s'appuyant sur les risques (voir 0.3.3) visant à tirer profit des opportunités et à prévenir et limiter les résultats indésirables.

L'application de l'approche processus dans le cadre d'un système de management de la qualité permet :

- a. la compréhension et la satisfaction en permanence des exigences,
- b. la prise en compte des processus en termes de valeur ajoutée,
- c. l'obtention d'une performance effective des processus,
- d. l'amélioration des processus sur la base d'une évaluation de données et d'informations.

(...)

#### 0.3.2 - Cycle PDCA

Le cycle PDCA peut s'appliquer à tous les processus et au système de management de la qualité dans son ensemble.

(...)

Le cycle PDCA peut être décrit succinctement comme suit :

- Planifier : établir les objectifs du système, ses processus ainsi que les ressources nécessaires pour fournir des résultats correspondant aux exigences des clients et aux politiques de l'organisme, et identifier et traiter les risques et opportunités ;

- Réaliser : mettre en œuvre ce qui a été planifié ;

- Vérifier : surveiller et (le cas échéant) mesurer les processus et les produits et services obtenus par rapport aux politiques, objectifs, exigences et activités planifiées, et rendre compte des résultats ;

- Agir : entreprendre les actions pour améliorer les performances, en tant que de besoin.

## ANNEXE 1 (suite)

### 0.3.3 - Approche par les risques

L'approche par les risques (voir Article A.4) est essentielle à l'obtention d'un système de management de la qualité efficace. Le concept d'approche par les risques qui comprend, par exemple, la mise en œuvre d'une action préventive pour éliminer des non-conformités potentielles, l'analyse de toute non-conformité se produisant et la mise en œuvre des actions appropriées adaptées aux effets de la non-conformité visant à éviter sa réapparition, était implicite dans les éditions précédentes de la présente Norme internationale.

Pour se conformer aux exigences de la présente Norme internationale, un organisme doit planifier et mettre en œuvre des actions face aux risques et opportunités. La prise en compte à la fois des risques et des opportunités sert de base pour améliorer l'efficacité du système de management de la qualité, obtenir de meilleurs résultats et prévenir les effets négatifs.

Des opportunités peuvent naître d'une situation favorable à l'obtention d'un résultat attendu, par exemple un ensemble de circonstances permettant à l'organisme d'attirer des clients, de développer de nouveaux produits et services, de réduire les rebuts ou d'améliorer la productivité. Les actions à mettre en œuvre face aux opportunités peuvent également inclure la prise en compte des risques associés. Le risque est l'effet de l'incertitude et une telle incertitude peut avoir des effets positifs ou négatifs. Un écart positif engendré par un risque peut offrir une opportunité, mais les effets positifs d'un risque ne se traduisent pas tous par des opportunités.

### 0.4 - Relation avec les autres normes de système de management

La présente Norme internationale applique le cadre élaboré par l'ISO pour améliorer la cohérence entre ses Normes internationales relatives aux systèmes de management (voir Article A.1).

La présente Norme internationale permet à un organisme d'utiliser l'approche processus, associée au cycle PDCA et à une approche par les risques, pour aligner ou intégrer son propre système de management de la qualité avec les exigences d'autres normes de système de management.

La présente Norme internationale est en rapport avec l'ISO 9000 et l'ISO 9004 comme suit :

- la norme ISO 9000 *Systèmes de management de la qualité — Principes essentiels et vocabulaire* fournit les bases essentielles à une bonne compréhension et une mise en œuvre appropriée de la présente Norme internationale ;

- la norme ISO 9004 *Gestion des performances durables d'un organisme — Approche de management par la qualité* fournit des lignes directrices aux organismes souhaitant aller au-delà des exigences de la présente Norme internationale.

L'Annexe B fournit de plus amples informations sur les autres Normes internationales relatives au management de la qualité et aux systèmes de management de la qualité élaborées par l'ISO/TC 176.

La présente Norme internationale ne comporte pas d'exigences spécifiques à d'autres systèmes de management, tels que le management environnemental, le management de la santé et de la sécurité au travail ou la gestion financière.

Des normes de systèmes de management de la qualité spécifiques à des secteurs donnés, fondées sur les exigences de la présente Norme internationale, ont été élaborées pour un certain nombre de secteurs. Certaines de ces normes spécifient des exigences supplémentaires pour le système de management de la qualité, alors que d'autres se limitent à fournir des lignes directrices pour l'application de la présente Norme internationale à un secteur particulier.

(...)

## ANNEXE 1 (suite)

### Annexe A (informative)

#### A.1 - Structure et terminologie

Par rapport à l'édition précédente (ISO 9001:2008), la structure (c'est-à-dire l'organisation des articles et paragraphes) et une partie de la terminologie de la présente édition de cette Norme internationale ont été modifiées pour améliorer la cohérence avec les autres normes de systèmes de management.

La présente Norme internationale n'exige pas l'application de sa structure et de sa terminologie aux informations documentées du système de management de la qualité d'un organisme.

La structure est destinée à fournir une présentation cohérente des exigences plutôt qu'un modèle pour la documentation des politiques, des objectifs et des processus d'un organisme. La structure et le contenu des informations documentées relatives à un système de management de la qualité peuvent souvent être plus pertinents pour leurs utilisateurs s'ils se rapportent à la fois aux processus mis en œuvre par l'organisme et aux informations tenues à jour à d'autres fins.

Il n'est pas exigé que les termes utilisés par un organisme soient remplacés par les termes utilisés dans la présente Norme internationale pour spécifier les exigences relatives au système de management de la qualité. Les organismes peuvent choisir d'utiliser des termes adaptés à leurs opérations (en utilisant, par exemple, «enregistrements», «documentation» ou «protocoles» plutôt que «informations documentées», ou «fournisseur», «partenaire» ou «distributeur» plutôt que «prestataire externe»).

#### A.6 - Informations documentées

Dans le cadre de l'alignement avec les autres normes de système de management, un article commun sur les «informations documentées» a été adopté sans modification ni ajout significatif (voir 7.5). Le cas échéant, le texte de la présente Norme internationale a été aligné sur ses exigences. Par conséquent, «informations documentées» est utilisé pour toutes les exigences du document.

Là où l'ISO 9001:2008 utilisait une terminologie spécifique, telle que «document» ou «procédures documentées», «manuel qualité» ou «plan qualité», la présente édition de cette Norme internationale exige de «tenir à jour des informations documentées».

Là où l'ISO 9001:2008 utilisait le terme «enregistrements» pour désigner les documents nécessaires pour apporter la preuve de la conformité aux exigences, il est à présent exigé de «conserver des informations documentées». L'organisme est chargé de déterminer les informations documentées devant être conservées, la durée pendant laquelle elles doivent être conservées et le support à utiliser pour leur conservation.

L'exigence de «tenir à jour» des informations documentées n'exclut pas la possibilité que l'organisme puisse également avoir besoin de «conserver» ces mêmes informations documentées dans un but particulier, par exemple pour conserver des versions antérieures de ces informations.

Lorsque la présente Norme internationale fait référence à des «informations» plutôt qu'à des «informations documentées» (par exemple en 4.1 : «L'organisme doit surveiller et revoir les informations dont il dispose sur ces enjeux externes et internes»), il n'est pas exigé que ces informations soient documentées. Dans de telles situations, l'organisme peut décider s'il est, ou non, nécessaire ou approprié de tenir à jour des informations documentées.

**ANNEXE 2**  
**NATURE ET NOMBRE DE CAS DE NON-CONFORMITÉS SIGNALÉS PAR LES AGENTS DES**  
**CUISINES SATELLITES EN 2019**

Nature de la non-conformité	Nombre de cas
DLC dépassée	5
Viande trop grasse	5
Produits non livrés	300
Menus spéciaux non identifiés	5
Absence d'étiquette sur les barquettes de plats cuisinés	30
Nombre de portions de dessert insuffisant	20
Poires non mûres	50
Bananes trop mûres	40
Viande filandreuse	200
Produits mal stockés par le livreur	100
Pommes talées (abimées)	10
Produits livrés en retard	100
Quantité de pain trop importante	30
Contenu des barquettes de plats cuisinés insuffisant	10
Viande trop sèche	95

**ANNEXE 3**  
**EXTRAITS DE LA NORME NF ISO 2859-1:2000**  
**RÈGLES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES CONTRÔLES PAR ATTRIBUTS**

**Tableau 1 — Lettres-code d'effectif d'échantillon (voir 10.1 et 10.2)**

Effectif du lot	Niveaux de contrôle spéciaux				Niveaux de contrôle généraux		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 à 8	A	A	A	A	A	A	B
9 à 15	A	A	A	A	A	B	C
16 à 25	A	A	B	B	B	C	D
26 à 50	A	B	B	C	C	D	E
51 à 90	B	B	C	C	C	E	F
91 à 150	B	B	C	D	D	F	G
151 à 280	B	C	D	E	E	G	H
281 à 500	B	C	D	E	F	H	J
501 à 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 à 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 à 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 à 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 à 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 à 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 et au-dessus	D	E	H	K	N	Q	R





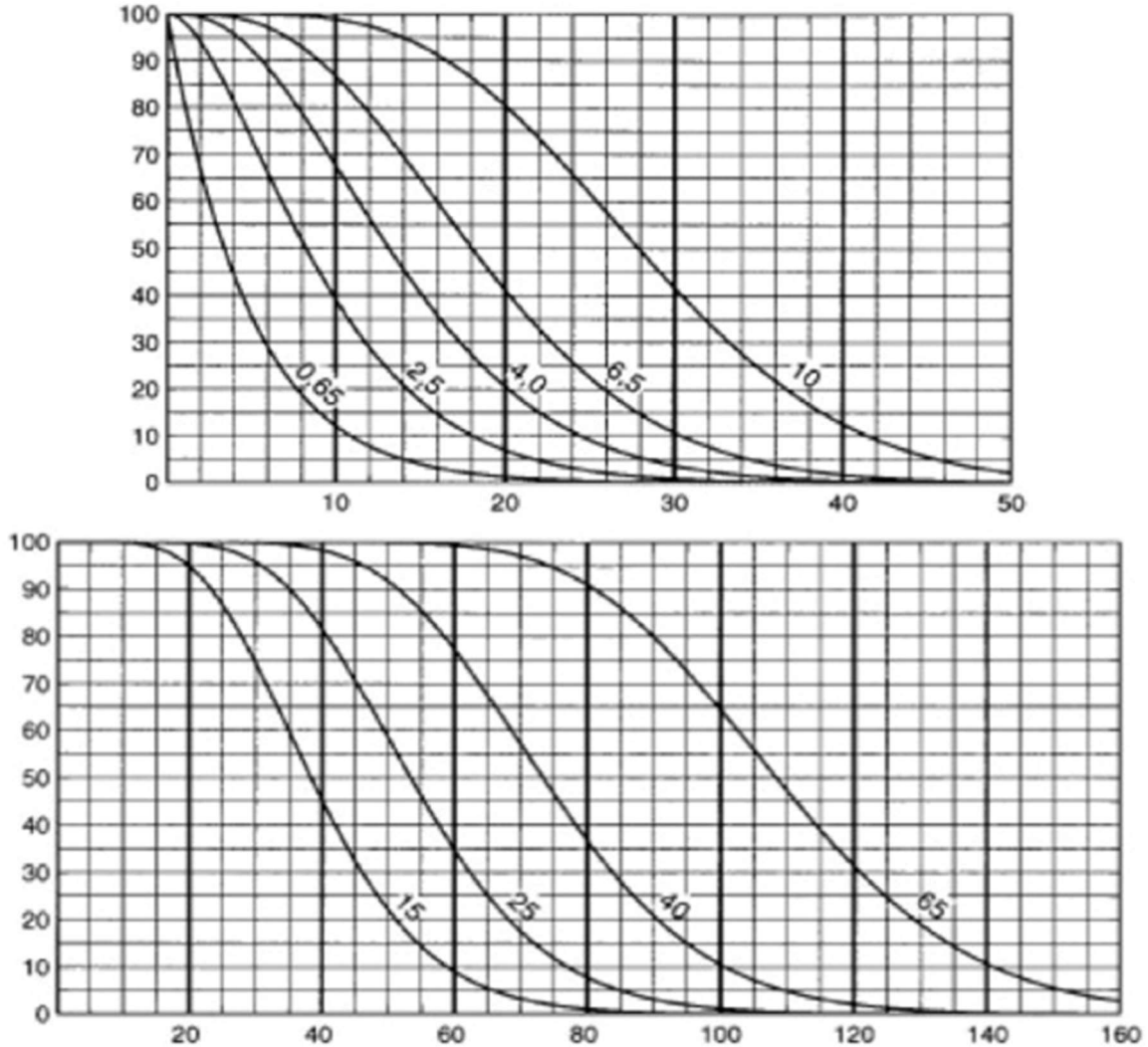
**ANNEXE 4**  
**EXTRAIT DE LA NORME NF ISO 2859-1:2000**  
**RÈGLES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES CONTRÔLES PAR ATTRIBUTS**

**Tableau 10-F – Tableaux pour la lettre-code de l'effectif d'échantillon F (plans individuels)**  
 Graphique F – courbe d'efficacité des plans d'échantillonnage simple

Ordonnée : Pourcentage de lots que l'on peut s'attendre à voir acceptés  $P_a$

Abscisse : Qualité des produits présentés ( $p_a$  en pourcentage d'individus non conformes pour les NQA  $\leq 10$ , en non-conformités par 100 individus pour les NQA  $\geq 10$ ).

Note : les valeurs indiquées sur les courbes sont celles des NQA du contrôle normal.



**ANNEXE 5**  
**EXEMPLE D'ÉTIQUETTE APPOSÉE SUR LES BARQUETTES DE PLATS CUISINÉS**

<p><b>Lasagnes « pur bœuf »</b></p> <p>Fabriqué le : <b>17-01-19</b></p> <p>D.L.C. : <b>18-01-19</b></p> <p>À conserver entre 0°C et 3°C</p>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; flex-direction: column; justify-content: center; align-items: center;"> <span>FR</span> <span>63.345.002</span> <span>CE</span> </div> <p>Lot : <b>304D</b></p> <p>Poids net : <b>4,3 kg</b></p>
--	---

**ANNEXE 6**  
**EXTRAITS DU RÈGLEMENT UE N°1169/2011 CONCERNANT**  
**L'INFORMATION DU CONSOMMATEUR SUR LES DENRÉES ALIMENTAIRES**

- (...)
7. Dans les cas ci-après, les exploitants du secteur alimentaire, dans les entreprises placées sous leur contrôle, veillent à ce que les mentions obligatoires requises en vertu des articles 9 et 10 apparaissent sur le préemballage ou sur une étiquette attachée à celui-ci, ou sur les documents commerciaux se rapportant aux denrées alimentaires, s'il peut être garanti que ces documents soit accompagnent la denrée alimentaire à laquelle ils se rapportent, soit ont été envoyés avant la livraison ou en même temps que celle-ci, lorsque :
- a) les denrées alimentaires préemballées sont destinées au consommateur final, mais commercialisées à un stade antérieur à la vente à celui-ci et lorsque ce stade n'est pas la vente à une collectivité;
  - b) les denrées alimentaires préemballées sont destinées à être livrées aux collectivités pour y être préparées, transformées, fractionnées ou découpées.

Nonobstant le premier alinéa, les exploitants du secteur alimentaire veillent à ce que les mentions visées à l'article 9, paragraphe 1, points a), f), g) et h) figurent également sur l'emballage extérieur dans lequel les denrées alimentaires préemballées sont présentées lors de la commercialisation.

8. Les exploitants du secteur alimentaire qui fournissent à d'autres exploitants des denrées alimentaires qui ne sont pas destinées au consommateur final ni aux collectivités veillent à fournir à ces autres exploitants du secteur alimentaire suffisamment d'informations leur permettant, le cas échéant, de respecter les obligations qui leur incombent en vertu du paragraphe 2.

**CHAPITRE IV : INFORMATIONS OBLIGATOIRES SUR LES DENRÉES ALIMENTAIRES**  
**SECTION 1**  
***Contenu et présentation***

**Article 9**

Liste des mentions obligatoires

1. Conformément aux articles 10 à 35, et sous réserve des exceptions prévues dans le présent chapitre, les mentions suivantes sont obligatoires:

- a) la dénomination de la denrée alimentaire;
- b) la liste des ingrédients;
- c) tout ingrédient ou auxiliaire technologique énuméré à l'annexe II ou dérivé d'une substance ou d'un produit énuméré à l'annexe II provoquant des allergies ou des intolérances, utilisé dans la fabrication ou la préparation d'une denrée alimentaire et encore présent dans le produit fini, même sous une forme modifiée;
- d) la quantité de certains ingrédients ou catégories d'ingrédients;
- e) la quantité nette de denrée alimentaire;
- f) la date de durabilité minimale ou la date limite de consommation;
- g) les conditions particulières de conservation et/ou d'utilisation;
- h) le nom ou la raison sociale et l'adresse de l'exploitant du secteur alimentaire visé à l'article 8, paragraphe 1;
- i) le pays d'origine ou le lieu de provenance lorsqu'il est prévu à l'article 26;
- j) un mode d'emploi, lorsque son absence rendrait difficile un usage approprié de la denrée alimentaire;
- k) pour les boissons titrant plus de 1,2 % d'alcool en volume, le titre alcoométrique volumique acquis;
- l) une déclaration nutritionnelle.

2. Les mentions visées au paragraphe 1 sont exprimées à l'aide de mots et de chiffres. Sans préjudice de l'article 35, elles peuvent l'être en outre à l'aide de pictogrammes ou de symboles.

3. Si la Commission adopte des actes délégués et d'exécution tels que visés au présent article, les mentions visées au paragraphe 1 peuvent alternativement être exprimées au moyen de pictogrammes ou de symboles plutôt que par des mots ou des chiffres.

## ANNEXE 6 (suite)

Afin de veiller à ce que les consommateurs bénéficient d'autres moyens d'expression pour les informations obligatoires sur les denrées alimentaires que les mots et les chiffres, et pour autant que le même niveau d'information soit ainsi assuré que par les mots et les chiffres, la Commission, sur la base d'éléments témoignant d'une compréhension uniforme par le consommateur, peut fixer, par voie d'actes délégués, en conformité avec l'article 51, les critères selon lesquels une ou plusieurs des mentions visées au paragraphe 1 peuvent être exprimées par des pictogrammes ou des symboles plutôt que par des mots ou des chiffres.

4. La Commission, dans le but d'assurer l'application uniforme du paragraphe 3 du présent article, peut adopter des actes d'exécution portant sur les modalités d'application du critère défini conformément au paragraphe 3 pour l'expression d'une mention ou de plusieurs au moyen de pictogrammes ou de symboles plutôt que de mots ou de chiffres. Ces actes d'exécution sont adoptés en conformité avec la procédure d'examen visée à l'article 48, paragraphe 2.

(...)

### Article 10

Mentions obligatoires complémentaires pour des types ou catégories spécifiques de denrées alimentaires

1. En plus des mentions énumérées à l'article 9, paragraphe 1, des mentions obligatoires complémentaires sont prévues à l'annexe III pour des types ou catégories spécifiques de denrées alimentaires.

2. Afin de veiller à l'information du consommateur sur les types ou catégories spécifiques de denrées alimentaires et de tenir compte des progrès scientifiques et techniques, de la protection de la santé des consommateurs ou de l'utilisation des denrées en toute sécurité, la Commission peut modifier l'annexe III par voie d'actes délégués, en conformité avec l'article 51.

Lorsque, dans le cas où apparaît un risque pour la santé des consommateurs, des raisons d'urgence impérieuse l'imposent, la procédure prévue à l'article 52 est applicable aux actes délégués adoptés en vertu du présent article.

(...)

### Article 28

Titre alcoométrique

1. Les modalités selon lesquelles le titre alcoométrique volumique est indiqué sont déterminées, en ce qui concerne les produits relevant du code NC 2204, par les dispositions spécifiques de l'Union qui leur sont applicables.

2. Le titre alcoométrique volumique acquis des boissons titrant plus de 1,2 % d'alcool en volume qui ne sont pas visées au paragraphe 1 est à indiquer conformément à l'annexe XII.

## SECTION 3

### *Déclaration nutritionnelle*

### Article 29

Lien avec d'autres actes législatifs

1. La présente section ne s'applique pas aux denrées alimentaires entrant dans le champ d'application de:

- la directive 2002/46/CE du Parlement européen et du Conseil du 10 juin 2002 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les compléments alimentaires [35];
- la directive 2009/54/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à l'exploitation et à la mise dans le commerce des eaux minérales naturelles [36].

2. La présente section s'applique sans préjudice de la directive 2009/39/CE du Parlement européen et du Conseil du 6 mai 2009 relative aux denrées alimentaires destinées à une alimentation particulière [37] et des directives spécifiques visées à l'article 4, paragraphe 1, de ladite directive.

## ANNEXE 6 (suite)

### Article 30

#### Contenu

1. La déclaration nutritionnelle obligatoire inclut les éléments suivants:
  - a) la valeur énergétique; et
  - b) la quantité de graisses, d'acides gras saturés, de glucides, de sucres, de protéines et de sel.  
S'il y a lieu, une déclaration indiquant que la teneur en sel est exclusivement due à la présence de sodium présent naturellement peut figurer à proximité immédiate de la déclaration nutritionnelle.
2. Le contenu de la déclaration nutritionnelle obligatoire, visé au paragraphe 1, peut être complété par l'indication des quantités d'un ou de plusieurs des éléments suivants:
  - a) acides gras mono-insaturés;
  - b) acides gras polyinsaturés;
  - c) polyols;
  - d) amidon;
  - e) fibres alimentaires;
  - f) tous vitamines ou sels minéraux énumérés à l'annexe XIII, partie A, point 1, et présents en quantité significative conformément à la partie A, point 2, de ladite annexe.
3. Lorsque l'étiquetage d'une denrée alimentaire préemballée comporte la déclaration nutritionnelle obligatoire visée au paragraphe 1, les informations suivantes peuvent y être répétées:
  - a) soit la valeur énergétique;
  - b) soit la valeur énergétique, ainsi que les quantités de graisses, d'acides gras saturés, de sucres et de sel.
4. Par dérogation à l'article 36, paragraphe 1, lorsque l'étiquetage des produits visés à l'article 16, paragraphe 4, comporte une déclaration nutritionnelle, le contenu de celle-ci peut être limité à la seule valeur énergétique.
5. Sans préjudice des dispositions de l'article 44 et par dérogation à l'article 36, paragraphe 1, lorsque l'emballage des produits visés à l'article 44, paragraphe 1, comporte une déclaration nutritionnelle, le contenu de celle-ci peut être limité à:
  - a) la valeur énergétique; ou
  - b) la valeur énergétique et les quantités de graisses, d'acides gras saturés, de sucres et de sel.
6. Afin de tenir compte de l'utilité que présentent pour les consommateurs les mentions visées aux paragraphes 2 à 5 du présent article, la Commission peut, par voie d'actes délégués en conformité avec l'article 51, modifier les listes figurant auxdits paragraphes, en y ajoutant ou en retirant des mentions.  
(...)

### ANNEXE I DÉFINITIONS SPÉCIFIQUES visées à l'article 2, paragraphe 4

1. "Déclaration nutritionnelle" ou "étiquetage nutritionnel": des informations précisant:
  - a) la valeur énergétique; ou
  - b) la valeur énergétique et un ou plusieurs des nutriments suivants, exclusivement:
    - graisses (acides gras saturés, mono-insaturés et polyinsaturés),
    - glucides (sucres, polyols et amidon),
    - sel,
    - fibres alimentaires,
    - protéines,
    - vitamines et sels minéraux visés à l'annexe XIII, partie A, point 1, et présents en quantités significatives telles que définies à l'annexe XIII, partie A, point 2.
2. "Graisses": les lipides totaux, avec les phospholipides.
3. "Acides gras saturés": tous les acides gras sans double liaison.

## ANNEXE 6 (suite)

4. "Acides gras trans": les acides gras qui présentent au moins une liaison double non conjuguée (c'est-à-dire interrompue par au moins un groupement méthylène) entre atomes de carbone en configuration trans.
5. "Acides gras mono-insaturés": tous les acides gras avec double liaison cis.
6. "Acides gras polyinsaturés": tous les acides gras avec deux doubles liaisons interrompues cis, cis-méthylène ou plus.
7. "Glucides": tout glucide métabolisé par l'homme, y compris les polyols.
8. "Sucres": tous les monosaccharides et disaccharides présents dans une denrée alimentaire, à l'exclusion des polyols.
9. "Polyols": les alcools comprenant plus de deux groupes hydroxyles.
10. "Protéines": la teneur en protéines calculée à l'aide de la formule: protéine = azote total (Kjeldahl)  $\times$  6,25.
11. "Sel": la teneur en équivalent en sel calculée à l'aide de la formule: sel = sodium  $\times$  2,5.
12. "Fibres alimentaires": les polymères glucidiques composés de trois unités monomériques ou plus, qui ne sont ni digérés ni absorbés dans l'intestin grêle humain et appartiennent à l'une des catégories suivantes :
  - polymères glucidiques comestibles, présents naturellement dans la denrée alimentaire telle qu'elle est consommée,
  - polymères glucidiques comestibles qui ont été obtenus à partir de matières premières alimentaires brutes par des moyens physiques, enzymatiques ou chimiques et ont un effet physiologique bénéfique démontré par des données scientifiques généralement admises,
  - polymères glucidiques comestibles synthétiques qui ont un effet physiologique bénéfique démontré par des données scientifiques généralement admises.
13. "Valeur moyenne": la valeur qui représente le mieux la quantité d'un nutriment contenu dans une denrée alimentaire donnée et qui tient compte des tolérances dues aux variations saisonnières, aux habitudes de consommation et aux autres facteurs pouvant influencer la valeur effective.  
(...)

## ANNEXE II SUBSTANCES OU PRODUITS PROVOQUANT DES ALLERGIES OU INTOLÉRANCES

1. Céréales contenant du gluten, à savoir blé, seigle, orge, avoine, épeautre, kamut ou leurs souches hybridées, et produits à base de ces céréales, à l'exception des:
  - a) sirops de glucose à base de blé, y compris le dextrose [1];
  - b) maltodextrines à base de blé [1];
  - c) sirops de glucose à base d'orge;
  - d) céréales utilisées pour la fabrication de distillats alcooliques, y compris d'alcool éthylique d'origine agricole.
2. Crustacés et produits à base de crustacés.
3. Œufs et produits à base d'œufs.
4. Poissons et produits à base de poissons, à l'exception de:
  - a) la gélatine de poisson utilisée comme support pour les préparations de vitamines ou de caroténoïdes;
  - b) la gélatine de poisson ou de l'ichtyocolle utilisée comme agent de clarification dans la bière et le vin.
5. Arachides et produits à base d'arachides.

## ANNEXE 6 (fin)

6. Soja et produits à base de soja, à l'exception:

- a) de l'huile et de la graisse de soja entièrement raffinées [1];
- b) des tocophérols mixtes naturels (E306), du D-alpha-tocophérol naturel, de l'acétate de D-alpha-tocophéryl naturel et du succinate de D-alpha-tocophéryl naturel dérivés du soja;
- c) des phytostérols et esters de phytostérol dérivés d'huiles végétales de soja;
- d) de l'ester de stanol végétal produit à partir de stérols dérivés d'huiles végétales de soja.

7. Lait et produits à base de lait (y compris le lactose), à l'exception:

- a) du lactosérum utilisé pour la fabrication de distillats alcooliques, y compris d'alcool éthylique d'origine agricole;
- b) du lactitol.

8. Fruits à coque, à savoir: amandes (*Amygdalus communis* L.), noisettes (*Corylus avellana*), noix (*Juglans regia*), noix de cajou (*Anacardium occidentale*), noix de pécan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch], noix du Brésil (*Bertholletia excelsa*), pistaches (*Pistacia vera*), noix de Macadamia ou du Queensland (*Macadamia ternifolia*), et produits à base de ces fruits, à l'exception des fruits à coque utilisés pour la fabrication de distillats alcooliques, y compris d'alcool éthylique d'origine agricole.

9. Céleri et produits à base de céleri.

10. Moutarde et produits à base de moutarde.

11. Graines de sésame et produits à base de graines de sésame.

12. Anhydride sulfureux et sulfites en concentrations de plus de 10 mg/kg ou 10 mg/litre en termes de SO<sub>2</sub> total pour les produits proposés prêts à consommer ou reconstitués conformément aux instructions du fabricant.

13. Lupin et produits à base de lupin.

14. Mollusques et produits à base de mollusques.

[1] Et les produits dérivés, dans la mesure où la transformation qu'ils ont subie n'est pas susceptible d'élever le niveau d'allergénicité évalué par l'Autorité pour le produit de base dont ils sont dérivés.

## ANNEXE 7 INGRÉDIENTS ET DONNÉES NUTRITIONNELLES DE LA RECETTE DE LASAGNES « PUR BŒUF »

### Ingrédients :

Sauce béchamel (eau, lait écrémé en poudre, sel, muscade, huile de colza), eau, tomates pelées, viande de bœuf, pâtes (semoule de blé dur, œufs, eau), concentré de tomates, crème fraîche, oignons, carottes, huile d'olive vierge extra, sel, ail déshydraté, basilic, origan, persil.

### Données nutritionnelles :

Portion de 100 g

Valeur énergétique :	587 kJ
Protéines :	7,3 g
Lipides :	5,8 g
Acides gras saturés :	2,4 g
Glucides :	10 g
Sucres :	3,2 g
Sodium :	600 mg

## ANNEXE A

**À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

**TABLEAU COMPARATIF DES LIAISONS FROIDE ET CHAUDE**

<b>Liaison froide, liaison chaude : différences et ressemblances</b>	
<b><i>Liaison froide</i></b>	<b><i>Liaison chaude</i></b>
Réception des matières premières	Réception des matières premières
↓	↓
Stockage (en chambres froides négative ou positive ou en réserve)	Stockage (en chambres froides négative ou positive ou en réserve)
↓	↓
Déconditionnement	Déconditionnement
↓	↓
.....	Cuisson
↓	↓
Conditionnement à .....	Conditionnement à +63 °C
↓	↓
.....	↓
↓	↓
Étiquetage à .....	Étiquetage à +63 °C
↓	↓
Stockage entre ..... et .....	↓
↓	↓
Allotissement	Allotissement
↓	↓
Transport à .....	Transport à + de 63 °C
↓	↓
Réception	Réception
↓	↓
Stockage à .....	Stockage à + de 63 °C
↓	↓
Dressage	Dressage
↓	↓
Remise en température	Maintien en température
↓	↓
Service	Service

# Sujets 2021

**E2-U21 Mathématiques**

**2021**

Durée : 2 heures Coefficient : 2

Calculatrice autorisée

## **EXERCICE 1 (10 POINTS)**

Une usine agroalimentaire produit de la viande de bœuf hachée. On souhaite évaluer la durée de conservation de la viande de bœuf une fois hachée et conservée dans une chambre froide réglée à 0 °C.

**Les parties A et B peuvent être traitées de manière indépendante.**

### **PARTIE A.**

Voici le relevé du nombre de germes putréfiants par centimètre carré (cm<sup>2</sup>) tous les cinq jours à la surface d'un échantillon de viande de bœuf hachée conservée dans la chambre froide :

Nombre de jours de conservation $t_i$	0	5	10	15	20
Nombre $N_i$ de germes putréfiants par cm <sup>2</sup>	1 000	4 000	199 000	5 960 000	48 600 000

- On effectue un changement de logarithmique :  $z_i = \ln(N_i)$ .  
Compléter le tableau donné en **Annexe 1 à rendre avec la copie**. On arrondira les valeurs au dixième.
- À l'aide de la calculatrice, déterminer une équation de la droite d'ajustement du nuage de points  $M_i(t_i ; z_i)$  par la méthode des moindres carrés sous la forme  $z = at + b$ . Les réels  $a$  et  $b$  seront arrondis au centième.
- Sur le graphique **donné en Annexe 2 à rendre avec la copie** :
  - Placer les points  $M_i(t_i ; z_i)$ .
  - Tracer la droite D d'équation  $z = 0,6t + 6,4$ .
- On considère que la droite D est une droite d'ajustement du nuage de points  $M_i(t_i ; z_i)$  et que ce modèle reste valable jusqu'au 30<sup>e</sup> jour de conservation dans la chambre froide. Donner une estimation du nombre de germes putréfiants par cm<sup>2</sup> sur l'échantillon de viande hachée si celui-ci était stocké et conservé pendant 25 jours dans la chambre froide. Arrondir au million.

### **PARTIE B.**

Soit  $f$  la fonction définie sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  par  $f(t) = 600e^{0,6t}$ .

On admet que la fonction  $f$  modélise le nombre de germes par cm<sup>2</sup> sur la surface de la viande hachée conservée en chambre froide. Plus précisément,  $f(t)$  est le nombre de germes par cm<sup>2</sup> sur la viande hachée après  $t$  jours de conservation dans la chambre froide à 0°C.

- Déterminer la limite de la fonction  $f$  en  $+\infty$  et interpréter ce résultat dans le contexte de l'exercice.
- On note  $f'$  la fonction dérivée de la fonction  $f$ . Calculer  $f'(t)$  pour tout réel  $t$  appartenant à l'intervalle  $[0 ; +\infty[$ .
- Déterminer le sens de variation de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  et interpréter ce résultat dans le contexte de l'exercice.



4. On définit le réel  $m$  par  $m = \frac{1}{10-5} \int_5^{10} f(t)dt$ .
- Sans la calculer, interpréter la valeur du réel  $m$  dans le contexte de l'exercice.
  - Déterminer une primitive de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$ .
  - En déduire que  $m = 200e^6 - 200e^3$ .
5. On admet que la viande hachée peut être commercialisée si, lorsqu'elle quitte l'usine, la concentration de germes putréfiants à sa surface est strictement inférieure à 3 000 germes par  $\text{cm}^2$ .
- Résoudre l'inéquation  $f(t) < 3\,000$  sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$ .
  - En déduire si l'usine peut conserver la viande de bœuf hachée produite en chambre froide plus de deux jours avant de la commercialiser.
6. La viande hachée pourra ensuite être vendue à des particuliers tant que le nombre de germes par  $\text{cm}^2$  ne dépasse pas 27 000. On appelle durée limite de consommation le nombre maximal de jours pendant lequel cette viande hachée peut être vendue à des particuliers.
- En précisant la démarche employée, donner la valeur numérique affichée par l'algorithme ci-contre :
  - Interpréter cette valeur dans le contexte de l'exercice.

```

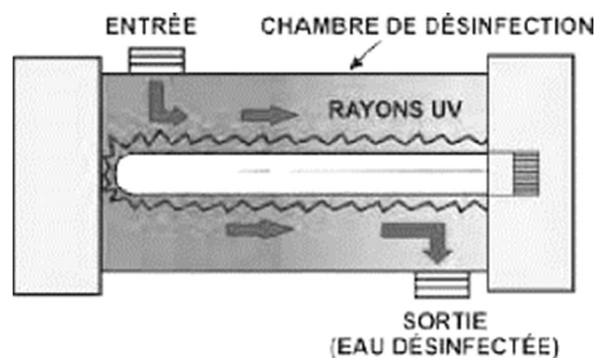
J ← 0
N ← 600
Tant Que N ≤ 27 000
  J ← J + 1
  N ← 600 * e0,6*J
Fin Tant Que
Afficher J

```

## EXERCICE 2 (10 POINTS)

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

Pour améliorer l'hygiène de baignade dans un spa, il est possible de traiter l'eau aux ultra-violetts (UV). La lampe UV (Figure 1), placée dans une chambre de désinfection, diffuse des rayons ultra-violetts en continu. En passant devant cette lampe, dans le système de filtration, l'eau est désinfectée et débarrassée des micro-organismes.



**Figure 1** : schéma d'une chambre de désinfection équipée d'une lampe UV

### PARTIE A.

Les résultats seront donnés à  $10^{-3}$  près.

Une étude effectuée sur l'ensemble des spas installés par un fabricant indique que :

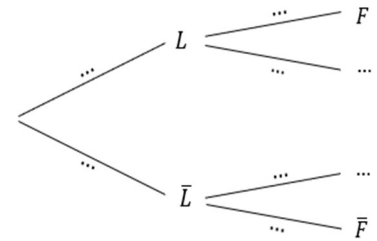
- 40 % des spas sont équipés de lampe UV et, parmi eux, 2 % présentent un problème de filtration ;
- Parmi les spas non-équipés de lampe UV, 15 % présentent un problème de filtration.

On choisit un spa au hasard parmi ceux installés par le fabricant.

On note :

- L l'événement « le spa est équipé d'une lampe UV » ;
- F l'événement « le spa présente un problème de filtration » ;
- $\bar{L}$  et  $\bar{F}$  les événements contraires respectifs des événements L et F.

1. Recopier sur la copie l'arbre pondéré ci-contre et compléter les pointillés.



2. Montrer que la probabilité de l'événement  $F$  est égale à 0,098.

3. Le spa choisi au hasard présente un problème de filtration. Calculer la probabilité que ce spa ne possède pas de lampe UV.

4. Lors d'une opération de maintenance sur un parc de 78 spas installés par le fabricant, un technicien comptabilise 12 spas présentant un problème de filtration.

a. Donner une estimation ponctuelle  $f$  de la proportion inconnue  $p$  des spas installés par ce fabricant qui présentent un problème de filtration.

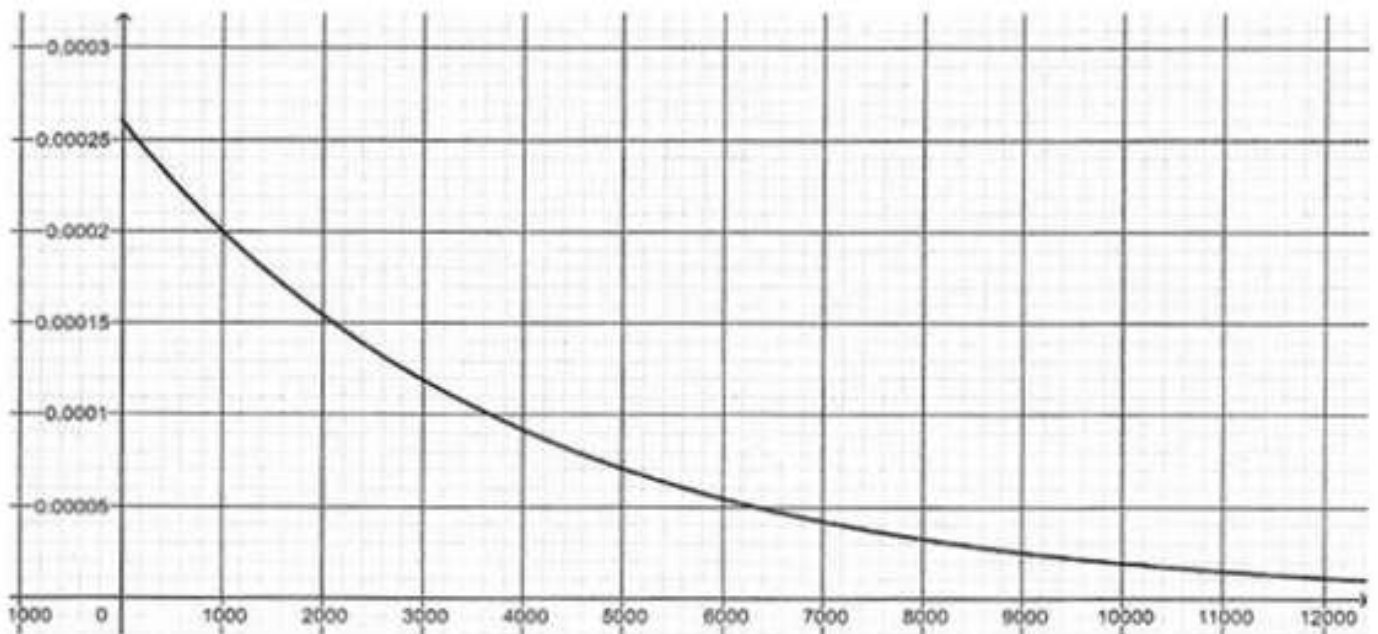
b. Déterminer par un intervalle de confiance au seuil de 95 % cette proportion  $p$ .

**PARTIE B.**

On s'intéresse désormais à la durée de vie des lampes UV. Celle-ci, exprimée en heures, est une variable aléatoire  $X$  qui suit une loi exponentielle de paramètre  $\lambda$ , où  $\lambda$  est un réel strictement positif. On rappelle que la fonction de densité  $f$  d'une telle variable aléatoire est donnée pour tout réel  $t \geq 0$  par :

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

La courbe ci-dessous est la représentation graphique de la fonction de densité  $f$ .



1. À l'aide du graphique, justifier que :  $\lambda = 0,00026$ .

2. On considère la proposition suivante : « en moyenne, une lampe UV tombe en panne au bout de 1 000 heures ». Cette proposition est-elle vraie ? Justifier.

3. Montrer que la probabilité qu'une lampe n'ait pas eu de panne au cours des 500 premières heures est égale à  $e^{-0,13}$ .

### PARTIE C.

Lors de l'utilisation des lampes UV, on constate que la probabilité que la durée d'utilisation d'une lampe UV prise au hasard dépasse 1000 heures est  $p = 0,77$ .

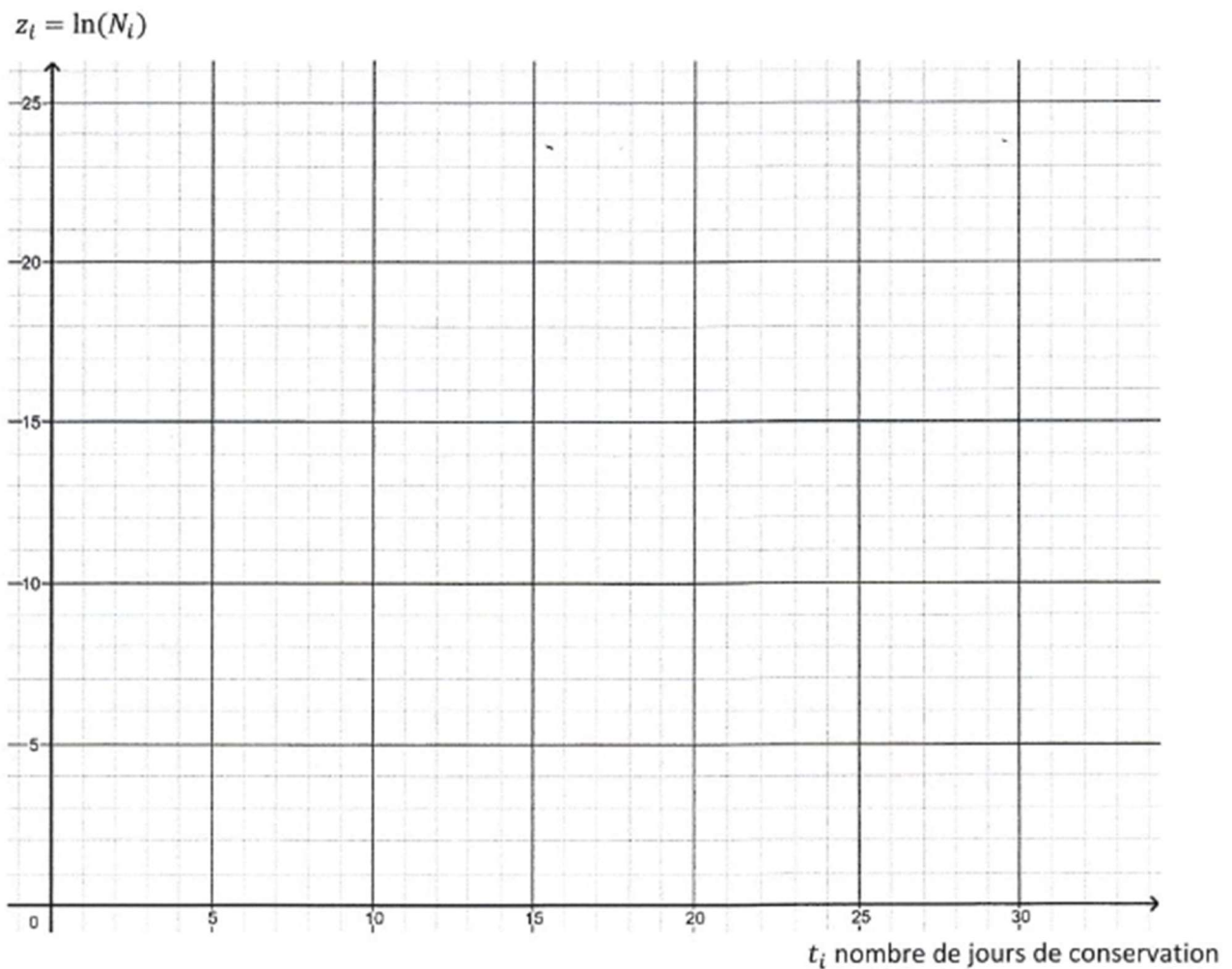
On prélève au hasard un lot de 50 lampes dans la production, jugée suffisamment importante pour assimiler ce choix à un tirage avec remise. On appelle  $Y$  la variable aléatoire qui, à un échantillon de 50 lampes UV de la production, associe le nombre de lampes UV dont la durée d'utilisation dépasse 1000 heures.

1. Justifier que la variable aléatoire  $Y$  suit une loi binomiale dont on déterminera les paramètres.
2. Déterminer l'arrondi à  $10^{-3}$  de la probabilité  $P(Y \geq 42)$  et interpréter ce résultat dans le contexte de l'exercice.
3. Calculer l'espérance de la variable aléatoire  $Y$  et interpréter ce résultat dans le contexte de l'exercice.

### ANNEXE 1 : à rendre avec la copie : Exercice 1 — Partie A — Question 1

Nombre de jours de conservation $t$	0	5	10	15	20
Nombre $N_i$ de germes putréfiants par $\text{cm}^2$	1 000	4 000	199 000	5 960 000	48 600 000
$Z_i = \ln(N_i)$					

### ANNEXE 2 : à rendre avec la copie : Exercice 1 — Partie A — Question 3



**LE CHOCOLAT**

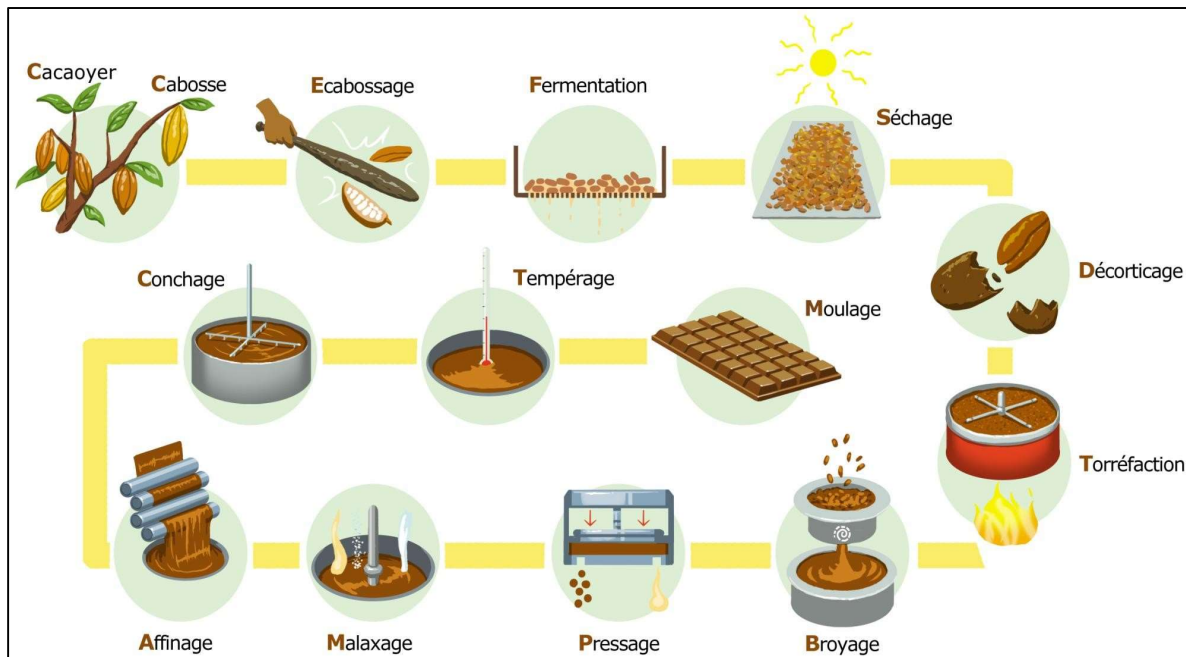
Le terme chocolat, d'origine mésoaméricaine, désigne « un aliment sucré produit à partir de la fève de cacao ». Le chocolat provient d'Amérique centrale où il était considéré comme la « Nourriture des Dieux » par les Aztèques et les Mayas. À l'époque, la fève de cacao était utilisée comme monnaie et le chocolat n'existait que sous la forme de boisson.

C'est en 1527 que les Espagnols rapportèrent cette boisson en Europe et y ajoutèrent du sucre. Le chocolat se répand alors dans toute l'Europe, les industries se développent, des usines se créent.

La première chocolaterie ouvre en 1657 à Londres, puis de nombreuses suivent. Le chocolat connaît alors plusieurs innovations.

- 1828 : Commercialisation sous forme de poudre.
- 1847 : Premières tablettes.
- 1866 : Mécanisation de la production.
- 1875 : Ajout de lait en poudre.
- 1923 : Première barre chocolatée.

La fabrication du chocolat à partir de la fève jusqu'au produit fini est un processus industriel qui comprend de multiples étapes chimiques, physiques, mécaniques...



<http://www.sciencesadventure.be/sciencesadventure/documents/DPChimieetChocolat2014.pdf>

**Partie A : Le pressage de la pâte de cacao (7,5 points)**

Après le broyage, la pâte de cacao (naturelle ou alcalinisée) est soumise à une pression de 350-530 kg/cm<sup>2</sup> (soit 350-530 bars) dans des presses hydrauliques munies de toiles filtrantes métalliques. Cette filtration à haute pression permet de séparer la partie liquide : le beurre de cacao, et la partie solide qui se présente sous forme de galette appelée « tourteau » et dont le taux de matière grasse varie de 10 % (tourteau maigre) à 24 % (tourteau gras).

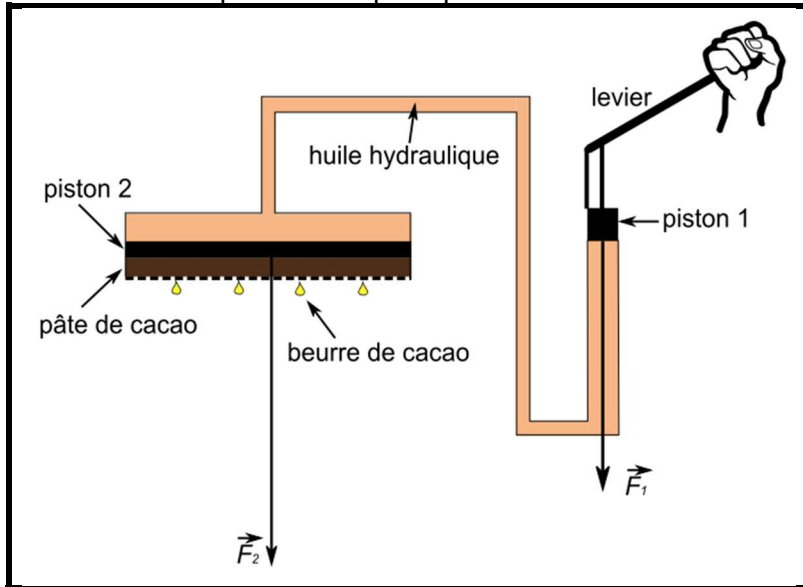
Source : [https://www.chococlic.com/La-fabrication-du-cacao-en-Poudre\\_a1245.html](https://www.chococlic.com/La-fabrication-du-cacao-en-Poudre_a1245.html)

**A.1. Principe du pressage**

A.1.1. L'unité de pression (kg/cm<sup>2</sup>) utilisée dans le texte (ligne 2) ci-dessus est-elle correcte ?

- Rappels :**
- le poids d'un objet est :  $P = m \cdot g$  avec  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$  ;
  - la pression  $p$  exercée par une force pressante  $F$  sur une surface  $S$  est  $p = \frac{F}{S}$  ;
  - conversion :  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ .

Le schéma ci-dessous présente le principe de fonctionnement d'une presse hydraulique.



Les pistons 1 et 2 sont cylindriques de section :

- $S_1 = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  ;
- $S_2 = 0,10 \text{ m}^2$ .

L'huile hydraulique est en équilibre hydrostatique.

Grâce au levier, l'opérateur appuie sur le piston 1 avec la force  $\vec{F}_1$  pour le faire descendre. Par conséquent, le piston 2 est poussé vers le bas avec une force  $\vec{F}_2$ .

L'huile hydraulique contenue entre les deux pistons étant incompressible, le volume d'huile déplacé par le piston 1,  $V_1$ , est égal au volume déplacé par le piston 2,  $V_2$ .

Cas où les deux pistons sont à la même altitude

**A.1.2.** Si les deux pistons sont à la même altitude, quelle est la relation entre la pression  $p_1$  au niveau du piston 1 et la pression  $p_2$  au niveau du piston 2 ?

Cas où les deux pistons ne sont pas à la même altitude

Les deux pistons étant initialement à la même altitude, l'opérateur actionne le levier afin de faire descendre le piston 1 de  $l_1 = 3,0 \text{ cm}$ , le piston 2 descend de  $l_2$ .

**A.1.3.** Montrer que  $l_1 \times S_1 = l_2 \times S_2$ . Justifier.

**A.1.4.** En déduire l'expression puis la valeur numérique de  $l_2$ . Commenter.

**A.1.5.** En appliquant la relation de la statique des fluides, montrer que l'écart de pression  $\Delta p$  entre le piston 1 et le piston 2 a pour valeur environ 260 Pa.

**Données :** - Densité de l'huile  $d = 0,88$  ;  
 - Masse volumique de l'eau  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ .

**A.1.6.** Comparer cette valeur à la pression de fonctionnement de la presse.  
 En déduire que l'on peut négliger l'écart de pression dû à la différence d'altitude entre les deux pistons.

**On admet dans la suite que la pression est la même au niveau des pistons 1 et 2.**

**A.1.7.** Exprimer la pression  $p_1$  en fonction de la force  $F_1$  exercée sur le piston 1 et de la surface  $S_1$  du piston 1. Faire de même avec la pression  $p_2$ .

**A.1.8.** En déduire la relation liant  $F_1$ ,  $S_1$ ,  $F_2$  et  $S_2$ .

**A.1.9.** Montrer que la force  $F_2$  s'exerçant sur le piston 2 est environ 300 fois plus grande que celle exercée sur le piston 1.

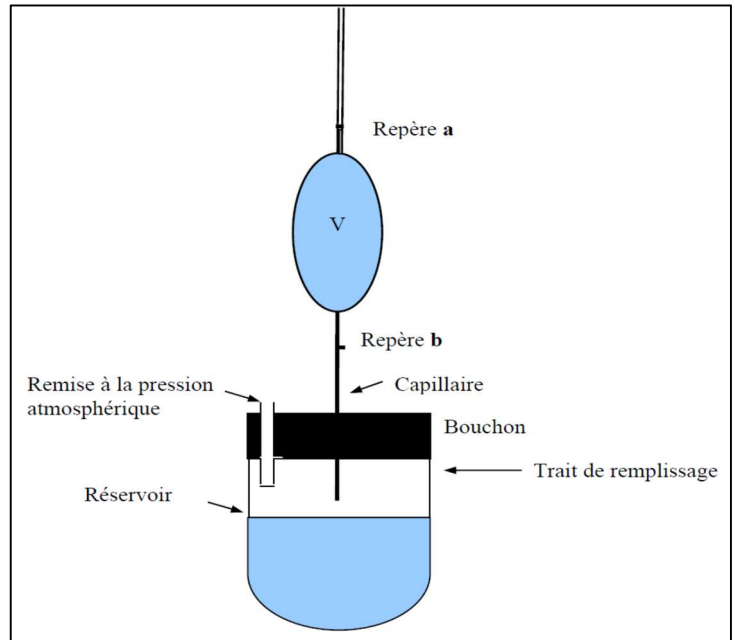
**A.2. Mesure de la viscosité du beurre de cacao**

Le beurre de cacao obtenu est un liquide visqueux.

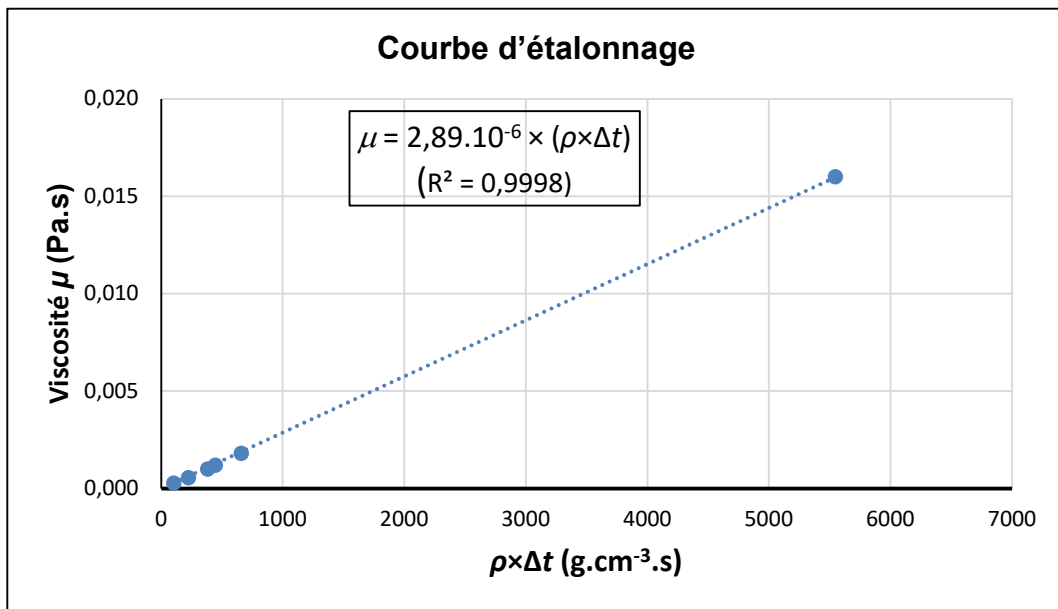
Le but de cette partie est de déterminer la viscosité de ce beurre de cacao et de la comparer à celle de liquides connus (eau, éthanol, huile...).

Pour mesurer la viscosité  $\mu$  d'un liquide (de masse volumique  $\rho$ ), on utilise un viscosimètre dont le principe est de mesurer le temps d'écoulement  $\Delta t$  nécessaire au liquide pour passer du repère **a** au repère **b** (schéma ci-contre).

Au préalable, un étalonnage est nécessaire.



La courbe d'étalonnage  $\mu = f(\rho \times \Delta t)$  est tracée ci-dessous :



**A.2.1.** Que peut-on déduire de la forme de cette courbe d'étalonnage ?

**A.2.2.** Déterminer la valeur de la viscosité  $\mu$  du beurre de cacao à 70°C en utilisant le graphe et le tableau ci-dessous présentant les résultats obtenus pour divers liquides (dont le beurre de cacao). Justifier le calcul.

Liquide	Éthanol à 25°C	Eau à 20°C	Glycol (antigel)	Huile d'olive à 25°C	Beurre de cacao à 70°C
Temps d'écoulement $\Delta t$ (s)	561	380	5040	supérieur à 8h	6670
Masse volumique $\rho$ (g.cm <sup>-3</sup> )	0,79	1,0	1,1	0,91	0,90
$\rho \times \Delta t$ (g.cm <sup>-3</sup> .s)	443	380	5544		
Viscosité $\mu$ (Pa.s)	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	0,081	

**A.2.3.** Comparer la valeur de la viscosité du beurre de cacao à 70°C avec celle de la viscosité de l'huile d'olive à 25°C.

## Partie B : Les flavonoïdes du chocolat : catéchine et épicatechine (9 points)

Le chocolat est l'un des aliments les plus riches en flavonoïdes, des antioxydants contenus dans la poudre de cacao à hauteur de 10 % environ. Ces molécules luttent contre les radicaux libres susceptibles de léser les tissus et d'induire des affections cardio-vasculaires. Elles jouent un rôle non négligeable dans la prévention de certaines maladies comme le cancer et permettent de lutter contre le vieillissement prématuré des cellules et de renforcer la muqueuse intestinale.

La capacité antioxydante du cacao serait 2 à 3 fois plus élevée que celle du thé vert et du vin, 4 à 5 fois plus que celle du thé noir...

En effet la fève de cacao fraîche contient principalement de la (-)-épicatechine et un peu de (+)-catéchine. Mais une fois torréfiée, la fève (et le chocolat) contient davantage de (-)-catéchine.

En effet, la haute température nécessaire à la torréfaction déplace l'équilibre d'épimérisation vers la (-)-catéchine : (-)-épicatechine → (-)-catéchine.

### **B.1. Stéréoisomérisation**

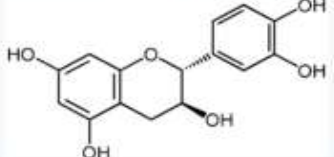
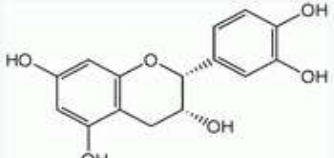
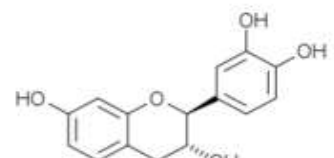
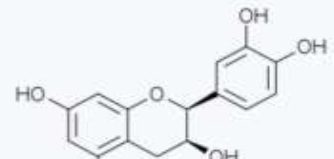
La catéchine existe sous forme de plusieurs stéréo-isomères, ceci est dû à la présence de deux carbones asymétriques :

**B.1.1.** Sur l'annexe à rendre avec la copie, signaler par un astérisque (\*) les deux carbones asymétriques sur la molécule de (-)-épicatechine.

**B.1.2.** Donner la configuration absolue (R) ou (S) de ces deux carbones en précisant le classement des groupes portés par chacun des carbones suivant les règles de Cahn, Ingold et Prelog.

**B.1.3.** Préciser la relation de stéréo-isomérisation qui existe entre la molécule (+)-catéchine et la molécule (-)-épicatechine. Justifier.

**B.1.4.** Indiquer la signification des symboles (+) et (-) devant le nom de ces molécules.

Nom	Configuration	Formule
(+)-catéchine	2R, 3S	
(-)-épicatechine	2R, 3R	
(-)-catéchine	2S, 3R	
(+)-épicatechine	2S, 3S	

### **B.2. Extraction des flavonoïdes de la poudre de cacao**

La poudre de cacao a été dans un premier temps dégraissée. On souhaite déterminer le meilleur solvant pour extraire les flavonoïdes de cette poudre dégraissée.

**B.2.1.** À l'aide du **document 1** et du **document 2**, proposer le solvant le plus adapté pour extraire les flavonoïdes de la poudre de cacao. Justifier.




**B.2.2.** À l'aide du **document 2**, préciser les précautions expérimentales à prendre lors de l'extraction des flavonoïdes. Justifier.

#### **Document 1 : solubilité des flavonoïdes dans différents solvants**

Solvant	Eau ultrapure à 100°C	100% méthanol	70% méthanol–30% eau	70% acétone–30% eau	70% acétone–29,5% eau ultrapure – 0,5% acide formique
<b>Solubilité des flavonoïdes</b>	faible	faible	bonne	bonne	très bonne

*(d'après Extraction et identification des polyphénols de la poudre de cacao, Bony et al, 2010)*

**Document 2 : fiches de sécurité de quelques solvants (d'après [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr))**

Solvant	Méthanol	Acétone	Acide formique
Danger	H225 - Liquide et vapeurs très inflammables H331 - Toxique par inhalation H311 - Toxique par contact cutané H301 - Toxique en cas d'ingestion H370 - Risque avéré d'effets graves pour les organes	H225 - Liquide et vapeurs très inflammables H319 - Provoque une sévère irritation des yeux H336 - Peut provoquer somnolence ou vertiges EUH 066 - L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau	H314 - Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
Pictogrammes			

**B.3. Dosage des flavonoïdes**

Principe du dosage :

Les flavonoïdes sont mis en présence de solutions incolores de nitrite de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{NO}_2^-$ ) et de chlorure d'aluminium ( $\text{Al}^{3+} + 3 \text{Cl}^-$ ). Le principe de la méthode est basé sur l'**oxydation** des flavonoïdes par ces réactifs. Elle entraîne la formation d'un complexe rose qui est utilisé pour un dosage par spectrophotométrie ( $\lambda = 510 \text{ nm}$ ).

Protocole :

Une prise de 250,0  $\mu\text{L}$  d'extrait de la poudre de cacao est additionnée de 75  $\mu\text{L}$  d'une solution de ( $\text{Na}^+ + \text{NO}_2^-$ ) à 0,1  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Après 6 min d'incubation à température ambiante, 150  $\mu\text{L}$  d'une solution fraîchement préparée de ( $\text{Al}^{3+} + 3 \text{Cl}^-$ ) à  $7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  sont ajoutés au mélange. Après 5 min de repos à température ambiante, 500  $\mu\text{L}$  d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) à 1  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  sont apportés au mélange, le volume final est porté à 2500  $\mu\text{L}$  avec de l'eau distillée.

(d'après *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Dewanto et al, 2002)

**Données :** - Couples oxydant-réducteur : ( $\text{NO}_2^- / \text{NO}$ ) et ( $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_6 / \text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_6$ );  
- Masses molaires :  $M(\text{C}) = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**B.3.1.** Préciser la classe du groupe hydroxyle entouré sur la molécule de (-)-épicatéchine sur le document en **annexe à rendre avec la copie**.

**B.3.2.** En déduire la fonction qui va se former lors de l'oxydation de ce groupe hydroxyle.

**B.3.3.** Écrire la demi-équation électronique du couple contenant les ions nitrite  $\text{NO}_2^-$ .

Écrire la demi-équation électronique du couple contenant la (-)-épicatéchine (de formule brute  $\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_6$ ). En déduire la réaction d'oxydoréduction pouvant avoir lieu entre les ions nitrite  $\text{NO}_2^-$  et la (-)-épicatéchine.

**B.3.4.** La concentration maximale attendue en (-)-épicatéchine est 0,2  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Montrer que les ions nitrite  $\text{NO}_2^-$  ont été introduits en excès dans le protocole proposé.

**Partie C : Le magnésium un macro-élément nécessaire à l'homme (3,5 points)**

Le cacao est une excellente source de magnésium. Ce dernier permet de combattre la fatigue, le stress et l'anxiété. Une plaquette de 100 g de chocolat à croquer contient environ un tiers des apports journaliers recommandés en magnésium (110 mg).

Le magnésium est présent dans le chocolat sous la forme ionique  $\text{Mg}^{2+}$ .

Les chocolatiers réalisent le dosage du magnésium par spectroscopie d'absorption atomique.

**Données sur le magnésium :** - Symbole : Mg  
- Nom : Magnésium  
- Numéro atomique : 12  
- Masse molaire atomique :  $24,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$



## C.1. Le magnésium

C.1.1. Donner la composition de l'atome  ${}^{26}_{12}\text{Mg}$ .

C.1.2. Donner la structure électronique de l'atome de magnésium.

C.1.3. Expliquer pourquoi le magnésium forme l'ion  $\text{Mg}^{2+}$ .

## C.2. Dosage du magnésium par spectroscopie d'absorption atomique de flamme

La spectroscopie d'absorption atomique de flamme est basée sur la capacité des atomes gazeux à absorber les rayonnements à certaines longueurs d'ondes bien définies.

La solution étudiée est pulvérisée dans une flamme où elle est transformée en vapeurs atomiques. On envoie sur ces vapeurs une radiation caractéristique des atomes à doser qui est produite par la source (généralement une lampe à cathode creuse contenant l'élément à doser).

La radiation est absorbée par les atomes non excités sur le trajet de la lumière.

Pour des concentrations  $C$  faibles :  $A = k.C$  où  $k$  est une constante de proportionnalité pour une température donnée et une longueur d'onde donnée et  $A$  désigne l'absorbance.

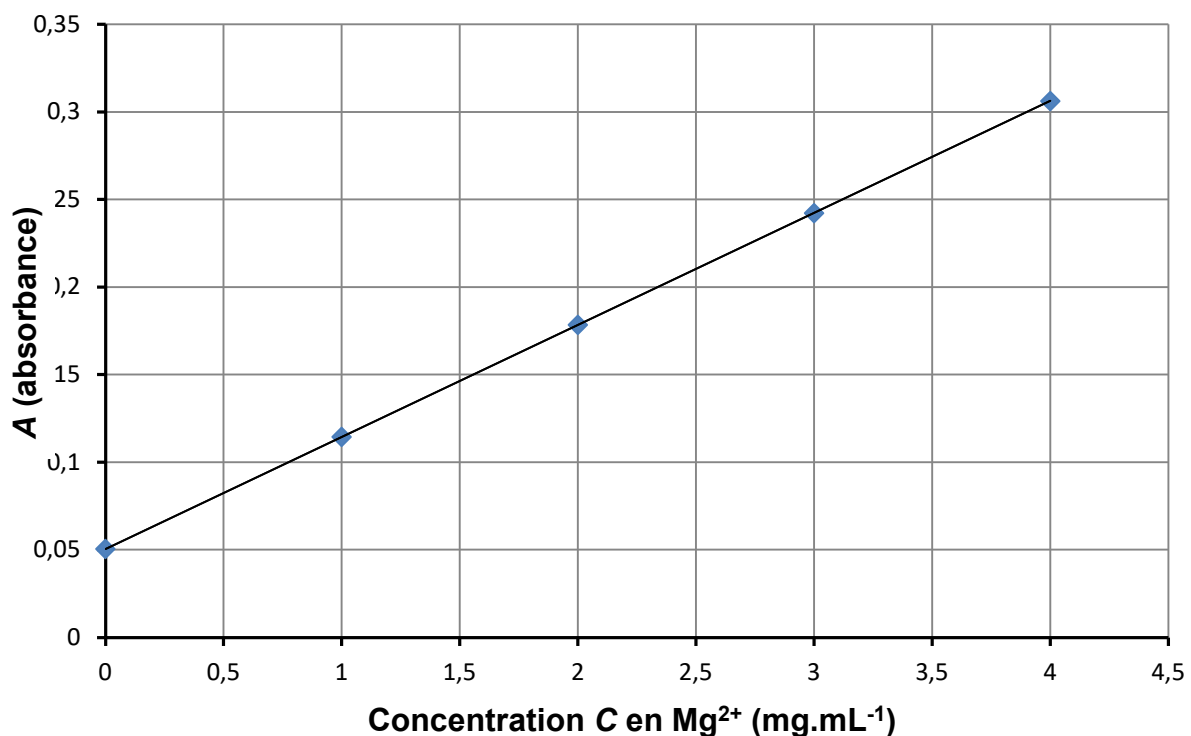
En pratique, on compare les absorbances obtenues pour des solutions étalons et la solution à doser dans les mêmes conditions.

*d'après eduscol.education.fr*

Pour réaliser le dosage des ions magnésium dans le chocolat, on mesure l'absorbance  $A$  de solutions étalons de magnésium.

La courbe d'étalonnage est présentée ci-dessous.

La droite d'ajustement a pour équation :  $A = 0,0639 \times C + 0,0506$  (avec  $C$  en  $\text{mg.mL}^{-1}$ ).



C.2.1. On met une masse  $m = 100,0$  g d'une plaque de chocolat au four à  $400^\circ\text{C}$  pour calcination. On récupère ensuite par lavage le magnésium.

La solution obtenue est introduite dans une fiole jaugée. On complète avec de l'eau distillée pour obtenir un volume final  $V = 100,0$  mL.

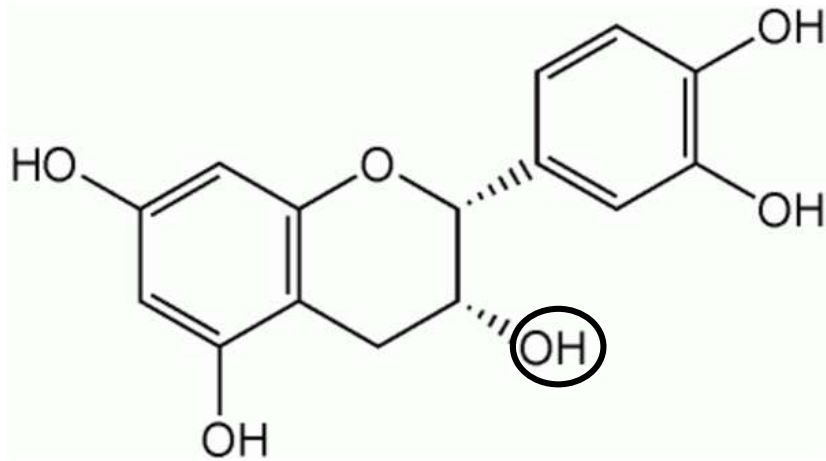
Pour l'échantillon de chocolat, on mesure une absorbance  $A = 0,14$ .

À l'aide de la droite d'étalonnage ci-dessus, déterminer par le calcul, la concentration en magnésium dans la solution.

C.2.2. En déduire la masse de magnésium présent dans cette plaque de chocolat.

**Annexe à rendre avec la copie**

**Molécule de (-)-épicatéchine**



**LES ANTALGIQUES**

Les anti-douleurs dominent le classement des médicaments les plus consommés par les Français. Les antibiotiques et les psychotropes figurent en bonne place du palmarès.

Un Français absorbe 48 boîtes de médicaments, par an ! L'Hexagone enregistre toujours une grosse consommation de spécialités pharmaceutiques, même si les chiffres de l'année 2013 se sont légèrement infléchis par rapport à l'année précédente, selon le rapport de l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament).

Dans le classement des substances actives les plus vendues, le paracétamol tient la pole position avec plus de 500 millions de boîtes, suivi d'autres antalgiques (ibuprofène, codéine, aspirine, tramadol). Le premier antibiotique se tient à la 5<sup>ème</sup> place (amoxicilline) et dans le top 30 figurent naturellement les psychotropes, dont la consommation est deux fois plus élevée en France que dans les pays voisins.

**Partie A : L'aspirine (6 points)**

L'acide acétylsalicylique, plus connu sous son nom commercial « aspirine », est une substance possédant des propriétés antalgiques et anti-inflammatoires.

**1. Détermination de la masse d'acide acétylsalicylique dans un comprimé**

Pour déterminer la masse d'acide acétylsalicylique présente dans un comprimé, on réalise le suivi pH-métrique du dosage de l'acide acétylsalicylique par l'hydroxyde de sodium.

Pour cela, on dissout un comprimé dans un volume de 250,0 mL d'eau distillée.

On dose ensuite un volume de 10,0 mL de cette solution par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

On obtient la courbe donnée dans l'**annexe à rendre avec la copie**.

**A.1.** Écrire l'équation de la réaction entre l'acide acétylsalicylique (considéré comme un monoacide faible de formule brute  $C_9H_8O_4$ ) et l'ion hydroxyde.

**Données :**  $pK_a (C_9H_8O_4/C_9H_7O_4^-) = 3,5$        $pK_e (H_2O/HO^-) = 14$

**A.2.** Définir l'équivalence.

**A.3.** Déterminer les coordonnées du point d'équivalence en nommant la méthode utilisée. On laissera apparents les traits de construction sur l'**annexe à rendre avec la copie**.

**A.4.** En justifiant votre réponse, déterminer l'indicateur coloré de la liste ci-dessous qui aurait pu être utilisé pour effectuer ce dosage.

Zones de pH correspondant aux virages de quelques indicateurs colorés :

Phénolphtaléine	:	incolore	8,2 - 9,9	rose
Bleu de bromothymol	:	jaune	6,0 - 8,0	bleu
Hélianthine	:	rouge	3,1 - 4,4	jaune

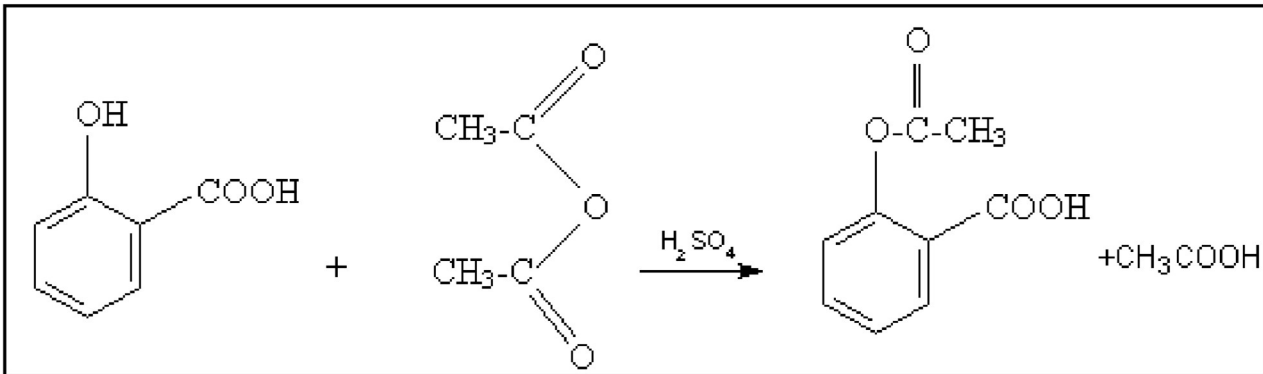
**A.5.** Détailler le calcul de la concentration molaire en acide acétylsalicylique dans la solution puis de la masse d'acide acétylsalicylique présente dans les 250 mL de solution.

**Donnée :** *Masse molaire de l'acide acétylsalicylique,  $M(\text{acide acétylsalicylique}) = 180 \text{ g.mol}^{-1}$ .*

**A.6.** La dose journalière admissible d'acide acétylsalicylique est de 60 mg/kg. Calculer la quantité maximale de comprimés que peut consommer un homme de 75 kg.

## 2. Formation de l'acide acétylsalicylique

L'acide acétylsalicylique peut être obtenu à partir de l'acide salicylique selon la réaction modélisée par l'équation ci-dessous.



A.7. Parmi les quatre propositions suivantes, recopier sur la copie celle qui correspond au type de la réaction ci-dessus :

substitution électrophile - hydrolyse - estérification - alkylation

### Partie B - Synthèse du paracétamol (8,5 points)

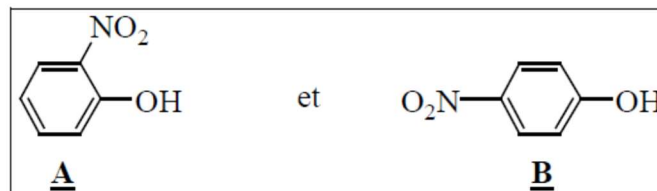
Industriellement, le composé de départ utilisé dans la synthèse du paracétamol est le phénol. Le paracétamol est le principe actif d'une famille de médicaments : le plus connu étant le Doliprane®.

Le nom « paracétamol » vient de la contraction de **para-acétylaminophénol**.

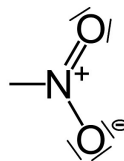
Le paracétamol peut être synthétisé à partir du phénol en trois étapes via le para-aminophénol (ou 4-aminophénol).

#### 1. Synthèse du para-aminophénol

B.1. La première étape est la nitration du phénol. On obtient alors deux isomères de position :



B.1.a) La structure de Lewis du groupement  $-\text{NO}_2$  est :



Justifier que ce groupement a un effet mésomère accepteur (-M) et un effet inductif attracteur (-I). On pourra s'aider de schémas.

B.1.b) Seul l'isomère **B** est utile pour la suite de la synthèse du paracétamol.

On sépare alors les deux isomères **A** et **B** par entraînement à la vapeur d'eau.

En s'appuyant sur la possibilité de faire des liaisons hydrogène intra et inter moléculaires, justifier le fait que **B** soit mieux entraîné que **A** par la vapeur d'eau.

B.2. Dans la deuxième étape, **B** est transformé en para-aminophénol (le préfixe amino représente le groupement  $-\text{NH}_2$ ).

À quel grand type de réaction appartient cette transformation ?

(On précise que dans l'industrie, on utilise du fer pour cette transformation et le fer métallique est transformé en fer II).

## 2. Synthèse du paracétamol à partir du para-aminophénol au laboratoire

On obtient le paracétamol par acylation du para-aminophénol en milieu aqueux.

### Protocole de synthèse du paracétamol donné à des élèves de BTS

- Dans un ballon bicol de 250 mL, muni d'une agitation magnétique, d'un réfrigérant et d'une ampoule de coulée, introduire une masse  $m = 10,0 \text{ g}$  de para-aminophénol.
- Sous vive agitation, introduire 15 mL d'eau, puis 6 mL d'anhydride éthanoïque ( $\text{CH}_3\text{-CO})_2\text{O}$  (appelé aussi anhydride acétique).
- Chauffer à reflux environ 20 min.
- Transférer dans un bécher refroidi dans la glace.
- Filtrer sur büchner et laver avec un minimum d'eau glacée ; réaliser un test de lavage. Essorer, sécher sur papier filtre.
- Sécher à l'étuve ( $100^\circ\text{C}$ ) le paracétamol brut humide obtenu.
- Peser le paracétamol brut sec. (On notera  $m_{\text{brut}}$  cette masse).
- Recristalliser (dans l'eau) le paracétamol brut sec.
- Sécher puis peser le paracétamol recristallisé sec.
- Réaliser une C.C.M. (l'éluant étant : mélange toluène/éther).

**B.3.** Généralement, quel est l'intérêt d'un chauffage à reflux ?

**B.4.** Comment vérifier, grâce à une CCM (chromatographie sur couche mince), la pureté du paracétamol obtenu ? On pourra s'aider de schémas.

**B.5.** Rendement de la synthèse en paracétamol brut.

**B.5.a)** Sachant que l'anhydride éthanoïque est en excès et que la synthèse se déroule mole à mole, calculer la masse maximale de paracétamol que l'on peut recueillir par la mise en œuvre de ce protocole.

**B.5.b)** Un élève a obtenu une masse de paracétamol brut de  $m_{\text{brut}} = 12,1 \text{ g}$ . Calculer le rendement en paracétamol brut.

**Données :** masses molaires -  $M(\text{para-aminophénol}) = 109 \text{ g.mol}^{-1}$   
-  $M(\text{paracétamol}) = 153 \text{ g.mol}^{-1}$

## 3. Étude expérimentale de la trompe à eau

L'étape de filtration sur Büchner fait intervenir un dispositif permettant de réduire la pression ; au laboratoire, on utilise la trompe à eau.

Dans un article (*L'écoulement dans une trompe à eau vérifie-t-il, l'équation de Bernoulli ?* par Xavier Chavanne, BUP n° 841, p.96, 02/2002), l'écoulement dans le convergent d'une trompe à eau est étudié expérimentalement en mesurant la chute de pression en fonction du débit de l'eau du robinet. D'après cette étude, pour des chutes de pression entre 200 et 700 hPa (20 000 et 70 000 Pa), le comportement est à 5 % près celui prévu par l'équation de Bernoulli.

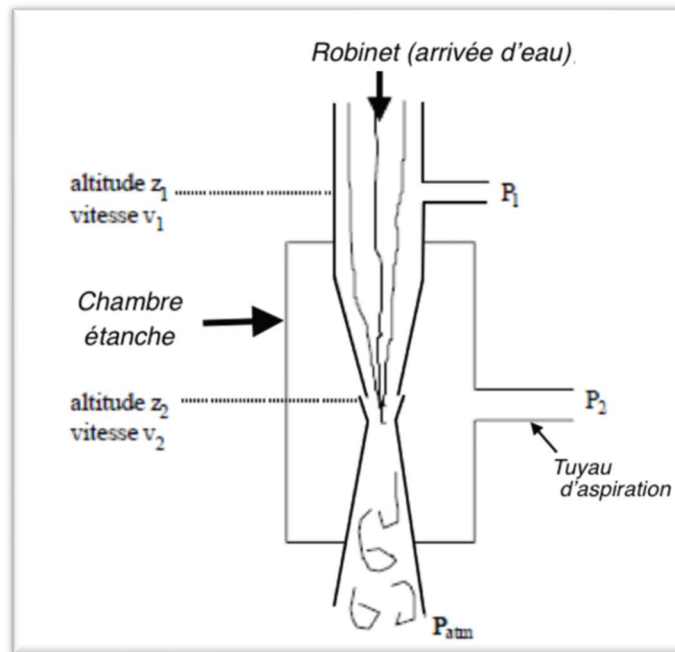
La trompe à eau utilisée pour l'étude est en plastique (**figure 1**) :

- pour la partie la plus large, à l'altitude  $z_1$ , le rayon est de  $R_1 = 6 \text{ mm}$  ; l'aire de sa section est notée  $S_1$  ;
- pour la partie la plus étroite à l'altitude  $z_2$ , le rayon est de  $R_2 = 1,25 \text{ mm}$  ; l'aire de sa section est notée  $S_2$ .

Elle se compose d'un convergent, branché sur une arrivée d'eau courante (robinet), puis d'un divergent au bout duquel sort le jet (turbulent) à la pression atmosphérique  $P_{\text{atm}}$ . Entre les deux est située une chambre étanche où se crée la dépression et d'où sort le tuyau d'aspiration. Dans la chambre, la pression est uniforme et égale à celle de l'eau à la sortie du convergent.

L'étude qui suit concerne seulement l'écoulement dans le convergent.

**Figure 1 : trompe à eau**



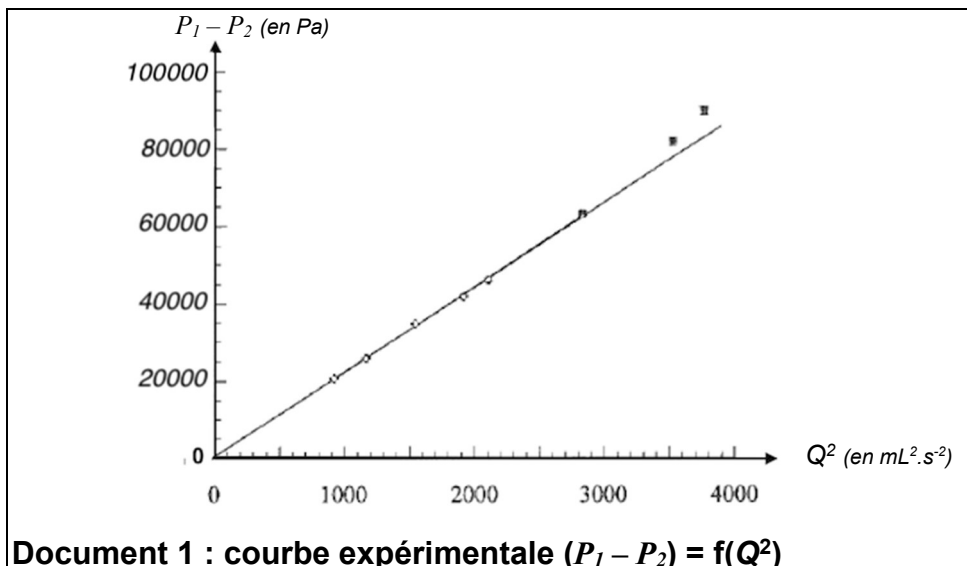
Dans le dispositif, nous mesurons la pression dans le convergent (pression  $P_1$ ) grâce à une dérivation qui a été rajoutée en amont de la trompe (sur le tuyau qui raccorde la trompe au robinet d'eau). La seconde mesure de pression  $P_2$  (pression dans la chambre) s'effectue par le tuyau d'aspiration.

Au fur et à mesure que le robinet est ouvert (et donc que le débit augmente) la pression en amont ( $P_1$ ) augmente et celle de la chambre ( $P_2$ ) diminue.

Pour les mesures effectuées, le débit volumique  $Q$  varie de 30 à 65 mL.s<sup>-1</sup>.

Les points de mesure sont portés sur le graphique (**document 1**), il montre les variations de ( $P_1 - P_2$ ) en fonction du carré du débit volumique ( $Q^2$ ). Avec les points obtenus pour une différence de pression inférieure à 70 000 Pa on peut tracer une droite d'ajustement d'équation :

$$(P_1 - P_2) = 22,1 \cdot Q^2 \quad \text{avec } P_1 \text{ et } P_2 \text{ en Pa et } Q \text{ en mL.s}^{-1}$$



**Document 1 : courbe expérimentale  $(P_1 - P_2) = f(Q^2)$**

**Données :**

- Surface d'un disque de rayon  $R$  :  $S = \pi \cdot R^2$
- Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$
- Conversion :  $1 \text{ hPa} = 10^2 \text{ Pa}$
- Intensité de la pesanteur terrestre :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

**B.6.** Pour un fluide parfait incompressible en régime permanent, pour deux points  $A_1$  et  $A_2$  situés sur une même ligne de courant, on a, d'après le théorème de Bernoulli :

$$\frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(z_2 - z_1) + (P_2 - P_1) = 0$$

Donner le sens physique des différentes grandeurs et préciser leur unité.

**B.7.** À partir de la conservation du débit volumique  $Q$  (que l'on nomme parfois « équation de continuité »), donner l'expression de  $v_1$ , vitesse de l'eau au point d'altitude  $z_1$ , en fonction de  $Q$  et de  $S_1$ .

Donner également l'expression de  $v_2$ , vitesse de l'eau au point d'altitude  $z_2$ , en fonction de  $Q$  et de  $S_2$ .

En déduire que :  $v_2 = \frac{Q}{\pi.(R_2)^2}$  et que  $v_1 = \frac{Q}{\pi.(R_1)^2}$

**B.8.** Dans le cas de la trompe à eau, la variation de pression de pesanteur  $\rho g(z_2 - z_1)$  est négligeable devant la variation de pression cinétique  $\frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2)$ .

**B.8.a)** Montrer que :

$$(P_1 - P_2) = \frac{\rho}{2} \frac{Q^2}{\pi^2} \left( \frac{1}{(R_2)^4} - \frac{1}{(R_1)^4} \right)$$

En déduire que la différence de pression ( $P_1 - P_2$ ) est proportionnelle à  $Q^2$ .

Le coefficient de proportionnalité issu de cette étude théorique vaut :  $k_{théo} = 2,07.10^{13} \text{ Pa.m}^{-6}.\text{s}^2$ .

**B.8.b)** Expérimentalement, la relation de proportionnalité entre ( $P_1 - P_2$ ) et  $Q^2$  est (**document 1**) :

$$(P_1 - P_2) = 22,1.Q^2 \quad \text{avec } P_1 \text{ et } P_2 \text{ en Pa et } Q \text{ en mL.s}^{-1}$$

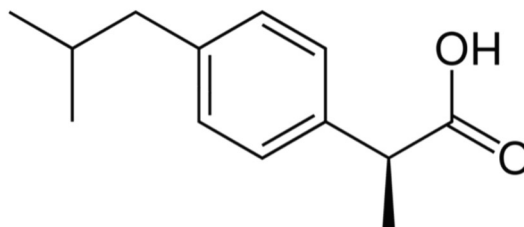
Donner l'unité du coefficient de proportionnalité entre ( $P_1 - P_2$ ) et  $Q^2$  issus de l'étude expérimentale. On le notera  $k_{exp}$ .

Le convertir en  $\text{Pa.m}^{-6}.\text{s}^2$ , le comparer à  $k_{théo}$  et conclure.

### Partie C - L'ibuprofène (5,5 points)

Le nom « ibuprofène » est formé à partir des lettres anglaises données à la molécule par une nomenclature ancienne, *iso-butyl-propanoic-phenolic acid*. C'est le nom commun international de l'acide alpha-méthyl-4-(2-méthylpropyl) benzène-thanoïque.

La formule de la molécule d'ibuprofène est présentée ci-dessous :



#### 1. Étude de la molécule d'ibuprofène et spectroscopies

**C.1.** Dessiner la molécule d'ibuprofène sur votre copie et identifier le carbone asymétrique. En utilisant les règles de Cahn, Ingold et Prélog, déterminer sa configuration absolue.

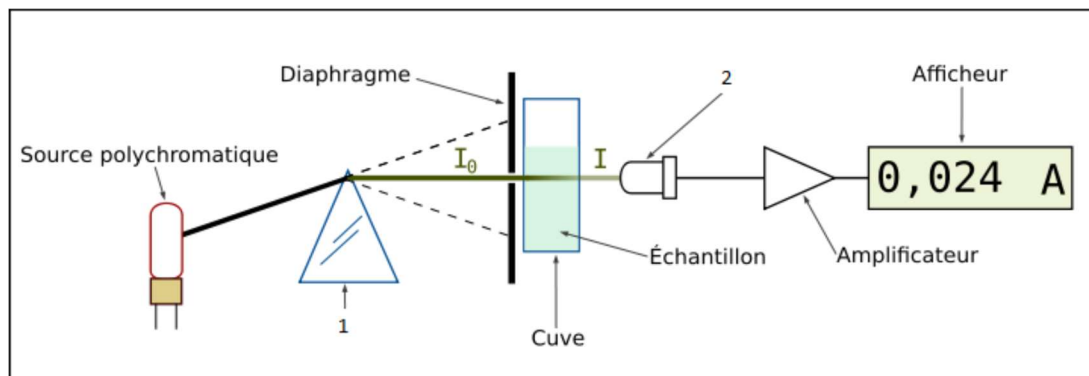
**Données :** numéros atomiques,  $Z(\text{H}) = 1$  ;  $Z(\text{C}) = 6$  ;  $Z(\text{O}) = 8$ .

**C.2.** En spectroscopie RMN, déterminer la multiplicité (ou nombre de pics) du signal de l'hydrogène du groupe carboxyle.

**C.3.** Possédant un cycle aromatique dans la molécule, l'ibuprofène présente un maximum d'absorption à la longueur d'onde  $\lambda = 280 \text{ nm}$ . Il pourrait donc être dosé à l'aide d'un spectrophotomètre UV/visible.

Le **document 2** présente un schéma d'un spectrophotomètre à prisme.

Nommer les éléments 1 et 2 et indiquer leur rôle.



**Document 2** : principe de fonctionnement d'un spectrophotomètre UV/Visible

## 2. Détermination du pouvoir rotatoire spécifique de la molécule d'ibuprofène

Afin de déterminer avec précision le pouvoir rotatoire spécifique de la molécule d'ibuprofène :

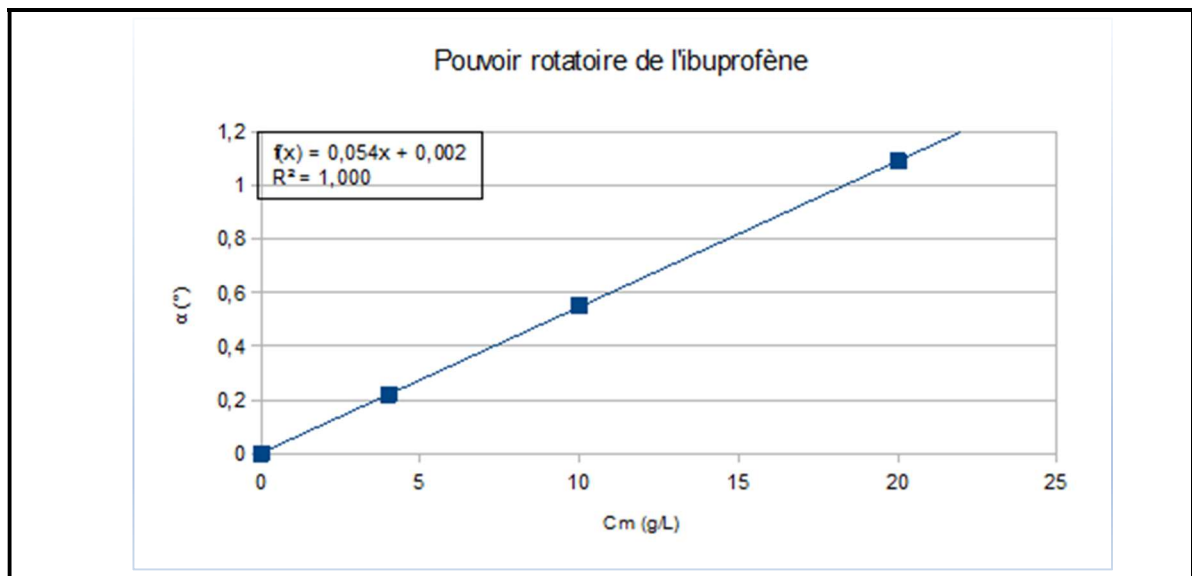
- A partir d'une solution mère de concentration massique en ibuprofène précisément connue ( $C_{\text{mère}} = 100,0 \text{ g.L}^{-1}$ ), on prépare quatre solutions de concentrations différentes (dans des fioles de volume  $V_f = 250,0 \text{ mL}$ ). Le solvant utilisé est l'éthanol ;
- On mesure le pouvoir rotatoire (en  $^\circ$ ) de chacune de ces solutions dans un tube de longueur  $l = 10 \text{ cm}$ , à la température de  $20^\circ\text{C}$  (mesures réalisées en lumière monochromatique avec la raie D du sodium) ;
- On consigne les résultats dans le tableau ci-dessous et on trace le graphique (**document 3**).

Solution n°	1	2	3	4
Volume de solution mère d'ibuprofène (mL)	0	10	25	50
Volume d'éthanol (mL)	250	240	225	200
Concentration massique de la solution, $C_m \text{ (g.L}^{-1}\text{)}$	0	4,00	10,0	20,0
Pouvoir rotatoire $\alpha$ mesuré ( $^\circ$ )	0	0,22	0,55	1,09

**C.4.** Rédiger un rapport d'analyse permettant de déterminer la valeur du pouvoir rotatoire spécifique de l'ibuprofène à  $20^\circ\text{C}$ .

Pour cela, on expliquera la démarche expérimentale (notamment en détaillant le calcul de la concentration de la solution n°4), et on explicitera le raisonnement menant à la valeur du pouvoir rotatoire spécifique en s'appuyant sur la loi de Biot (**document 4**).





**Document 3** : courbe expérimentale  $\alpha = f(C_m)$

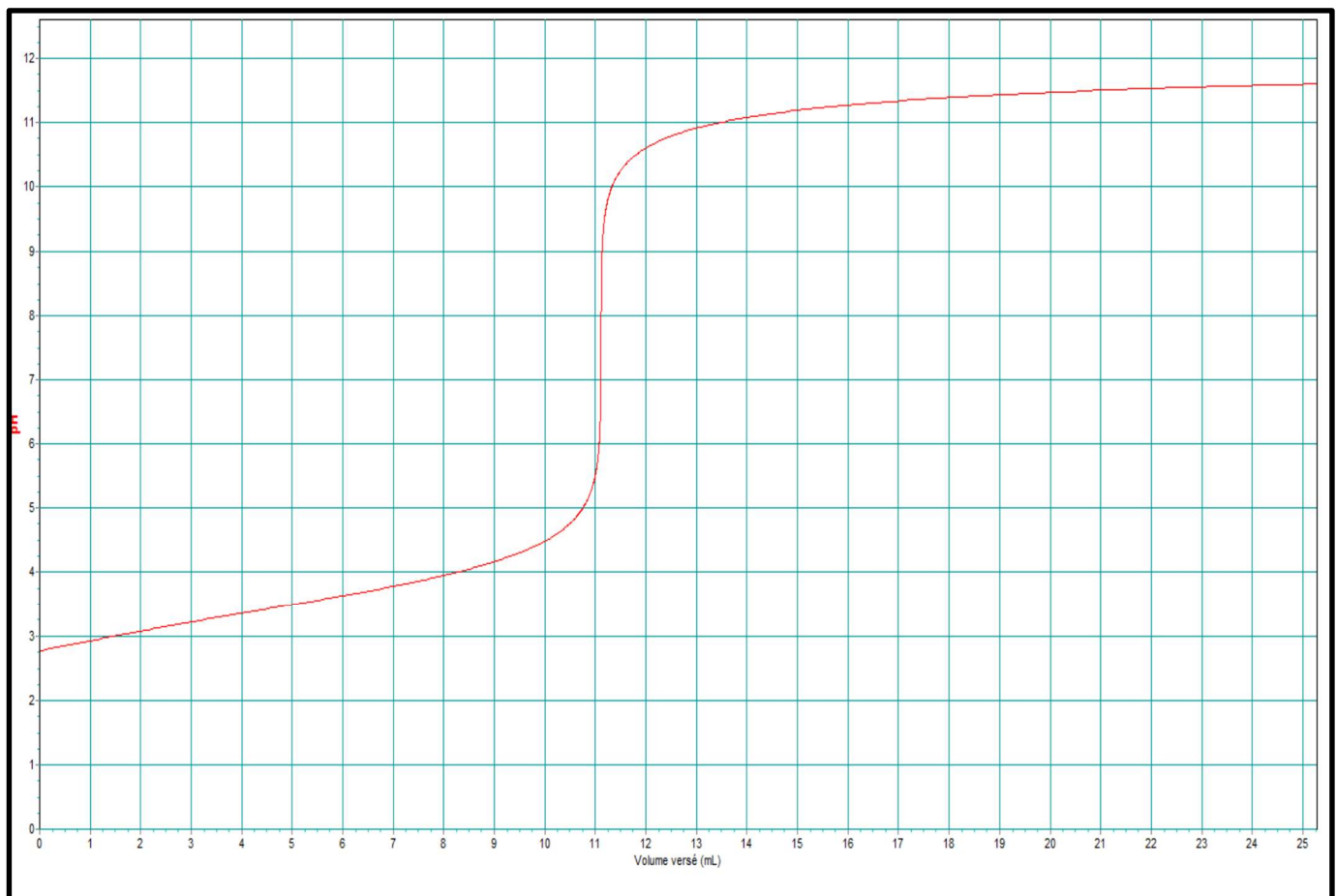
Loi de Biot :

$$\alpha = [\alpha]_D^{20} \cdot l \cdot C_m$$

avec  $C_m$  en g/L,  $[\alpha]_D^{20}$  en  $^\circ \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{L}$  et  $l$  en dm

$[\alpha]_D^{20}$  est le pouvoir rotatoire spécifique à 20°C, mesuré avec la raie D du sodium

**Document 4** : loi de Biot



**Annexe à rendre avec la copie**

**Dosage d'une solution d'acide acétylsalicylique par une solution d'hydroxyde de sodium**

**MICROBIOTE DU TUBE DIGESTIF ET ALIMENTATION**

Le tube digestif humain abrite de  $10^{12}$  à  $10^{14}$  microorganismes, soit deux à dix fois plus que le nombre de cellules qui constituent le corps humain. Cet ensemble de bactéries, virus, parasites et champignons non pathogènes constitue le microbiote digestif (ou flore digestive).

Sous l'influence de la diversification alimentaire, de la génétique, du niveau d'hygiène, des traitements médicaux reçus et de l'environnement, la composition de ce microbiote évolue qualitativement et quantitativement et influence l'état de santé de l'individu.

**PARTIE MICROBIOLOGIE (37 points)****1. MICROBIOTE DU TUBE DIGESTIF****1.1. Ultrastructure des microorganismes du microbiote**

La présence de microorganismes dans l'intestin a été établie il y a plus d'un siècle. Parmi eux se trouvent des bactéries et des levures.

L'annexe 1 présente une photographie de chacun de ces deux types de microorganismes.

**1.1.1.** Nommer précisément l'instrument utilisé pour réaliser ces observations. Justifier.

**1.1.2.** Indiquer à quels microorganismes correspondent les photographies A et B.

**1.1.3.** Compléter le tableau de l'annexe A comparant l'ultrastructure des levures et des bactéries en indiquant la présence (notée +) ou l'absence (notée -) des organites pour chacun des microorganismes. Indiquer dans le tableau leur type cellulaire.

**1.1.4.** L'annexe B présente la structure de la paroi de la bactérie observée dans l'annexe 1. Annoter le schéma.

**1.1.5.** Indiquer et justifier la couleur observée pour cette bactérie après coloration de Gram.

**1.2. Propriétés du microbiote intestinal**

L'annexe 2 présente la répartition des microbiotes dans l'organisme humain.

**1.2.1.** Analyser les variations du microbiote le long du tube digestif, en lien avec l'évolution des conditions physico-chimiques. Émettre une hypothèse sur le type respiratoire dominant des bactéries du colon.

**1.2.2.** En déduire le dispositif de culture à mettre en œuvre pour permettre le développement *in vitro* des bactéries du côlon.

**1.3. Microbiote intestinal et flore bactérienne pathogène**

Les bactéries commensales de l'intestin jouent un rôle protecteur, notamment contre les toxi-infections alimentaires.

**1.3.1.** Donner la signification de l'expression « bactéries commensales ».

**1.3.2.** Indiquer un exemple de genre bactérien pouvant provoquer une toxi-infection alimentaire.

**1.3.3.** Proposer une hypothèse expliquant le rôle protecteur du microbiote vis-à-vis des bactéries entéro-pathogènes.

## **2. INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL, EN PARTICULIER SUR E. COLI**

La composition qualitative et quantitative du microbiote est assez stable, mais la diversité et la nature de l'alimentation la modulent.

Les macronutriments tels que les polyosides (sucres), les graisses et les protéines consommés par l'hôte sont en partie dégradés par le microbiote intestinal.

Certaines fibres alimentaires stimulent la croissance des bactéries de la flore intestinale. Elles participent ainsi directement à la stabilité et à la bonne santé du microbiote.

### **2.1. Influence des céréales sur le microbiote**

Certaines céréales de l'alimentation peuvent contenir une mycotoxine, le déoxynivalenol (DON), produite par *Fusarium*.

Cette toxine provoque l'augmentation de la production, par les bactéries de l'espèce *E. coli*, d'une substance toxique pour les cellules intestinales, la colibactine.

**2.1.1.** L'annexe 3 présente différentes moisissures. Identifier, parmi C, D ou E, celle correspondant au genre *Fusarium*. Justifier.

**2.1.2.** Dans des conditions expérimentales définies (température et  $A_w$ ), la quantité de mycotoxine DON produite *in vitro* par *Fusarium* est directement proportionnelle au diamètre (d) des colonies obtenues sur milieu PDA (Potato Dextrose Agar). Les résultats obtenus sont présentés en annexe 4.

Analyser ces résultats pour déterminer les conditions optimales de croissance de *Fusarium* et de production de la mycotoxine DON.

**2.1.3.** En déduire les conditions de stockage des céréales à respecter pour limiter la production de la mycotoxine DON.

### **2.2. Influence des produits carnés sur le microbiote**

Les produits carnés peuvent contenir des antibiotiques en faible concentration qui se retrouvent dans l'intestin et favorisent l'apparition des phénomènes de résistance chez les bactéries du microbiote intestinal.

Parmi elles, *E. coli* peut synthétiser une bêta-lactamase, enzyme hydrolysant le cycle bêta-lactame des bêta-lactamines. La recherche d'*E. coli* résistant aux bêta-lactamines dans les viandes est imposée par une décision européenne (décision 2013/652/UE) dans le cadre de la lutte contre la résistance aux antibiotiques des bactéries.

**2.2.1.** Indiquer quelle est la conséquence possible de la présence d'une telle bactérie pour les autres bactéries de l'intestin. Justifier en donnant un exemple de mécanisme mis en jeu.

**2.2.2.** La recherche d'*E. coli* résistant aux bêta-lactamines fait appel notamment le milieu Mac Conkey additionné de céfotaxime, antibiotique de la famille des bêta-lactamines.

**2.2.2.1.** La composition du milieu Mac Conkey est donnée en annexe C. Compléter le tableau de l'annexe C en indiquant le rôle de chacun des constituants de ce milieu.

**2.2.2.2.** Après ensemencement par un échantillon préparé à partir d'un prélèvement de viande, des colonies rouges sont observées sur le milieu Mac Conkey additionné de céfotaxime.

Compléter l'annexe D permettant d'interpréter ce résultat et conclure sur l'influence des produits carnés sur le microbiote.

L'augmentation du nombre de bactéries de l'espèce *Escherichia coli* du groupe phylogénique B2 est aujourd'hui avérée dans le microbiote intestinal des populations des pays industrialisés.

Ces bactéries produisent une substance toxique pour les cellules intestinales appelée colibactine. De nombreux travaux de recherche étudient l'impact sur les cellules intestinales de la colibactine seule ou en association avec d'autres substances toxiques présentes dans l'alimentation.

### **1. TOXICITÉ DE LA COLIBACTINE**

La colibactine provoque des cassures double-brin de l'ADN des cellules intestinales avec lesquelles elle est en contact.

**1.1.** Qualifier le mode d'action de la colibactine. Justifier la réponse.

Afin de préciser les effets toxiques de la colibactine, cette substance est soumise au test de Ames. Le principe de ce test, ainsi que les résultats obtenus, sont regroupés dans l'annexe 5.

**1.2.** Analyser les résultats obtenus et conclure.

**1.3.** Le type de cellules utilisées dans le test de Ames constitue une de ses limites d'utilisation pour l'étude de l'action de la colibactine sur les cellules intestinales humaines. Justifier cette affirmation.

**1.4.** Compte tenu des effets toxiques de la colibactine, indiquer quel pourrait être le risque d'une exposition prolongée du tube digestif à cette substance.

### **2. TOXICITÉ DU DÉOXYNIVALÉNOL**

Le déoxynivalénol, ou DON, est un métabolite secondaire toxique produit par des moisissures (mycotoxine) du genre *Fusarium* contaminant fréquent dans les céréales.

Les populations humaines y sont largement exposées en Europe et en Amérique du Nord par leur alimentation. L'annexe 6 regroupe les caractéristiques toxicologiques du DON.

**2.1.** Préciser les facteurs favorisant l'apparition des mycotoxines.

**2.2.** Donner la signification du sigle DL50 et le définir. Indiquer à quel type de toxicité la DL50 est associée.

La DJT (Dose Journalière Tolérable) est calculée à partir de la DSE (NOAEL), en appliquant la formule suivante :

$$DJT = \frac{DSE}{100}$$

**2.3.** Donner la signification et définir « DSE » ou « NOAEL ». Indiquer à quel type de toxicité est associé ce paramètre.

**2.4.** À partir de la DSE du DON chez la souris, déterminer la valeur de la DJT en  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$ . Expliquer le facteur « 100 ».

**2.5.** Déterminer la quantité de DON qu'un individu de 60 kg peut ingérer quotidiennement avant d'atteindre la DJT. En déduire la quantité maximale de céréales qu'il peut consommer quotidiennement sans risque pour sa santé.

**2.6.** Conclure sur la pertinence de la valeur de la LMR pour la protection des consommateurs sachant que la consommation moyenne journalière de céréales est de 250 g.

### **3. INTERACTIONS MICROBIOTE - MYCOTOXINE**

Des chercheurs de l'INRA ont étudié chez l'animal les conséquences de la présence simultanée de DON et d'*Escherichia coli* produisant la colibactine, dans l'intestin. L'expérience réalisée et les résultats obtenus sont présentés dans l'annexe 7.

3.1. Expliquer le rôle des deux cultures réalisées en absence d'*E. coli*.

3.2. Analyser l'ensemble des expériences et conclure.

## **PARTIE BIOCHIMIE (41 points)**

Le microbiote intestinal assure son propre métabolisme en puisant dans nos aliments, notamment parmi les fibres alimentaires. Dans le même temps, les microorganismes qui le composent jouent **un rôle direct dans la digestion** :

- ils assurent la fermentation des substrats et des résidus alimentaires non digestibles ;
- ils facilitent l'assimilation des nutriments grâce à un ensemble d'enzymes dont l'organisme n'est pas pourvu ;
- ils assurent l'hydrolyse de l'amidon et des fibres alimentaires ;
- ils participent à la synthèse de certaines vitamines (vitamine K, B12, B8) ;
- ils régulent plusieurs voies métaboliques : absorption des acides gras, du calcium, du magnésium...

### **1. RÔLE DU MICROBIOTE DANS L'HYDROLYSE DE L'AMIDON ET DE LA CELLULOSE**

Les microorganismes du microbiote intestinal participent à la digestion de plusieurs biomolécules issues de l'alimentation. L'annexe 8 présente un ensemble d'informations relatives aux glucides dans l'alimentation.

1.1. Citer des aliments riches en :

- amidon,
- cellulose,
- autres fibres.

1.2. L'ANSES présente dans l'annexe 8 une classification simplifiée des glucides. La critiquer. Proposer une classification scientifique des glucides.

1.3. Nommer un produit issu de l'hydrolyse de l'amidon.

1.4. Représenter en forme cyclique une molécule d' $\alpha$ -D-glucopyranose.

1.5. Proposer une hypothèse pour expliquer que les animaux axéniques, c'est-à-dire élevés sans microbiote, ont des besoins énergétiques de 20 à 30 % supérieurs à ceux d'un animal témoin qui possède son microbiote.

L'annexe 9 présente un extrait d'une étude statistique Oqali de 2016 portant sur les teneurs en nutriments par famille pour les barres céréalières aux fruits.

1.6. Identifier la classe de nutriment que seul le microbiote peut hydrolyser. En déterminer sa masse moyenne pour une barre céréalière de 125 g.

### **2. RÔLE DU MICROBIOTE DANS LA FERMENTATION DES SUBSTRATS**

Les microorganismes constituant le microbiote intestinal participent à la fermentation de plusieurs biomolécules issues de l'alimentation.

#### **2.1. La fermentation**

2.1.1. À l'aide des documents de l'annexe 10, caractériser une fermentation en précisant :

- la condition physico-chimique indispensable à sa mise en place,
- un exemple de substrat utilisé,
- deux exemples de produits pouvant être obtenus,
- le rôle de la fermentation pour une cellule,
- la conséquence principale de la fermentation pour une cellule.

**2.1.2.** Proposer une hypothèse pour expliquer que le microbiote est souvent impliqué dans des réactions cataboliques de type fermentaire.

**2.1.3.** Indiquer, pour le cas des microorganismes du microbiote, dans quel compartiment cellulaire se réalisent les réactions de fermentation.

## **2.2. L'ATP**

**2.2.1.** Donner le sens du sigle ATP.

**2.2.2.** Indiquer pourquoi ce composé est considéré comme fondamental pour une cellule.

**2.2.3.** Nommer le mécanisme qui permet la synthèse de ce composé durant la glycolyse.

**2.2.4.** La définition du processus biologique de fermentation selon le site *Futura-Sciences* donnée en annexe 10 indique que la fermentation n'utilise ni chaîne de transport d'électrons, ni phosphorylation oxydative. Justifier cette affirmation.

## **3. RÔLE DU MICROBIOTE DANS L'ASSIMILATION DES NUTRIMENTS**

Le microbiote intestinal joue un rôle majeur notamment dans la digestion. En effet, il permet la dégradation de résidus alimentaires grâce à un ensemble d'enzymes dont l'organisme n'est pas pourvu.

### **3.1. La production des acides gras à courte chaîne**

Le microbiote produit notamment des acides gras à courte chaîne. L'annexe 11 présente un dossier de l'ANSES sur les lipides.

**3.1.1.** Représenter un acide gras saturé à courte chaîne par une formule semi-développée.

**3.1.2.** Indiquer l'impact que pourraient avoir, selon l'ANSES, les acides gras saturés à courte chaîne sur la santé.

**3.1.3.** Les acides gras à courte chaîne sont issus de la fermentation par le microbiote des fibres alimentaires, lesquelles sont des résidus alimentaires non digestibles. Indiquer pourquoi ces fibres sont qualifiées de « non-digestibles » chez les êtres humains.

L'annexe 12 montre la concentration d'acides gras à courtes chaînes produits par des bactéries du microbiote intestinal pendant neuf jours de culture sur différents substrats.

**3.1.4.** Analyser les représentations graphiques des documents 12a et 12b de l'annexe 12. Identifier le substrat qui permet en neuf jours de culture la plus grande production de propionate et celui qui permet la plus grande production de butyrate.

**3.1.5.** Déterminer la concentration massique d'acides gras à courtes chaînes produits par *Roseburia intestinalis*, bactérie du microbiote intestinal, au bout de 6 jours de culture sur du maïs.

### **3.2. La dégradation de la cellulose**

L'annexe 13 présente une enzyme impliquée dans la dégradation de la cellulose.

**3.2.1.** Définir le terme « enzyme ».

**3.2.2.** Nommer l'enzyme impliquée et indiquer à quelle classe cette enzyme appartient.

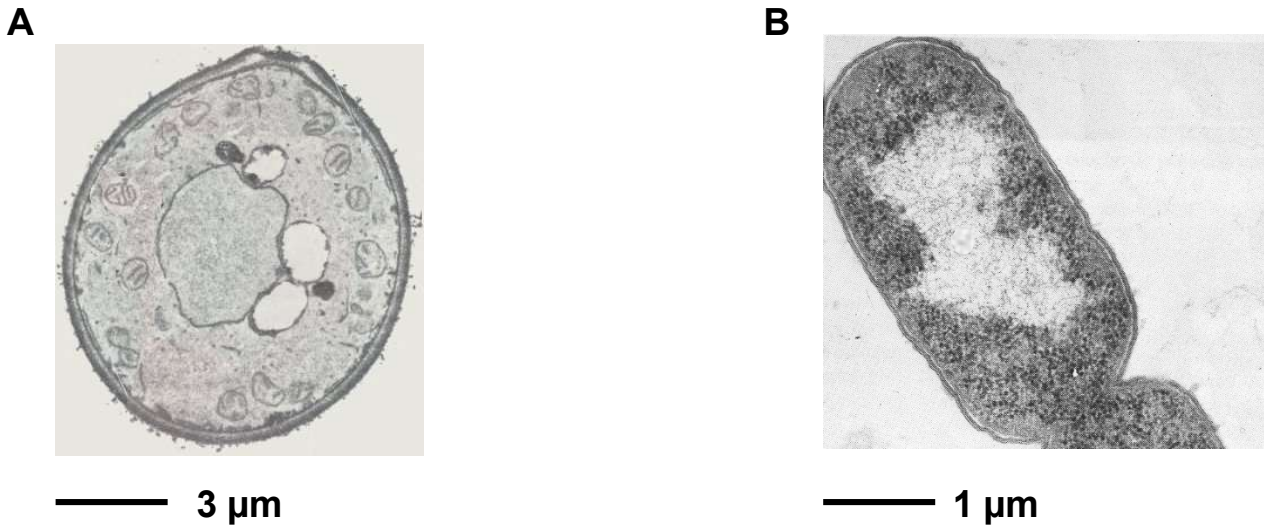
**3.2.3.** Cette enzyme est une molécule composée de 402 résidus d'acides aminés. Représenter un acide aminé en formule semi-développée.

**3.2.4.** Repérer et nommer sur l'annexe E deux éléments de structure secondaire.

**3.2.5.** La cellulase de *Prevotella*, bactérie du microbiote intestinal, a un pH optimal de l'ordre de 7,8 et une température optimale de l'ordre de 37 °C. Représenter le graphique qui a permis de déterminer la valeur du pH optimal d'activité. Justifier la cohérence de la valeur de ces paramètres.

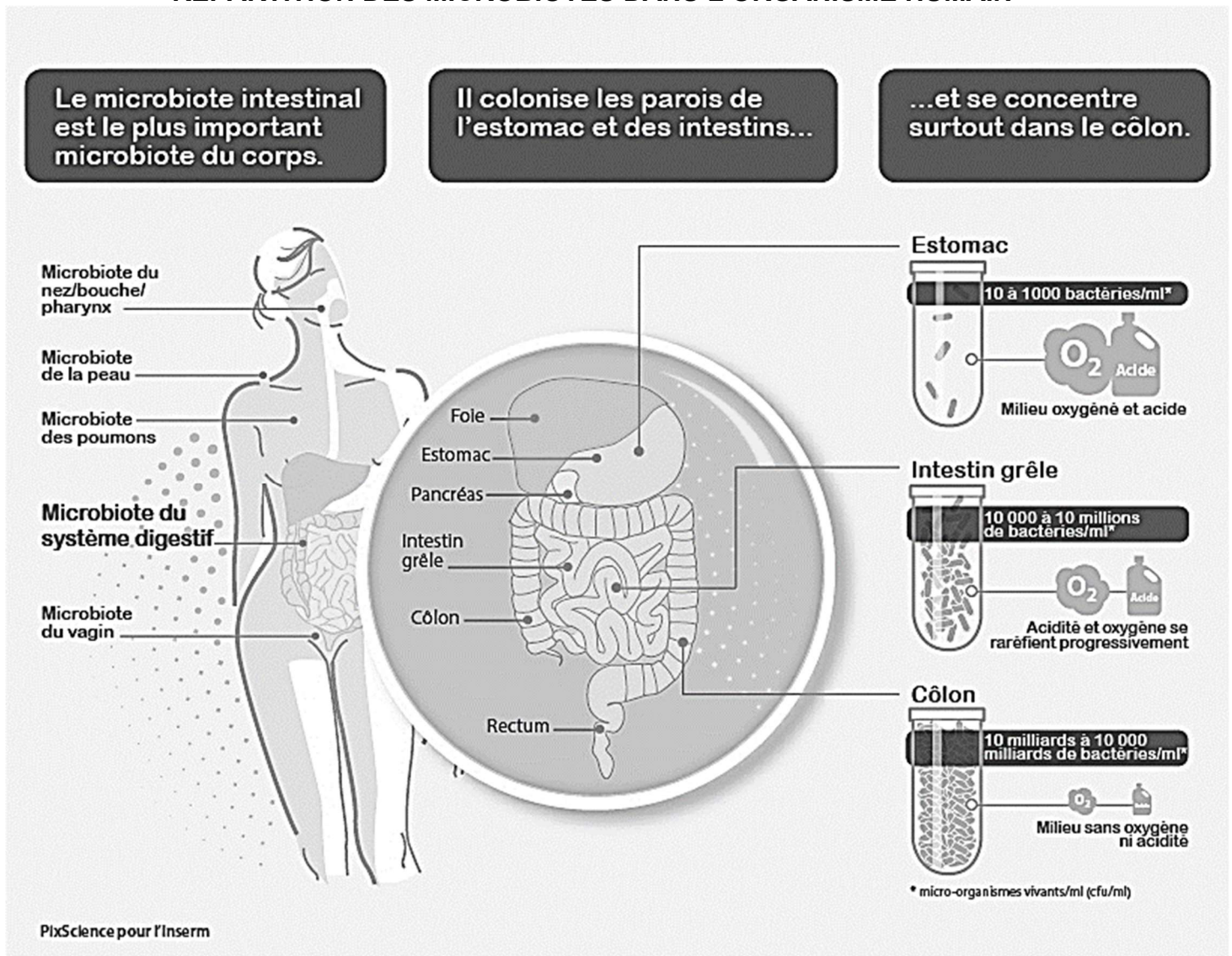
## ANNEXE 1

### ULTRASTRUCTURE D'UNE BACTÉRIE ET D'UNE LEVURE



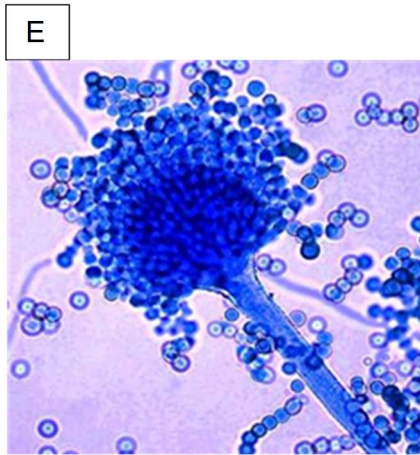
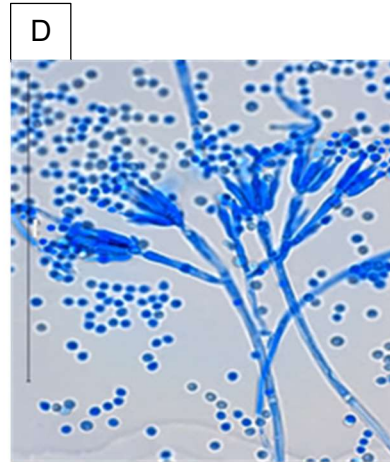
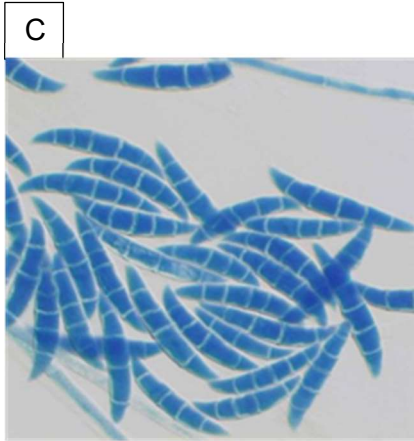
## ANNEXE 2

### RÉPARTITION DES MICROBIOTES DANS L'ORGANISME HUMAIN



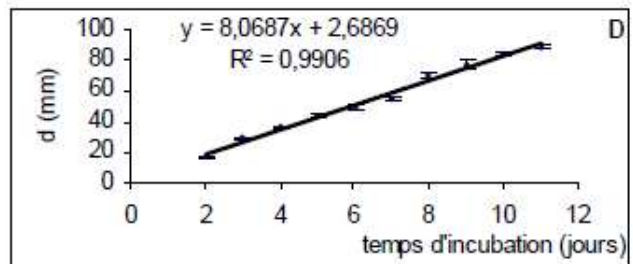
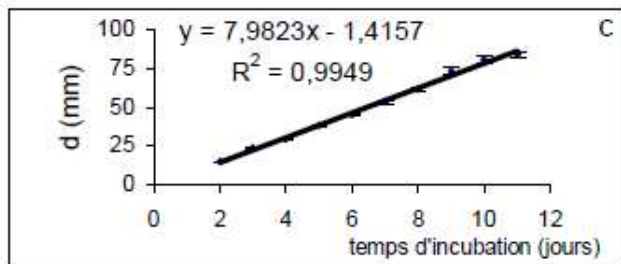
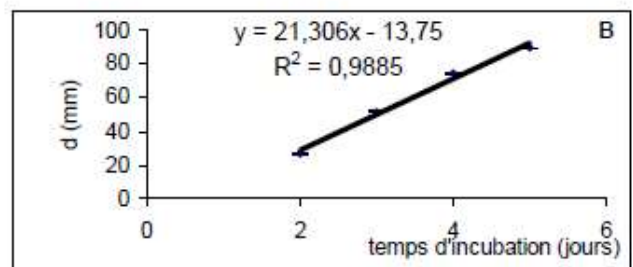
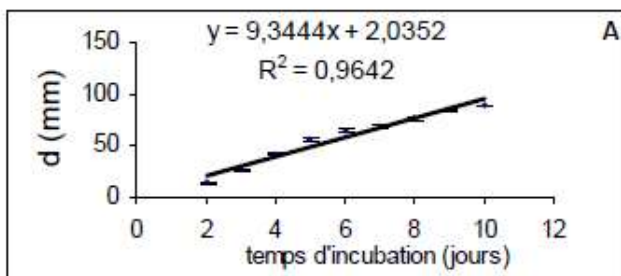
## ANNEXE 3

### OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES DE MOISSURES



## ANNEXE 4

### CONDITIONS DE PRODUCTION DE LA MYCOTOXINE DON PAR *FUSARIUM*



Conditions de culture :

A : T = 25 °C, Aw = 0,93

B : T = 25 °C, Aw = 0,99

C : T = 30 °C, Aw = 0,93

D : T = 30 °C, Aw = 0,99

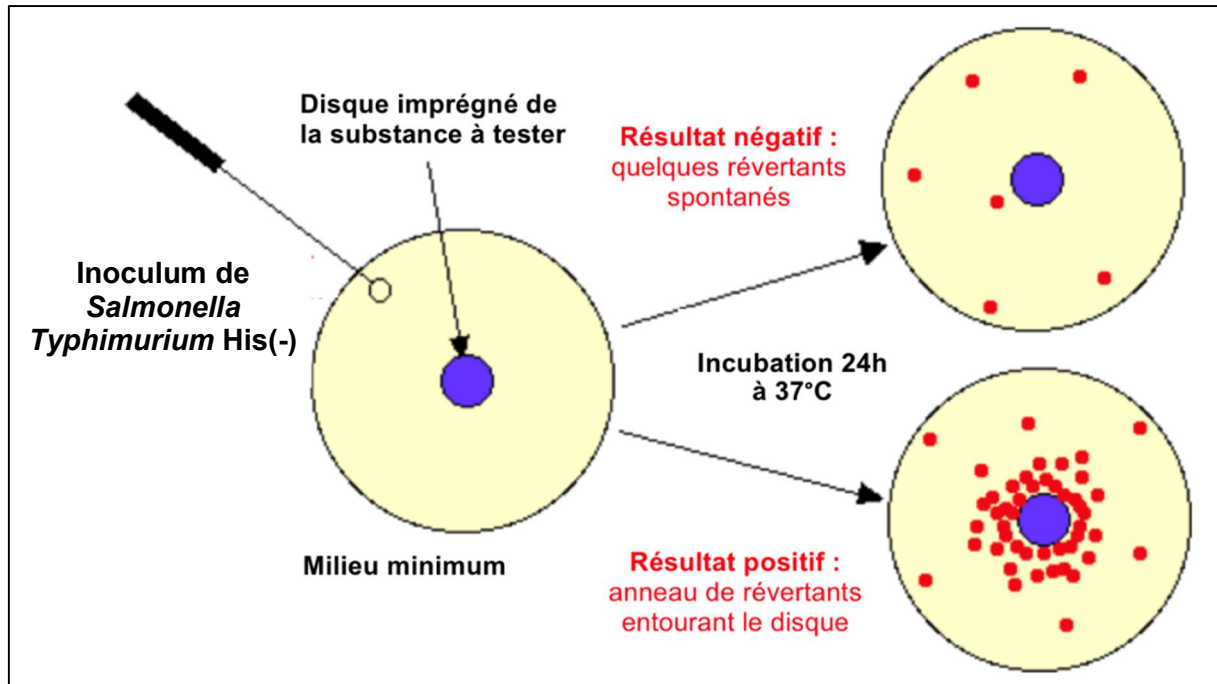


## ANNEXE 5

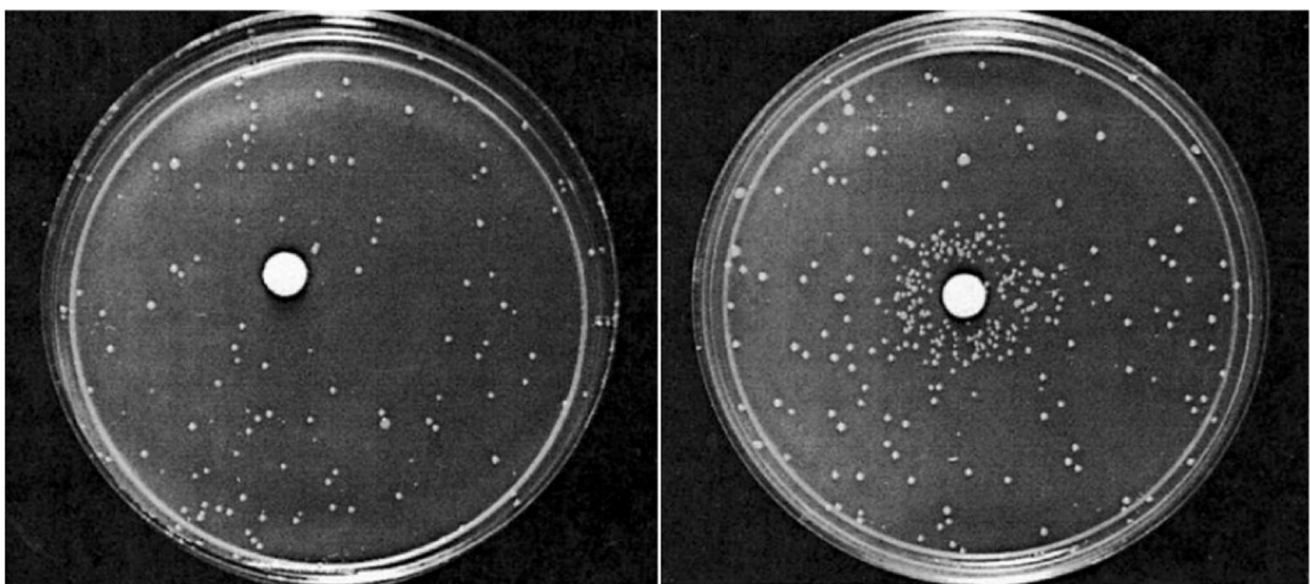
### TEST DE AMES RÉALISÉ SUR LA COLIBACTINE

Principe :

Le test de Ames, ou mutatest, permet de déterminer le potentiel mutagène d'un composé chimique. Il utilise des souches bactériennes de *Salmonella Typhimurium* portant des mutations dans les gènes nécessaires à la synthèse de l'histidine (His). Celles-ci sont donc auxotrophes pour l'histidine (His -) et requièrent par conséquent un apport d'histidine pour se développer. Le test permet donc d'évaluer la facilité que possède une substance à induire une réversion de la souche auxotrophe. Dans le cas d'une substance mutagène, on observe ainsi l'apparition de souches prototrophes, ne nécessitant plus d'histidine pour croître mais se contentant d'un milieu minimum.



Résultats :



Disque imprégné d'eau physiologique

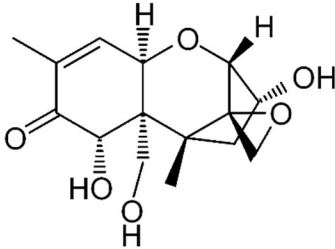
Disque imprégné de colibactine

## ANNEXE 6

### CARACTÉRISTIQUES BIOCHIMIQUES ET TOXICOLOGIQUES DU DÉOXYNIVALÉNOL (DON)

Nom chimique : 12,13-epoxy-3,7,15-trihydroxy-trichothec-9-en-8-one

Formule développée :



Formule brute :  $C_{15}H_{20}O_6$

Masse molaire :  $296,4 \text{ g.mol}^{-1}$

Limite maximale de résidus (LMR) pour les céréales (règlement CE 1881/2006) :  $0,75 \text{ mg.kg}^{-1}$

DL 50 per os chez la souris :  $46 \text{ mg.kg}^{-1}$

DSE chez la souris :  $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$

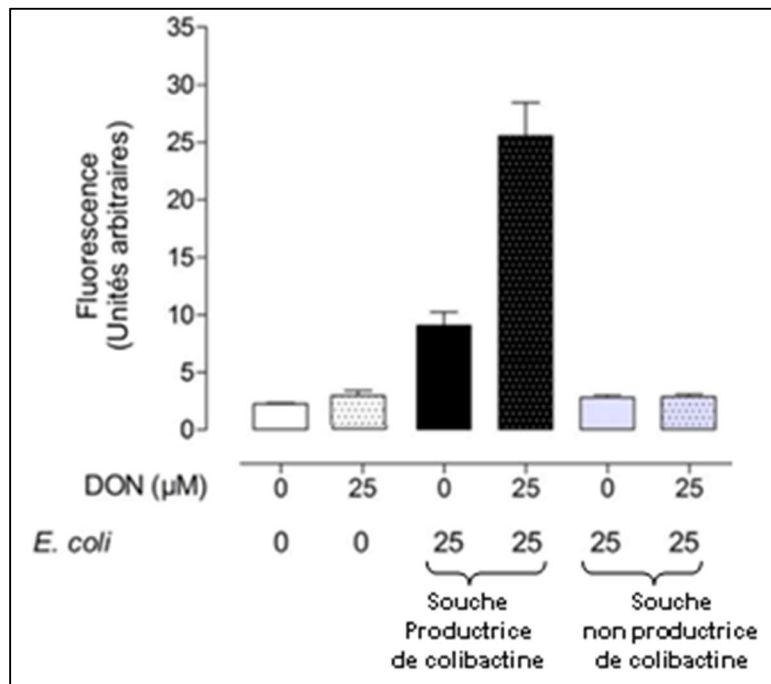
## ANNEXE 7

### ÉTUDE DES INTERACTIONS MICROBIOTE - MYCOTOXINE

Expérience :

Des cellules intestinales de rat ont été cultivées en absence ou en présence de  $25 \mu\text{mol.L}^{-1}$  de DON et infectées ou non durant 4 heures soit par une souche d'*E. Coli* productrice de colibactine, soit par des souches d'*E. coli* non productrices de colibactine (taux d'infection : 1 bactérie pour 25 cellules intestinales). Les cassures double-brin de l'ADN sont ensuite quantifiées par fluorescence.

Résultats :



Source : Payros D, Dobrindt U, Martin P, Secher T, Bracarense APFL, Boury M, Laffitte J, Pinton P, Oswald E, Oswald IP. 2017. *mBio* 8:e00007-17. <http://presse.inra.fr/Communiqués-de-presse>

## ANNEXE 8

### EXTRAIT D'UN DOSSIER DE L'ANSES

Mis à jour le 21/02/2018

[...] Parmi les glucides, on distingue les sucres (ou « glucides simples »), qui présentent souvent une saveur sucrée (glucose, fructose, galactose, maltose, lactose, saccharose), et les amidons (ou « glucides complexes »), indispensables par leur apport énergétique, digérés dans l'intestin et majoritairement absorbés sous forme de glucose.

#### Les principaux sucres présents dans les aliments

Les principaux sucres que l'on retrouve dans les aliments consommés au quotidien sont le glucose, le fructose, le saccharose et le lactose.

Le glucose est présent dans la plupart des produits végétaux au goût sucré (fruits, miel, certains légumes) mais aussi à l'état libre dans les fluides biologiques (notamment le sang).

Le fructose est très répandu dans la nature, dans les fruits en particulier et dans beaucoup de légumes. Il est présent dans l'inuline de racines ou les tubercules de certaines plantes (artichaut, oignon, chicorée, topinambour).

Le saccharose (le « sucre de table » dans le langage courant) se compose d'une unité de glucose liée à une unité de fructose. Le saccharose est le sucre de référence pour définir le pouvoir sucrant des sucres, polyols et édulcorants intenses.

Le lactose et le galactose sont des sucres naturellement présents dans les produits laitiers.

Les sucres sont également présents dans les aliments sous d'autres appellations, telles que le sucre inverti, les sirops de glucose et de fructose, les jus concentrés et les sirops de fruits, les moûts, le miel, etc.

#### Quels effets du sucre sur la santé ?

L'ANSES, dans son rapport Actualisation des repères du PNNS : établissement de recommandations d'apport de sucres de 2016, souligne que les sucres, plus particulièrement sous forme liquide (sodas, nectars, jus de fruits à base de concentrés, jus de fruits frais, smoothies, etc.) contribuent à la prise de poids.

Le travail de l'Agence montre que la consommation de sucres au-delà de certaines quantités présente des risques pour la santé par des effets directs sur la prise de poids, l'augmentation de la triglycéridémie (taux de lipides dans le sang) et de l'uricémie (taux d'urée dans le sang), ainsi que par des effets indirects sur le diabète de type 2 et certains cancers, maladies qui constituent actuellement des enjeux de santé publique majeurs.

L'excès de sucre peut entraîner surpoids, obésité et maladies qui y sont associées, comme le diabète de type 2, des maladies cardiovasculaires et certains cancers.

Concernant les risques sur la santé bucco-dentaire, l'Agence rappelle que la relation entre la consommation de sucres et la carie dentaire est aujourd'hui démontrée. Cette relation a amené l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à recommander d'éventuellement réduire l'apport en sucres à moins de 5% de la ration énergétique totale.

Les données disponibles analysées par l'Anses ne permettent pas de distinguer les effets sur la santé des sucres naturellement présents dans les aliments de ceux des sucres ajoutés.

Face à ces constats, l'Agence recommande aux adultes de ne pas consommer plus de 100 g de sucres totaux par jour (hors lactose et galactose) et pas plus d'une boisson sucrée (en privilégiant les jus de fruit).

[...]

## ANNEXE 9

### EXTRAIT D'UNE ÉTUDE STATISTIQUE OQALI DE 2016 PORTANT SUR LES TENEURS EN NUTRIMENTS POUR LES BARRES CÉRÉALIÈRES AUX FRUITS

Famille	Nutriment	Nombre d'observations	Min	Max	Moyenne	Écart-type	Unité
Barres céréalières aux fruits	Acides gras saturés	54	0,3	8,7	1,7	1,7	g/100g
	Fibres alimentaires	37	1,4	8,8	4,3	1,3	g/100g
	Glucides	54	61	84	73,6	4,1	g/100g
	Matières grasses	54	3,2	15	6,3	2,4	g/100g
	Protéines	54	4	7,7	5,5	0,6	g/100g
	Sel	54	0,05	0,93	0,45	0,15	g/100g
	Sucres	54	19	37	28,2	3,5	g/100g
	Valeur énergétique	54	355	408	380	10	kcal/100g

Source : <https://www.oqali.fr/publications-oqali/etudes-sectorielles>

## ANNEXE 10

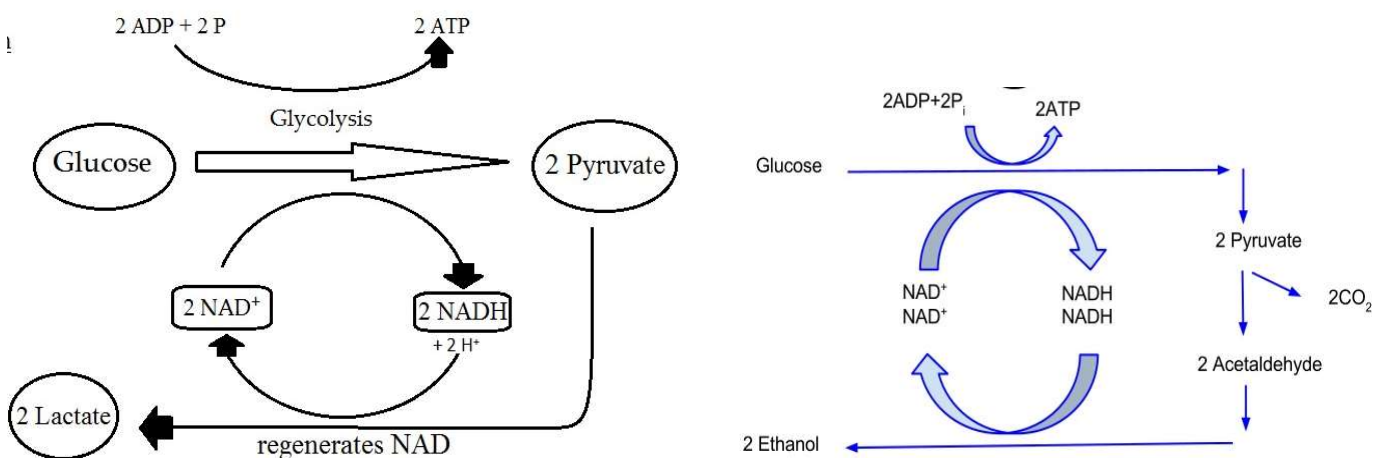
### PROCESSUS BIOLOGIQUE DE LA FERMENTATION

#### Définition

En biologie, la fermentation est définie comme un catabolisme anaérobie des nutriments organiques qui n'utilise ni chaîne de transport d'électron ni phosphorylation oxydative.

(Source : <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-fermentation-6817/>)

#### Exemples de fermentations



(Source : <https://biologydictionary.net/fermentation/#prettyPhoto/1/>)

### EXTRAIT D'UN DOSSIER DE L'ANSES RELATIF AUX LIPIDES DANS L'ALIMENTATION

Mis à jour le 24/01/2017

[...] Communément appelés « graisses », les lipides constituent, avec les protéines et les glucides, une des trois grandes familles de macronutriments, c'est-à-dire l'un des constituants des aliments qui contribuent à l'apport énergétique. [...]

#### Classification des acides gras

Il existe différentes façons de classer les acides gras. Du point de vue biochimique, on distingue :

- les acides gras saturés (AGS), qui ne possèdent aucune double liaison ;
- les acides gras monoinsaturés (AGMI) qui possèdent une seule double liaison ;
- et les acides gras polyinsaturés (AGPI) qui possèdent plusieurs doubles liaisons.

Du point de vue physiologique, on distingue :

- les acides gras indispensables et conditionnellement indispensables qui constituent les acides gras essentiels ;
- les acides gras indispensables nécessaires au développement et au bon fonctionnement du corps humain, mais que notre corps ne sait pas fabriquer ;
- les acides gras conditionnellement indispensables, essentiels pour la croissance normale et les fonctions physiologiques des cellules mais qui peuvent être fabriqués à partir de leur précurseur s'il est apporté par l'alimentation. Ils sont donc rigoureusement requis si leur précurseur indispensable est absent ;
- les acides gras non indispensables ou bien non essentiels.

L'ensemble des acides gras indispensables et conditionnellement indispensables constituent les acides gras essentiels. Les autres acides gras sont dits non essentiels. [...]

Parmi les acides gras non essentiels, on trouve notamment l'acide oléique (acide gras monoinsaturé majoritaire dans notre alimentation), et les acides gras saturés (AGS). Les acides gras saturés sont notamment constitués d'acides laurique, myristique et palmitique qui, en excès, sont athérogènes. D'autres AGS, notamment ceux à chaînes courtes et moyennes n'ont pas cet effet et pourraient même avoir des effets positifs sur la santé.

#### Les aliments riches en lipides

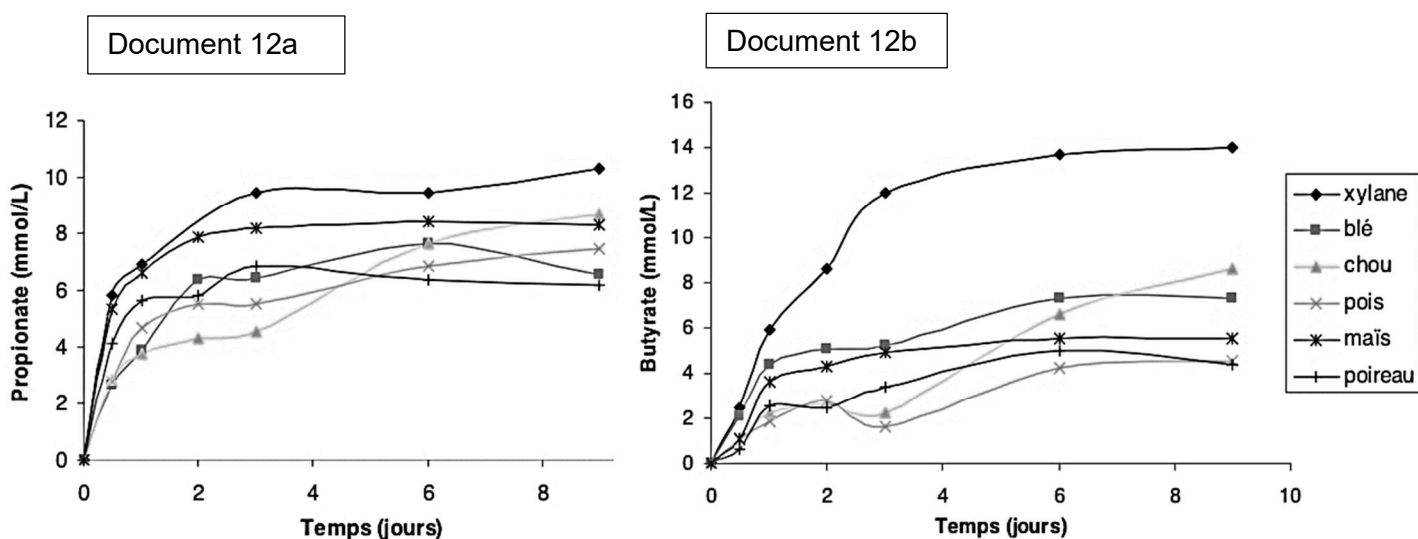
Les lipides alimentaires sont apportés à la fois par les produits animaux (poissons, oeufs, fromages, charcuterie, viande) et les produits végétaux (graines et fruits oléagineux, huiles). Il ne faut pas oublier que certains produits transformés (viennoiseries, barres chocolatées, etc.) en contiennent beaucoup, même s'ils ne sont pas visibles. [...]

#### Recommandations en lipides totaux

Comme pour tout nutriment, des apports excessifs en lipides peuvent être néfastes pour la santé. La part recommandée des lipides dans l'apport énergétique est de 35 à 40 %. Cette fourchette permet d'assurer la couverture des besoins en acides gras essentiels et indispensables et prend en compte la prévention des pathologies. [...]

## ANNEXE 12

### PRINCIPAUX ACIDES GRAS À COURTES CHÂÎNES PRODUITS PAR DES BACTÉRIES DU MICROBIOTE INTESTINAL



Seuls les acides gras à courte chaîne majoritairement produits sont présentés sur cette figure :

- le propionate ( $M = 73,08 \text{ g.mol}^{-1}$ ) pour *Bacillus xylanisolvens*,
- le butyrate ( $M = 87,11 \text{ g.mol}^{-1}$ ) pour *Roseburia intestinalis*.

(Source <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00719726/document>)

## ANNEXE 13

### INFORMATIONS SUR L'ENZYME EC 3.2.1.4 EXTRAITES DE LA BANQUE DE DONNÉES EC→PDB



● EC 1... ● EC 2... ● **EC 3...** ● EC 4... ● EC 5... ● EC 6...

**EC 3.2.1.4 Cellulase.**

265 PDB entries

#### Enzymes

EC 3...- Hydrolases. [27,222 PDB entries]

EC 3.2.- Glycosylases. [5,374 PDB entries]

EC 3.2.1.- Glycosidases, i.e. enzymes hydrolyzing O- and S-glycosyl compound [4,734 PDB entries]

**EC 3.2.1.4 Cellulase.** [265 PDB entries] PDBe



1a39

**Reaction:** Endohydrolysis of (1→4)-beta-D-glucosidic linkages in cellulose, lichenin and cereal beta-D-glucans.

**Other name(s):** Avicelase. Beta-1,4-endoglucan hydrolase. Beta-1,4-glucanase. Carboxymethyl cellulase. Cellulodextrinase. Endo-1,4-beta-D-glucanase. Endo-1,4-beta-D-glucanohydrolase. Endo-1,4-beta-glucanase. Endoglucanase.

**Comments:** Will also hydrolyze 1,4-linkages in beta-D-glucans also containing 1,3-linkages.

(Source : <https://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/databases/cgi-bin/enzymes/GetPage.pl>)

## ANNEXE A

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

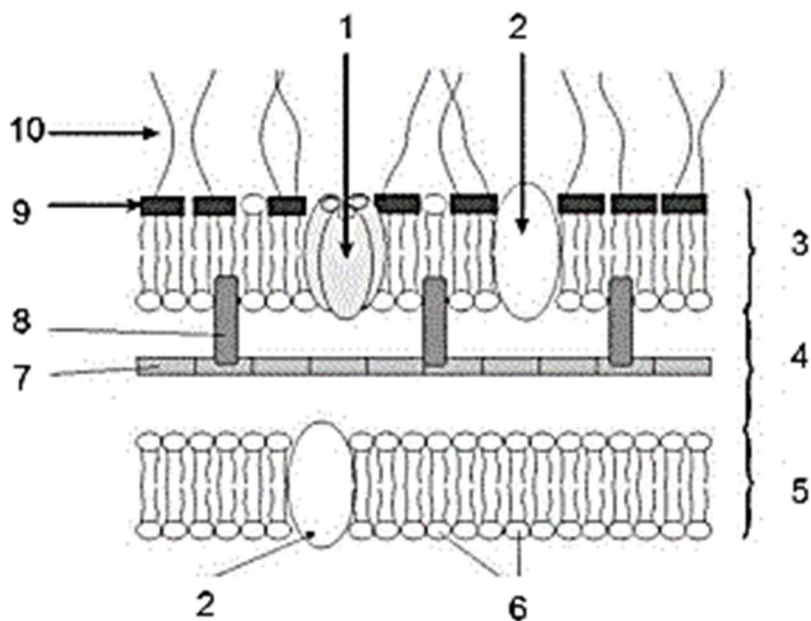
### ULTRASTRUCTURE COMPARÉE DES MICROORGANISMES A ET B

ORGANITES	LEVURE	BACTÉRIE
NOYAU		
PAROI		
MITOCHONDRIES		
RIBOSOMES		
<b>TYPE CELLULAIRE</b>		

## ANNEXE B

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

### PAROI BACTÉRIENNE



Source : <http://www.microbiologie-medicale.fr>

## ANNEXE C

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

### COMPOSITION DE LA GÉLOSE MAC CONKEY

COMPOSITION	CONCENTRATION (g/L)	RÔLES DES CONSTITUANTS
Peptones	20,0	
Lactose	10,0	
Sels biliaires	1,5	
Chlorure de sodium	5,0	
Rouge neutre	0,03	
Crystal violet	0,001	
Agar	13,5	
pH 7,1 ± 0,2 à 25 °C		

## ANNEXE D

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

### RÉSULTAT DE L'ENSEMENCEMENT D'UNE GÉLOSE MAC CONKEY + CÉFOTAXIME AVEC UN ÉCHANTILLON DE VIANDE

LECTURE	INTERPRÉTATION ET CONCLUSION
<b>PRÉSENCE DE CULTURE</b>	
<b>COLONIES ROUGES</b>	

Données : zones de virage du rouge neutre

pH < 6,8 : rouge

6,8 < pH < 8 : jaune orange

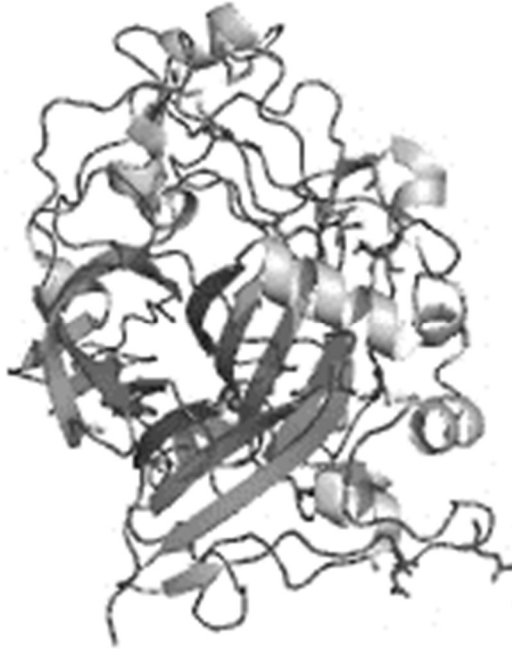
pH > 8 : jaune



## ANNEXE E

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

STRUCTURE D'UNE ENZYME IMPLIQUÉE DANS LA DÉGRADATION DE LA CELLULOSE



(Source : <https://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/databases/cgi-bin/pdbsum/getpage.pl?pdbcode=1a39&template=protein.html&o=rescons&l=1&chain=a&c=999&r=wiring>)

**CAPPUCCINO INSTANTANÉ À LA VANILLE**

Le cappuccino (café mousse en français) est un café à base d'un espresso « coiffé » de lait préalablement chauffé à la vapeur jusqu'à le faire mousser. Un procédé de fabrication d'un cappuccino décaféiné à la vanille en poudre est à l'étude.

**PARTIE 1 : SCIENCE DES ALIMENTS (50 POINTS)**

Le produit étudié est composé de : sucre, lait écrémé en poudre 20,4 %, sirop de glucose, huile végétale (noix de coco), café soluble décaféiné 14 %, lactose, arôme naturel, sel, correcteur d'acidité (E340), stabilisants (E331, E452).

**1. ÉTUDE DE MATIÈRES PREMIÈRES (22 points)****1.1. Les ingrédients et additifs**

1.1.1. Établir la liste des ingrédients et celle des additifs alimentaires entrant dans la composition du cappuccino. Justifier la réponse.

1.1.2. Ce produit ne contient pas d'auxiliaire technologique. Comparer un additif alimentaire avec un auxiliaire technologique.

1.1.3. Le cappuccino étudié contient un correcteur d'acidité et des stabilisants. Définir un correcteur d'acidité.

**1.2. Le lait**

1.2.1. Le lait a une structure complexe. Après avoir rappelé les différentes phases du lait, citer les constituants principaux de chacune d'entre elles.

1.2.2. Citer la protéine majeure du lait. Préciser son organisation dans le lait.

1.2.3. Le cappuccino contient du lait écrémé. Indiquer à quoi correspond cette appellation réglementaire.

1.2.4. Citer le type de molécules responsables de la formation de la mousse. Expliquer le processus de sa formation.

1.2.5. Un certain pourcentage de la population, variable selon les groupes humains, présente une intolérance à un des composants du lait. Nommer ce composant et indiquer l'origine de cette intolérance.

**1.3. Les arômes naturels**

Le produit étudié contient un arôme naturel, la vanilline qui peut être obtenue à partir de gousse de vanille. Après échaudage, les gousses sont séchées et stockées afin que le parfum de la vanille s'affirme. La vanilline est ensuite extraite à l'aide d'un solvant organique à partir de gousses de vanilles broyées.

1.3.1. Définir un arôme.

Les définitions réglementaires relatives aux arômes sont précisées dans l'annexe 1.

1.3.2. À l'aide de l'annexe 1, préciser à quelle catégorie d'arôme appartient la vanilline. Justifier la réponse.

1.3.3. Citer un autre procédé permettant d'obtenir de la vanilline. Préciser la catégorie d'arôme à laquelle appartient cette vanilline.

**2. ÉTUDE DE PROCÉDÉS DE FABRICATION (24 points)****2.1. Fabrication du café**

L'annexe 2 présente un diagramme simplifié du traitement du café.

2.1.1. Un schéma de la structure du fruit du caféier figure en annexe A. Annoter la figure.

**2.1.2.** Nommer les deux grands types de grains de café.

**2.1.3.** Donner les caractéristiques des cafés obtenus à partir des deux types de grains.

**2.1.4.** L'annexe 2 montre une extraction du grain de café réalisée par voie sèche. Citer l'autre voie possible d'extraction du grain de café et indiquer la principale différence entre les deux voies.

**2.1.5.** La torréfaction est une étape importante dans la fabrication. Elle consiste à porter le grain à une température comprise entre 190 et 230 °C. Expliquer les phénomènes mis en jeu lors de cette étape et donner les qualités physiques, chimiques et organoleptiques acquises par le café.

La décaféination est effectuée sur le café vert en grains. Il existe quatre méthodes principales de décaféination faisant appel à des substances différentes : l'eau, l'acétate d'éthyle, le CO<sub>2</sub> liquide ou supercritique et le chlorure de méthylène.

**2.1.6.** Donner l'intérêt du traitement de décaféination. Citer deux inconvénients pour le produit final, résultant de cette opération effectuée selon une méthode utilisant un solvant organique.

**2.1.7.** Citer les différentes catégories de contrôle effectuées sur le café décaféiné moulu. Pour chaque catégorie, donner un exemple précis.

## **2.2. Fabrication du sucre**

Le sucre ou « saccharose » est extrait et purifié à partir de betteraves sucrières ou de canne à sucre. Les procédés mis en œuvre dans chaque cas sont schématisés en annexe 3.

**2.2.1.** Comparer les procédés d'extraction mis en œuvre.

**2.2.2.** Citer l'opération unitaire qui permet d'obtenir le jus de diffusion à partir des betteraves mises en forme. Décrire brièvement cette étape du procédé.

**2.2.3.** Préciser le but de l'étape de chaulage.

**2.2.4.** Expliquer le rôle de l'étape d'évaporation.

**2.2.5.** Préciser l'utilité d'un 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> jet dans les 3 étapes de cristallisation, malaxage et essorage.

## **3. ÉTIQUETAGE DU PRODUIT (4 points)**

Depuis le règlement UE n°1169/2011 (règlement INCO), la déclaration nutritionnelle doit figurer sur l'étiquette.

**3.1.** Expliquer le but de la déclaration nutritionnelle. Préciser l'intérêt de faire figurer ces informations sur l'étiquette.

**3.2.** Citer 6 autres informations obligatoires pour ce produit alimentaire.

## ***PARTIE 2 : GÉNIE INDUSTRIEL (50 POINTS)***

Le procédé de fabrication d'un cappuccino instantané à la vanille est à l'étude.

Certaines étapes du procédé de fabrication doivent être optimisées et le système documentaire mis à jour.

### **1. ÉCRÉMAGE DU LAIT (13 points)**

Lors d'une première opération unitaire le lait cru subit un écrémage. Cette étape est réalisée à l'aide d'une centrifugeuse à assiettes.

**1.1.** Annoter le document 1 de l'annexe B.

**1.2.** Énoncer les bases du principe de fonctionnement d'une centrifugeuse à assiettes.

Les essais réalisés sur le lait après écrémage font apparaître un taux de matière grasse supérieur aux limites fixées dans le cahier des charges, laissant suspecter une mauvaise séparation des phases grasse et aqueuse. Les conditions de production et les caractéristiques biochimiques du lait sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Condition d'écémage : température de préchauffage du lait	20 °C		
Diamètre moyen des globules gras du lait cru (d)	1 µm		
Aire équivalente de la centrifugeuse	$A_e = 1 \cdot 10^5 \text{ m}^2$		
Accélération gravitaire	$a = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$		
	20 °C	30 °C	40 °C
Viscosité du lait ( $\eta$ )	2,0 mPa.s	1,7 mPa.s	0,7 mPa.s
Masse volumique de la phase grasse ( $\rho_2$ )	925 kg.m <sup>-3</sup>	916 kg.m <sup>-3</sup>	889 kg.m <sup>-3</sup>
Masse volumique de la phase aqueuse ( $\rho_1$ )	1040 kg.m <sup>-3</sup>	1033 kg.m <sup>-3</sup>	1016 kg.m <sup>-3</sup>
La vitesse de sédimentation est déterminée par la relation de Stokes :	$v_s = \frac{(\rho_1 - \rho_2) \times d^2 \times a}{18 \times \eta}$		
Débit volumique limite d'alimentation	$\dot{V} = v_s \times A_e$		

1.3. À partir des données sur les conditions de production et des caractéristiques biochimiques du lait, proposer une action corrective permettant d'améliorer la séparation. Expliquer votre démarche.

1.4. Calculer la vitesse de sédimentation des globules gras après optimisation des conditions de séparation. En déduire le débit volumique limite d'alimentation de la centrifugeuse en L.h<sup>-1</sup>.

## 2. PASTEURISATION DU LAIT ÉCRÉMÉ (13 points)

Après écrémage, le lait écrémé subit une pasteurisation de 15 s à 72 °C.

2.1. Annoter le document 2 de l'annexe B.

2.2. Définir la pasteurisation.

2.3. Calculer la valeur pasteurisatrice obtenue dans ces conditions.

2.4. La valeur pasteurisatrice présente dans le cahier des charges est de (1,30 ± 0,10). Proposer deux mesures correctives pour atteindre cette valeur. Justifier votre réponse.

2.5. Déterminer la charge résiduelle présente dans le lait écrémé pasteurisé après le traitement de 15 secondes à 72 °C.

Données :  $T^* = 70 \text{ °C}$        $\Delta t^* = 1 \text{ min}$        $z = 7 \text{ °C}$   
 Charge initiale du lait cru =  $10^6 \text{ UFC.mL}^{-1}$        $D_{70 \text{ °C}} = 0,20 \text{ min}$

## 3. CONCENTRATION DU LAIT ÉCRÉMÉ PASTEURISÉ (16 points)

Avant l'étape de séchage, le lait écrémé pasteurisé est concentré. L'entreprise peut envisager deux systèmes de concentration du lait. Les schémas de fonctionnement des systèmes sont présentés en annexe 4.

Afin de choisir une technique de concentration, des essais sont réalisés dans les conditions décrites ci-après. Chaque essai est effectué avec 100 kg de lait.

Essai 1 : concentration à froid	Essai 2 : concentration à chaud
Pourcentage de matière sèche du lait écrémé avant pré-concentration : %MS <sub>LE</sub> = 7 % Densité du lait écrémé : 1,02	
Pourcentage matière sèche perméat : MS <sub>P</sub> = 1,8 % Masse de rétentat obtenue : 27 kg Densité du lait concentré : 1,15	Masse de concentrat obtenue : 29 kg

### **3.1. Essai 1 : Concentration à froid**

**3.1.1.** Nommer précisément l'opération unitaire présentée sur le document 1 de l'annexe 4. Indiquer précisément les grandeurs lues en P1, P2 et P3.

**3.1.2.** Calculer le pourcentage d'extrait sec obtenu pour le rétentat.

**3.1.3.** Calculer le facteur de concentration volumique atteint.

### **3.2. Essai 2 : Concentration à chaud**

**3.2.1.** Nommer précisément le système de concentration du document 2 de l'annexe 4.

**3.2.2.** En vous appuyant sur le schéma du document 2 de l'annexe 4, décrire le fonctionnement du système de concentration à chaud.

**3.2.3.** Calculer le pourcentage d'extrait sec obtenu dans le concentrat.

### **3.3. Analyse**

Comparer les deux systèmes de concentration et énoncer deux avantages et deux inconvénients pour chacun d'entre eux.

## **4. ARÔME NATUREL DE VANILLE (2 points)**

L'arôme naturel de vanille est extrait par macération des gousses de vanille en présence d'un mélange eau / éthanol.

L'étape de concentration qui suit permet d'obtenir l'oléorésine, produit épais dont le degré Brix est de 80 degrés. L'étape de concentration se fait sans perte d'arôme de vanille.

La masse d'oléorésine est ajoutée à l'extrait de café décaféiné avant l'étape de séchage de l'extrait.

Proposer un extracteur permettant l'obtention de l'arôme naturel de vanille. Argumenter le choix.

## **5. DIAGRAMME DE FABRICATION DU CAPPUCCINO INSTANTANÉ (6 points)**

En vous appuyant sur les données de fabrication, compléter le diagramme de fabrication du cappuccino instantané présenté en annexe C.

## ANNEXE 1

### EXTRAIT DU RÈGLEMENT CE /1334/2008 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL DU 16 DÉCEMBRE 2008 RELATIF AUX ARÔMES ET À CERTAINS INGRÉDIENTS ALIMENTAIRES POSSÉDANT DES PROPRIÉTÉS AROMATISANTES QUI SONT DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS DANS ET SUR LES DENRÉES ALIMENTAIRES

#### Article 3

##### Définitions

1. Aux fins du présent règlement, les définitions établies dans les règlements (CE) n° 178/2002 et (CE) n° 1829/2003 s'appliquent.
  2. Aux fins du présent règlement, les définitions suivantes s'appliquent également :  
[...]
  - b) on entend par « substance aromatisante » une substance chimique définie possédant des propriétés aromatisantes ;
  - c) on entend par « substance aromatisante naturelle » une substance aromatisante obtenue par des procédés physiques, enzymatiques ou microbiologiques appropriés, à partir de matières d'origine végétale, animale ou microbiologique prises en l'état ou après leur transformation pour la consommation humaine par un ou plusieurs des procédés traditionnels de préparation des denrées alimentaires dont la liste figure à l'annexe II. Les substances aromatisantes naturelles correspondent aux substances qui sont naturellement présentes et ont été identifiées dans la nature ;
  - d) on entend par « préparation aromatisante » un produit, autre qu'une substance aromatisante, obtenu à partir :
    - i) de denrées alimentaires par des procédés physiques, enzymatiques ou microbiologiques appropriés, la matière étant prise soit en l'état, soit après sa transformation pour la consommation humaine par un ou plusieurs des procédés traditionnels de préparation des denrées alimentaires dont la liste figure à l'annexe II ;  
et/ou
    - ii) de matières d'origine végétale, animale ou microbiologique, autres que des denrées alimentaires, par des procédés physiques, enzymatiques ou microbiologiques appropriés, la matière étant prise en l'état ou préparée par un ou plusieurs des procédés traditionnels de préparation des denrées alimentaires dont la liste figure à l'annexe II ;
- [...]

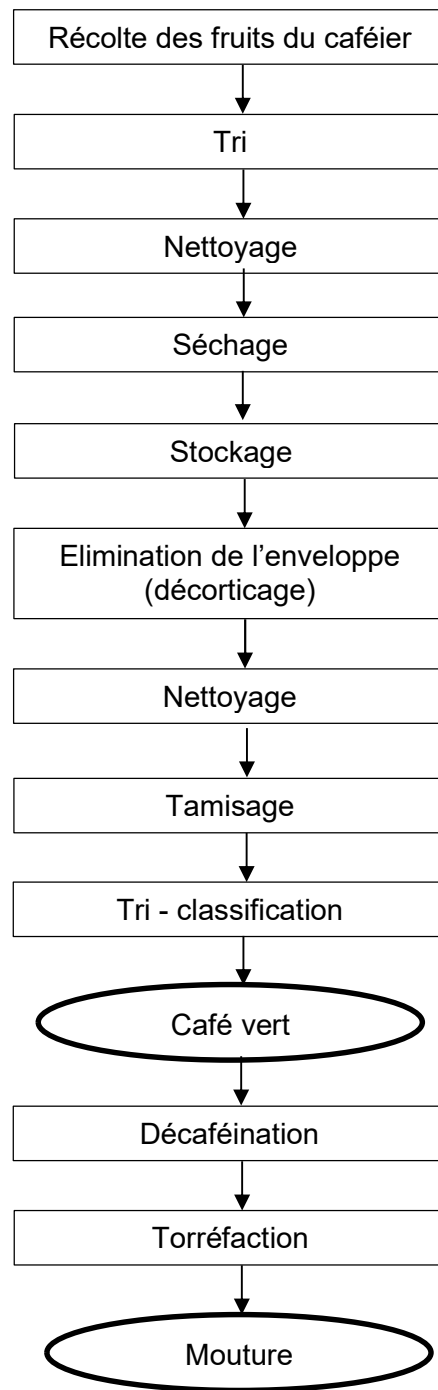
#### ANNEXE II

##### Liste des procédés traditionnels de préparation de denrées alimentaires

Hachage	Enrobage
Chauffage, cuisson, friture (jusqu'à 240 °C sous pression atmosphérique) et cuisson en autocuiseur (jusqu'à 120 °C)	Refroidissement
Découpage	Distillation/rectification
Séchage	Émulsification
Évaporation	Extraction, y compris l'extraction au solvant, conformément à la directive 88/344/CE
Fermentation	Filtration
Broyage	Trempage
Infusion	Macération
Processus microbiologiques	Mélange
Épluchage	Percolation
Pressurage	Réfrigération/congélation
Torréfaction/grillage	Pressage

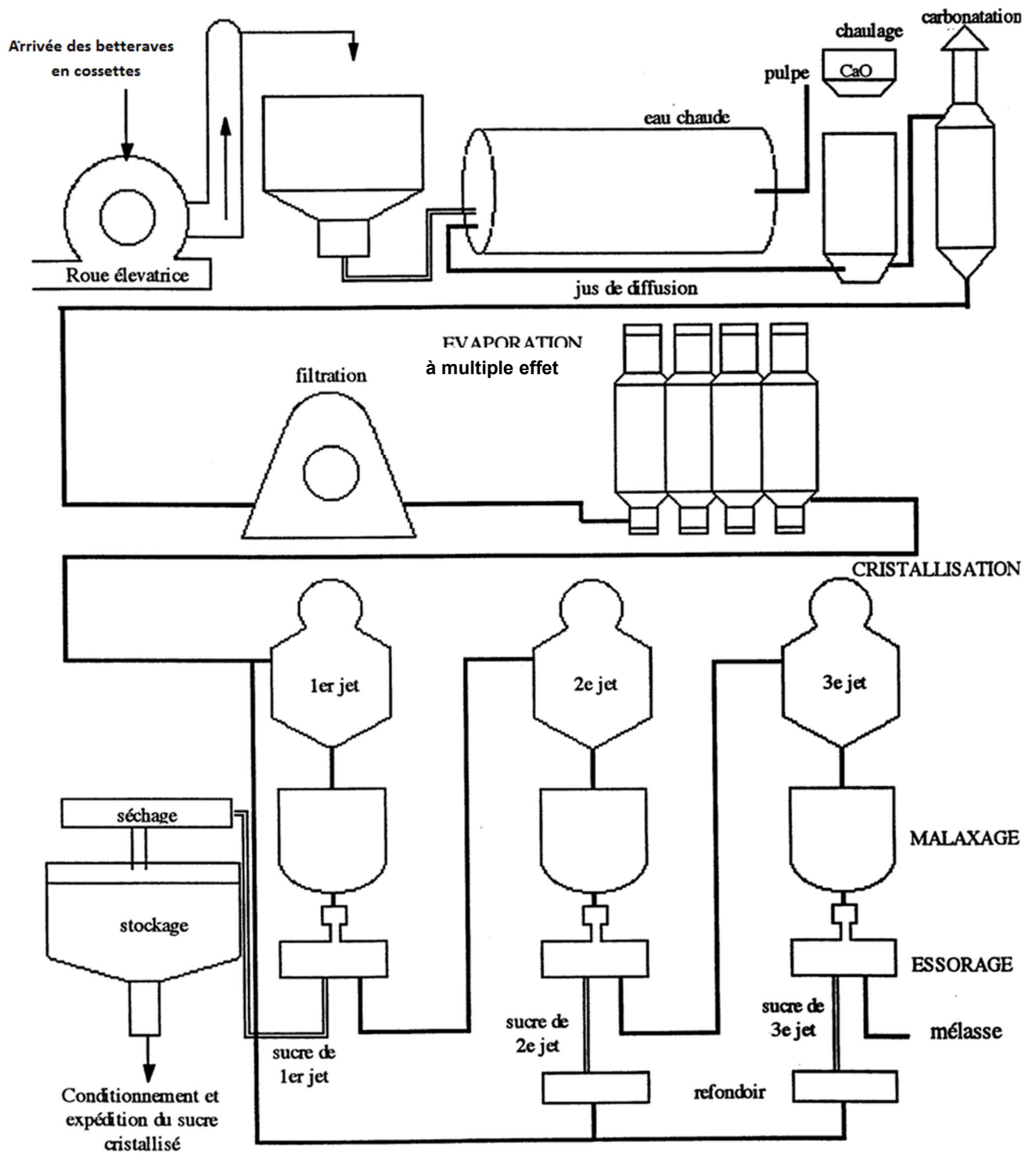
## ANNEXE 2

### FABRICATION DU CAFÉ (EXTRACTION DU GRAIN DE CAFÉ PAR VOIE SÈCHE)



# ANNEXE 3

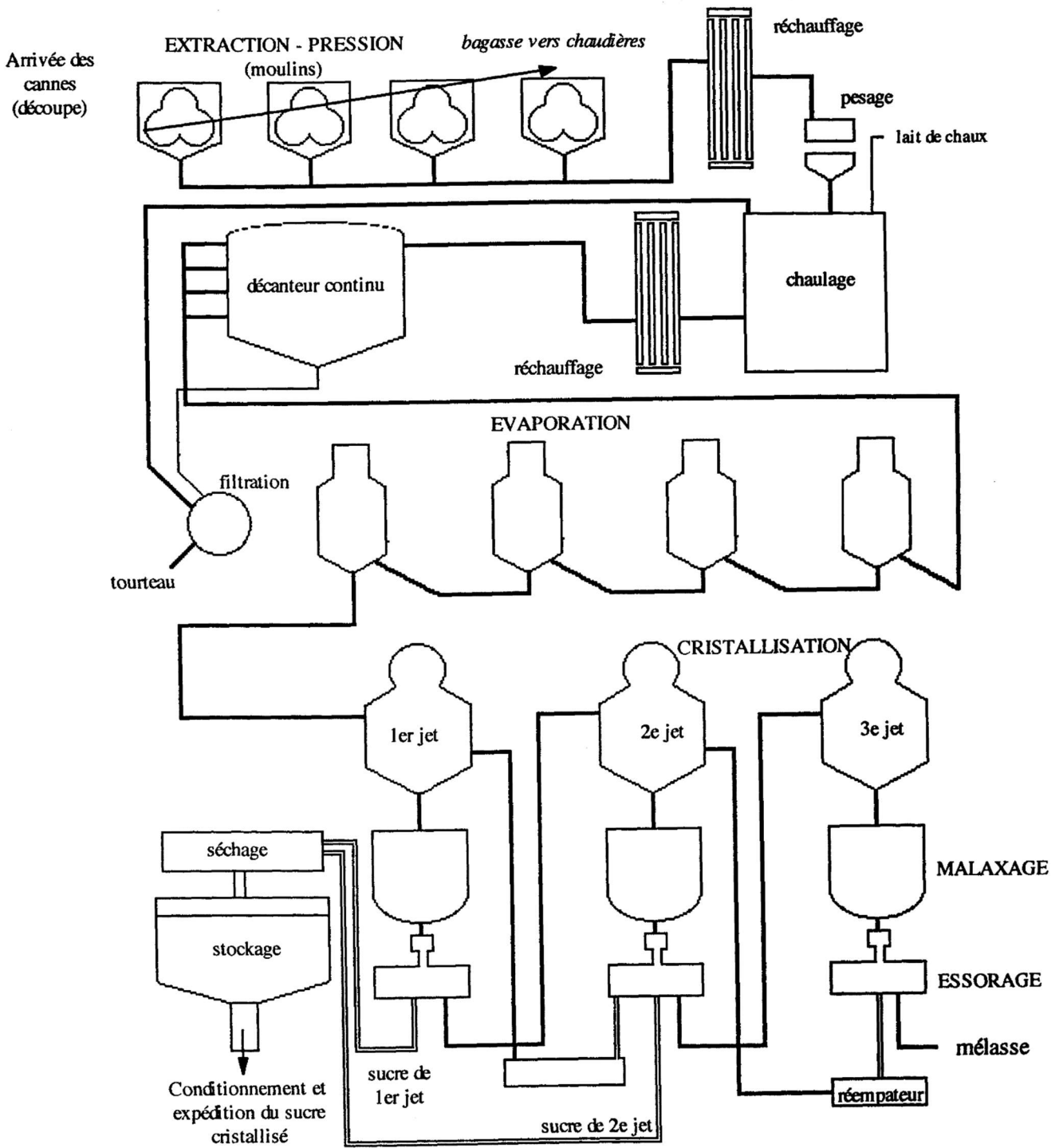
## EXTRACTION DU SUCRE DE BETTERAVE





# ANNEXE 3 (fin)

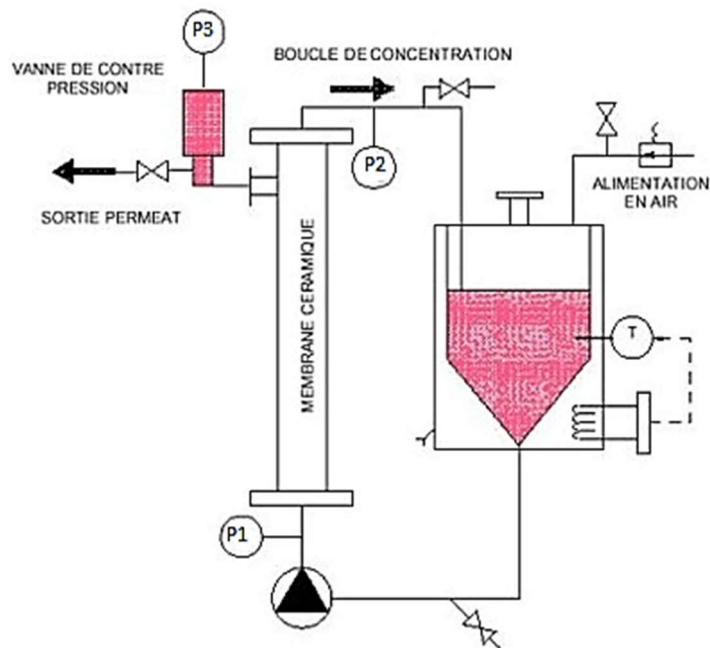
## EXTRACTION DU SUCRE DE CANNE



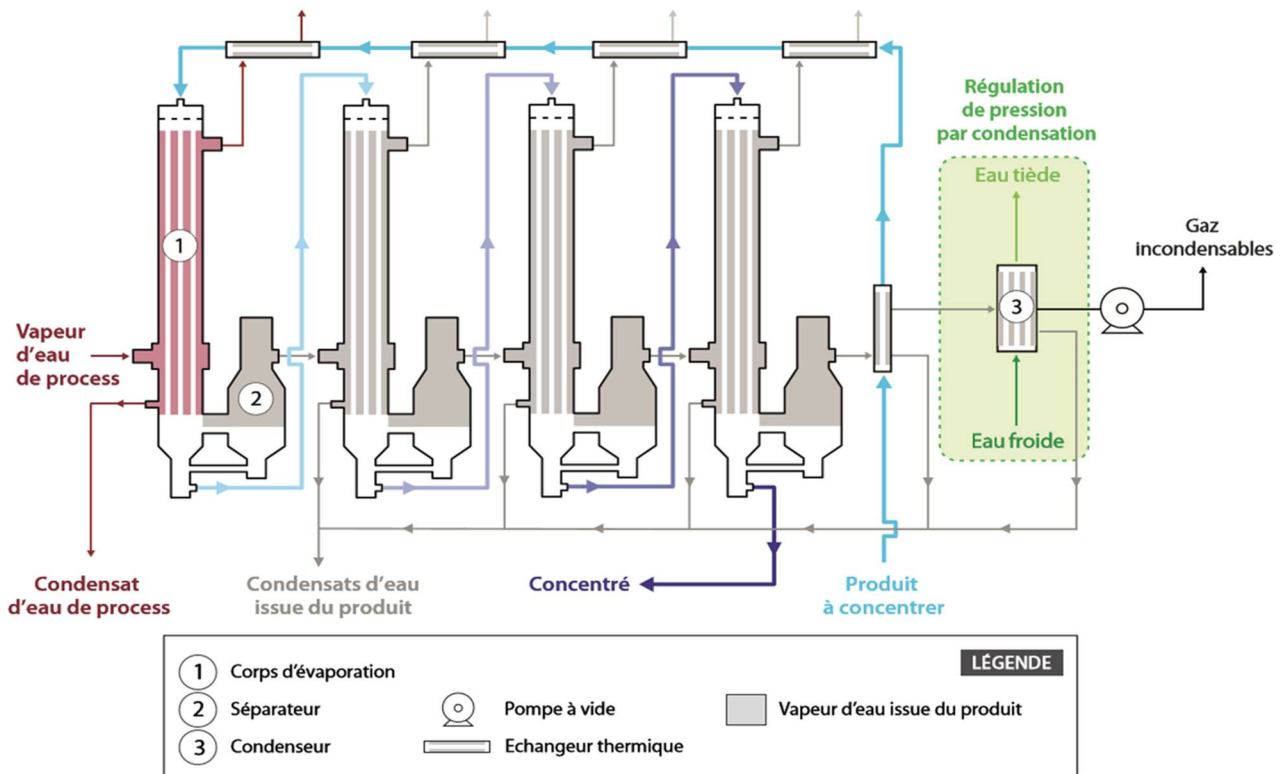
## ANNEXE 4

### SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DES SYSTÈMES DE CONCENTRATION

#### Document 1 : Concentration à froid

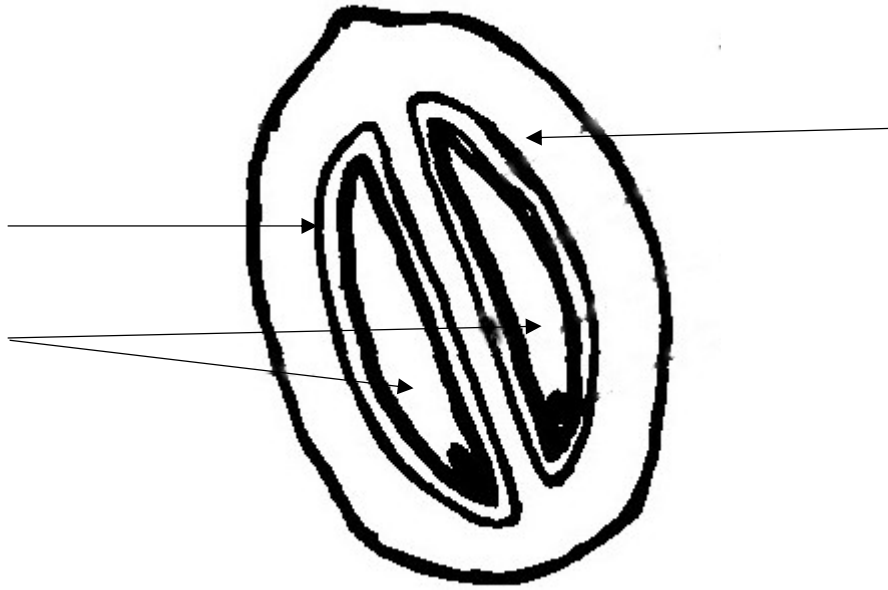


#### Document 2 : Concentration à chaud



ANNEXE A

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE



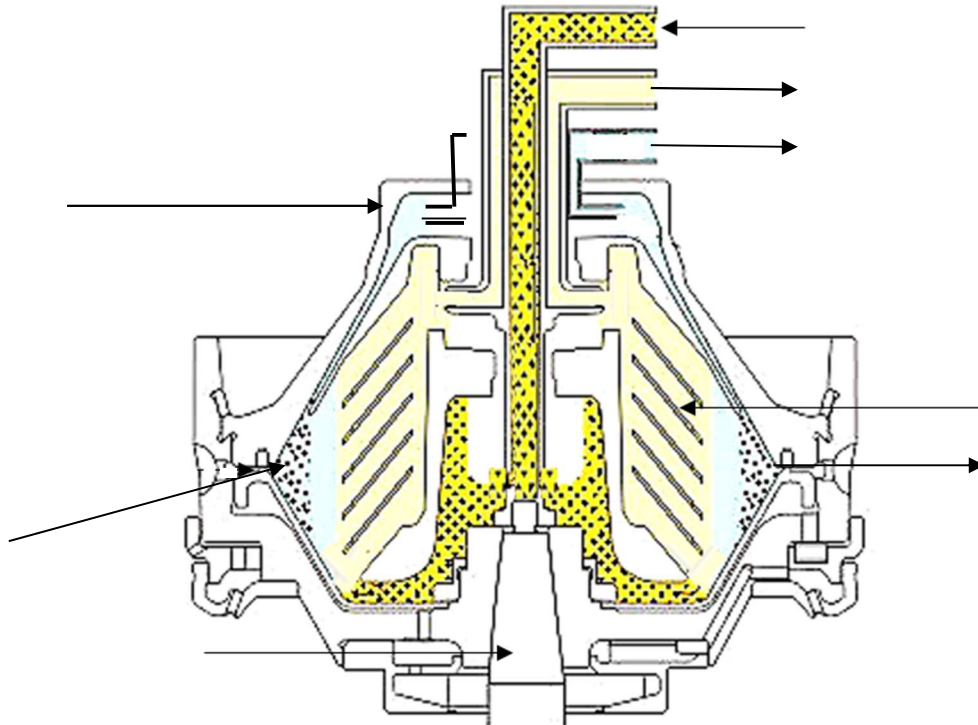
Titre :

## ANNEXE B

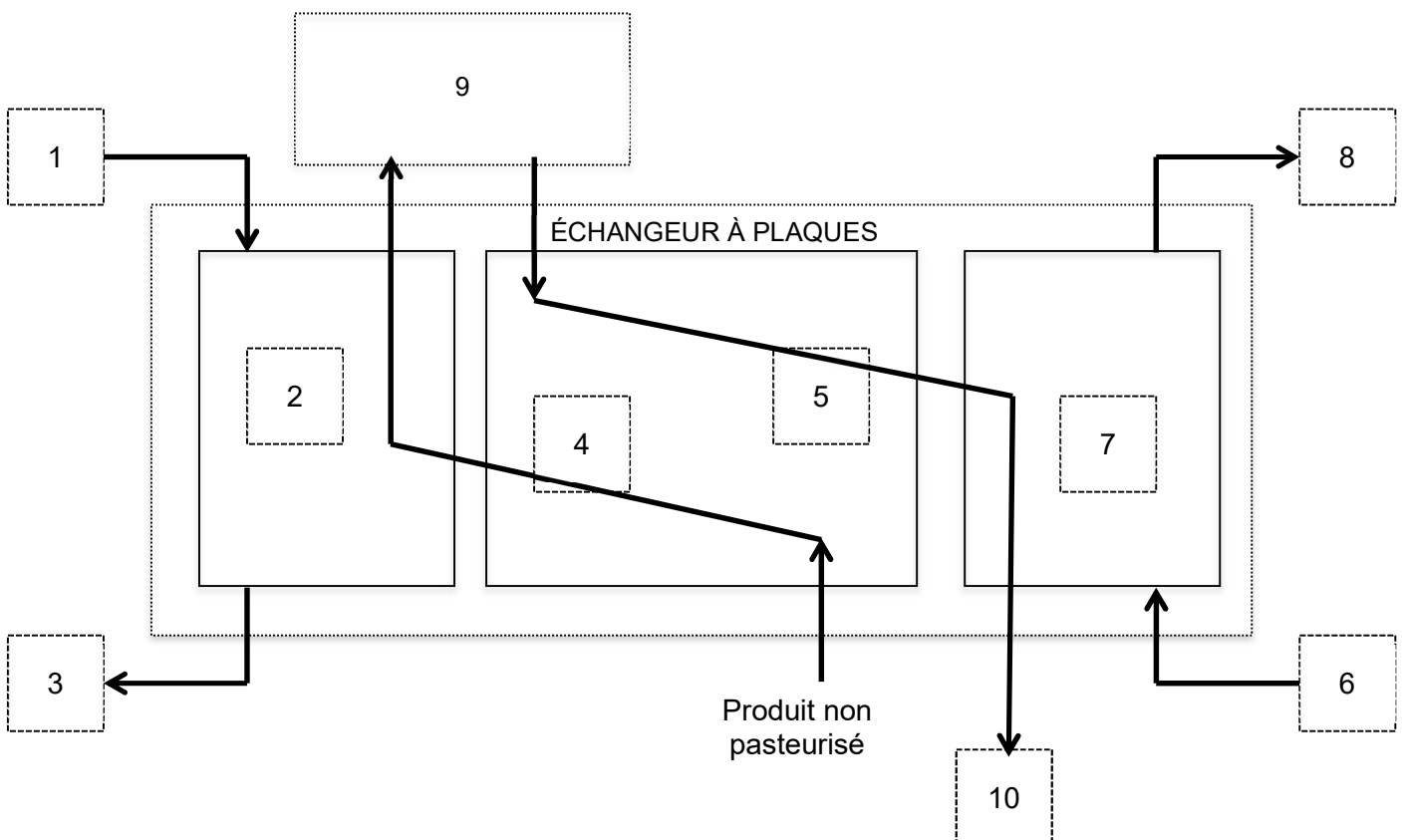
À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

EXTRAIT DOCUMENT D'INSTRUCTION ÉCRÉMAGE ET PASTEURISATION DU LAIT

Document 1 : Schéma de fonctionnement d'une centrifugeuse à assiettes



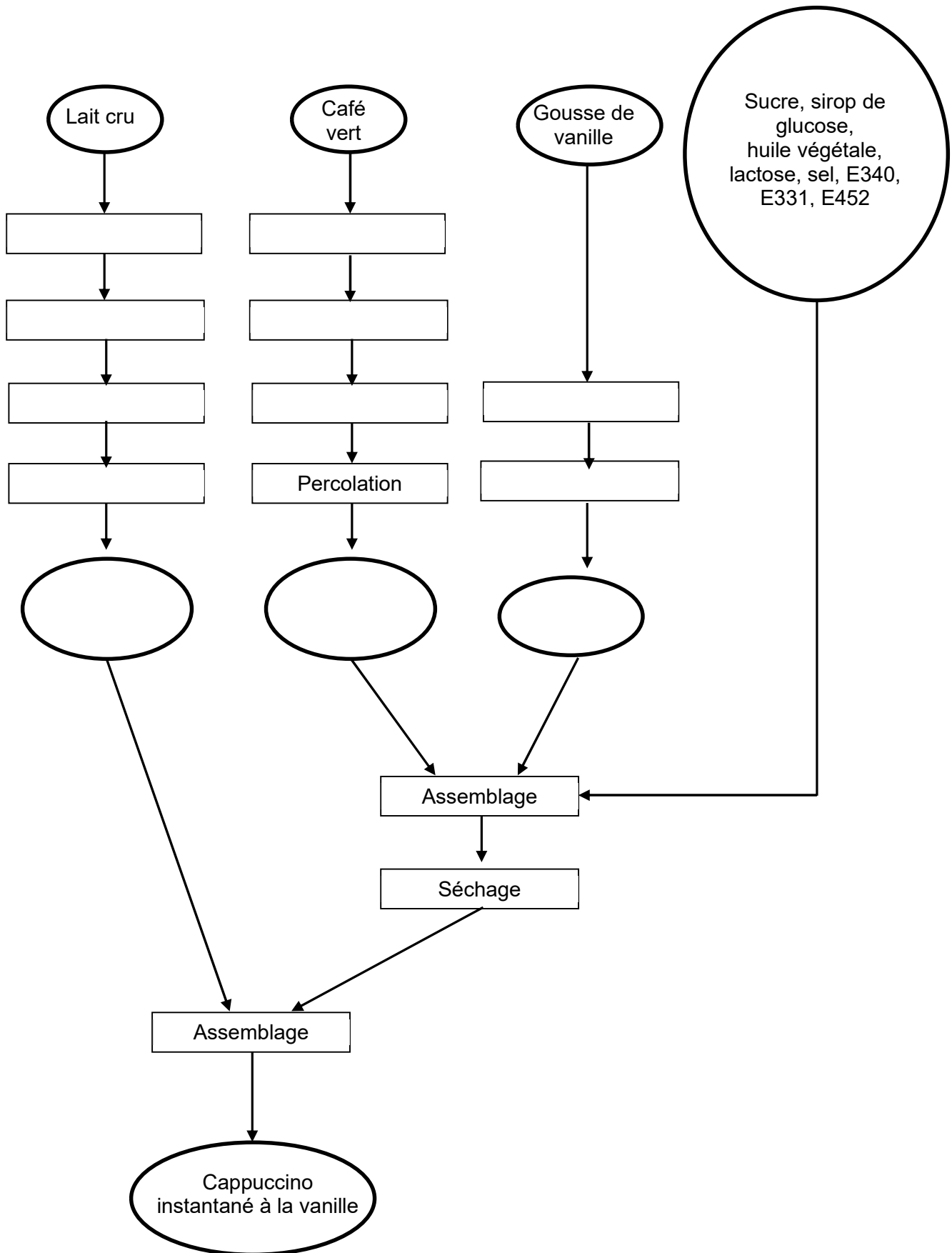
Document 2 : Schéma du procédé de fabrication du lait écrémé pasteurisé



# ANNEXE C

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

## DIAGRAMME DE FABRICATION DU CAPPUCCINO INSTANTANÉ



**DES BONBONS AU LABORATOIRE****PREMIER JOUR (4 heures 30)**

Un laboratoire de contrôle interne à une entreprise de confiserie reçoit un grand nombre d'échantillons à analyser dans le cadre du suivi de production. Il apporte son expertise au service qualité dans la gestion des non-conformités.

Les contrôles sont réalisés sur la matière première gélatine et sur le produit fini « bonbon » dont la composition est la suivante : *sirop de glucose, sucre, gélifiant : gélatine, acidifiant : E330, dextrose, jus de fruits concentrés, arômes.*

**1. CONTRÔLES QUALITÉ****1.1. Contrôle de l'origine de la gélatine**

La gélatine de porc est remplacée par de la gélatine de bœuf. Le laboratoire effectue un contrôle de deux échantillons de gélatine par la technique d'Ouchterlony.

**1.1.1. Réalisation pratique**

Utiliser la fiche technique 1 pour vérifier l'origine des lots de gélatine.

**1.1.2. Exploitation**

**Q1.** Rendre compte de l'ordre des dépôts à l'aide du document A.

**Q2.** Donner l'intérêt du puits contenant la gélatine de porc et du puits contenant le tampon.

**1.2. Recherche de *Salmonella* dans la gélatine**

Les gélatines doivent respecter les critères microbiologiques de sécurité des aliments et d'hygiène des procédés définis par le règlement (CE) n°2073/2005 du 15 novembre 2005, modifié par le règlement (CE) n°1441/2007.

Le laboratoire de contrôle qualité réalise en routine la recherche de *Salmonella* selon la norme EN/ISO 6579.

La méthode de référence de recherche et d'identification de *Salmonella* est décrite dans la fiche technique 2.

La recherche de *Salmonella* se fait en plusieurs étapes :

- pré-enrichissement sur eau peptonée tamponnée (EPT) à 37 °C durant 18 h,
- enrichissement sur milieu Rappaport Vassiliadis (RVS) à 41,5 °C durant 24 h et Muller Kauffmann (MKTTn) à 37 °C durant 24 h,
- isolement sur milieu XLD et un autre milieu au choix à 37 °C durant 24 h,
- identification des colonies suspectes.

**1.2.1. Réalisation pratique**

Une partie de cette méthode est réalisée. La réalisation pratique est indiquée dans la fiche technique 2.

**1.2.2. Exploitation**

**Q3.** Expliquer l'intérêt de réaliser un préenrichissement en eau peptonée.

**Q4.** Préciser le rôle du milieu Rappaport Vassiliadis.

### 1.3. Optimisation du nettoyage

Des contrôles réalisés sur les surfaces sont non conformes. Ils ont montré une charge microbienne trop élevée. Le laboratoire propose de vérifier l'efficacité du désinfectant utilisé par l'entreprise.

Le laboratoire détermine la concentration minimale bactéricide (CMB) du détergent-désinfectant Bactclean par microméthode. Ce détergent-désinfectant est bactéricide sur *Escherichia coli* à une concentration de 0,025 % pour un temps d'action de 5 minutes.

#### 1.3.1. Réalisation pratique

La fiche technique 3 décrit le protocole utilisé.

*Montrer la réalisation d'une dilution à l'examineur.*

#### 1.3.2. Exploitation

**Q5.** Justifier le choix des dilutions ensemencées.

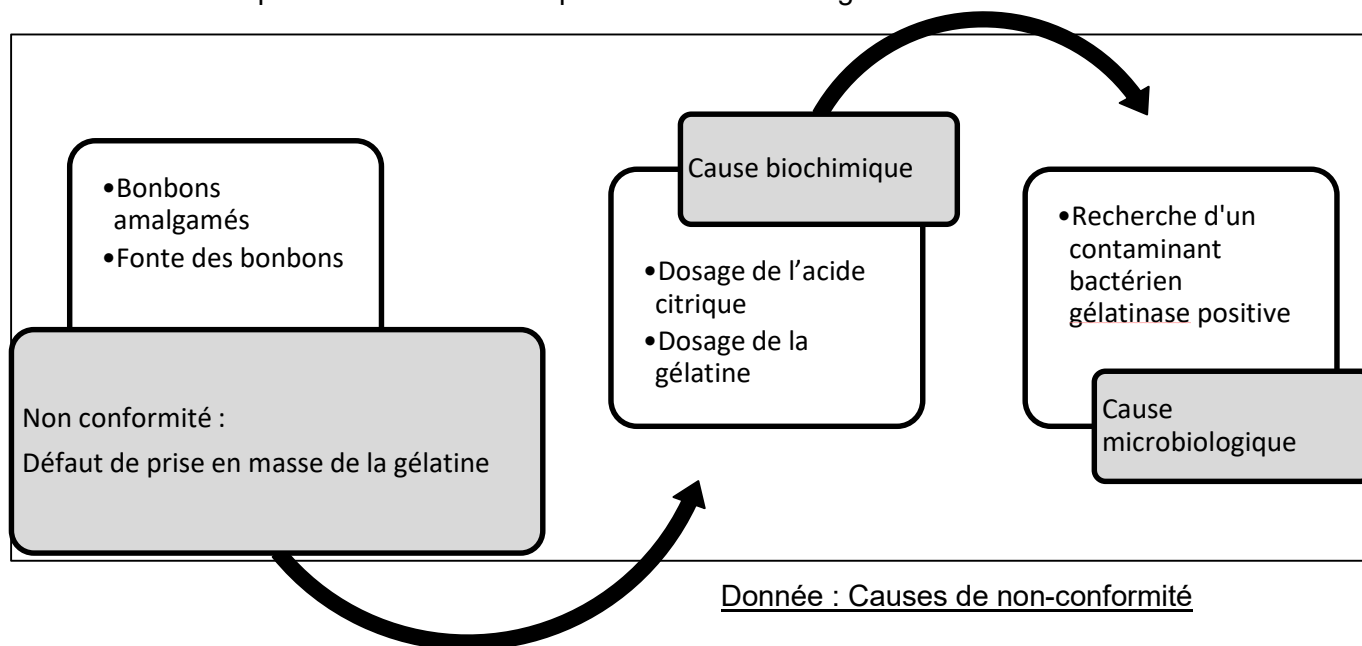
**Q6.** Définir la concentration minimale bactéricide.

**Q7.** Expliquer un calcul de détermination de la concentration en détergent-désinfectant Bactclean dans une cupule.

**Q8.** Compléter le document B.

## 2. TRAITEMENT DES NON-CONFORMITÉS DU PRODUIT FINI

Des lots de bonbons posent un problème de stabilité dans le temps. Les bonbons fondent et ils s'amalgament dans l'emballage. Le service qualité demande donc au laboratoire de réaliser une série d'analyses pour identifier les causes possibles du défaut de prise en masse de la gélatine.



### 2.1. Contrôle de l'acidité sur le produit fini

Pour la fabrication des bonbons gélifiés, l'industrie de la confiserie utilise de l'acide citrique (E330) qui joue un rôle dans la prise en masse de la gélatine du bonbon (il est également exhausteur de goût et conservateur pour ces confiseries). Dans le produit fini, la teneur en acide citrique doit être comprise entre 3,0 et 3,5 g pour 100 g de bonbons.

Un dosage de l'acidité est effectué sur le produit fini. La fiche technique 4 présente la préparation de l'échantillon « B », solution fournie par le centre.

#### 2.1.1. Réalisation pratique

Utiliser la fiche technique 5 pour réaliser le contrôle de l'acidité de l'échantillon « B ».

*Montrer la réalisation du pipetage et la lecture de la chute de burette à l'examineur.*

### 2.1.2. Exploitation

**Q9.** Compléter le document C.

**Q10.** Vérifier l'exactitude de la concentration de la solution étalon contrôle d'acide citrique, d'après les données de la fiche technique 5.

**Q11.** Élaborer les équations aux grandeurs et aux unités permettant de déterminer la concentration en acide citrique de l'échantillon « B » en mol.L<sup>-1</sup>. Effectuer le calcul de l'équation aux valeurs numériques.

**Q12.** Élaborer l'équation aux grandeurs permettant de déterminer la teneur en acide citrique en g d'acide citrique pour 100 g de bonbons. Effectuer le calcul de l'équation aux valeurs numériques.  
Conclure.

## 2.2. Détermination de la concentration critique de la gélatine par spectrophotométrie

Une mauvaise gélification est une cause possible de fonte des bonbons dans les emballages.

La formation du gel dépend de différents paramètres dont la concentration en gélatine, qui est essentielle. Elle doit être de 0,8 % minimum dans le produit fini pour qu'il y ait gélification. C'est la concentration critique de gélification.

### 2.2.1. Réalisation pratique

Utiliser la fiche technique 6 pour réaliser le dosage de la gélatine dans les bonbons.

*La lecture au spectrophotomètre se fera en présence d'un examinateur.*

### 2.2.2. Exploitation

**Q13.** Compléter le document C.

**Q14.** Utiliser l'outil informatique pour déterminer l'équation de la droite de régression et le coefficient de corrélation.

**Q15.** Calculer la masse de gélatine contenue dans l'échantillon « B ».

**Q16.** Calculer la concentration en masse de gélatine dans l'échantillon « B ».

**Q17.** En déduire la teneur en gélatine en g de gélatine pour 100 g de bonbons.

**Q18.** Conclure.

## 2.3. Recherche d'un contaminant gélatinase +

Des prélèvements de gélatine qui présentent un défaut de prise ont permis d'isoler un contaminant.

Le contaminant est présenté sur gélose nutritive ordinaire. L'objectif est de l'identifier et de déterminer l'origine de la contamination.

Un contrôle de ses caractères morphologiques et biochimiques est réalisé.

### 2.3.1. Réalisation pratique

En vous appuyant sur la fiche technique 7, vérifier les caractères morphologiques de la souche notée « C + n° ».

*Présenter l'examen microscopique à un examinateur, accompagné du compte rendu d'observation sur le document D.*

*Réaliser le test enzymatique approprié en présence d'un examinateur.*

Compléter le document D.

Ensemencer les milieux fournis par le centre. (*La distribution des milieux est réalisée après la remise du document D.*)

Incuber à 37 °C pendant 24 heures.

### 2.3.2. Exploitation

**Q19.** Proposer sur le document D une orientation justifiée du contaminant.

**Q20.** Proposer sur le document D une microgalérie et des milieux associés à ensemercer pour réaliser l'identification de la souche test.

Le document D est à rendre 1 heure avant la fin de l'épreuve.



## **BARÈME**

Analyses microbiologiques	22 points
Analyses biochimiques	21 points
Analyse immunologique	8 points
Compétences transversales	9 points

## **DOSSIER TECHNIQUE**

### **DOCUMENTS**

Fiche technique 1 : **Contrôle de l'origine de la gélatine**

Fiche technique 2 : **Méthode horizontale pour la recherche de *Salmonella***

Fiche technique 3 : **Méthode de détermination de la CMB du détergent-désinfectant utilisé par l'entreprise**

Fiche technique 4 : **Préparation de l'échantillon « B » (déjà réalisée)**

Fiche technique 5 : **Dosage volumétrique de l'acide citrique**

Fiche technique 6 : **Dosage spectrophotométrique de la gélatine dans les bonbons par la méthode du biuret**

Fiche technique 7 : **Vérification des caractères microbiologiques et identification biochimique d'une souche gélatinase +**

### **DOCUMENTS À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

Document A : **Fiche résultats contrôle de l'origine de la gélatine**

Document B : **Fiche résultats détermination de la CMB du détergent-désinfectant utilisé par l'entreprise**

Document C : **Fiche résultats contrôles biochimiques**

Document D : **Fiche résultats contrôle des caractères microbiologiques du contaminant**

### **DOCUMENTS FOURNIS PAR LE CENTRE**

Gabarit Ouchterlony

Gabarit Spot CMB

Aide-mémoire de métrologie

### 1. PRINCIPE

La méthode est fondée sur la diffusion d'antigènes et d'anticorps introduits chacun dans des puits creusés dans une gélose agarose. Il se forme alors un arc de précipitation dans la zone d'équivalence.

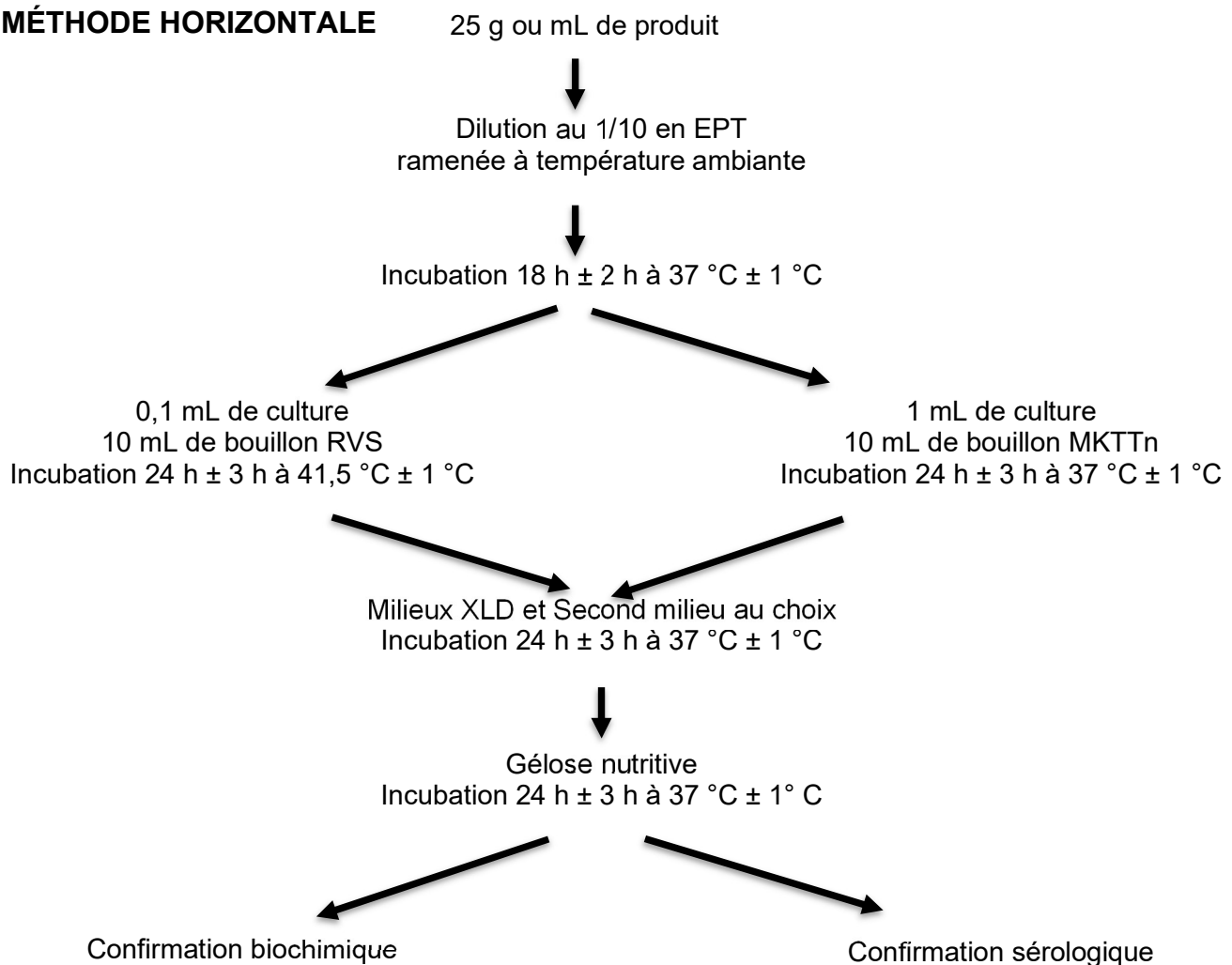
### 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

- 1 gel en petite boîte de Pétri
- 1 tube Eppendorf contenant une solution d'anticorps anti-gélatine de porc noté « anti-gélatine de porc »
- 1 tube Eppendorf contenant une solution de gélatine de porc noté « gélatine de porc »
- 1 tube Eppendorf contenant une solution de gélatine à tester noté « lot 1 »
- 1 tube Eppendorf contenant une solution de gélatine à tester noté « lot 2 »
- 1 tube Eppendorf contenant du tampon noté « PBS »
- 1 pipette à piston (P50) et cônes
- 1 emporte-pièce
- 1 gabarit de perçage des trous
- 1 chambre humide

### 3. MODE OPÉRATOIRE

Réaliser 5 puits dans la gélose à l'aide de l'emporte-pièce et du gabarit fourni par le centre.  
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.

### 1. MÉTHODE HORIZONTALE



## 2. COMPOSITION DU MILIEU RAPPAPORT VASSILIADIS

**Domaine d'application :** bouillon d'enrichissement sélectif utilisé pour la recherche des salmonelles dans les produits alimentaires et les eaux

**Composition :**

Constituants	Quantités
Peptone de soja.....	4,50 g
Chlorure de sodium.....	7,20 g
Di-hydrogénophosphate de potassium.....	1,26 g
Hydrogénophosphate di-potassium.....	0,18 g
Chlorure de magnésium anhydre.....	13,4 g
Oxalate de vert de Malachite.....	36 mg
Eau désionisée.....	1000 mL

pH (25 °C) final = 5,2 ± 0,2

## 3. REALISATION PRATIQUE

### Matériel

- 1 tube de milieu Rappaport Vassiliadis ensemencé avec 0,1 mL de la culture de 18 h en bouillon EPT noté « RVS »
- 1 milieu XLD coulé noté « XLD »
- 1 milieu Hektoen coulé noté « Hektoen »

### Protocole opératoire

À partir du milieu Rappaport Vassiliadis, réaliser l'étape d'isolement sur les milieux XLD et Hektoen.

**ÉTAPE 1 : DÉTERMINATION DE LA CONCENTRATION DE LA SOUCHE TEST****1. Matériel et réactif**

Tube de 5 mL d'inoculum d'*Escherichia coli*, noté « *E. coli* 5 mL », à environ  $10^7$  UFC.mL<sup>-1</sup>  
 5 tubes de 9 mL de diluant, notés « diluant »  
 3 géloses pour dénombrement coulées, notées « PCA »  
 Pipettes graduées stériles de 1 mL  
 Système d'étalement

**2. Mode opératoire**

Réaliser des dilutions successives au dixième jusqu'à la dilution  $10^{-5}$ .  
 Ensemencer les 3 dernières dilutions en surface d'une gélose pour dénombrement.  
 Volume d'inoculum : 0,1 mL

**ÉTAPE 2 : DÉTERMINATION DE LA CONCENTRATION MINIMALE BACTÉRICIDE****1. Matériel et réactif**

Microplaque  
 Tube de 1 mL d'inoculum d'*Escherichia coli*, noté « *E. coli* 1 mL », à environ  $10^7$  UFC.mL<sup>-1</sup>  
 Solution de détergent-désinfectant Bactclean à 0,1 %, noté « DDB 0,1 % »  
 Tube de 1 mL d'eau physiologique, notée « EP 1 mL »  
 Gélose pour dénombrement coulée et contenant un neutralisant, notée « PCA-neutralisant »  
 Pipettes à piston (P50 + P200) + cônes  
 Chronomètre

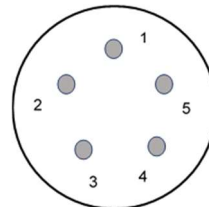
**2. Mode opératoire****2.1. Action du désinfectant sur l'inoculum**

Remplir la microplaque en suivant le tableau ci-dessous :

Cupule	1	2	3	4	5	
Bactclean 0,1 %		60 µL	60 µL			
Eau physiologique	60 µL		60 µL	60 µL	60 µL	
Redistribution				60 µL	60 µL	
Élimination						60 µL
Inoculum	60 µL	60 µL	60 µL	60 µL	60 µL	
Laisser agir 5 minutes exactement +/- 10 secondes.						

**2.2 Détermination de la CMB**

Déposer, immédiatement après les 5 minutes, 10 µL de chaque cupule sur une gélose contenant un milieu de culture additionné d'agent neutralisant selon le modèle ci-dessous (voir gabarit fourni par le centre).  
 Incuber à 37 °C durant 24 heures.



Cette préparation a déjà été réalisée.

### 1. PRINCIPE

Solubiliser par chauffage les constituants des bonbons pour pouvoir réaliser les différents contrôles.

### 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

Confiserie gélifiée

Fiole d'Erlenmeyer avec bouchon

Balance et matériel de pesée

Bain thermostaté à 50 °C

Fiole jaugée 50,00 mL

Éprouvette graduée

### 3. MODE OPÉRATOIRE (Djà réalisé)

Découper en très petits morceaux 3 oursons, choisis non colorés pour éviter les interférences avec le dosage spectrophotométrique qui sera mis en œuvre.

Peser une masse de 4,0 g d'oursons découpés.

Introduire dans une fiole d'Erlenmeyer. Couvrir d'environ 20 mL d'eau désionisée.

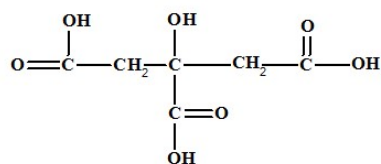
Boucher et porter au bain thermostaté à 50 °C en agitant régulièrement jusqu'à dissolution complète.

Refroidir puis transvaser quantitativement la solution dans une fiole jaugée de 50,00 mL. Rincer à l'eau désionisée, joindre les eaux de rinçage et ajuster au trait de jauge.

On obtient l'échantillon « B » sur lequel sont réalisées les analyses.

## 1. PRINCIPE

L'acide citrique est un triacide de formule développée suivante :



$$pK_{a1} = 3,1 \quad pK_{a2} = 4,8 \quad pK_{a3} = 6,4$$

Le dosage de cet acide est réalisé à l'aide d'une base forte, l'hydroxyde de sodium. L'équivalence est visualisée par le bleu de thymol : zone de virage du jaune au bleu entre 8,2 et 9,6. Au virage de l'indicateur de fin de réaction, les trois acidités sont neutralisées. Une mole d'acide citrique réagit avec trois moles d'hydroxyde de sodium.

## 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

Échantillon « B » fourni

Solution d'hydroxyde de sodium, notée « soude » :  $C_{(\text{NaOH}; \text{soude})} = (0,040 \pm 0,002) \text{ mol.L}^{-1}$

Bleu de thymol

Pipette jaugée 10,00 mL

Fiole d'Erlenmeyer

Burette

## 3. MODE OPÉRATOIRE

Dans une fiole d'Erlenmeyer, introduire 10,00 mL de l'échantillon et quelques gouttes de bleu de thymol. Verser à la burette la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au virage de l'indicateur. Noter le volume équivalent  $V_E$  sur le document C.

## 4. DONNÉES

### 4.1. Vérification de l'exactitude de la solution étalon contrôle d'acide citrique

Un contrôle métrologique utilisant une solution étalon contrôle d'acide citrique (EC) de référence a été réalisé afin de vérifier l'exactitude.

La concentration de la solution étalon contrôle de référence est :  $C_{(\text{acide citrique}; \text{réf})} = (0,020 \pm 0,002) \text{ mol.L}^{-1}$ .

Le résultat obtenu est le suivant :  $C_{(\text{acide citrique}; \text{EC})} = 0,023 \text{ mol.L}^{-1}$ .

### 4.2. Dosage de l'acide citrique dans l'échantillon « B »

Écart-type de reproductibilité pour la vérification d'exactitude :  $s_R = 0,0010 \text{ mol.L}^{-1}$

M acide citrique =  $192 \text{ g.mol}^{-1}$

Incertitude type composée pour la teneur en acide citrique :  $u_c = 0,10 \text{ g pour } 100 \text{ g}$

## 1. PRINCIPE

En milieu basique, les ions cuivriques  $\text{Cu}^{2+}$  forment un complexe bleu violet avec les composés comportant au moins deux groupements voisins du type  $\text{CO-NH}$  ou  $\text{CO-NH}_2$ .

Les peptides et les protéines forment donc un complexe violet stable présentant une absorbance maximale à 540 nm.

## 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

Échantillon « B » fourni

Solution étalon de gélatine à  $10 \text{ g.L}^{-1}$ , notée « gélatine  $10 \text{ g.L}^{-1}$  »

Réactif de Gornall

Pipettes à piston (P1000 + P200) + cônes

Spectrophotomètre + cuves

## 3. MODE OPÉRATOIRE

### 3.1. Gamme d'étalonnage

Préparer directement la gamme d'étalonnage dans une série de 6 cuves spectrophotométriques selon le tableau suivant :

Cuves	0	1	2	3	4	5
V solution étalon à $10 \text{ g.L}^{-1}$ (mL)	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
V eau désionisée (mL)	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
V réactif de Gornall (mL)	←————— 2,5 —————→					

Homogénéiser.

Attendre 20 minutes à l'obscurité.

Lire l'absorbance à 540 nm contre le blanc.

### 3.2. Dosage de l'échantillon « B »

Réaliser le dosage, selon le même mode opératoire, à partir de 0,5 mL d'échantillon.

## 4. DONNÉES

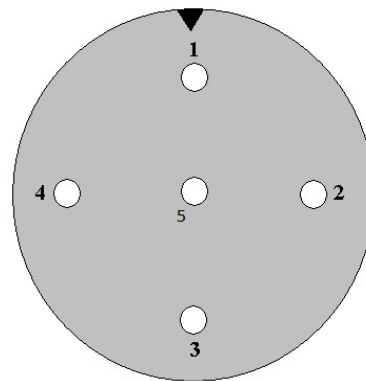
La vérification de l'exactitude a préalablement été réalisée et vérifiée.

L'incertitude type composée du dosage de la teneur en gélatine dans les bonbons est de :  $u_c = 0,27 \%$  (m/m).

**DOCUMENT A**  
**À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**  
**FICHE RÉSULTATS**  
**CONTRÔLE DE L'ORIGINE DE LA GÉLATINE**

N° de poste :

Nature des dépôts :



1 :

2 :

3 :

4 :

5 :



**DOCUMENT B**

**À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

**FICHE RÉSULTATS**

**DÉTERMINATION DE LA CMB DU DÉTERGENT-DÉSINFECTANT UTILISÉ PAR L'ENTREPRISE**

N° poste :

**CONTRÔLE DE LA CONCENTRATION DE LA SOUCHE TEST**

Compléter le tableau ci-dessous :

Cupule	1	2	3	4	5
Concentration de Bactclean en %					

**RÉSULTATS : À COMPLÉTER EN JOUR 2**

Dépôt correspondant à la cupule	1	2	3	4	5
Nombre de colonies comptées					

## DOCUMENT C

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE FICHE RÉSULTATS CONTRÔLES BIOCHIMIQUES

N° de poste :

#### DOSAGE VOLUMÉTRIQUE DE L'ACIDE CITRIQUE DANS LES BONBONS

Dosage de l'acide citrique de l'échantillon « B » :

$V_E =$	(mL)
---------	------

#### DOSAGE SPECTROPHOTOMÉTRIQUE DE LA GÉLATINE DANS LES BONBONS PAR LA MÉTHODE DU BIURET

Cuves	0	1	2	3	4	5	« B »
m gélatine (mg)							
A à 540 nm							

**DOCUMENT D**

**À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

**FICHE RÉSULTATS**

**CONTRÔLE DES CARACTÈRES MICROBIOLOGIQUES DU CONTAMINANT**

N° de poste :

Observation microscopique :

Résultat du test enzymatique :

Orientation de l'identification :

Microgalerie et milieux complémentaires demandés :

# DES BONBONS AU LABORATOIRE

## DEUXIÈME JOUR (1 heures 30)

### 1. CONTRÔLES QUALITÉ

#### 1.1. Contrôle de l'origine de la gélatine

La gélatine de porc est remplacée par de la gélatine de bœuf. Le laboratoire effectue un contrôle de deux échantillons de gélatine par la technique d'Ouchterlony.

##### 1.1.1. Réalisation pratique

Réaliser la lecture des boîtes.

##### 1.1.2. Exploitation

**Q1.** Procéder à la validation de la méthode.

**Q2.** Conclure pour les deux lots testés.

#### 1.2. Recherche de *Salmonella* dans la gélatine

Les gélatines doivent respecter les critères microbiologiques de sécurité des aliments et d'hygiène des procédés définis par le règlement (CE) n°2073/2005 du 15 novembre 2005, modifié par le règlement (CE) n°1441/2007.

Le laboratoire de contrôle qualité réalise en routine la recherche de *Salmonella* selon la norme EN/ISO 6579. La méthode de référence de recherche et d'identification de *Salmonella* est décrite dans la fiche technique 1.

##### 1.2.1. Réalisation pratique

Procéder à la lecture des milieux d'isolement.

##### 1.2.2. Compte-rendu

**Q3.** Décrire l'aspect des colonies sur chaque milieu.

**Q4.** Justifier cet aspect grâce à la composition des milieux XLD et Hektoen donnée dans la fiche technique 2.

**Q5.** Conclure quant à la présence de colonies suspectes.

**Q6.** Proposer la suite logique de la recherche.

#### 1.3. Optimisation du nettoyage

Des contrôles réalisés sur les surfaces sont non conformes. Ils ont montré une charge microbienne trop élevée. Le laboratoire propose de vérifier l'efficacité du désinfectant utilisé par l'entreprise.

Le laboratoire détermine la concentration minimale bactéricide (CMB) du détergent-désinfectant Bactclean par microméthode. D'après la fiche technique, ce détergent-désinfectant est bactéricide sur *Escherichia coli* à une concentration de 0,025 % pour un temps d'action de 5 minutes.

##### 1.3.1. Étape 1 : Contrôle de la concentration de la souche test

###### 1.3.1.1. Réalisation pratique

Procéder à la lecture du dénombrement.

###### 1.3.1.2. Exploitation

**Q7.** Présenter les résultats dans un tableau.

**Q8.** À l'aide de l'extrait de la norme ISO 7218:2007, calculer la concentration N<sub>(cellules, inoculum)</sub> de la souche test.

**Q9.** La méthode de détermination de CMB en microméthode est validée si l'inoculum contient au minimum 10<sup>6</sup> UFC par mL. Conclure sur la qualité de la charge microbienne de l'inoculum.

### 1.3.2. Étape 2 : Détermination de la concentration minimale bactéricide

La CMB est la concentration minimale bactéricide, c'est-à-dire la plus petite concentration entraînant la destruction de 99,99 % de l'inoculum. Le produit est considéré comme bactéricide si le nombre d'UFC dans un spot est inférieur à 5.

#### 1.3.2.1 Réalisation pratique

Procéder à la lecture de la boîte.

#### 1.3.2.2. Exploitation

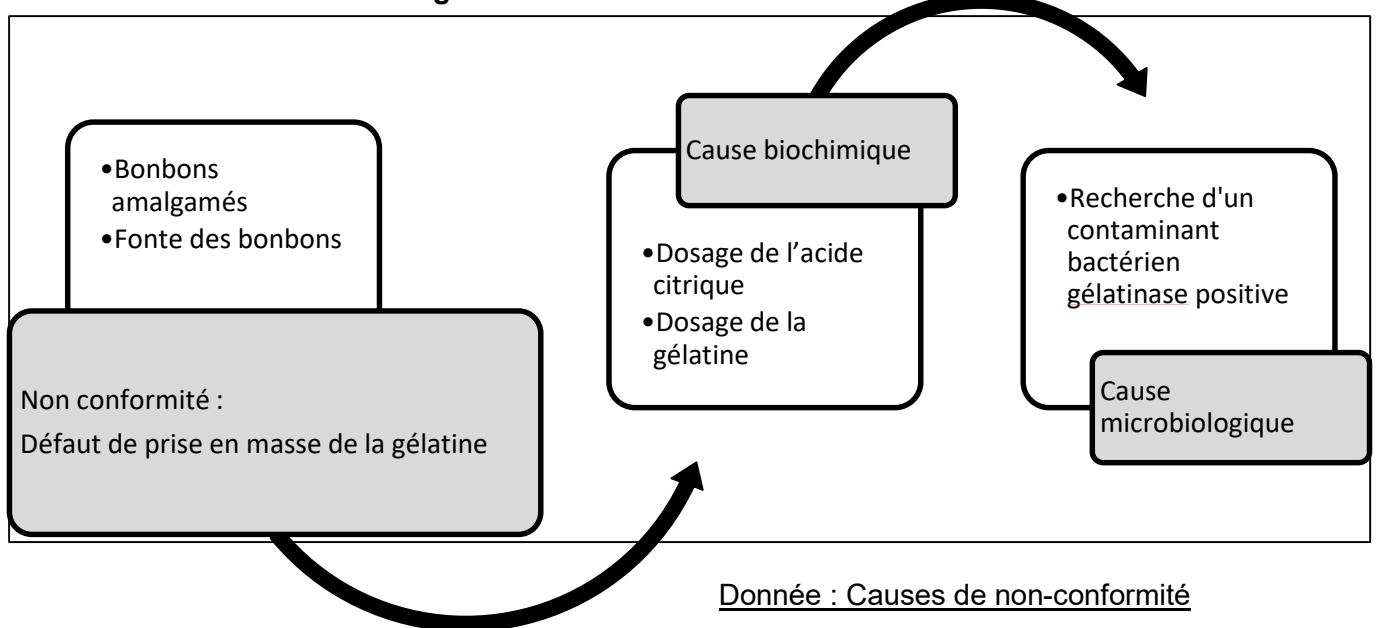
**Q10.** Représenter les résultats sur le document B.

**Q11.** Évaluer la concentration minimale bactéricide pour la souche testée.

**Q12.** Conclure quant à une utilisation optimale du détergent-désinfectant dans l'entreprise.

## 2. TRAITEMENT DES NON-CONFORMITÉS DU PRODUIT FINI

### Identification d'un contaminant gélatinase +



L'entreprise doit faire face à des lots présentant des défauts de prise de la gélatine. La recherche de contaminants GEL + est donc effectuée.

### 2.1. Réalisation pratique

Procéder à la lecture des milieuxensemencés et de la microgalerie.

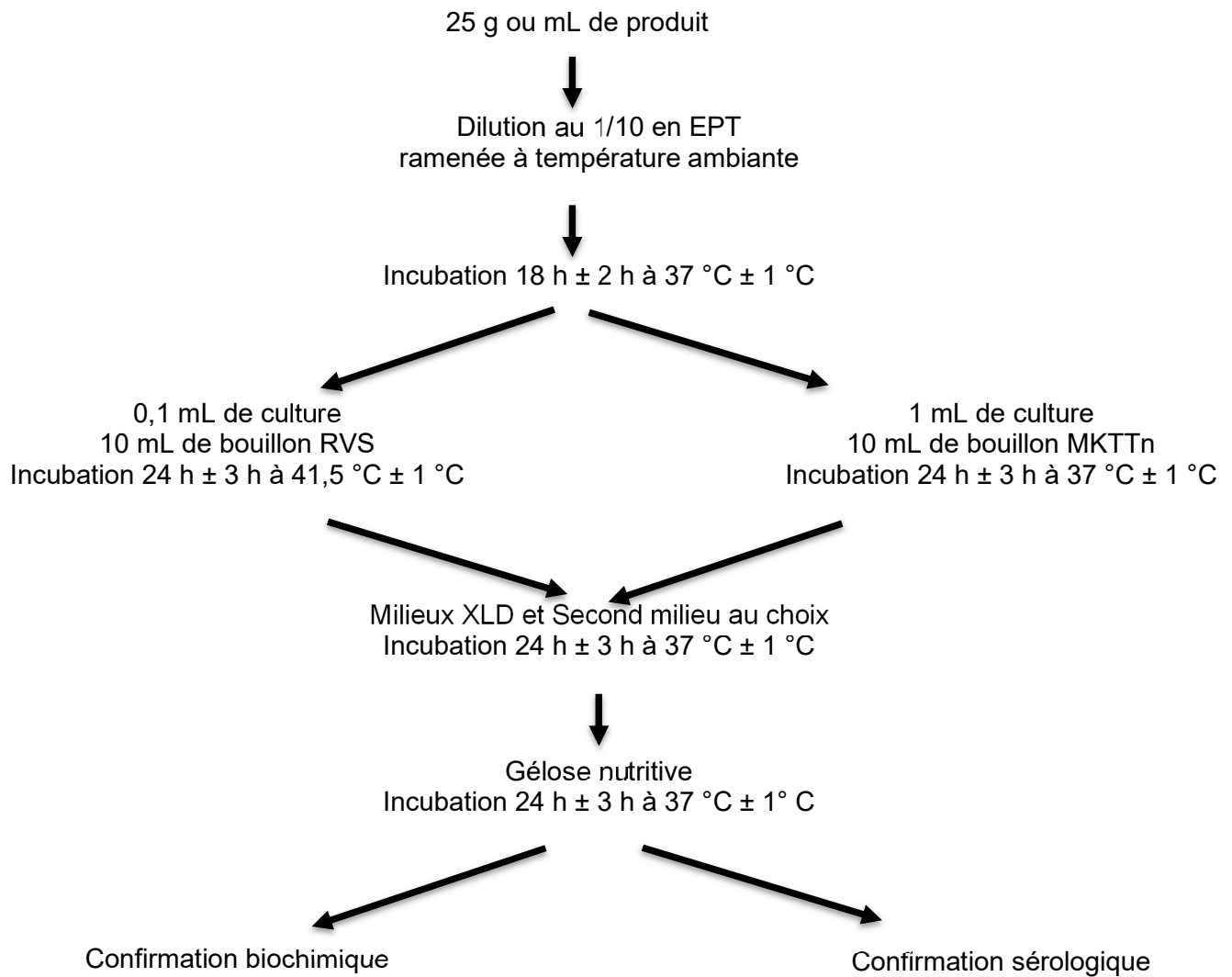
Procéder à l'identification de la souche test à l'aide du logiciel.

### 2.2. Exploitation

**Q13.** Présenter et exploiter les résultats suite à la lecture des milieuxensemencés et de la microgalerie.

**Q14.** Indiquer si le contaminant peut être responsable de la non-conformité observée. Justifier la réponse.

**Q15.** Conclure quant à l'origine possible de la contamination.



*Salmonella* est une entérobactérie lactose - / saccharose - / salicine - / xylose - / LDC + et le plus souvent H<sub>2</sub>S +.

### 1. Composition de la gélose XLD (ISO 6679)

La gélose XLD (Xylose-Lysine-Desoxycholate) est utilisée pour l'isolement des *Salmonella* dans les produits alimentaires suivant la norme NE EN ISO 6579, ainsi que pour l'isolement des *Shigella* lorsque la norme NF EN ISO 21567 est appliquée pour leur recherche.

#### FORMULE-TYPE

Pour 1 litre de milieu :

- Extrait autolytique de levure .....	3,00 g
- L-Lysine .....	5,00 g
- Lactose .....	7,50 g
- Saccharose .....	7,50 g
- Xylose .....	3,75 g
- Désoxycholate de sodium .....	1,00 g
- Chlorure de sodium.....	5,00 g
- Thiosulfate de sodium .....	6,80 g
- Citrate ferrique ammoniacal .....	0,80 g
- Rouge de phénol.....	80 mg
- Agar agar bactériologique .....	12,50 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C = 7,4 ± 0,2

### 2. Composition de la gélose Hektoen (d'après document de la société Solabia)

La gélose Hektoen est un milieu sélectif permettant l'isolement et la différenciation des entérobactéries pathogènes à partir des prélèvements biologiques d'origine animale, des eaux, des produits laitiers et des autres produits alimentaires.

#### FORMULE-TYPE

Pour 1 litre de milieu :

- Peptone pepsique de viande .....	12,0 g
- Extrait autolytique de levure .....	3,0 g
- Lactose .....	12,0 g
- Saccharose .....	12,0 g
- Salicine .....	2,0 g
- Sels biliaires .....	9,0 g
- Chlorure de sodium .....	5,0 g
-Thiosulfate de sodium .....	5,0 g
- Citrate ferrique ammoniacal .....	1,5 g
- Bleu de bromothymol .....	65 mg
- Fuchsine acide .....	40 mg
- Agar agar bactériologique .....	13,5 g

pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C = 7,6 ± 0,2

**CONTRÔLES QUALITÉ SUR LES MILIEUX ET RÉACTIFS DE LABORATOIRE****PREMIER JOUR (5 heures)**

Dans le cadre d'une démarche d'amélioration de ses pratiques, le laboratoire de microbiologie met en place des contrôles réguliers des milieux et réactifs :

- achetés prêts à l'emploi afin de vérifier les conditions de transport et de stockage,
- préparés par les techniciens afin de justifier les économies ainsi réalisées.

Quelques contrôles sont présentés ci-dessous.

**1. CONTRÔLE DES PRODUITS PRÉPARÉS AU LABORATOIRE**

La fréquence d'utilisation de ces réactifs justifie leur préparation en interne et les contrôles sont nécessaires afin de garantir la validité des résultats expérimentaux.

**1.1. Détermination de la teneur en chlorure de sodium d'une eau physiologique**

L'eau physiologique est utilisée en grandes quantités comme diluant isotonique au laboratoire de microbiologie pour la réalisation de dilutions ou de suspensions bactériennes. La solution est généralement composée d'eau désionisée et de chlorure de sodium (NaCl) à 9 pour 1000 (c'est-à-dire une solution à 0,9 % de masse/volume de NaCl, soit 9 g.L<sup>-1</sup>).

Les ions chlorures sont dosés par la méthode de Fajans.

**1.1.1. Réalisation pratique**

À l'aide de la fiche technique 1, réaliser le dosage volumétrique des ions chlorure de l'eau physiologique.

*Montrer à un examinateur :* - le prélèvement de l'échantillon à analyser,  
- la chute de burette.

**1.1.2. Exploitation**

**Q1.** Compléter le document A.

**Q2.** Une solution de contrôle de chlorure de sodium a été dosée dans les mêmes conditions. Le résultat de mesure est le suivant :  $\rho_{(\text{NaCl}; \text{solution contrôle})} = (9,52 \pm 0,06) \text{ g.L}^{-1}$ .

Grâce à l'aide-mémoire de métrologie, vérifier l'exactitude de la mesure.

**Q3.** Déterminer la concentration en masse de chlorure de sodium de l'eau physiologique analysée (équation aux grandeurs, équation aux unités et équation aux valeurs numériques). Exprimer le résultat grâce à l'aide-mémoire de métrologie.

**Q4.** Conclure quant à la conformité du produit.

**1.2. Contrôle qualité de l'étalon Mc Farland**

De nombreux tests microbiologiques nécessitent l'utilisation d'un inoculum standardisé pour les normaliser. Le standard le plus couramment utilisé en microbiologie est le standard (appelé aussi étalon) 0,5 McFarland qui correspond à environ  $1,5 \cdot 10^8$  bactéries par mL de suspension bactérienne. La concentration d'une suspension d'*Escherichia coli* de turbidité équivalente à 0,5 McF est vérifiée par la méthode de dénombrement dans la masse.

**1.2.1. Réalisation pratique**

À l'aide de la fiche technique 2, réaliser le dénombrement de la suspension d'*Escherichia coli* calibrée, notée « Ec 0,5 McF ».

*Montrer la réalisation de 2 dilutions successives à un examinateur.*

**1.2.2. Exploitation**

**Q5.** Justifier sur le compte rendu le choix des dilutionsensemencées pour ce dénombrement.



## 2. CONTRÔLE DES PRODUITS ACHETÉS AUPRÈS DES FOURNISSEURS

Des contrôles sont effectués, sur préconisation des fournisseurs, afin de vérifier la conformité des réactifs.

### 2.1. Vérification de la concentration en glucose d'un bouillon Clark et Lubs

Le bouillon de Clark et Lubs permet de différencier les *Enterobacteriaceae* par l'étude des produits de fermentation du glucose. La différenciation entre les fermentations « acides mixtes » et « butylène glycolique » se fait grâce aux réactions au rouge de méthyle et de Voges-Proskauer.

Formule théorique du bouillon Clark et Lubs	
Peptone tryptique de viande	6 g
Glucose	5 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	5 g
Eau désionisée	qsp 1 L

Un contrôle qualité du dernier lot de bouillon Clark et Lubs est réalisé par mesure de la concentration en glucose de ce bouillon à l'aide de la méthode enzymatique à la glucose oxydase (GOD).

La concentration en glucose doit être de  $(5,0 \pm 0,5) \text{ g.L}^{-1}$ .

#### 2.1.1. Réalisation pratique

Réaliser le dosage du glucose du bouillon Clark et Lubs dilué au 1/10, noté « B », en suivant les instructions de la fiche technique 3.

*Appeler l'examineur pour les lectures d'absorbance.*

#### 2.1.2. Exploitation

**Q6.** Compléter le document A.

**Q7.** Démontrer la formule de calcul de la concentration en masse de glucose donnée dans la fiche technique 3.

**Q8.** Calculer la concentration en masse de glucose de la solution contrôle « C » (équation aux grandeurs, équation aux unités et équation aux valeurs numériques).

**Q9.** Vérifier l'exactitude du résultat de la mesure de la solution contrôle « C » selon les instructions de l'aide-mémoire de métrologie.

**Q10.** Déterminer la concentration en masse de glucose du bouillon Clark et Lubs (équation aux grandeurs, équation aux unités et équation aux valeurs numériques). Exprimer le résultat grâce à l'aide-mémoire de métrologie.

**Q11.** Conclure quant à la conformité du produit.

### 2.2. Contrôle qualité d'un coffret d'agglutination sur lame

Le laboratoire utilise un coffret d'agglutination sur lame pour l'identification de *Staphylococcus aureus*. Le fournisseur du coffret recommande de réaliser régulièrement un contrôle qualité des réactifs d'agglutination.

#### 2.2.1. Réalisation pratique

Réaliser le contrôle qualité du coffret en utilisant la fiche technique 4.

*Réaliser l'analyse qualitative du test devant un examinateur.*

*Effectuer la lecture de la microplaque réalisée lors de l'analyse quantitative du test puis appeler immédiatement un examinateur.*

#### 2.2.2. Exploitation

**Q12.** Compléter la feuille de résultats du document B en indiquant par un + la présence d'une agglutination et par un – l'absence d'agglutination.

**Q13.** Interpréter et conclure quant à la validité des 2 réactifs du coffret d'agglutination utilisé.

**Q14.** Interpréter et conclure quant à la spécificité du coffret d'agglutination.

**Q15.** Déterminer le titre du réactif latex test et conclure quant à sa conformité.

### 2.3. Contrôle qualité minimum d'un lot de galeries API®20 C AUX

Un contrôle de qualité minimum est réalisé au laboratoire de microbiologie sur chaque lot de galeries afin de vérifier que les dates limites d'utilisation indiquées sur l'emballage garantissent des performances optimales des galeries.

#### Réalisation pratique

Réaliser le contrôle qualité d'une galerie API®20 C AUX, stockée à 4 °C, en limite de date d'utilisation, selon les instructions de la fiche technique 5.

### **BARÈME**

Analyses microbiologiques	18 points
Analyses biochimiques	23 points
Analyses immuno-toxicologiques	10 points
Compétences transversales	9 points

### **DOSSIER TECHNIQUE**

#### **DOCUMENTS**

Fiche technique 1 : **Dosage des ions chlorure par la méthode de Fajans**

Fiche technique 2 : **Dénombrement d'une suspension bactérienne en milieu solide (technique dans la masse)**

Fiche technique 3 : **Dosage du glucose par la méthode à la GOD**

Fiche technique 4 : **Contrôle qualité du coffret d'agglutination sur lame pour l'identification de *Staphylococcus aureus***

Fiche technique 5 : **Contrôle qualité minimum d'un lot de galeries API®20 C AUX**

#### **DOCUMENTS À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

Document A : **Feuille de résultats de biochimie**

Document B : **Feuille de résultats d'immunologie**

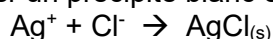
#### **DOCUMENTS FOURNIS PAR LE CENTRE**

Fiche technique : notice de la galerie API 20 C AUX

Aide-mémoire de métrologie

## 1. PRINCIPE

Les ions chlorures ont la propriété de former un précipité blanc en présence d'ions argent selon la réaction :



Cette méthode utilisant comme indicateur la dichlorofluorescéine a été mise au point par Fajans. La dichlorofluorescéine est vert-jaune en présence d'ions chlorure et rose-rouge en présence d'ions argent.

## 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

### 2.1. Matériel

- 2 fioles d'Erlenmeyer de 150 mL
- Pipette jaugée de 10 mL
- Burette de 25 mL
- Pipette graduée de 10 mL ou éprouvette graduée

### 2.2. Réactifs

- Eau physiologique à doser, notée « Eau phy »
- Solution de nitrate d'argent à 0,105 mol.L<sup>-1</sup>, notée « Nitrate d'argent »
- Indicateur de fin de réaction en flacon compte-gouttes : dichlorofluorescéine, noté « DF ».

## 3. MODE OPÉRATOIRE

Dans une fiole d'Erlenmeyer, introduire :

- 10 mL d'eau physiologique,
- environ 10 mL d'eau désionisée,
- 5 gouttes de dichlorofluorescéine.

Verser à la burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une couleur saumon persistante.

Le dosage doit être réalisé rapidement : verser directement 10 mL de nitrate d'argent, puis ajouter goutte à goutte le nitrate d'argent jusqu'au virage.

Réaliser un premier essai pour distinguer la teinte saumon de la teinte rose-rouge.

Réaliser un deuxième essai pour le dosage.

## 4. DONNÉES

$$M_{\text{Na}} = 23 \text{ g.mol}^{-1}$$


$$M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$$

Matériau de contrôle:  $\rho_{\text{(chlorure de sodium; solution contrôle)}} = (9,50 \pm 0,06) \text{ g.L}^{-1}$

Écart-type de reproductibilité de la méthode de dosage :  $s_R = 0,028 \text{ g.L}^{-1}$

Incertitude-type composée sur le résultat de la concentration massique en chlorure de sodium de l'eau physiologique :  $u_c = 0,030 \text{ g.L}^{-1}$

Données de sécurité :

	Pictogrammes	Mentions d'avertissement	Mentions de dangers	Conseils de prudence
Solution de nitrate d'argent à 0,105 mol.L <sup>-1</sup>		Attention	<p>H315 : provoque une irritation cutanée.</p> <p>H319 : provoque une sévère irritation des yeux.</p> <p>H410 : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.</p>	<p>P302+P352 : EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU : laver abondamment à l'eau.</p> <p>P305+P351+P338 : EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer.</p> <p>P501 : éliminer le contenu dans un bidon de récupération des métaux lourds.</p>

## 1. PRINCIPE

Les microorganismes de l'inoculum sont introduits dans la masse d'un milieu trypticase soja (GTS). Chaque microorganisme vivant donnera une colonie visible après incubation. Le nombre total de colonies sera égal au nombre total d'UFC de microorganismes présents dans l'inoculum.

## 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

Suspension d'*Escherichia coli* calibrée de turbidité 0,5 McF notée « Ec 0,5 McF »

7 tubes de 9 mL d'eau physiologique stérile, notés « Eφ 9 mL »

1 flacon contenant 60 mL de milieu GTS en surfusion

Pipettes stériles graduées de 1 mL ou autre dispositif

3 boîtes de Petri vides stériles

## 3. MODE OPÉRATOIRE

Réaliser les dilutions décimales en série nécessaires à partir de la suspension d'*Escherichia coli* « Ec 0,5 McF ».

Ensemencer, en simple couche, dans la masse du milieu GTS 1 mL des dilutions  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ . Réaliser 1 essai par dilution.

Incuber les boîtes 24 heures à 37 °C.

## 4. DONNÉES

Pour être interprétable, le nombre de colonies présent sur une boîte doit être inférieur à 300.

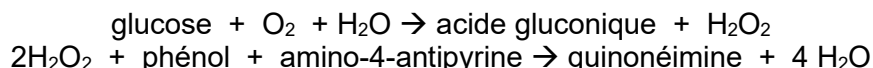
## 1. PRINCIPE

Le dosage repose sur la méthode de Trinder.

Le glucose est oxydé par la glucose oxydase (GOD) en acide gluconique et  $H_2O_2$ .

$H_2O_2$  réagit en présence de peroxydase (POD) avec le chloro-4-phénol et le 4-amino-antipyrine (PAP) pour former une quinonéimine rouge.

Les réactions sont les suivantes :



L'absorbance du complexe coloré est proportionnelle à la concentration en glucose dans le spécimen jusqu'à une limite de linéarité de  $5 \text{ g.L}^{-1}$ .

L'absorbance est mesurée à 500 nm.

## 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

### 2.1. Matériel

Microcuves

Pipette à piston de 20  $\mu\text{L}$  + Cônes

Chronomètre

Bain thermostaté à 37 °C

### 2.2. Réactifs

Bouillon Clark et Lubs dilué au 1/10 noté « B » à doser

Solution étalon de glucose notée « Etalon glucose » à  $1 \text{ g.L}^{-1}$

Solution contrôle de glucose notée « C » à  $2 \text{ g.L}^{-1}$

Réactif de travail

## 3. MODE OPÉRATOIRE

Mettre dans des microcuves :	Blanc	Étalon	Essai	Contrôle
Réactif	1 mL	1 mL	1 mL	1 mL
Eau désionisée	20 $\mu\text{L}$			
« Etalon glucose »		20 $\mu\text{L}$		
Bouillon « B »			20 $\mu\text{L}$	
Contrôle « C »				20 $\mu\text{L}$

Bien mélanger. Incuber 10 minutes à 37 °C ou 20 minutes à température ambiante.  
Lire les absorbances à 500 nm contre le blanc.  
La coloration est stable 15-20 minutes à 37 °C, puis décroît lentement.

## 4. RÉSULTATS

L'équation aux grandeurs pour le calcul de la concentration en glucose de l'échantillon est la suivante :

$$\rho_{(\text{glucose, échantillon})} = (A_{\text{échantillon}} / A_{\text{étalon}}) \times \rho_{(\text{glucose, étalon})}$$

## 5. DONNÉES

Solution étalon :  $\rho_{(\text{glucose, étalon})} = (1,00 \pm 0,05) \text{ g.L}^{-1}$

Solution contrôle "C" :  $\rho_{(\text{glucose, C})} = (2,00 \pm 0,10) \text{ g.L}^{-1}$

Écart-type de reproductibilité de la méthode de dosage :  $s_R = 0,030 \text{ g.L}^{-1}$

Incertitude type composée :  $u_c = 0,06 \text{ g.L}^{-1}$

<b>FICHE TECHNIQUE 4</b>	<b>CONTRÔLE QUALITÉ DU COFFRET D'AGGLUTINATION SUR LAME POUR L'IDENTIFICATION DE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i></b>
--------------------------	---

## **PARTIE 1 : ANALYSE QUALITATIVE DU TEST**

### **1. PRINCIPE**

Ce test permet la détection simultanée de trois composants du *Staphylococcus aureus* : le récepteur au fibrinogène, la protéine A et des polysides de capsule. Le réactif latex test contient des particules de latex sensibilisées par du fibrinogène, des IgG et des anticorps monoclonaux spécifiques des polysides de capsule de *Staphylococcus aureus*. Les colonies suspectes sont dissociées directement dans le réactif sur une lame. La présence d'une agglutination confirme qu'il s'agit d'un *Staphylococcus aureus*.

### **2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS**

#### 2.1. Matériel

2 cartes d'agglutination à usage unique  
Bâtonnets

#### 2.2. Réactifs

Réactif latex test

Réactif latex témoin négatif (= billes de latex non sensibilisées)

Souche de *Staphylococcus aureus* isolée sur gélose ordinaire, notée « *S. aureus* »

Souche de *Staphylococcus epidermidis* isolée sur gélose ordinaire, notée « *S. epidermidis* »

### **3. MODE OPÉRATOIRE**

Valider les réactifs latex (test et témoin négatif) avant chaque utilisation.

Valider la spécificité du coffret d'agglutination sur chacune des souches testées (*S. aureus* et *S. epidermidis*).

#### 3.1. Validation des réactifs latex du coffret d'agglutination

**Cette partie a déjà été réalisée.**

Les résultats obtenus sont présentés au point [5.] ci-après.

<b>Une carte d'agglutination vierge</b>	
<b><u>Emplacement 1 :</u></b> Réactif latex test	<b><u>Emplacement 2 :</u></b> Réactif latex témoin négatif
Bien homogénéiser le réactif.	
Déposer une goutte de réactif dans un des cercles de la carte d'agglutination.	Déposer une goutte de réactif dans l'autre cercle.
Étaler la goutte de réactif avec un bâtonnet.	
Homogénéiser en effectuant un mouvement rotatif de la carte.	
Effectuer la lecture dans les 30 secondes qui suivent le début des mouvements rotatifs de la carte.	

### 3.2. Validation de la spécificité du coffret d'agglutination

Valider la spécificité du coffret d'agglutination sur chacune des souches testées (*S. aureus* et *S. epidermidis*).

<b>Une carte d'agglutination vierge</b>	
<b><u>Emplacement 1 :</u></b> <b>Réactif latex test</b>	<b><u>Emplacement 2 :</u></b> <b>Réactif latex témoin négatif</b>
Bien homogénéiser le réactif.	
Déposer une goutte de réactif dans un des cercles de la carte d'agglutination.	Déposer une goutte de réactif dans l'autre cercle.
Prélever 1 colonie avec une anse ou un bâtonnet en plastique,	Prélever 1 colonie avec une anse ou un bâtonnet en plastique,
l'émulsionner dans la goutte de réactif latex test pendant 10 secondes.	l'émulsionner dans la goutte de réactif latex témoin négatif pendant 10 secondes.
Homogénéiser en effectuant un mouvement rotatif de la carte.	
Effectuer la lecture dans les 30 secondes qui suivent le début des mouvements rotatifs de la carte.	

## 4. LECTURE

Une réaction est positive lorsqu'il y a formation d'agrégats visibles à l'œil nu sous un éclairage normal, en moins de 30 secondes. Les agrégats de particules de latex peuvent être de taille plus ou moins importante, avec un fond rose plus ou moins laiteux.

Dans le cas d'une réaction négative, la suspension ne présentera pas d'agrégats et gardera son aspect laiteux et homogène.

### 4.1. Validation des réactifs latex du coffret d'agglutination

Vérifier l'absence d'agglutination lors du dépôt des réactifs latex sur la carte.

### 4.2. Validation de la spécificité du coffret d'agglutination

Vérifier l'agglutination du réactif latex test avec *Staphylococcus aureus* et l'absence d'agglutination avec *Staphylococcus epidermidis*.

## 5. RÉSULTATS PARTIES DU CONTRÔLE QUALITATIF DU TEST

Validation des réactifs latex du coffret d'agglutination	<b>Réactif latex test</b>	<b>Réactif latex témoin négatif</b>
<b>Aspect obtenu</b>	Absence d'agrégat	Absence d'agrégat

## PARTIE 2 : ANALYSE QUANTITATIVE DU TEST

### 1. PRINCIPE

Ce test quantitatif permet de valider le titre du réactif latex test spécifique de *Staphylococcus aureus*.  
Ce réactif est dilué en cascade dans une microplaque.  
La dilution limite pour laquelle il y a encore agglutination permet de déterminer le titre.

### 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

#### 2.1. Matériel

Microplaque  
Anse de platine ou pipette Pasteur  
Pipette à piston P50 et cônes

#### 2.2. Réactifs

Eau physiologique en tube à hémolyse, noté « Eφ »  
Réactif latex test  
Souche de *Staphylococcus aureus* isolée sur gélose ordinaire, notée « S. aureus »

### 3. MODE OPÉRATOIRE

Bien homogénéiser le réactif latex.

Cupules	1	2	3	4	5	6	7	8
Volume en eau physiologique (μL)	20	20	20	20	20	20	20	20
Goutte de réactif latex test	1							
Volume de redistribution (μL)		20	20	20	20	20	20	20
Dilution du réactif latex test	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/356
Colonie de <i>Staphylococcus aureus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1

Jeter 20 μL.

Donnée : 1 goutte de réactif latex correspond à 20 μL.

La lecture doit se faire suivant les consignes données par le centre d'examen.

### 4. LECTURE

La dernière dilution ayant une réaction positive correspond au titre.

### 5. CONTRÔLE QUALITÉ DU TEST

La validité du coffret est confirmée lorsque le titre est supérieur ou égal à 1/16.



## 1. PRINCIPE

D'après la fiche technique du fournisseur, aucun substrat de la galerie n'étant sensible aux conditions de stockage et de transport, le contrôle minimum peut être réalisé en testant deux souches : *Cryptococcus laurentii* ATCC®18803 qui présente des tests principalement positifs et *Candida glabrata* ATCC®15126 qui présente des tests principalement négatifs avec API 20 C AUX.

## 2. MATÉRIEL ET RÉACTIFS

### 2.1. Matériel

1 boîte d'incubation (fond et couvercle)  
turbidimètre ou étalon 2 McFarland  
1 pipette à piston de 200 µL et cônes stériles

### 2.2. Réactifs

1 souche de référence fournie par le centre, notée « *C. laurentii* », isolée sur gélose Sabouraud  
1 galerie API 20 C AUX  
1 ampoule API NaCl 0,85 % Medium ou 1 tube d'eau physiologique stérile de 2 mL  
1 ampoule API C Medium  
1 gélose Sabouraud en boîte de Petri

## 3. MODE OPÉRATOIRE

Ensemencer la galerie à contrôler avec la souche de référence fournie par le centre en se référant à la fiche technique du fournisseur.

Contrôler la pureté de l'inoculum en réalisant un isolement sur une gélose Sabouraud.

Incuber 48 heures à 29 °C +/- 2 °C.

**DOCUMENT A**

**À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE**

**FEUILLE DE RÉSULTATS DE BIOCHIMIE**

N° du candidat :

N° de poste :

**1. DOSAGE DES IONS CHLORURES DE L'EAU PHYSIOLOGIQUE**

	<b>V<sub>AgNO<sub>3</sub></sub> (mL)</b>
Essai rapide	
Essai lent	

**2. DOSAGE DU GLUCOSE PAR LA MÉTHODE À LA GOD**

	<b>Étalon</b>	<b>Essai</b>	<b>Contrôle</b>
A à 500 nm			

## DOCUMENT B

À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

### FEUILLE DE RÉSULTATS D'IMMUNOLOGIE

N° du candidat :

N° de poste :

#### 1. CONTRÔLE QUALITÉ D'UN COFFRET D'AGGLUTINATION SUR LAME : ANALYSE QUALITATIVE DU TEST

	Réactif latex test	Réactif latex témoin négatif
Validation des réactifs latex		
<i>Staphylococcus aureus</i>		
<i>Staphylococcus epidermidis</i>		

#### 2. CONTRÔLE QUALITÉ D'UN COFFRET D'AGGLUTINATION EN MICROPLAQUE : ANALYSE QUANTITATIVE DU TEST

Cupules	1	2	3	4	5	6	7	8
Dilution du réactif latex test	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/356
Lecture								

Légendes :

+ : agglutination

- : absence d'agglutination

# CONTRÔLES QUALITÉ SUR LES MILIEUX ET RÉACTIFS DE LABORATOIRE

## DEUXIÈME JOUR (1 heure)

Dans le cadre d'une démarche d'amélioration de ses pratiques, le laboratoire de microbiologie met en place des contrôles réguliers des milieux et réactifs :

- achetés près à l'emploi afin de vérifier les conditions de transport et de stockage,
- préparés par les techniciens afin de justifier les économies ainsi réalisées.

### **1. CONTRÔLE QUALITÉ MINIMUM D'UN LOT DE GALERIES API 20 C AUX**

Un contrôle de qualité minimum est réalisé au laboratoire de microbiologie sur chaque lot de galeries afin de vérifier que les dates limites d'utilisation indiquées sur l'emballage garantissent des performances optimales des galeries.

#### **1.1. Réalisation pratique**

Procéder à la lecture de la galerie en vous appuyant sur la fiche technique du fournisseur.

#### **1.2. Exploitation**

**Q1.** Conclure quant à la pureté de la souche de référenceensemencée.

**Q2.** Comparer le profil obtenu pour la galerie avec le profil attendu pour la souche de référence utilisée : *Cryptococcus laurentii*.

**Q3.** Conclure quant à la qualité du lot de galeries arrivant en limite de date d'utilisation.

### **2. CONTRÔLE QUALITÉ DE L'ÉTALON MCFARLAND**

De nombreux tests microbiologiques nécessitent l'utilisation d'un inoculum standardisé pour le normaliser. Le standard le plus couramment utilisé en microbiologie est le standard (appelé aussi étalon) 0,5 McFarland qui correspond à environ  $1,5 \cdot 10^8$  bactéries par mL de suspension bactérienne. La concentration d'une suspension d'*Escherichia coli* de turbidité équivalente à 0,5 McF est vérifiée par la méthode de dénombrement dans la masse.

**Q4.** Présenter les résultats du dénombrement dans un tableau.

**Q5.** Calculer la concentration N d'*Escherichia coli* en UFC.mL<sup>-1</sup> de suspension calibrée « Ec 0,5 McF » à l'aide de l'extrait de la norme ISO 7218:2007.

**Q6.** Conclure quant à la conformité de la suspension d'*Escherichia coli* « Ec 0,5 McF » en utilisant la donnée.

**Q7.** Proposer une (ou plusieurs) hypothèse(s) permettant d'expliquer d'éventuelles différences avec les résultats attendus.

Donnée : pour une suspension d'*Escherichia coli* de turbidité équivalente à 0,5 McFarland, le résultat attendu

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

## **ÉVOLUTION DES DOMAINES DE CERTIFICATION D'UNE ENTREPRISE PRODUISANT DES STEAKS HACHÉS FRAIS PUR BOEUF**

L'entreprise française « Steakhach », située dans le Nord (59) est spécialisée dans la production de steaks hachés frais pur bœuf. Elle réceptionne 7 jours sur 7 des quartiers de viande et des pièces avec os d'environ 50 kg, suspendus par des crochets inox ; les opérateurs de quais, revêtus d'une tenue hygiénique, les déchargent sur leur dos et les amènent vers la zone de production.

Ces quartiers ou pièces sont ensuite désossés puis découpés manuellement à l'aide de couteaux par les opérateurs de production dans une salle de désossage. Ces morceaux sont mis dans des chariots en inox à roulettes contenant environ 150 kg. Ces chariots mesurant 700 x 700 x 700 mm sont poussés manuellement grâce à une poignée vers la salle de hachage où se déroulent le broyage des viandes, le hachage et le formage en steaks hachés.

Les chariots sales sont amenés au poste de lavage où un opérateur spécialisé les nettoie grâce à un produit mélangé à de l'eau chaude à 80 °C, les désinfecte puis les ramène en salle de désossage. Le sol du poste de lavage est régulièrement raclé pour tenter d'éliminer l'eau.

Les steaks hachés sont ensuite mis en barquettes et filmés sous atmosphère protectrice. La machine de thermoscellage est alimentée manuellement en bobines de film par les opérateurs du conditionnement primaire. Les barquettes sont ensuite dirigées vers l'atelier de conditionnement en carton. Ce conditionnement est manuel : les opérateurs récupèrent les barquettes filmées et les rangent dans des cartons qu'ils scotchent ensuite pour les déposer sur un tapis convoyeur les amenant au poste automatisé de palettisation ; les palettes sont ensuite stockées dans un local entre 0 et 2 °C.

Les principaux clients de l'entreprise « Steakhach » sont les grands distributeurs français et européens. Cette entreprise emploie environ 70 salariés.

### **1. MANAGEMENT DE LA QUALITÉ (40 points)**

#### **1.1. Sécurité des denrées alimentaires**

La qualité d'un produit alimentaire peut être définie avec 4 composantes : les 4S.

**1.1.1.** Définir les 4S et proposer pour chacun 2 exemples précis dans le cas de steak haché frais pur bœuf.

La sécurité des denrées alimentaires est l'une des 4 composantes de la qualité d'un aliment attendues par le consommateur. L'entreprise « Steakhach » a la responsabilité de démontrer que les moyens mis en œuvre pour assurer la sécurité et la salubrité des denrées alimentaires sont efficaces et atteignent les objectifs de résultats exigés par la réglementation.

**1.1.2.** Indiquer le nom couramment donné à cette réglementation.

Afin de répondre à ces exigences réglementaires, l'entreprise révisé au moins une fois par an l'analyse des dangers rencontrés en production.

**1.1.3.** Définir le terme « danger ». Indiquer les différents types de dangers.

**1.1.4.** Pour chaque type de dangers, proposer 2 exemples appliqués à un atelier de fabrication de steaks hachés frais et les moyens de prévention correspondants.

L'entreprise est certifiée IFS Food version 6.1 et s'oriente également vers une certification OHSAS 18001 (renouvelée en 2018, elle devient ISO 45001).

**1.1.5.** Citer les deux autres référentiels normatifs prenant en charge la sécurité des denrées alimentaires.

**1.1.6.** Dessiner le signe apposé sur les emballages de steaks hachés permettant de prouver que l'entreprise « Steakhach » est en conformité avec la réglementation sanitaire et préciser ses composants.

## 1.2. Certification IFS Food version 6.1

Travaillant avec les principales grandes enseignes de distribution, l'entreprise s'est engagée dans une démarche de certification selon le référentiel IFS Food. Dans la version 6.1 de ce référentiel (annexe 1), certaines exigences particulières sont définies comme des exigences KO (« Knock out »).

**1.2.1.** Indiquer la conséquence d'un KO pour la certification. Citer les numéros de paragraphe correspondant à ces KO, en leur associant un titre.

Lors du dernier audit IFS de l'entreprise, plusieurs non-conformités ont été constatées :

- la présence d'un grand nombre de déchets en zone de fabrication,
- la fréquence des formations du personnel insuffisante,
- l'enregistrement des températures, au cours du procédé de fabrication, non assurée en continue et/ou à des intervalles appropriés,
- les spécifications matières premières incomplètes,
- la présence d'appareils de mesure déréglés en zone de fabrication.

**1.2.2.** À l'aide de l'annexe 1, rechercher les éventuels KO correspondant à chacune de ces non-conformités mises en évidence lors de l'audit.

**1.2.3.** D'après les résultats de l'audit, indiquer si l'entreprise peut ou non conserver sa certification IFS Food 6.1.

Un nouveau chapitre concernant la protection de la chaîne alimentaire contre les actes malveillants (« *food defense* ») a été introduit dans la version 6.1 de l'IFS Food, au chapitre n°6 (voir annexe 1).

Afin de répondre à ces exigences, le responsable qualité de l'entreprise « Steakhach » s'est aidé du guide des recommandations pour la protection de la chaîne alimentaire contre les risques d'actions malveillantes, criminelles ou terroristes élaboré en mai 2007. Un extrait de ce guide est donné en annexe 2.

**1.2.4.** À l'aide des annexes 1 et 2, compléter le tableau de l'annexe A en précisant les actions à entreprendre pour répondre à ces exigences et en choisissant des exemples précis issus de l'annexe 2.

## 2. MANAGEMENT DE L'HYGIÈNE (12 points)

L'entreprise « Steakhach » vient d'installer une nouvelle ligne de fabrication dans la salle de hachage. Le responsable qualité doit rédiger le plan de nettoyage et de désinfection de cette ligne.

**2.1.** Lister tous les éléments devant figurer dans le plan de nettoyage et désinfection. Proposer une feuille d'enregistrement associée.

**2.2.** Outre la nature de la substance utilisée, citer les paramètres pouvant influencer l'efficacité des opérations de nettoyage et désinfection.

**2.3.** En plus de la production de steaks hachés frais pur bœuf, il est prévu de fabriquer sur cette nouvelle ligne des produits hachés contenant des protéines de farine (gluten). Expliquer les précautions qui doivent être prises lors du nettoyage et pour la libération du produit fini.

## 3. MANAGEMENT DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL (28 points)

L'entreprise « Steakhach » est très sensible aux conditions de travail de ses salariés notamment au niveau de l'atelier de fabrication : dans cet atelier a lieu l'activité de désossage qui est très manuelle ; le hachage se fait à l'aide de machines pouvant provoquer des accidents graves ; l'atmosphère doit être maintenue à une température de 6 °C. Ces conditions génèrent des arrêts de travail et « Steakhach » doit régulièrement faire appel à des intérimaires.

Afin d'être plus efficace dans le domaine de la sécurité au travail, le responsable qualité a suivi une formation dont un extrait synthétique est présenté en annexe 3.

### **3.1. Contexte réglementaire**

**3.1.1.** En vous aidant de l'annexe 3, citer au moins 2 exigences réglementaires en matière de santé et sécurité au travail à respecter par les entreprises.

**3.1.2.** Définir les expressions « accidents du travail » et « maladies professionnelles ».

### **3.2. Évaluation des risques professionnels**

Le responsable qualité, suite à sa formation, a fait des recherches bibliographiques supplémentaires en lien avec les activités de « Steakhach ». L'annexe 4 propose une synthèse des éléments bibliographiques trouvés. Le responsable qualité doit donc comparer les éléments observés dans l'entreprise (éléments cités dans le sujet) et les éléments résultant de ses recherches tout en utilisant ses connaissances personnelles.

**3.2.1.** Citer trois principaux dangers pouvant conduire à des accidents du travail dans le cas de l'entreprise « Steakhach ». Donner un exemple pour chacun.

**3.2.2.** Citer trois principaux dangers pouvant conduire à des maladies professionnelles dans le cas de l'entreprise « Steakhach ». Donner un exemple de trouble occasionné pour chacun de ces dangers.

### **3.3. Prévention des risques**

Pour chacun des six dangers identifiés en 3.2.1 et 3.2.2, proposer des moyens de protection individuelle et/ou collective envisageables en complétant le tableau de l'annexe B.

### **3.4. Audit santé et sécurité au travail**

Afin d'évaluer la situation réelle de l'entreprise et le ressenti des salariés et dans le cadre d'un management participatif, le responsable qualité décide de mener un audit.

**3.4.1.** Préciser le type d'audit mis en œuvre. Justifier.

**3.4.2.** La grille d'audit doit donc être préparée : compléter le tableau de l'annexe C en proposant au moins 3 questions à poser pour chaque poste précisé (la colonne des réponses oui ou non n'est pas à compléter : elle le sera le jour de l'audit).

### **3.5. Formation**

Suite à toutes ses observations, le responsable qualité décide de mettre en place une formation : elle sera déclinée en 3 blocs de compétences : technique, hygiène et sécurité au travail.

**3.5.1.** Pour chaque bloc de compétences, proposer 3 compétences prioritaires à atteindre par rapport à la situation de « Steakhach ».

**3.5.2.** Proposer un mode d'évaluation immédiat et un autre à long terme pour juger de l'atteinte d'un niveau de maîtrise suffisant des compétences.

## ANNEXE 1

### EXTRAIT DES EXIGENCES DE L'IFS FOOD VERSION 6.1

N°	Exigence V6
1	Responsabilités de la direction.
1.1	Politique et principes généraux de la société.
1.1.1	La direction doit concevoir et mettre en place une politique d'entreprise. Cette politique prend en compte, au minimum : - l'écoute client - les responsabilités en matière d'environnement, - le développement durable, - les responsabilités en matière d'éthique et du personnel, - les caractéristiques du produit (incluant : la sécurité du produit, la qualité, la légalité, le procédé et les cahiers des charges) La politique d'entreprise doit être communiquée à l'ensemble des employés.
1.1.2	Le contenu de la politique de l'entreprise doit avoir été décliné en objectifs spécifiques à chaque service. Les responsabilités et les échéances pour l'atteinte de ces objectifs doivent être déterminées pour chaque service de la société.
1.1.3	Sur la base de la politique de l'entreprise, les objectifs de qualité et de sécurité des aliments doivent être communiqués aux employés dans les services concernés et doivent être mis en place de manière efficace.
1.1.4	La direction doit s'assurer que l'atteinte des objectifs est régulièrement revue, au moins une fois par an.
1.1.5	Toutes les informations relatives à la sécurité et à la qualité des aliments doivent être communiquées au personnel concerné de manière efficace et dans les délais prévus.
1.2	Organisation de la société
1.2.1	Un organigramme présentant la structure de la société doit exister.
1.2.2	Les compétences et les responsabilités, ainsi que les délégations de responsabilités, doivent être clairement établies.
1.2.3	Des fiches de postes, définissant clairement les responsabilités, doivent exister et doivent être appliquées par les employés ayant un impact sur les caractéristiques du produit.
1.2.4	La direction doit s'assurer que les employés sont conscients de leurs responsabilités relatives à la sécurité et la qualité des aliments et que des mécanismes sont en place pour vérifier l'efficacité de leurs actions (KO). Ces mécanismes doivent être clairement identifiés et documentés.
1.2.5	Les employés ayant une influence sur les caractéristiques du produit doivent être conscients de leurs responsabilités et ils doivent également pouvoir démontrer la compréhension de leurs responsabilités.
1.2.6	La direction doit avoir désigné un interlocuteur IFS.
1.2.7	La direction doit fournir des ressources appropriées et suffisantes pour satisfaire aux caractéristiques du produit.
1.2.8	Le service responsable du management de la qualité et de la sécurité des aliments doit reporter directement à la direction.
1.2.9	La société doit s'assurer que tous les processus (documentés ou non) sont connus par le personnel concerné et appliqués de manière uniforme.
1.3	Écoute client.
1.3.1	Une procédure documentée doit être mise en place pour identifier les besoins et attentes fondamentaux des clients.
1.3.2	Les résultats de cette procédure doivent être évalués et pris en compte pour déterminer des objectifs de qualité et de sécurité des aliments.
1.4	Revue de direction.
1.4.1	La direction doit garantir que le système de management de la qualité et de la sécurité des aliments est revu au moins annuellement ou plus fréquemment en cas de changements. De telles revues doivent comprendre, au moins, les résultats d'audits, les retours des clients, le respect des procédés et la conformité des produits, le statut des actions préventives et correctives, le suivi des actions issues des revues de direction antérieures, les changements qui pourraient affecter le système de management de la sécurité et de la qualité des aliments et les recommandations d'amélioration.
1.4.2	Cette revue doit inclure l'évaluation des mesures pour la maîtrise du système de management de la qualité et de la sécurité des aliments et pour le processus d'amélioration continue.
2.1.2.1	Tous les enregistrements importants, nécessaires pour respecter les caractéristiques du produit, doivent être complets, détaillés et mis à jour. Ils doivent également être disponibles sur demande.
2.1.2.2	Les enregistrements doivent être lisibles et authentiques. Ils doivent être gérés de manière à empêcher toute modification ultérieure des données.
2.2	Le management de la sécurité des aliments.
2.2.1	Le système HACCP.
2.2.1.1	La base du système de maîtrise de la sécurité des aliments de la société doit être un système HACCP systématique, exhaustif et précis basé sur les principes du Codex Alimentarius. En plus de ces principes, toutes les exigences légales des pays de production et de commercialisation des produits doivent être prises en compte. Le système HACCP doit être mis en place sur chaque site de production concerné.



## ANNEXE 1 (suite)

2.2.1.2	Le système HACCP doit couvrir toutes les matières premières, tous les produits ou familles de produits ainsi que tous les procédés, depuis la réception jusqu'à l'expédition des produits, y compris le développement et le conditionnement des produits.
2.2.1.3	La société doit garantir que le système HACCP est basé sur de la littérature scientifique ou sur des spécifications techniques validées des produits fabriqués et des procédures. Les évolutions techniques des procédés doivent être prises en compte.
2.2.2	L'équipe HACCP.
2.2.2.1	Constitution de l'équipe HACCP (Étape 1 CA) L'équipe HACCP doit être multidisciplinaire et doit comprendre du personnel opérationnel. Le personnel désigné comme membre de l'équipe HACCP doit avoir une connaissance spécifique de l'HACCP, des produits et des procédés ainsi que des dangers associés. Lorsque les compétences nécessaires n'existent pas sur le site, l'avis d'un expert externe doit être requis.
2.2.2.2	Les responsables du développement et de la mise à jour du système HACCP doivent avoir un chef d'équipe en interne et doivent avoir reçu une formation adéquate sur l'application des principes HACCP.
2.2.2.3	L'équipe HACCP doit avoir le soutien actif de la direction et doit être clairement identifiée et portée à la connaissance de tout le site.
2.2.3	Étude HACCP.
2.2.3.1	Description du produit (Étape 2 CA) Une description complète du produit est réalisée, comprenant toutes les informations pertinentes sur sa sécurité d'emploi, telles que : - la composition, - les paramètres physiques, organoleptiques, chimiques et microbiologiques, - les exigences légales pour la sécurité alimentaire du produit, - les méthodes de traitement, - l'emballage, - la durée de vie, - les conditions de stockage et les modes de transport et de distribution.
2.2.3.4	Confirmation sur site du diagramme (Étape 5 CA) L'équipe HACCP doit vérifier le diagramme par des contrôles sur site à toutes les étapes du procédé. Des modifications du diagramme doivent être apportées si nécessaire.
2.2.3.5	Conduite d'une analyse des dangers pour chaque étape (Étape 6 CA – Principe 1).
2.2.3.5.1	Une analyse des dangers doit exister pour tous les dangers physiques, chimiques et biologiques, y compris pour les allergènes, pouvant être raisonnablement attendus.
2.2.3.5.2	L'analyse des dangers doit prendre en compte la probabilité d'apparition des dangers et la gravité potentielle de leurs conséquences sur la santé.
2.2.3.6	Détermination des points critiques pour la maîtrise (Étape 7 CA – Principe 2).
2.2.3.6.1	La détermination des points critiques pour la maîtrise (CCP) pertinents doit être facilitée par l'application d'un arbre de décision ou d'autre(s) outil(s) démontrant un raisonnement logique.
2.2.3.6.2	Pour toutes les étapes qui sont importantes pour la sécurité des aliments mais qui ne sont pas définies en tant que CCP, la société doit mettre en place et formaliser les points de maîtrise (CP). Des mesures de maîtrise appropriées doivent être mises en place.
2.2.3.7	Établissement de limites critiques pour chaque CCP (Étape 8 CA – Principe 3) Pour chaque CCP, les limites critiques appropriées doivent être définies et validées, afin d'identifier clairement la perte de maîtrise.
2.2.3.8	Établissement d'un système de surveillance pour chaque CCP (Étape 9 CA – Principe 4).
2.2.3.8.1	Des procédures spécifiques de surveillance doivent être établies pour chaque CCP, afin de détecter toute perte de maîtrise de ce CCP (KO). Des enregistrements de cette surveillance doivent être conservés pendant une durée adaptée. Chaque CCP défini doit être sous contrôle. La surveillance et la maîtrise de chaque CCP doivent être démontrées par des enregistrements. Les enregistrements doivent mentionner la personne responsable ainsi que la date et le résultat de la surveillance.
3.	Gestion des ressources.
3.1	Gestion des ressources humaines.
3.1.1	Sur la base d'une analyse des dangers, d'une évaluation des risques associés et du rôle des employés, tout le personnel effectuant des tâches affectant la sécurité, la légalité et la qualité du produit doit avoir les compétences requises à travers ses études, son expérience professionnelle et/ou sa formation.
3.2	Ressources humaines.
3.2.1	Hygiène du personnel.

## ANNEXE 1 (suite)

3.2.1.1	<p>Les exigences pour l'hygiène du personnel doivent être documentées. Elles doivent comprendre, au minimum, des instructions concernant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les vêtements de protection,</li> <li>- le nettoyage et la désinfection des mains,</li> <li>- la nourriture et la boisson,</li> <li>- le tabac,</li> <li>- les mesures à prendre en cas de coupures ou d'éraflures de la peau, - les ongles, les bijoux et les effets personnels,</li> <li>- les cheveux et la barbe.</li> </ul> <p>Les instructions doivent être basées sur une analyse des dangers et sur une évaluation des risques associés aux produits et aux procédés.</p>
3.2.1.2	Les exigences concernant l'hygiène du personnel doivent être en place et appliquées par les membres du personnel concernés (KO), ainsi que par les prestataires externes et les visiteurs.
3.2.1.5	Les coupures et éraflures de la peau doivent être couvertes par des pansements colorés (différents de la couleur du produit) – contenant une bande métallique si nécessaire – et, dans le cas de blessures des mains, un gant à usage unique doit également être porté.
3.2.2	Vêtements de protection pour le personnel, les prestataires et les visiteurs.
3.2.2.1	Des procédures internes doivent exister pour s'assurer que tout le personnel, les prestataires et les visiteurs, sont conscients des règles pour la gestion, le port et le changement des vêtements de protection dans les zones spécifiées, conformément aux caractéristiques du produit.
3.2.2.6	Des recommandations doivent exister pour le nettoyage des vêtements de protection et une procédure doit exister pour la vérification de leur propreté.
3.2.3	Procédures applicables aux maladies infectieuses.
3.2.3.1	Des mesures écrites doivent exister et être communiquées au personnel, aux prestataires et aux visiteurs, pour déclarer toute maladie infectieuse pouvant avoir un impact sur la sécurité des aliments. En cas de déclaration de maladie infectieuse, des actions doivent être menées afin de minimiser le risque de contamination des produits.
3.3	Formation et instruction.
3.3.1	<p>La société doit établir des programmes de formation et/ou d'instruction documentés sur la base des caractéristiques du produit et des besoins en formation des employés, sur la base de leurs postes. Ces programmes doivent inclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le contenu des formations,</li> <li>- la fréquence des formations,</li> <li>- les tâches des employés,</li> <li>- les langues,</li> <li>- les formateurs /tuteurs qualifiés,</li> <li>- la méthodologie d'évaluation.</li> </ul>
4.	Planification et procédé de fabrication.
4.2.1.2	Des spécifications doivent exister pour toutes les matières premières (matières premières/ingrédients, additifs, matériaux d'emballage, produits de recyclage) (KO). Ces spécifications doivent être mises à jour, non ambiguës, disponibles et conformes aux dispositions légales en vigueur et, si elles existent, aux exigences des clients.
4.2.1.6	<p>La procédure de maîtrise des spécifications doit inclure la mise à jour des spécifications des produits finis en cas de modification :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de matières premières,</li> <li>- de formulation / recette,</li> <li>- de procédé ayant une influence sur les produits finis,</li> <li>- d'emballage ayant une influence sur les produits finis.</li> </ul>
4.2.2	Formulations / recettes.
4.2.2.1	Lorsque des accords avec les clients existent sur la recette et les paramètres technologiques (KO), ils doivent être respectés.
4.4.1	Achats généraux.
4.4.1.1	La société doit maîtriser les processus d'achats afin de s'assurer que tous les matériaux et services achetés, ayant un impact sur la sécurité et la qualité des aliments, sont conformes aux exigences. Quand une société choisit d'externaliser un processus pouvant avoir un impact sur la sécurité et la qualité des aliments, la société doit assurer la maîtrise de ces processus. La maîtrise des processus externalisés doit être identifiée et documentée dans le système de management de la sécurité et de la qualité des aliments.
4.11	Élimination des déchets.
4.11.3	Les déchets alimentaires et les autres déchets doivent être retirés aussi vite que possible des zones où les aliments sont manipulés. L'accumulation de déchets doit être évitée.
4.11.5	Les zones et les conteneurs de collecte des déchets (y compris les compacteurs) doivent être conçus pour être conservés en bon état de propreté, afin de minimiser l'attraction des nuisibles.
4.12.1	Sur la base d'une analyse des dangers et d'une évaluation des risques associés, des procédures doivent être en place pour éviter la contamination par des corps étrangers (KO). Les produits contaminés doivent être traités comme des produits non conformes.
4.12.4	Les produits potentiellement contaminés doivent être isolés. L'accès et les actions pour des manipulations ou vérifications ultérieures ne doivent être réalisés que par le personnel autorisé, selon des procédures définies. Après cette vérification, les produits contaminés doivent être traités comme des produits non-conformes.
4.18	Traçabilité (dont OGM et allergènes).

## ANNEXE 1 (suite)

4.18.1	Un système de traçabilité doit être en place, permettant l'identification des lots de produits et leur relation avec les lots de matières premières, les emballages en contact direct avec les aliments, les emballages destinés à ou prévus pour être en contact direct avec les aliments (KO). Le système de traçabilité doit intégrer tous les enregistrements importants de réception, de production et de distribution. La traçabilité doit être garantie et documentée jusqu'à la livraison au client.
4.18.5	La traçabilité doit être garantie à toutes les étapes, y compris pour les productions en cours, les retraitements et le recyclage.
4.20.3	Les produits finis contenant des allergènes soumis à déclaration doivent être déclarés conformément aux dispositions légales en vigueur. L'étiquetage des allergènes fortuits et involontaires et des traces doit être basé sur une analyse des dangers et une évaluation des risques associés.
5.	Mesures, analyses, améliorations.
5.1	Audits internes.
5.1.1	Des audits internes efficaces doivent être réalisés selon un programme d'audit défini et doivent couvrir au moins toutes les exigences du référentiel IFS (KO). Leur périmètre et leur fréquence doivent être déterminés par une analyse des dangers et une évaluation des risques associés. Cela s'applique également aux sites de stockage extérieurs au site dont la société est propriétaire ou locataire.
5.1.2	Les audits internes des activités critiques pour la sécurité des aliments et pour les spécifications des produits doivent être réalisés au moins une fois par an.
5.1.3	Les auditeurs doivent être compétents et indépendants du service audité.
5.1.4	Les résultats de l'audit doivent être communiqués à la direction et aux personnes responsables des services concernés. Les actions correctives nécessaires et les délais de mise en place doivent être déterminés, documentés et communiqués à chaque personne concernée.
5.1.5	Le moment et la méthode de vérification des actions correctives résultant des audits internes doivent être documentés.
5.2	Inspections d'usine.
5.2.1	Des inspections régulières de l'usine doivent être planifiées et effectuées (par exemple contrôle des produits, de l'hygiène, des dangers liés aux corps étrangers, de l'hygiène du personnel, du nettoyage). La fréquence des inspections dans chaque zone (y compris les extérieurs) et aussi pour chaque activité doit être basée sur une analyse des dangers, une évaluation des risques associés et sur l'historique des événements précédents.
5.3	Validation et maîtrise du procédé.
5.3.2	Lorsque la maîtrise du procédé et les paramètres de l'environnement de travail (température, temps, pression, propriétés chimiques, etc.) sont essentiels pour satisfaire aux caractéristiques du produit, ces paramètres doivent être surveillés et enregistrés en continu et/ou à des intervalles appropriés.
5.3.3	Toutes les opérations de recyclage doivent être validées, surveillées et documentées. Ces opérations ne doivent pas affecter les caractéristiques des produits.
5.3.4	Des procédures appropriées pour la notification, l'enregistrement et la surveillance des dysfonctionnements des équipements et des déviations des procédés doivent exister.
5.4	Étalonnage, ajustement et vérification des appareils de mesure et de surveillance.
5.4.1	La société doit identifier les appareils de mesure et de surveillance nécessaires pour garantir la conformité aux caractéristiques du produit. Ces appareils doivent être répertoriés dans un document et clairement identifiés.
5.4.2	Tous les appareils de mesure doivent être vérifiés, ajustés et étalonnés dans le cadre d'un système de surveillance, à des fréquences spécifiées, conformément à des normes/méthodes définies et reconnues. Les résultats de ces vérifications, ajustements et étalonnages doivent être documentés. Si nécessaire, des actions correctives sur les appareils et, si nécessaire, sur les procédés et sur les produits doivent être mises en œuvre.
5.4.3	Tous les appareils de mesure doivent être utilisés exclusivement pour leur usage défini. Lorsque les résultats des mesures indiquent une anomalie, l'appareil en question doit être immédiatement réparé ou remplacé.
5.4.4	Le statut métrologique des appareils de mesure doit être clairement identifié (par un étiquetage sur l'appareil ou sur la liste des tests des appareils).
5.5	Contrôle quantitatif (contrôle quantité poids / volume).
5.5.6	Lorsque cela est applicable, tous les équipements utilisés pour les contrôles finaux doivent être légalement approuvés.
5.8	Gestion des réclamations des autorités et des clients.
5.8.1	Un système doit être en place pour la gestion des réclamations sur les produits.
5.8.2	Toutes les réclamations doivent être analysées par le personnel compétent. Lorsque cela s'avère justifié, des actions appropriées doivent être lancées, immédiatement si nécessaire.
5.9.1	Une procédure documentée doit être définie pour la gestion des incidents et des situations d'urgence ayant un impact sur la qualité, la légalité et la sécurité des aliments. Cette procédure doit être mise en place et tenue à jour. Elle comprend au minimum la nomination et la formation d'une équipe de crise, une liste de contacts d'alerte, des sources de conseils juridiques (si nécessaire), les moyens de joindre les contacts, l'information des clients et un plan de communication comprenant les informations destinées aux consommateurs.
5.9.2	Il doit exister une procédure efficace pour le retrait et le rappel de produits, assurant que les clients concernés sont informés dès que possible (KO). Cette procédure doit inclure une définition claire des responsabilités.

## ANNEXE 1 (fin)

5.11	Actions correctives.
5.11.1	Une procédure doit être mise en place pour l'enregistrement et l'analyse des non-conformités, dans le but d'éviter les récurrences par des actions préventives et/ou correctives.
5.11.2	Les actions correctives doivent être clairement formulées, documentées et mises en place, dès que possible, pour éviter la réapparition des non-conformités (KO). Les responsabilités et les délais de réalisation doivent être clairement définis. Les enregistrements doivent être gardés en lieu sûr et être facilement accessibles.
5.11.3	La mise en place des actions correctives décidées doit être documentée et l'efficacité desdites actions doit être vérifiée.
6.	Protection de la chaîne alimentaire contre les actes malveillants - inspections externes.
6.1	Évaluation de la protection.
6.1.1	Les responsabilités pour la protection de la chaîne alimentaire contre les actes malveillants doivent être clairement définies. Ce(s) responsable(s) doit(vent) faire partie du personnel clé ou doit(vent) avoir accès à l'équipe de direction. Des connaissances suffisantes dans ce domaine doivent être démontrées.
6.1.2	Une analyse des dangers et une évaluation des risques associés sur la protection de la chaîne alimentaire contre les actes malveillants doivent avoir été réalisées et documentées. Sur la base de cette évaluation et des dispositions légales, les zones critiques pour la sûreté doivent être identifiées. Cette évaluation doit être revue au moins annuellement ou en fonction des changements pouvant affecter l'intégrité des aliments. Un système d'alerte approprié doit être défini et son efficacité doit être régulièrement vérifiée.
6.1.3	Si la législation requiert des enregistrements ou des inspections sur site, des preuves doivent être fournies.
6.2	La sécurité du site.
6.2.1	Sur la base d'une analyse des dangers et d'une évaluation des risques associés, les zones critiques pour la sûreté doivent être protégées de manière appropriée pour empêcher tout accès non autorisé. Les zones d'accès doivent être contrôlées.
6.2.2	Des procédures doivent être mises en place afin d'empêcher et/ou d'identifier tout acte de malveillance.
6.3	Sécurité du personnel et des visiteurs.
6.3.1	La politique pour les visiteurs doit contenir des clauses sur la protection de la chaîne alimentaire contre les actes malveillants. Les livreurs et personnes en charge des déchargements étant en contact avec les produits doivent être identifiés et doivent respecter les conditions d'accès à la société. Les visiteurs et les prestataires de services externes doivent être identifiés dans les zones où les produits sont stockés et doivent être enregistrés au moment de leur accès. Ils devraient être informés de la politique du site et de la vérification des accès qui en découle.
6.3.2	Tous les employés doivent être formés à la protection de la chaîne alimentaire contre les actes malveillants, annuellement ou lorsque des changements importants se produisent. Les sessions de formation doivent être documentées. Les processus d'embauche et de licenciement des employés doivent prendre en compte les aspects sécuritaires, comme permis dans les dispositions légales.
6.4	Inspections externes.
6.4.1	Une procédure documentée doit exister pour la gestion des inspections externes et des visites réglementaires. Le personnel concerné doit être formé à l'exécution de cette procédure.

## ANNEXE 2

# EXTRAITS DU GUIDE DES RECOMMANDATIONS POUR LA PROTECTION DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE CONTRE LES RISQUES D'ACTIONS MALVEILLANTES, CRIMINELLES OU TERRORISTES

## Le guide des recommandations générales

### 1. Mesures de protection physique des accès

*Objectif du chapitre : empêcher la pénétration par effraction dans les bâtiments, les installations et les lieux de stockage.*

#### > Protection physique périphérique

- Mettre en place des clôtures suffisamment hautes, avec signalétique lisible d'interdiction ;
- Organiser un poste de contrôle d'accès au site, soit unique, soit si possible en différenciant l'accès du personnel de l'accès d'intervenants extérieurs (livreurs, visiteurs, prestataires, clients) ;
- Mettre en place des dispositifs de surveillance : éclairage de nuit, gardiennage, vidéo ;
- Installer des dispositifs de détection d'effraction ou de franchissement.

#### > Protection physique des accès aux bâtiments, installations et lieux de stockage

- Maintenir les portes piétonnières du rez-de-chaussée sous surveillance (humaine ou autre) pendant les heures de travail et fermées par des serrures de sûreté hors des heures de travail ;
- Maintenir les issues de secours fermées par des serrures de sûreté en dehors des heures de travail et s'assurer qu'elles ne permettent pas d'entrer par l'extérieur en toute période ;
- Maintenir l'accès aux quais ou sas de chargement et de déchargement fermé en dehors des livraisons ou expéditions ;
- Munir si possible les fenêtres du rez-de-chaussée de grilles ou barreaux et les maintenir fermées hors de la présence de personnel dans le local concerné ;
- Renforcer la solidité des ouvertures de toit (vasistas, exutoires de fumées) ;
- Surveiller l'accès aux toitures, systèmes de ventilation et de climatisation.

#### > Prévention et détection d'intrusion dans les installations

- Mettre en place des systèmes d'alarme pour détecter les intrusions par les accès du rez-de-chaussée, et pour détecter une présence anormale dans les locaux « sensibles » ou dans les couloirs de circulation qui y mènent en dehors des heures de travail ;
- Mettre en place une centrale d'alarmes avec des procédures adaptées.
- Installer, dans les zones les plus sensibles, des systèmes de vidéo-surveillance :
  - o Réseau de caméras ;
  - o Enregistrement selon la législation en vigueur vis-à-vis de la vidéo-surveillance et traitement des données en conséquence.
- Mettre en place, si possible, des systèmes d'identification et de circulation par badges :
  - o Avec badges différenciés ou systèmes de puces d'identification selon les catégories de personnes et les zones d'habilitation ;
  - o Avec procédures de mode d'établissement et mode de gestion de ces systèmes ;
  - o Garder une traçabilité, un historique.
- Vérifier, en cas de recours à des prestataires de sûreté extérieurs (gardiennage, télésurveillance, alarmes, ...), avant passation du marché :
  - o Habilitations, références, clauses de sous-traitance (dont sous-traitance en cascade), assurance responsabilité civile, attestation de paiement des cotisations sociales ;
  - o Les procédures du prestataire pour gérer les outils, alertes ou anomalies détectées et pour transmettre l'information aux responsables de l'établissement surveillé.
- Organiser la gestion des clés et codes d'accès :
  - o Affectation personnalisée des clés et/ou des codes d'accès ;
  - o Passe-partout hiérarchisés ;
  - o Stockage sécurisé des clefs essentielles ou « sensibles » ;
  - o Garder une traçabilité des affectations successives.

#### > Les accès aux stocks

- Veiller au respect du stockage séparé, ceci particulièrement pour les matières premières alimentaires, les produits finis, les conditionnements et emballages, les produits potentiellement dangereux (intrants biochimiques, chimiques, produits de nettoyage, de maintenance) ;
- Installer des systèmes de fermeture des locaux de stockage, à utiliser en période de non production ;
- N'autoriser l'accès aux stocks qu'à des personnes habilitées ;
- Fermer systématiquement à clé les accès aux locaux et armoires de stockage de produits dangereux, en dehors de la présence du personnel concerné ;

## ANNEXE 2 (suite)

- Veiller à la sécurisation des fenêtres, trappes, grilles et ouvertures de plafond pouvant permettre l'accès aux locaux de stockage ;
- Proscrire au maximum les stockages en plein air ; sécuriser ceux qui le sont (ex cuves à lait) par des systèmes de verrouillage efficaces ;
- Réduire au maximum toutes zones où pourraient être cachés des produits (niches, faux-plafonds,...) et y réaliser des contrôles réguliers.

### 2. Contrôle des flux de circulation

**Objectifs du chapitre :** détecter rapidement tout comportement suspect à l'intérieur d'un site. Enregistrer et conserver les documents aux fins d'analyses ultérieures.

#### > Flux de véhicules

**Objectif :** maîtriser les flux des véhicules de l'entrée jusqu'à la sortie du site.

- Mettre en place un plan de circulation et de stationnement affiché à l'entrée du site ;
- Déterminer des zones de parking spécifiques pour les différents intervenants : véhicules professionnels de l'entreprise, véhicules de prestataires, du personnel, de visiteurs ;
- Situer les aires de stationnement des visiteurs et des personnels, autant que possible à distance, voire avec séparation physique, des installations ;
- Signaler les emplacements réservés, autorisés et interdits ;
- Surveiller la présence anormale de véhicules stationnant en dehors de horaires de fonctionnement de l'établissement ;
- Organiser un contrôle des véhicules entrant ou sortant du site et si possible une traçabilité.

#### > Flux de personnes (en dehors du grand public, traité dans les suppléments Distribution et Restauration)

**Objectif :** organiser et maîtriser les mouvements des personnes au sein de l'établissement et en conserver la trace. Ces flux concernent le personnel, les collaborateurs, les fournisseurs, les clients, les prestataires, les sous-traitants, les auditeurs, les contrôleurs, les visiteurs attendus guidés, etc.

#### Détermination des zones sensibles

- Analyser le process interne pour déterminer les zones les plus sensibles ; les identifier et y limiter l'accès ;
- Gérer les accès des personnes (membres du personnel ou non) aux différentes zones, en fonction de la sensibilité recensée (badges, digicodes, tenues...).

#### Enregistrement des entrées et sorties

- Tenir un registre des personnes entrant ou sortant des installations et le conserver ;
- Préétablir une liste permettant de connaître :
  - o le personnel qui est normalement prévu sur le site ;
  - o les personnes extérieures attendues et les membres du personnel qui ont la responsabilité de leur prise en charge ;
- Traiter tout écart selon une procédure définie et l'enregistrer.

#### Identifications

- Doter le personnel de tenues différentes selon les secteurs d'activité de l'établissement ;
- Doter de même tous les intervenants extérieurs et visiteurs de badges et de tenues spécifiques.

#### Contrôle des flux des personnes à l'intérieur des installations

- Installer, lorsque cela est possible, des systèmes d'accès identifiant les individus et gérant les entrées et sorties des zones différenciées ;
- A défaut, sensibiliser les collaborateurs à la reconnaissance de présence anormale.

#### Les visites organisées

- Encadrer toutes les visites (écoles de tous niveaux, clubs des anciens, agriculteurs livreurs, clients actuels ou potentiels...) par un membre du personnel, en interdisant tout accès aux zones sensibles ;
- Les prohiber en cas d'alerte grave.

#### Dispositions spécifiques lors de chantiers de longue durée

- Mettre en place un dispositif de contrôle de tous les accédants au chantier ;
- Limiter physiquement les passages entre le chantier et les installations.

#### > Flux des marchandises

**Objectif :** organiser et maîtriser les flux des marchandises au sein de l'établissement de façon à détecter toute introduction malveillante d'engins ou de produits et à éviter toute confusion possible entre les produits potentiellement dangereux et les autres.

- Enregistrer ces flux ;
- Réaliser un schéma des flux des marchandises et produits (matières premières, emballages, produits semi-finis et produits finis, autres intrants) et des personnes ;
- Identifier et matérialiser des lieux de stockage différents pour les différents types de produits.

## ANNEXE 2 (suite)

### **La réception de marchandises**

- Contrôler la conformité de la livraison réelle par rapport à la livraison commandée attendue ;
- Appliquer les procédures de réception habituelles (dont Qualité) et, en cas de doute sur un produit identifié, intégrer les contrôles spécifiques sur ce produit ;
- Vérifier les documents (nature et origine des marchandises, volumes, date et heure de départ en particulier), l'identité du transporteur-livreur et son appartenance à la société prestataire notamment pour un livreur inhabituel ;
- Vérifier l'intégrité des citernes en cas de vrac et des emballages en cas de sacs, big-bags ou autres, procéder éventuellement à un échantillonnage ;
- Contrôler les procédures de nettoyage des moyens de transport ;
- Ne pas accepter de réception en dehors de la présence des responsables et hors des heures prévues. Eviter les livraisons en sas sans surveillance, en particulier la nuit ;
- Établir des procédures internes de détection de toute anomalie concernant les modalités de la livraison, la conformité à la commande, les conditionnements et emballages, les produits ;
- Noter, signaler et traiter toute anomalie détectée ;
- Établir une procédure claire pour les cas particuliers des retours de marchandises et des échantillons arrivant par transporteur ou par poste.

### **Mise en stock et déstockage**

- Respecter et sécuriser les zones de stockage affectées à chaque type de marchandise, alimentaire ou autre (conditionnements, emballages, produits dangereux, gaz) ;
- Vérifier l'intégrité des emballages et conditionnements au déstockage des marchandises ;
- Établir des procédures de reconditionnement des produits ;
- Prohiber la réutilisation d'emballages sauf cas prévus et cadrés par une procédure.

### **Utilisation**

- Vérifier l'intégrité des conditionnements et des étiquetages lors de l'utilisation des marchandises ;
- Autres recommandations sur l'utilisation : voir la partie process du présent guide général.

### **Expédition des produits**

- Matérialiser la zone d'expédition et si possible la fermer ;
- Vérifier la conformité des expéditions par rapport à la commande (date, nature, quantité) ;
- S'assurer que les emballages sont hermétiques ; « filmer » les palettes ;
- Vérifier que le bon de livraison porte bien toutes informations utiles pour le contrôle à réception du destinataire, y compris le numéro du camion et éventuellement la nature des emballages ;
- Respecter les plannings et horaires d'expédition ;
- Surveiller les chargements en particulier en cas de groupage (exemple : camions frigo faisant du ramassage d'usine en usine) ;
- Établir une procédure d'enregistrement des expéditions suffisamment documentée pour servir en cas d'incident constaté ultérieurement.

### **Cas des produits chimiques et biochimiques dangereux**

#### **Exemples : produits de nettoyage, produits de lutte contre les nuisibles...**

- Mettre en place un système de stockage, d'étiquetage, de gestion et de circulation des produits chimiques dangereux : stockage spécifique fermé hermétiquement, accessibilité réservée aux personnels désignés et gestion des stocks précise ;
- Disposer des fiches de toxicité et de données de sécurité complètes et à jour.

### **Cas de l'eau**

La qualité de l'eau doit être contrôlée selon une fréquence adaptée au métier et au niveau d'alerte.

#### **Pour les établissements produisant leur eau :**

- Vérifier et contrôler régulièrement les captages et leur sécurisation selon la législation en vigueur.

#### **Pour tous les établissements :**

- Vérifier et contrôler les circuits d'arrivée et de circulation interne des eaux ;
- Vérifier et contrôler les citernes de stockage internes ;
- Vérifier et contrôler les installations internes de recyclage ;
- Vérifier et contrôler les adoucisseurs d'eau ;
- Prévoir, si possible, un circuit alternatif temporaire en cas d'alerte.
- 

### **Cas des laboratoires d'analyses physiques, chimiques ou microbiologiques**

- Isoler physiquement les laboratoires d'analyses (qui peuvent détenir des produits chimiques ou des souches de microorganismes) des autres installations ;
- Gérer strictement les accès et les liens avec les sites de production ;
- Fermer les lieux de stockage des produits ;
- Gérer les stocks de produits.

## ANNEXE 2 (suite)

### 3. Sûreté liée au personnel de l'établissement

**Objectif du chapitre :** prévenir l'intrusion de personnels malveillants.

#### > Recrutement des salariés et collaborateurs internes : dispositions préalables

- Mener, dans le respect des textes réglementaires en vigueur, les actions d'information nécessaires avant tout recrutement, quelle que soit la catégorie du salarié (permanent, CDD, intérimaire...).

**Exemples :**

- o Identité complète du salarié, situation familiale
- o Cursus précédent : certificats de travail avec coordonnées précises des employeurs précédents et/ou école. Effectuer les vérifications qui paraissent nécessaires
- o S'assurer de la véracité du diplôme obtenu.
- Des dispositions (contrats) du même type seront en place avec les agences d'intérim, les sociétés de nettoyage et de gardiennage.

#### > Accueil des nouveaux salariés

- Former et suivre l'intégration des nouveaux employés au cours des premières semaines de présence.

**Exemples :**

- o Parcours d'intégration - Définir des dispositions d'encadrement et de suivi au cours de la période d'essai ;
- o Suivi particulier des intérimaires.

#### > Vêtements et locaux du personnel

- Prévoir des recommandations sur la gestion des vêtements de travail et les locaux du personnel.

**Exemples :**

**Vêtements de travail et vestiaires :**

- o Identifier toutes les dispositions à mettre en place pour gérer les vêtements de travail : vestiaires, tenues par type d'activité, lavage, etc. ;
- o Vestiaires : séparation vêtements de ville / vêtements de travail, espace individuel fermé ;
- o Vêtements pour zones sensibles avec vestiaires particuliers ;
- o Nombre de changes : si possible une tenue/jour.

**Locaux du personnel (hors vestiaires) :**

- o Salle de repos : accès par l'intérieur des locaux ;
- o Salle de repas : prendre des dispositions concernant l'apport et l'entreposage de la nourriture.

#### > Règlement intérieur : dispositions particulières

- Un règlement intérieur rappellera, par établissement, les dispositions générales et précisera les dispositions particulières liées à la sûreté. Le personnel en sera informé dès son embauche et régulièrement. Toute modification sera clairement portée à la connaissance du personnel.

**Exemples :**

- o Déclaration de maladies contagieuses ou d'exposition à celles-ci ;
- o Règles strictes pour l'introduction et l'utilisation de médicaments ou de nourriture par le personnel ;
- o Tout objet pouvant être un contenant interdit ;
- o Respect des lieux appropriés (séparés des installations) pour manger, boire et fumer, sans les tenues de travail.

#### > Détecter les comportements hors-normes

**Exemples de comportements anormaux :**

- o Présence en zone non autorisée ;
- o Absences répétées et injustifiées.

#### > Formation du personnel aux mesures de sûreté et à la détection des événements anormaux

Mettre en place un programme de formation aux mesures de sûreté :

- o Formations initiales ;
- o Formations régulières ;
- o Formation/information en situation d'alerte, d'urgence et de crise.

#### > Dispositions après le départ des collaborateurs de l'entreprise

- o Instaurer, en fonction des causes de départ, les dispositions de sûreté à mettre en place vis-à-vis des différentes catégories de personnel ayant quitté l'entreprise.

**Exemples :**

- o Procédure de récupération des tenues, des badges, des clefs, y compris pendant les congés ;
- o Changement des serrures pour les zones sensibles ;
- o Connaître, si possible, le nouvel employeur ;
- o Il convient de s'assurer que ces recommandations sont appliquées chez les sous-traitants retenus pour travailler régulièrement dans les installations.



## ANNEXE 2 (fin)

### 4. Gestion des stocks

**Objectif du chapitre :** Assurer la sûreté des stocks.

Le suivi précis des stocks et le rapprochement fréquent des stocks théoriques et des stocks physiques sont des moyens de détection des anomalies. Il conviendra de veiller en particulier à :

- Analyser les marchandises sensibles et déterminer les fréquences des contrôles de stocks en fonction de la dangerosité des marchandises ;
- Vérifier l'intégrité des contenants à chaque stockage/déstockage de marchandises ;
- Faire des rapprochements entre les stocks théoriques (dont stocks donnés par les systèmes informatiques) et les stocks physiques en fonction de l'analyse ci-dessus et détecter d'éventuelles anomalies ;
- Mettre en place les procédures de gestion des stocks et de traitement des anomalies et des écarts de stocks.

### 5. Process

**Objectif du chapitre :** assurer le contrôle de la mise en œuvre de l'intégrité du process.

- Analyser les points de vulnérabilité du process pour les réduire et augmenter la surveillance ;
- S'assurer que le déroulement des étapes du process a respecté les règles prévues ;
- S'assurer que les marchandises utilisées proviennent de fournisseurs agréés et que les fournisseurs ont eux-mêmes mis en place des procédures de sûreté adaptées ;
- S'assurer que les produits fabriqués (rôle du fabricant) ou livrés (rôle du réceptionnaire) disposent d'un conditionnement et d'un emballage dont l'intégrité peut être aisément et efficacement contrôlée jusqu'au moment de leur utilisation, que ce soit par un transformateur ou par un distributeur (ex palettes filmées) ou par le consommateur final (ex bouchons de bouteilles et couvercles des pots notamment pots bébé protégés individuellement par film ou sertissage à briser) ;
- S'assurer que les procédures de qualification des marchandises ont été respectées ;
- S'assurer de l'intégrité des emballages et conditionnements à la livraison et lors de l'utilisation ;
- S'assurer de l'intégrité et de la conformité des produits mis en œuvre ;
- Banaliser au maximum les emballages pour éviter une identification rapide des produits au transport ou en entrepôt ;
- Mettre en quarantaine tout produit suspect (couleur, odeur, hétérogénéité anormale, granulométrie, emballage endommagé, comportement du produit inhabituel etc.) ;
- Traiter les anomalies détectées et les enregistrer.

### 6. Sûreté informatique

**Objectif du chapitre :** prévenir les intrusions informatiques et renforcer la sécurité informatique

- Analyser les points de vulnérabilité par une analyse de risque ;
- Appliquer les 40 recommandations simples pour sécuriser le système d'information (SI) avec le Guide d'hygiène informatique édité par l'ANSSI [http://www.ssi.gouv.fr/IMG/pdf/guide\\_hygiene\\_informatique\\_anssi.pdf](http://www.ssi.gouv.fr/IMG/pdf/guide_hygiene_informatique_anssi.pdf) ;
- Sensibiliser le service informatique au problème de sûreté : établir les procédures de suivi d'utilisation, cartographie des SI, séparation des flux administration et d'utilisateurs, gestion des sauvegardes ;
- Mettre en place des systèmes de protection physique des installations (locaux spécifiques pour les centres de commandes, locaux techniques SI, gestion des accès en fonction d'une évaluation des zones à protéger) ;
- Mettre en place un système contre l'intrusion et la prise de contrôle des systèmes industriels par des opérateurs externes (ex : télémaintenance) ou matériels connectés à internet. Voir les recommandations de l'ANSSI sur la cybersécurité des systèmes industriels : <http://www.ssi.gouv.fr/fr/guides-et-bonnes-pratiques/recommandations-et-guides/securite-des-systemesindustriels/la-cybersecurite-des-systemes-industriels.html>.

Se rapprocher des autorités pour toute intrusion suspecte (ANSSI ou CERT-FR ci-après) :

Sites donnant des informations et recommandations sur la sécurité informatique :

**ANSSI** : l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information est l'autorité nationale en matière de sécurité et de défense des systèmes d'information. <http://www.ssi.gouv.fr/fr/anssi/>

**CERT-FR** : centre gouvernemental de veille d'alerte et de réponse aux attaques informatiques. <http://www.cert.ssi.gouv.fr/>

**Portail de la sécurité informatique** : ce portail d'information propose des fiches pratiques et des conseils destinés à tous les publics (particuliers, professionnels, PME). <http://www.securite-informatique.gouv.fr/>

**CLUSIF** : club de la sécurité d'information français (privé).

## ANNEXE 3

### EXTRAIT DE LA FORMATION SUR LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL

En 2011, la branche Accidents du Travail et Maladies Professionnelles de la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés a indemnisé 1,2 million de sinistres.

Parmi ces accidents, près de 670 000 (dont 116 000 en IAA) ont donné lieu à un arrêt de travail soit 54 millions de journées de travail perdues et 550 décès (dont 38 en IAA) en 2011.

Principales causes des accidents du travail en France :

- en premier : risques liés à la circulation, aux déplacements et manutentions manuelles
- en deuxième : chûtes de plain-pied

« Est considéré comme accident du travail, quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant à quelque titre que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise »

« Est considéré comme accident de trajet ... l'accident survenu à un travailleur ... pendant le trajet d'aller et retour entre :

- 1- la résidence principale ...
- 2- le lieu de travail et le restaurant, la cantine ...

dans la mesure où le parcours n'a pas été interrompu ou détourné pour un motif dicté par l'intérêt personnel et étranger aux nécessités essentielles de la vie courante ou indépendant de l'emploi »

« La maladie telle qu'elle est désignée dans un tableau de maladies professionnelles peut être reconnue d'origine professionnelle lorsqu'il est établi qu'elle est directement causée par le travail habituel de la victime. Peut être également reconnue d'origine professionnelle une maladie caractérisée non désignée dans un tableau de maladies professionnelles lorsqu'il est établi qu'elle est essentiellement et directement causée par le travail habituel de la victime et qu'elle entraîne le décès de la victime ou une incapacité permanente. »

En 2011, 55057 maladies professionnelles sont comptabilisées dont :

- affections périarticulaires = affections dues aux hypersollicitations musculaires, articulaires et périarticulaires (coudes, genoux, canal carpien...). On parle aussi de TMS (troubles musculo-squelettiques)
- affections chroniques du rachis lombaire provoquées par la manutention de charges lourdes

« L'employeur doit prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé de son personnel sur la base de principes généraux de prévention parmi lesquels figure l'évaluation des risques » ⇔ Articles L. 4121-1 à L4121-3 du Code du travail.

Il doit transcrire les résultats de l'évaluation des risques professionnels dans un document unique sous peine de sanctions financières ⇔ Décret n°2001-1016 du 5 novembre 2001.

Ce document contient :

- la méthode d'analyse des risques retenue,
- la méthode de classement choisie,
- la liste des risques identifiés et évalués.

Il est tenu à la disposition des salariés exposés aux risques et du médecin du travail.

Il doit être dynamique : mise à jour annuelle ou en cas d'information supplémentaire.

Circulaire du 18 avril 2002 :

- Élaboration d'un programme annuel d'actions de prévention des risques
- Mise en place de mesures de prévention
- Réévaluation des risques

## ANNEXE 3 (fin)

Les 7 principes de prévention :

- Éviter les risques.
- Évaluer les risques qui ne peuvent être évités.
- Combattre les risques à la source.
- Adapter le travail à l'homme.
- Tenir compte de l'état d'évolution de la technique.
- Remplacer ce qui est dangereux par ce qui est moins dangereux.
- Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle.

« Le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail est devenu une institution à part entière, représentative du personnel, dotée de pouvoirs délibératifs, pour l'ensemble des questions de santé, de sécurité et de qualité de vie au travail. »

Il est obligatoire dans tout établissement de plus de 50 salariés. Présidé par l'employeur, il comporte des représentants des salariés, le médecin de la santé au travail, un agent de prévention de la CARSAT et un inspecteur du travail.

Il contribue à la protection de la santé et de la sécurité des salariés de l'établissement et de ceux mis à la disposition de celui-ci.

Autres missions :

- Analyse des risques professionnels et recherche de solutions
- Enquêtes suite à un accident du travail ou une maladie professionnelle
- Contribuer à l'amélioration des conditions de travail
- Veiller à l'observation des prescriptions législatives et réglementaires.

## ANNEXE 4

### SYNTHÈSE DES ÉLÉMENTS BIBLIOGRAPHIQUES TROUVÉS

#### **Document 1 : notes personnelles du responsable qualité suite à l'étude d'un document INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles) – ateliers de découpe en filière viande de boucherie**

Cinq composantes seraient à considérer :

- L'environnement dans lequel s'exerce l'activité : conception et configuration des lieux de travail, des postes, état des sols, luminosité, bruit, température, humidité...
- L'organisation du travail et les ressources humaines : procédures et façons de travailler, règles d'hygiène, gestion des flux, répartition du travail, horaires, management, formation/information...
- Le produit travaillé : poids, état sanitaire...
- Le système technique et sa maintenance : outils, installations
- Le contexte réglementaire et commercial : évolution des marchés, exigences en matière de normes, d'environnement et de sécurité sanitaire, nouveaux concurrents...

Observations générales dans la filière viande :

- Une insuffisance générale en matière d'accueil et de formation des nouveaux arrivants est constatée : savoir entretenir son couteau -affûter et affiler- est une activité complexe qui prend du temps et qui doit être prévue dans la procédure de gestion du poste. Pour certains postes, ce temps d'affilage peut atteindre 30% du temps de travail.
- Les EPI ne sont toujours pas vraiment adaptés et l'intérêt de les porter n'est pas suffisamment expliqué : les opérateurs les ressentent comme une gêne, compte tenu des cadences à maintenir (ateliers de désossage et de découpe).
- Des études ont montré que 60% des couteaux coupaient mal alors que c'est l'outil essentiel à la découpe, ce qui peut entraîner des TMS. D'autre part, quand le couteau coupe mal, la découpe est plus longue, les coups de couteaux nombreux et peu précis. Pour maintenir la cadence, l'opérateur force, fatigue et s'énerve ; ce qui peut aussi conduire à des accidents du travail.
- Les grandes familles de produits de nettoyage et/ou de désinfection ne sont pas toujours identifiées et séparées (acides, bases, produits chlorés...). Des risques de déversement accidentel existent lors du transvasement des produits, les EPI doivent être portés.
- Lors des opérations de raclage du sol ou de brossage manuel, les opérateurs chargés du nettoyage peuvent être soumis à des risques lombalgiques, aggravés par la préhension de lances haute pression. D'autre part, il faut éviter les risques de chute par glissade.
- Les documents permettant le nettoyage et la désinfection ne sont pas assez compris et respectés par les opérateurs ; les symboles de produits dangereux sont mal ou peu identifiés.
- Les outils sont parfois laissés sur les tables de découpe pendant la pause.

#### **Document 2 : notes personnelles du responsable qualité suite à l'étude d'un dossier technique du Critt agroalimentaire (Centre Régional d'Innovation et de Transfert de Technologies) sur le nettoyage et la désinfection**

- La désinfection ne peut être efficace qu'après un nettoyage.
- La température de l'eau est un facteur capital de l'efficacité du nettoyage. L'eau chaude permet d'accélérer la réaction chimique entre le produit de nettoyage et les souillures.
- L'eau chaude ramollit les souillures et entraîne la fonte des graisses.
- L'eau chaude facilite le décrochement des souillures.
- L'eau chaude (à partir de 65 °C) coagule certaines souillures protéiques (sang, protéines de viande...), ce qui a pour effet de créer un film très difficile à nettoyer et qui peut servir de support aux microorganismes.
- Une eau trop chaude peut provoquer l'évaporation de certains principes actifs renfermés dans les détergents ou les désinfectants. Ceci peut diminuer l'efficacité de ces produits.
- L'eau trop chaude provoque la formation de gouttelettes d'eau en suspension qui peuvent contenir des microorganismes et donc recontaminer les surfaces nettoyées.
- La température optimale de l'eau de nettoyage serait d'environ 45 °C

#### **Document 3 : notes personnelles du responsable qualité suite à une recherche informatique**

- Le temps d'exposition pour une brûlure au 3<sup>ème</sup> degré de la peau humaine est de : 1 seconde à 70 °C, 7 secondes à 60 °C et 8 minutes à 50 °C.

## ANNEXE A

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

Numéro de l'exigence	Actions à entreprendre
6.1.1.	-
6.1.2.	- - -
6.1.3.	-
6.2.1.	-
6.2.2.	-
6.3.1.	- -
6.3.2.	- -
6.4.1.	-

## ANNEXE B

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

Danger	Facteur de risque	Zone ou poste concerné	Mesures préventives envisagées par le responsable qualité

## ANNEXE C

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

Poste	Questions à poser au salarié (au moins 3 par poste)	Réponse : Oui ou Non (ne sera complétée que lors des entretiens)
Opérateurs de désossage		
Opérateurs de broyage/hachage		
Opérateurs de lavage des chariots		
Opérateurs de mise en carton		

## FABRICATION INDUSTRIELLE DE CRÈME GLACÉE

La marque « SCGA » appartient à un industriel de l'agroalimentaire qui fabrique des sorbets, des crèmes glacées et des glaces alimentaires vendus dans ses propres magasins.

L'entreprise souhaite mettre sur le marché une nouvelle crème glacée, dont le code est CG-105, conditionnée en boîtes hermétiquement fermées de 500 mL et distribuée dans les magasins de la marque.

Dans ce but, la responsable qualité est chargée :

- de vérifier l'application des Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) et des Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) ;
- de réaliser l'étude HACCP ;
- de répertorier les contrôles microbiologiques à réaliser en cours de fabrication et sur le produit fini ;
- de mettre en place un contrôle par échantillonnage sur le produit fini.

Pour vérifier l'application des BPF/BPH et réaliser l'étude HACCP, la responsable qualité décide d'utiliser comme document de référence la fiche technique des BPF pour la crème glacée (aux œufs et aux fruits) du GBPH traiteurs/restaurateurs.

### 1. ACTUALISATION DE LA FICHE TECHNIQUE DES BPF (18 points)

L'annexe 1 donne la composition du produit CG-105.

Le diagramme de fabrication du produit CG-105 est schématisé dans l'annexe 2.

La fiche figurant en annexe 3 a été conçue pour des artisans traiteurs/restaurateurs afin d'identifier les CCP et les mesures de maîtrise associées. Cette fiche doit être modifiée pour pouvoir être utilisée en milieu industriel.

1.1. Donner la définition d'un CCP.

1.2. Avant d'appliquer la méthode HACCP, il est nécessaire d'assurer des conditions et activités de base permettant de maintenir un environnement hygiénique approprié à la production. Donner au moins 5 exemples de BPF et BPH.

1.3. Compléter l'annexe A :

- pour le glacier traditionnel, en vérifiant la pertinence de chaque CCP de la fiche et en justifiant la conservation ou non de la qualification « CCP » ;
- pour le glacier industriel,
  - en proposant des options de maîtrise des risques pour chaque étape du procédé industriel,
  - en précisant et en justifiant la qualification ou non de « CCP ».

### 2. ANALYSE DES DANGERS MICROBIOLOGIQUES (19 points)

Les professionnels ont vis-à-vis des consommateurs une obligation de sécurité : les glaces, crèmes glacées et sorbets doivent être exempts de microorganismes dangereux et doivent conserver des qualités gustatives irréprochables jusqu'à leur consommation.

La responsable qualité réalise l'analyse des dangers microbiologiques pouvant affecter la qualité de la crème glacée CG-105, à l'aide du document présenté en annexe 4.

Pour la fabrication de CG-105, elle retient une seule espèce, *Listeria monocytogenes*, et une seule famille, Enterobacteriaceae.

2.1. Justifier ce choix.

2.2. Donner les arguments qui ont permis d'éliminer les risques des catégories 1.11, 1.13, 1.14, 2.2.1, et 2.2.6.



Les résultats des contrôles réalisés sur le produit fini sont les suivants :

Prélèvement n°		1	2	3	4	5
Micro-organisme	<i>L. monocytogenes</i>	3 ufc/g	2 ufc/g	3 ufc/g	1 ufc/g	0 ufc/g
	Enterobacteriaceae	5 ufc/g	12 ufc/g	7 ufc/g	24 ufc/g	4 ufc/g

2.3. Indiquer pour chacun des deux contrôles le plan d'échantillonnage et les limites.

2.4. Expliquer comment interpréter les résultats.

2.5. Analyser les résultats. Conclure quant à la conformité du produit fini.

### 3. ACTUALISATION DU PLAN DE NETTOYAGE-DESINFECTION(19 points)

Parmi les divers moyens de maîtrise des risques, l'emploi de protocoles de nettoyage et de désinfection complets et efficaces participe à la réalisation des objectifs de qualité.

3.1. À l'aide de l'annexe 5, représenter sous forme de diagramme causes-effet les divers paramètres qui conditionnent l'efficacité d'un protocole de nettoyage-désinfection.

L'entreprise utilise déjà deux produits dont la composition est donnée en annexe 6.

3.2. Indiquer le produit le plus adapté pour désinfecter le réservoir du lait utilisé à l'étape (3) du procédé de fabrication. Justifier.

3.3. Donner les principales étapes du protocole global de nettoyage-désinfection correspondant.

Pour vérifier l'efficacité du nettoyage-désinfection de ce circuit, l'entreprise utilise l'ATP-métrie.

3.4. À l'aide des données de l'annexe 7, justifier ce choix.

### 4. CONTRÔLE PAR ÉCHANTILLONNAGE DU PRODUIT FINI (24 points)

Un contrôle par échantillonnage sur le produit fini est réalisé au laboratoire pour vérifier l'étanchéité des emballages.

Il s'agit d'une inspection visuelle effectuée au laboratoire qui permet de contrôler l'intégrité du produit conditionné en boîtes de 500 mL.

La norme NF ISO 2859-1 « Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs » dont un extrait figure en annexe 8 est utilisée pour choisir un plan de contrôle.

Le produit CG-105 est fabriqué en continu par lots de 10 000 boîtes.

4.1. Justifier l'utilisation de cette norme.

4.2. Schématiser un plan d'échantillonnage simple.

4.3. Définir le NQA.

4.4. Donner les paramètres du plan de contrôle simple, de niveau II, à appliquer pour un NQA de 1,5.

4.5. Compléter le tableau de l'annexe B en justifiant les prises de décision et en donnant les caractéristiques du ou des nouveaux plans de contrôle à appliquer.

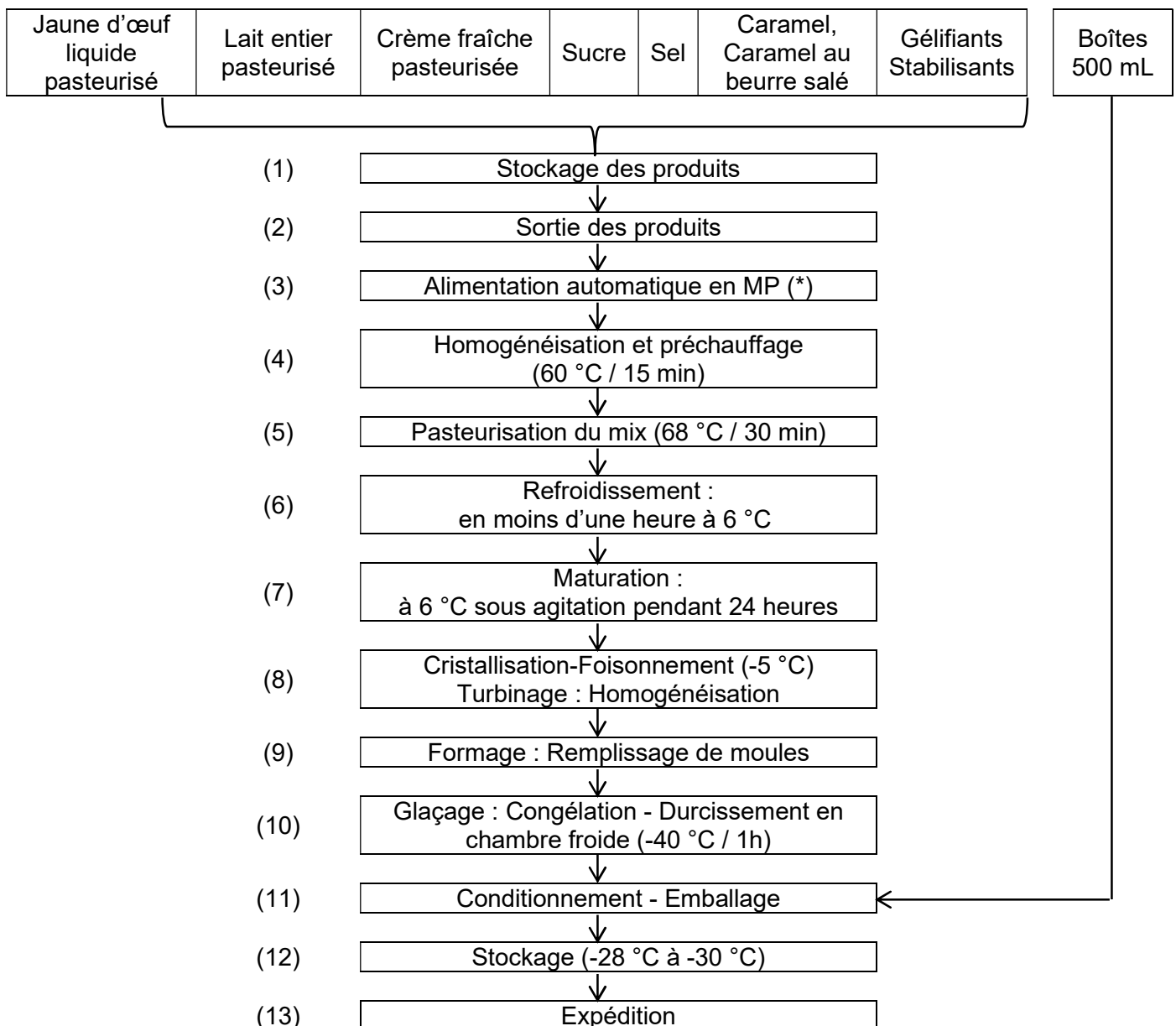
## ANNEXE 1

### COMPOSITION DU PRODUIT CG-105

Ingrédients	g pour 100 g
Jaune d'œuf liquide pasteurisé	16
Lait entier pasteurisé	34,7
Crème fraîche pasteurisée	19
Sucre	7,5
Sel	0,2
Caramel	17,3
Caramel au beurre salé	5,2
Gélifiants, stabilisants	0,1

## ANNEXE 2

### DIAGRAMME DE FABRICATION DU PRODUIT CG-105



(\*) MP = matières premières

### ANNEXE 3

#### FICHE TECHNIQUE BPF POUR LA CRÈME GLACÉE (AUX ŒUFS ET AUX FRUITS) DU GBPH TRAITEURS/RESTAURATEURS

CCP	Risques potentiels	Maîtrise des risques
CCP 1 : Matières Premières	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contamination par des fruits incorporés après pasteurisation</li> <li>• Contamination possible par des germes d'œufs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N'utiliser pour la fabrication de crèmes glacées aux fruits que des fruits d'une qualité hygiénique irréprochable (conserves, fruits surgelés) ; nettoyer les fruits frais par un rinçage intensif à l'eau potable, les confire dans de l'alcool, les pocher (fruits séchés) ou les soumettre à un bref réchauffement (fruits secs) au four.</li> <li>• Ne jamais utiliser à la fabrication de crèmes glacées des œufs très souillés ou détériorés.</li> </ul>
CCP 2 : Pasteurisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasteurisation inefficace due au non-respect de la durée et des températures de pasteurisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respecter scrupuleusement la durée et la température de pasteurisation.</li> <li>• Entretien régulier du matériel.</li> <li>• Veiller à ce que le mélange intégral soit soumis à des températures de 83 °C pendant au moins 1 minute ou qu'il atteigne une température à cœur de 85 °C.</li> </ul>
CCP 3 : Refroidissement rapide	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque de recontamination après pasteurisation</li> <li>• Multiplication possible de germes due à un refroidissement trop lent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminations dues à la poussière, des ustensiles souillés, etc., à éviter absolument après pasteurisation.</li> <li>• Après pasteurisation, ne poursuivre la préparation du mélange que sous la condition de la parfaite maîtrise de tous les risques.</li> <li>• Au cours du refroidissement, la masse de crème glacée doit atteindre une température de 6 °C en moins d'une heure.</li> </ul>
CCP 4 : Maturation / Repos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque de contamination</li> <li>• Risque de multiplication de germes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserver le mélange dans des récipients fermés.</li> <li>• Veiller à respecter les températures et durées suivantes :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 24h à maximum + 6 °C</li> <li>– 48h à maximum + 4 °C</li> <li>– 72h à maximum + 2 °C</li> </ul> </li> </ul>
CCP 5 : Turbinage / Mélange	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contamination due à du matériel insuffisamment nettoyé et désinfecté</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyer et désinfecter le matériel avant utilisation.</li> </ul>
CCP 6 : Emmoulage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contamination par des mains insuffisamment nettoyées et désinfectées</li> <li>• Récipients insuffisamment nettoyés et désinfectés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le nettoyage et la désinfection efficaces des mains s'avèrent particulièrement importants à ce niveau, étant donné qu'il n'y aura plus de cuisson par la suite.</li> <li>• Nettoyer et désinfecter soigneusement les récipients de conservation et d'emoulage ; les conserver en enceinte réfrigérée.</li> </ul>
CCP 7 : Conservation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une augmentation de la température est susceptible de nuire au produit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle régulier des températures.</li> <li>• Entretien régulier du matériel.</li> <li>• Indiquer les dates de fabrication et veiller à une organisation adéquate (FIFO) du stockage (First In, First Out).</li> </ul>
CCP 8 : Vente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contamination due à du matériel insuffisamment nettoyé et désinfecté</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renouveler au moins une fois toutes les heures l'eau de nettoyage de la cuillère à glace de préférence dans un récipient à eau courante.</li> </ul>

## ANNEXE 4

### EXTRAITS DU RÈGLEMENT (CE) N° 2073/2005 DE LA COMMISSION DU 15 NOVEMBRE 2005 RECTIFIÉ ET MODIFIÉ CONCERNANT LES CRITÈRES MICROBIOLOGIQUES APPLICABLES AUX DENRÉES ALIMENTAIRES

#### Chapitre 1. Critères de sécurité des denrées alimentaires

Catégorie de denrées alimentaires	Microorganismes/ toxines, métabolites	Plan d'échantillonnage ( <sup>1</sup> )		Limites ( <sup>2</sup> )		Méthode d'analyse de référence ( <sup>3</sup> )	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 ( <sup>4</sup> )	<i>Listeria monocytogenes</i>	10	0	Non détecté 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 permettant 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 ( <sup>5</sup> )		EN/ISO 11290-2 ( <sup>6</sup> )	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
		5	0	Non détecté dans 25 g ( <sup>7</sup> )		EN/ISO 11290-1	Avant que la denrée alimentaire n'ait quitté le contrôle immédiat de l'opérateur qui l'a fabriquée
1.3 Denrées alimentaires prêtes à être consommées ne permettant pas le développement de <i>L. monocytogenes</i> , autres que celles destinées aux nourrissons ou à des fins médicales spéciales ( <sup>4</sup> ) ( <sup>8</sup> )	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100 ufc/g		EN/ISO 11290-2 ( <sup>6</sup> )	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
1.4 Viande hachée et préparations de viande destinées à être consommées crues	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g		EN ISO 6579-1	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	Non détecté dans 25 g		EN ISO 6579-1	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	Non détecté dans 10 g		EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
1.7 Viandes séparées mécaniquement ( <sup>9</sup> )	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 10 g		EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation

#### ANNEXE 4 (suite)

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	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	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	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
1.10 Gélatine et collagène	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
1.11 Fromages, beurre et crème fabriqués à partir de lait cru ou de lait traité à une température inférieure à celle de la pasteurisation <sup>(10)</sup>	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
1.12 Lait en poudre et lactosérum en poudre	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
1.13 Crèmes glacées <sup>(11)</sup> , excepté les produits dont le procédé de fabrication ou la composition permettent de supprimer le risque salmonelles	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
1.14 Ovoproduits, excepté les produits dont le procédé de fabrication ou la composition permettent de supprimer le risque salmonelles	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation

## ANNEXE 4 (suite)

(<sup>1</sup>) n = nombre d'unités constituant l'échantillon ; c = nombre d'unités d'échantillonnage donnant des valeurs comprises entre m et M.

(<sup>2</sup>) Pour les points 1.1 à 1.25, 1.27 bis et 1.28, m = M.

(<sup>3</sup>) Il y a lieu d'utiliser l'édition la plus récente de la norme.

(<sup>4</sup>) Des essais périodiques fondés sur ce critère ne sont pas utiles, en temps normal, pour les denrées alimentaires « prêtes à être consommées » 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,
- 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,
- sel de qualité alimentaire.

(<sup>5</sup>) 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/g ne sera pas dépassée au terme de la durée de conservation.

(<sup>6</sup>) 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.

(<sup>7</sup>) Ce critère est applicable aux produits avant qu'ils ne quittent le contrôle immédiat 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.

(<sup>8</sup>) Les produits pour lesquels  $\text{pH} \leq 4,4$  ou  $a_w \leq 0,92$ , les produits pour lesquels  $\text{pH} \leq 5,0$  et  $a_w \leq 0,94$ , 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.

(<sup>9</sup>) 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) n° 853/2004 du Parlement européen et du Conseil.

(<sup>10</sup>) Excepté les produits pour lesquels le fabricant peut démontrer, à la satisfaction des autorités compétentes, qu'en raison du temps d'affinage et de la valeur  $a_w$  du produit le cas échéant, il n'y a aucun risque de contamination par les salmonelles.

(<sup>11</sup>) Uniquement les crèmes glacées contenant des ingrédients laitiers.

## ANNEXE 4 (suite)

### Interprétation des résultats des analyses (extraits)

Les limites indiquées s'appliquent à chaque unité d'échantillon analysée.

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,
- 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 toute leur durée de conservation :

- qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées indiquent l'absence de la bactérie,
- qualité insatisfaisante 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 :

- qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées sont  $\leq$  à la limite,
- qualité insatisfaisante 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 insatisfaisante lorsque la présence de la bactérie est détectée dans une unité de l'échantillon.

---

(1) Les résultats des analyses peuvent aussi être utilisés pour démontrer l'efficacité de l'application du système HACCP ou des bonnes pratiques d'hygiène dans le cadre du procédé.

## ANNEXE 4 (suite)

### Chapitre 2. Critères d'hygiène des procédés

#### 2.2 Lait et produits laitiers

Catégorie de denrées alimentaires	Micro-organismes	Plans d'échantillonnage <sup>(1)</sup>		Limites <sup>(2)</sup>		Méthode d'analyse de référence <sup>(3)</sup>	Stade d'application du critère	Action en cas de résultats insatisfaisants
		n	c	m	M			
2.2.1 Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés <sup>(4)</sup>	Enterobacteriaceae	5	0	10 ufc/ml		EN ISO 21528-2	Fin du procédé de fabrication	Contrôle de l'efficacité du traitement thermique et de la prévention de la recontamination et contrôle de la qualité des matières premières
2.2.2 Fromages à base de lait ou de lactosérum ayant subi un traitement thermique	<i>E. coli</i> <sup>(5)</sup>	5	2	100 ufc/g	1000 ufc/g	ISO 16649-1 ou 2	Pendant le procédé de fabrication, au moment où l'on prévoit le nombre d' <i>E. coli</i> le plus élevé <sup>(6)</sup>	Améliorations de l'hygiène de la production et de la sélection des matières premières
2.2.3 Fromages au lait cru	Staphylocoques à coagulase positive	5	2	10 <sup>4</sup> ufc/g	10 <sup>5</sup> ufc/g	EN/ISO 6888-2	Pendant le procédé de fabrication, au moment où l'on prévoit le nombre de staphylocoques le plus élevé	Améliorations de l'hygiène de la production et de la sélection des matières premières. Lorsque des valeurs > 10 <sup>5</sup> ufc/g sont détectées, le lot de fromages doit faire l'objet d'une recherche des entérotoxines staphylococciques.
2.2.4 Fromages à base de lait ayant subi un traitement thermique moins fort que la pasteurisation <sup>(7)</sup> et fromages affinés à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation <sup>(7)</sup>	Staphylocoques à coagulase positive	5	2	100 ufc/g	1000 ufc/g	EN/ISO 6888-1 ou 2		
2.2.5 Fromages à pâte molle non affinés (fromages frais) à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation <sup>(7)</sup>	Staphylocoques à coagulase positive	5	2	10 ufc/g	100 ufc/g	EN/ISO 6888-1 ou 2	Fin du procédé de fabrication	Améliorations de l'hygiène de la production. Lorsque des valeurs > 10 <sup>5</sup> ufc/g sont détectées, le lot de fromages doit faire l'objet d'une recherche des entérotoxines staphylococciques.



### ANNEXE 4 (suite)

2.2.6 Beurre et crème au lait cru ou lait ayant subi un traitement thermique plus faible que la pasteurisation	<i>E. coli</i> <sup>(5)</sup>	5	2	10 ufc/g	100 ufc/g	ISO 16649-1 ou 2	Fin du procédé de fabrication	Amélioration de l'hygiène de production et de la sélection des matières premières.
2.2.7 Lait en poudre et lactosérum en poudre <sup>(4)</sup>	Enterobacteriaceae	5	0	10 ufc/g		EN ISO 21528-2	Fin du procédé de fabrication	Contrôle de l'efficacité du traitement thermique et prévention de la recontamination
	Staphylocoques à coagulase positive	5	2	10 ufc/g	100 ufc/g	EN/ISO 6888-1 ou 2	Fin du procédé de fabrication	Amélioration de l'hygiène de production. Lorsque des valeurs > 10 <sup>5</sup> ufc/g sont détectées, le lot doit faire l'objet d'une recherche des entérotoxines staphylococciques.
2.2.8 Crèmes glacées <sup>(8)</sup> et desserts lactés congelés	Enterobacteriaceae	5	2	10 ufc/g	100 ufc/g	EN ISO 21528-2	Fin du procédé de fabrication	Amélioration de l'hygiène de production
2.2.9 Préparations en poudre pour nourrissons et aliments diététiques en poudre destinés à des fins médicales spéciales pour nourrissons de moins de six mois	Enterobacteriaceae	10	0	Non détecté dans 10 g		EN ISO 21528-1	Fin du procédé de fabrication	Améliorations de l'hygiène de production afin de réduire au minimum la contamination. <sup>(9)</sup>
2.2.10 Préparations de suite en poudre	Enterobacteriaceae	5	0	Non détecté dans 10 g		EN ISO 21528-1	Fin du procédé de fabrication	Améliorations de l'hygiène de production afin de réduire au minimum la contamination.
2.2.11 Préparations en poudre pour nourrissons et aliments diététiques en poudre destinés à des fins médicales spéciales pour nourrissons de moins de six mois	Présomption de <i>Bacillus cereus</i>	5	1	50 ufc/g	500 ufc/g	EN/ISO 7932 <sup>(10)</sup>	Fin du procédé de fabrication	Améliorations de l'hygiène de production. Prévention de la recontamination. Sélection des matières premières.

## ANNEXE 4 (fin)

(<sup>1</sup>) n = nombre d'unités constituant l'échantillon ; c = nombre d'unités d'échantillonnage donnant des valeurs comprises entre m et M

(<sup>2</sup>) Pour les points 2.2.1, 2.2.7, 2.2.9 et 2.2.10 m = M.

(<sup>3</sup>) Il convient d'utiliser l'édition la plus récente de la norme.

(<sup>4</sup>) Ce critère ne s'applique pas aux produits destinés à être encore transformés dans le secteur alimentaire.

(<sup>5</sup>) *E. coli* est utilisée ici comme indicateur du niveau d'hygiène.

(<sup>6</sup>) Pour les fromages ne pouvant pas favoriser le développement de *E. Coli*, le nombre de *E. Coli* est généralement le plus élevé au début de la période d'affinage, et pour les fromages pouvant favoriser le développement de *E. Coli*, il l'est en principe à la fin de la période d'affinage.

(<sup>7</sup>) À l'exception des fromages pour lesquels le fabricant peut démontrer, à la satisfaction des autorités compétentes, qu'ils ne présentent aucun risque de contamination par entérotoxines staphylococciques.

(<sup>8</sup>) Uniquement les crèmes glacées contenant des ingrédients lactés.

(<sup>9</sup>) Des essais en parallèle seront réalisés pour les *Enterobacteriaceae* et *Cronobacter spp.*, sauf si une corrélation entre ces microorganismes a été établie au niveau d'une usine. Si des *Enterobacteriaceae* sont détectées dans un échantillon du produit analysé dans cette usine, le lot doit être analysé pour *Cronobacter spp.* Il appartiendra au fabricant de démontrer, à la satisfaction de l'autorité compétente, s'il existe une telle corrélation entre *Enterobacteriaceae* et *Cronobacter spp.*

(<sup>10</sup>) 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.

### Interprétation des résultats des analyses (extraits)

Les limites indiquées s'appliquent à chaque unité d'échantillon analysée.

Les résultats des analyses révèlent la qualité microbiologique du procédé contrôlé.

Enterobacteriaceae dans les préparations en poudre pour nourrissons, les aliments diététiques en poudre destinés à des fins médicales spéciales pour nourrissons de moins de six mois et les préparations de suite en poudre :

- qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées indiquent l'absence de la bactérie,
- qualité insatisfaisante lorsque la présence de la bactérie est détectée dans une unité de l'échantillon.

*E. coli*, entérobactéries (autres catégories de denrées alimentaires) et staphylocoques à coagulase positive :

- 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 insatisfaisante lorsqu'une ou plusieurs valeurs observées sont  $> M$  ou lorsque plus de c/n valeurs se situent entre m et M.

Présomption de *Bacillus cereus* dans les préparations en poudre pour nourrissons et les aliments diététiques en poudre destinés à des fins médicales spéciales pour nourrissons de moins de six mois

- 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 insatisfaisante lorsqu'une ou plusieurs valeurs observées sont  $> M$  ou lorsque plus de c/n valeurs se situent entre m et M.

## ANNEXE 5

### DIX PARAMÈTRES À PRENDRE EN COMPTE LORS DES OPÉRATIONS DE NETTOYAGE-DÉSINFECTION (SOURCE ASEPT)

- (1) **Nettoyage-désinfection** : Agir avec méthode ! Définir les objectifs à atteindre, méthode de nettoyage, amélioration de la conception des équipements (dialogue avec les fournisseurs d'équipements et de produits de nettoyage). Le nettoyage est un temps de production.
- (2) **Formation au nettoyage-désinfection** : Respect des procédures, des consignes d'utilisation des produits et des matériels, des règles de sécurité, définir une équipe de nettoyage avec un responsable.
- (3) **Séparer la production des opérations de nettoyage** : Dans le temps et dans l'espace pour éviter toute contamination croisée. Nettoyer ou produire, il faut choisir.
- (4) **Contenir les souillures** et les déchets dans des lieux adaptés. Adapter l'outil de production pour prévenir la chute de produits et de souillures au sol.
- (5) **Débarrassage** : Préparer l'atelier au nettoyage en rangeant le matériel et en protégeant les éléments électriques et en démontant les machines et équipements qui le nécessitent.
- (6) **Ne pas laver à grande eau** : Éviter les jets d'eau intempestifs. Préférer le raclage. Proscrire les hautes pressions, qui projettent les souillures et maculent les murs et les plafonds. Préférer des sols sales mais secs que des sols sales et humides. Ne pas laisser l'embout du tuyau au contact du sol.
- (7) **Ne pas négliger l'utilité des techniques manuelles** comme outil de nettoyage : Le brossage, en particulier pour les zones difficiles d'accès
- (8) **Nettoyer avant de désinfecter** : Le nettoyage a plus d'effet que la désinfection. L'efficacité du produit dépend de la règle TACT : **T**emps de contact, **A**ctivité mécanique (point 7), **C**oncentration en produit, **T**empérature. Le choix du produit dépend de la souillure, des matériaux à nettoyer, de la qualité de l'eau et de la technique de nettoyage. Attention aux produits « 2 en 1 » (nettoyant + désinfectant). Alternier les désinfectants : leur choix dépend de la cible microbienne à atteindre.
- (9) **Validation du nettoyage-désinfection** : Connaître les limites des opérations actuelles de nettoyage-désinfection pour mieux les optimiser.
- (10) **Laisser un équipement et un sol secs** : Une fois la séquence nettoyage-désinfection terminée, bien racler le sol et remettre en état l'atelier.

## ANNEXE 6

### INFORMATIONS PRODUITS

#### **Produit 1 : Puissant désinfectant non moussant garanti sans ammonium quaternaire pour pisciculture - agro-alimentaire - laiterie – boissons**

##### Avantages

- Désinfectant totalement non moussant.
- Efficace en eau dure et en présence de protéines.
- Supprime totalement les mauvaises odeurs.
- Action rapide aussi bien sur les bactéries Gram + que Gram-.
- Actif vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Pediococcus cerevisiae*, *Pediococcus pentosaceus*, *Geotrichum candidum*, *Mycobacterium smegmatis*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus plantarum*, *Dekkera Intermedia*, ...

##### Utilisation

- Agroalimentaire, boissons, glaciers, laiteries, pisciculture, aquaculture.
- Pour la désinfection des circuits dans l'industrie de boissons.
- Pour la désinfection du matériel et des locaux en agroalimentaire.
- Pour la désinfection des surfaces ou des circuits, partout où une absence totale de mousse est impérative.
- Pour la désinfection des circuits, tanks en laiterie (récolte et fabrication).
- Pour le traitement de l'eau en pisciculture, aquaculture.
- Pour la désinfection des circuits et matériels servant à la fabrication des glaces, des fontaines à eau, ....
- Produit à rincer à l'eau.

#### **Produit 2 : Détergent Désinfectant alcalin Liquide auto moussant**

##### Avantages

- Excellent dégraissant-désinfectant.
- Auto-moussant : les surfaces traitées sont immédiatement visualisées.
- Ne contient pas de chlore.
- Stable en eau dure.
- Excellente tenue de la mousse.
- Produit utilisable en Agriculture Biologique conformément aux règlements (CE) n°834/2007 et 889/2008 de l'agriculture biologique.
- Conforme à l'arrêté du 8 septembre 1999 relatif aux procédés et aux produits utilisés pour le nettoyage des matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées, produits et boissons pour l'alimentation de l'homme et des animaux (rinçage obligatoire si contact alimentaire).

##### Utilisation

Ce produit est plus particulièrement adapté au nettoyage dans les élevages et les industries agro-alimentaires. Son action bactéricide permet d'effectuer en même temps une désinfection.

Dans les élevages :

- Porc, volaille, ... pour le nettoyage des locaux et du matériel... ; lors du vide sanitaire.

Dans les industries de la viande, du poisson et des plats cuisinés :

- Matériel d'abattage et de découpe (couteaux, scies, tables, balancelles, ...).
- Matériel de fabrication et de transformation (barattes, cutters, trancheuses, ...).
- Locaux d'abattage et de production (sols, couloirs, ...).

Dans les industries de la boisson :

- Extérieur du matériel de fabrication et de conditionnement (cuves, tanks, soutireuses, pasteurisateurs, ...).
- Locaux de production et de conditionnement.

## ANNEXE 7

### CONTRÔLE DU NETTOYAGE PAR ATP-MÉTRIE (ANALYSES DE SURFACE)

L'ATP-métrie est une méthode de contrôle du nettoyage-désinfection basée sur une technique de biologie moléculaire.

Elle utilise le principe de la bioluminescence, qui permet de mesurer quasi instantanément la quantité d'ATP (Adénosine Triphosphate) présente dans un échantillon.

La mesure se fait à l'aide d'un luminomètre qui donne le résultat en quelques secondes en Unité Relative de Lumière (URL ou RLU en anglais).

L'ATP-métrie possède de nombreuses applications dans des domaines très variés tels que le contrôle microbiologique des eaux, de diverses boissons, de surfaces en industrie agroalimentaire (HACCP) ou dans les piscines et même de l'air.

## ANNEXE 8

### EXTRAITS DE LA NORME NF ISO 2859-1 « RÈGLES D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LES CONTRÔLES PAR ATTRIBUTS »

Tableau 1 — Lettres-code d'effectif d'échantillon (voir 10.1 et 10.2)

Effectif du lot	Niveaux de contrôle spéciaux				Niveaux de contrôle généraux		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 à 8	A	A	A	A	A	A	B
9 à 15	A	A	A	A	A	B	C
16 à 25	A	A	B	B	B	C	D
26 à 50	A	B	B	C	C	D	E
51 à 90	B	B	C	C	C	E	F
91 à 150	B	B	C	D	D	F	G
151 à 280	B	C	D	E	E	G	H
281 à 500	B	C	D	E	F	H	J
501 à 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 à 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 à 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 à 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 à 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 à 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 et au-dessus	D	E	H	K	N	Q	R

## ANNEXE 8 (suite)

### Les règles de passage

#### **Passage du contrôle normal au contrôle renforcé**

Si l'on se trouve en contrôle normal, le contrôle renforcé doit être instauré dès que deux lots sur cinq (ou sur moins de cinq lots) consécutifs, contrôlés en première présentation, ne sont pas acceptés (on ne tient pas compte dans ce chiffre des lots présentés une seconde fois au contrôle).

#### **Passage du contrôle renforcé au contrôle normal**

Si l'on se trouve en contrôle renforcé, le contrôle normal doit être rétabli dès que cinq lots consécutifs ont été acceptés en première présentation.

#### **Passage du contrôle normal au contrôle réduit**

Si l'on se trouve en contrôle normal, le contrôle réduit doit être instauré lorsque toutes les éventualités suivantes se produisent en première présentation des lots :

- a) la valeur du score de passage pour le contrôle en cours est au moins à 30, et
- b) la production est régulière, et
- c) l'autorité responsable estime souhaitable de passer au contrôle réduit.

**Score de passage :** le calcul du score de passage doit commencer au démarrage du contrôle normal, sauf spécification contraire de l'autorité responsable.

Le score de passage doit être mis à zéro au démarrage et mis à jour au fur et à mesure de la progression du contrôle de chaque lot successivement soumis au contrôle normal en première présentation.

a) Plans d'échantillonnage simple :

- 1) lorsque le critère d'acceptation est supérieur ou égal à 2, ajouter 3 au score de passage si le lot est accepté ; sinon, remettre le score de passage à zéro ;
- 2) lorsque le critère d'acceptation est 0 ou 1, ajouter 2 au score de passage si le lot est accepté; sinon, remettre le score de passage à zéro.

#### **Passage du contrôle réduit au contrôle normal**

Si l'on se trouve en contrôle réduit, le contrôle normal doit être rétabli lorsque l'une quelconque des éventualités suivantes se produit en première présentation des lots :

- a) un lot n'est pas accepté, ou
- b) la production devient irrégulière ou se ralentit, ou
- c) d'autres conditions justifient que le contrôle normal soit rétabli.

## ANNEXE 8 (suite)

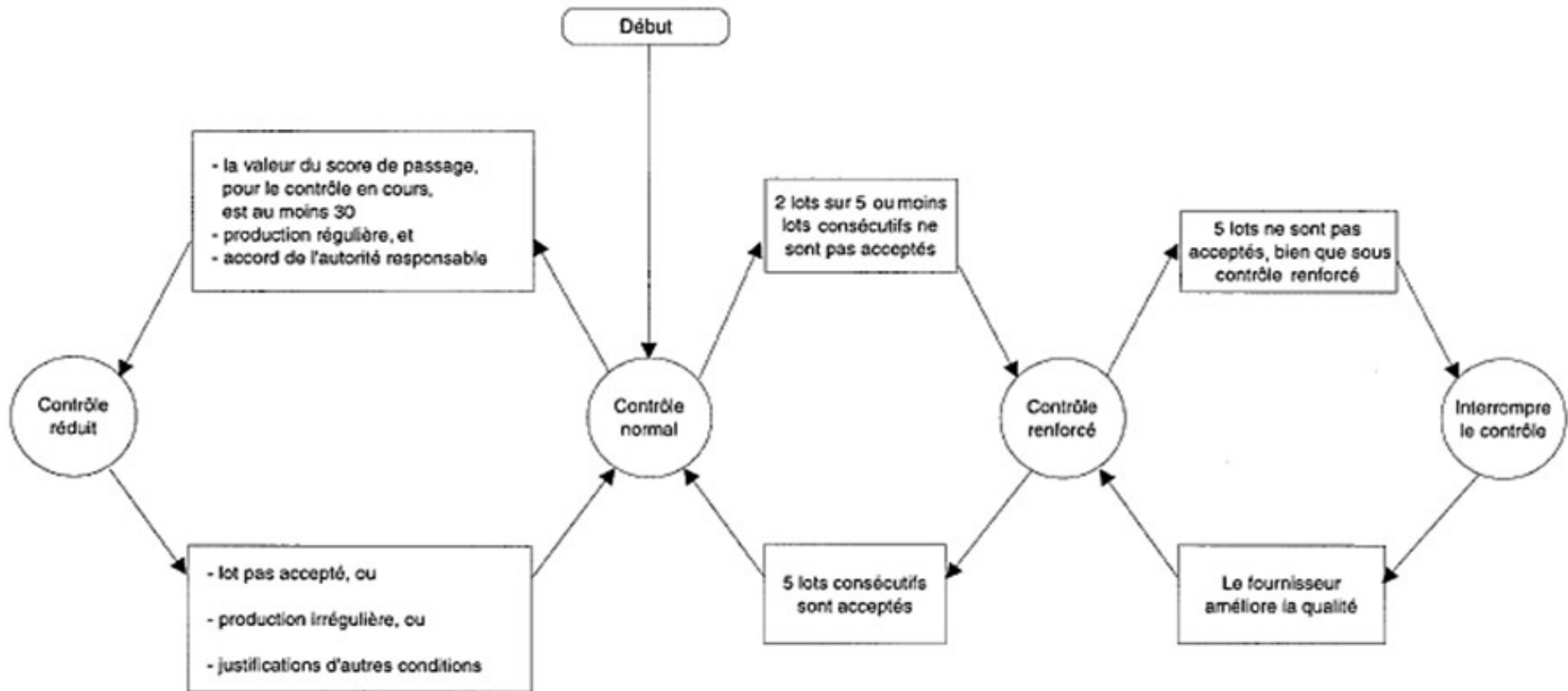


Figure 1 – Schéma des règles de passage du contrôle

## ANNEXE 8 (suite)

### Tableau 2-A — Plans d'échantillonnage simple en contrôle normal (Tableau général)

Lettre- code d'effectif d'échantillon	Effectif de l'échantillon	Niveau de qualité acceptable (NQA), pourcentage d'individus non conformes et non-conformités par 100 individus (contrôle normal)																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
Q	1 250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
R	2 000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	

↓ = Utiliser le premier plan d'échantillonnage figurant sous la flèche. Si l'effectif de l'échantillon est égal ou supérieur à l'effectif du lot, effectuer un contrôle à 100 %.

↑ = Utiliser le premier plan d'échantillonnage figurant au-dessus de la flèche.

Ac = Critère d'acceptation

Re = Critère de rejet



## ANNEXE 8 (suite)

### Tableau 2-B — Plans d'échantillonnage simple en contrôle renforcé (Tableau général)

Lettre-codé d'effectif d'échantillonnage	Effectif de réchantillonnage	Niveau de qualité acceptable (NQA), pourcentage d'individus non conformes et non-conformités par 100 individus (contrôle renforcé)																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↕	0 1	↓	↕	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28			
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42			
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42	↑			
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42	↑	↑			
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42	↑	↑	↑			
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
L	200	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
M	315	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
N	500	↓	↓	↓	0 1	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
P	800	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
Q	1 250	↓	0 1	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
R	2 000	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
S	3 150		1 2																										

↕ = Utiliser le premier plan d'échantillonnage figurant sous la flèche. Si l'effectif de l'échantillon est égal ou supérieur à l'effectif du lot, effectuer un contrôle à 100 %.

↑ = Utiliser le premier plan d'échantillonnage figurant au-dessus de la flèche.

Ac = Critère d'acceptation

Re = Critère de rejet

ANNEXE 8 (fin)

Tableau 2-C — Plans d'échantillonnage simple en contrôle réduit (Tableau général)

Lettre-code d'échantillonnage	Effectif de l'échantillon	Niveau de qualité acceptable (NQA), pourcentage d'individus non conformes et non-conformités par 100 individus (contrôle réduit)																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
B	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
C	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
D	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
E	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
F	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
G	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
H	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
J	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
K	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
L	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
M	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
N	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
P	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
Q	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
R	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		

↕ – Utiliser le premier plan d'échantillonnage figurant sous la flèche. Si l'effectif de l'échantillon est égal ou supérieur à l'effectif du lot, effectuer un contrôle à 100 %.

↑ – Utiliser le premier plan d'échantillonnage figurant au-dessus de la flèche.

Ac = Critère d'acceptation

Re = Critère de rejet

## ANNEXE A

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

Étape du procédé industriel	Glacier traditionnel		Glacier industriel		
	MP ou opération		CCP : (oui) / (non et justification)	Maîtrise des risques	CCP : (oui) / (non et justification)
Matières premières	Œufs entiers	CCP1			
1,2,3					
4					
5	Pasteurisation	CCP2			
6	Refroidissement	CCP3			
7	Maturation	CCP4			
8	Turbinage	CCP5			
9	Emmoulage	CCP6			
10, 11					
12	Conservation	CCP7			
13	Vente directe	CCP8			

## ANNEXE B

### À COMPLÉTER ET À REMETTRE AVEC LA COPIE

N° lot contrôlé	Nombre de NC	A	R	Décision	Score	Action à effectuer à l'issue du contrôle
1	5					
2	10					
3	7					
4	3					
5	6					
6	2					
7	1					
8	8					
9	5					
10	4					
11	3					
12	4					
13	5					
14	6					
15	1					
16	3					
17	2					
18	6					
19	5					
20	3					
21	2					
22	1					
23	2					
24	6					
25	4					

# 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, cependant, Internet nous offre un moyen simple d'obtenir des rectificatifs. Nous vous proposons :

- de signaler les erreurs rencontrées à l'adresse email suivante : [emmanuelle.piochaud@ac-montpellier.fr](mailto:emmanuelle.piochaud@ac-montpellier.fr)
- de lire les éventuels erratums sur le site UPBM : <http://www.upbm.org> (rubrique annales)

## Corrigés sujets 2020

### E2-U21 Mathématiques

2020

#### EXERCICE 1

##### PARTIE A. Évolution de la population de poissons au fil des mois dans certains aquariums

- Réponse **d**.  $10 \times 1,3^5 \approx 37,1$  donc il y a environ **37** poissons au bout de 5 mois.
- Réponse **b**. Les solutions de l'équation différentielle  $y' + 0,3y = 0$  sont les fonctions définies sur  $\mathbb{R}$  par  $t \mapsto Ce^{-0,3t}$  où  $C \in \mathbb{R}$ .  
 $g(t) = Ce^{-0,3t}$  et  $g(0) = 10 \Rightarrow Ce^0 = 10$  soit  $C = 10$ .  $g(t) = 10e^{-0,3t}$

##### PARTIE B. Étude statistique

1.

Concentration en pesticide (en mg/l) ( $x_i$ )	0	1	4	5	6	7	8	10
Nombre d'œufs pondus dans le mois ( $N_i$ )	249	248	246	230	130	50	40	35
$y_i = -\ln\left(\frac{250}{N} - 1\right)$	5,52	4,82	4,12	2,44	0,080	-1,39	-1,66	-1,82

- $r \approx -0,95$ .  $r$  est proche de  $-1$ . On peut en conclure qu'un ajustement affine du nuage de la série  $(x_i; y_i)$  est possible. Il est cependant de qualité médiocre car  $r$  n'est pas très proche de  $-1$  (ajustement de bonne qualité si  $0,99 < |r| < 1$ )

- $y = -0,857x + 5,905$ .

4.

- Comme  $y = -\ln\left(\frac{250}{N} - 1\right)$  et  $y = -0,857x + 5,905$  alors  $-\ln\left(\frac{250}{N(x)} - 1\right) = -0,857x + 5,905$ .

Soit

$$\ln\left(\frac{250}{N(x)} - 1\right) = 0,857x - 5,905 \Rightarrow \frac{250}{N(x)} - 1 = e^{0,857x - 5,905}$$

$$\text{b. } \frac{250}{N(x)} - 1 = e^{0,857x - 5,905} \Rightarrow \frac{250}{N(x)} = 1 + e^{0,857x - 5,905} \Rightarrow N(x) = \frac{250}{1 + e^{0,857x - 5,905}}$$

##### PARTIE C. Étude de la fonction

On définit  $f$  sur  $[0, +\infty[$  par  $f(x) = \frac{250}{1 + 0,003 e^{0,9x}}$

- $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 0$  car  $\lim_{x \rightarrow +\infty} 0,9x = +\infty \Rightarrow \lim_{x \rightarrow +\infty} e^{0,9x} = +\infty \Rightarrow \lim_{x \rightarrow +\infty} 1 + 0,003 e^{0,9x} = +\infty$

2.

$$a. f'(x) = 250 \times -\frac{0,003 \times 0,9 e^{0,9x}}{(1+0,003e^{0,9x})^2} = \frac{-0,675e^{0,9x}}{(1+0,003e^{0,9x})^2}$$

b.  $f'(x) < 0$  pour tout  $x \in [0 ; +\infty[$  car  $e^{0,9x} > 0$  et  $(1 + 0,003e^{0,9x})^2 > 0$ .

Par conséquent,  $f$  est strictement décroissante sur  $[0 ; +\infty[$ .

3. Voir ci-contre :

4. Si l'eau est sans pesticide, le nombre de poissons est égal à  $f(0) = \frac{250}{1,003} \approx 249,3$ .

On cherche donc la concentration  $x$  qui correspond donc la moitié de  $f(0)$  soit environ 124,6.

À l'aide du mode GRAPH de la calculatrice,  $x \approx 6,5$  mg/l.

On peut également résoudre l'équation  $f(x) = \frac{250}{2,006}$  :

$$\frac{250}{1 + 0,003e^{0,9x}} = \frac{250}{2,006} \Rightarrow 1 + 0,003e^{0,9x} = 2,006 \Rightarrow e^{0,9x} = 335,3333 \Rightarrow x = \frac{\ln(335,3333)}{0,9} \approx 6,5$$

$$5. \frac{1}{6-4} \int_4^6 f(x) dx = \frac{1}{2} [F(6) - F(4)] = \frac{1}{2} \left[ -\frac{2500}{9} \ln(e^{-5,4} + 0,003) + \frac{2500}{9} \ln(e^{-3,6} + 0,003) \right] \approx 194$$

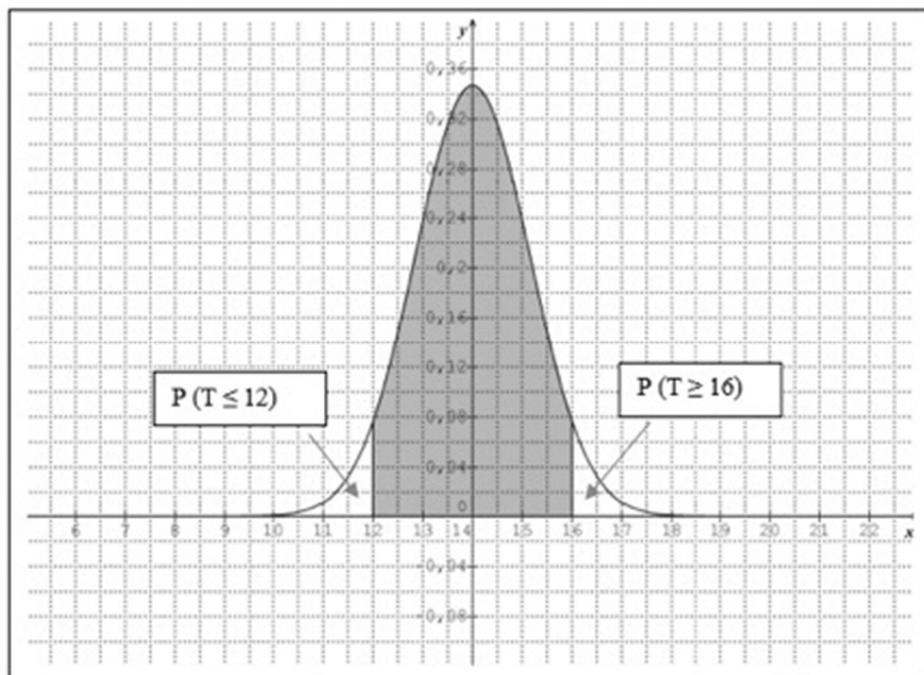
194 œufs pondus en moyenne par mois pour des concentrations en pesticides comprises entre 4 et 6 mg/l.

## EXERCICE 2

### PARTIE A. Étude du taux d'hémoglobine chez la femme en France

1.  $P(T \leq 12) \approx 0,041$ . La probabilité qu'une femme soit anémiée est de 0,041

2.  $P(T \geq 16) \approx 0,041$ . Comme  $\mu = 14$ , alors  $P(T \leq 12) = P(T \geq 16)$ .



## PARTIE B. Prévisions d'erreurs d'analyses

1. On répète 300 fois de manière indépendante une même épreuve qui admet deux issues :

- succès : « l'analyse est erronée »  $p = 0,005$  et échec : « l'analyse est exacte »  $1-p = 0,995$ .
- $X$ , nombre de succès, suit donc la loi binomiale de paramètres 300 et 0,005.

2. a. La probabilité qu'aucune des 300 analyses de l'échantillon ne soit erronée est égale à  
 **$P(X = 0) \approx 0,222$**

b.  $P(2 \leq X \leq 4) = P(X = 2) + P(X = 3) + P(X = 4) \approx 0,424$ .

La probabilité qu'il y ait de 2 à 4 analyses erronées parmi les 300 analyses de l'échantillon est égale à environ 0,424.

## PARTIE C. Délai des résultats des analyses du taux d'hémoglobine

1. On pose  $z = \frac{\bar{Y}-60}{1,5}$ . Ainsi  $Z$  suit la loi normale centrée réduite.

$$P(60 - h \leq \bar{Y} \leq 60 + h) = P\left(-\frac{h}{1,5} \leq Z \leq \frac{h}{1,5}\right) = 0,95 \Rightarrow \frac{h}{1,5} \approx 1,96 \Rightarrow h \approx \mathbf{2,94}.$$

2. Règle de décision du test :

On prélève un échantillon de 100 analyses et on calcule le délai moyen pour fournir le résultat  $m$ .

- si  $m \in I \approx [57,06 ; 62,94]$  on accepte  $H_0$  et on rejette  $H_1$  ;
- si  $m \notin I \approx [57,06 ; 62,94]$  on rejette  $H_0$  et on accepte  $H_1$ .

3.  $62,5 \in I \approx [57,06 ; 62,94]$ . On accepte l'hypothèse  $H_0$  et on rejette  $H_1$ .

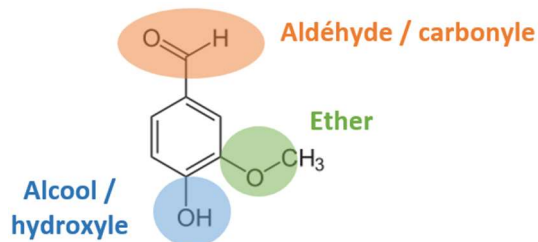
On peut conclure que le laboratoire a raison quand il affirme que le délai moyen pour fournir les résultats d'une analyse du taux d'hémoglobine est de 60 minutes

## Partie A : La vanilline, naturelle ou synthétique

## A.1. Étude de la molécule de vanilline

A.1.1.  $C_8H_8O_3$ 

A.1.2.



A.1.3. La molécule de vanilline possède la fonction aldéhyde conjuguée avec un cycle aromatique. Cela se traduit par l'appellation aldéhyde aromatique.

A.1.4.

A.1.4.a) La masse que l'on peut dissoudre est  $m_{\max} = S_{\text{eau}} \times V = 10 \times 0,200 = 2,0 \text{ g}$ .

A.1.4.b) On observe un dépôt de vanilline solide non dissous.

## A.2. Synthèse de la vanilline

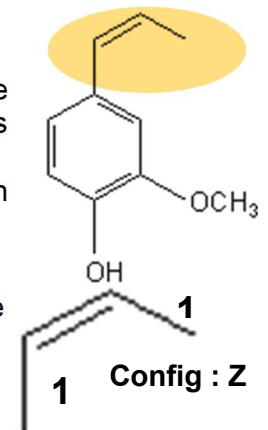
A.2.1. Pour déterminer la configuration de la double liaison, on utilise la règle CIP qui classe les substituants en fonction des numéros atomiques des atomes.

Les substituants au premier rang sur chaque carbone de la double liaison sont un atome de carbone et un atome d'hydrogène.

Le carbone est donc 1 et l'hydrogène est 2.

Les groupements prioritaires se trouvent du même côté de la double liaison donc configuration Z.

On peut aussi dire que les hydrogènes sont du même côté de la double liaison donc Z



A.2.2. Un catalyseur est une espèce chimique qui permet d'accélérer la réaction mais qui n'intervient pas dans l'équation de la réaction.

A.2.3. Présence d'une bande intense et fine vers  $1600-1700 \text{ cm}^{-1}$  en raison de la liaison  $C=O$  de la fonction aldéhyde.

Présence d'une bande moyenne et large vers  $3200 \text{ cm}^{-1}$  en raison de la liaison  $-OH$  de la fonction alcool.

## A.3. Activité radioactive et contrôle qualité

A.3.1.  $^{12}_6C$  : 6 neutrons et 6 protons       $^{14}_6C$  : 8 neutrons et 6 protons.

A.3.2. Deux noyaux isotopes possèdent le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents.

A.3.3.

A.3.3.a) La particule bêta moins émise lors de la désintégration et possédant la représentation  $^0_{-1}e$  est un électron.

A.3.3.b) En appliquant les lois de Soddy de conservation de la charge et de la masse, on obtient l'équation suivante :  $^{14}_6C \rightarrow ^{14}_7X + ^0_{-1}e$

A.3.3.c) D'après les données, il s'agit du noyau d'azote  $^{14}_7N$ .



**A.3.4.** Le temps de demi-vie est la durée au bout de laquelle l'activité de l'échantillon a été divisé par 2. L'article 1 indique que la quantité de carbone 14 est divisée par 2 tous les 5700 ans environ, le temps de demi-vie est donc :  $t_{1/2} = 5700$  ans.  
La quantité de carbone 14 est divisée par 2 au bout de 5700 ans, par 4 tous les 11400 ... par  $2^n$  tous les  $5700 \times n$  ans donc par  $2^{175}$  au bout d'un million d'années.  
Il n'en reste donc plus de trace dans le pétrole dont la formation date de plusieurs millions d'années car plusieurs millions d'années est une durée très supérieure au temps de demi-vie du carbone 14.

**A.3.5.** Dans la vanilline naturelle :  $^{14}\text{C}/C_{\text{total}} \approx 10^{-12}$  (reste constant durant la vie de la plante).  
Dans la vanilline synthétique :  $^{14}\text{C}/C_{\text{total}} \approx 0$  (dérivé du pétrole).  
Dans la vanilline synthétique, on ne peut mesurer aucune activité radioactive due au carbone 14 contrairement à la vanilline naturelle et la datation au carbone 14 permet donc de les différencier.

**A.3.6.**  $A = \lambda \times N \Leftrightarrow N = \frac{A}{\lambda} = \frac{0,125}{3,946 \cdot 10^{-12}} = 3,17 \cdot 10^{10}$  noyaux

**A.3.7.** Nombre de molécules dans 1,00 g de vanilline

$$N_{\text{molécules}} = N_A \times \frac{m}{M} = 6,022 \cdot 10^{23} \times \frac{1,00}{152,15} = 3,96 \cdot 10^{21} \text{ molécules}$$

Une molécule contient 8 atomes de carbone donc le nombre d'atomes de carbone est :

$$N_C = 8 \times N_{\text{molécules}} = 3,96 \cdot 10^{21} \times 8 = 3,17 \cdot 10^{21} \text{ atomes}$$

La teneur en carbone 14 est de  $10^{-12}$ , le nombre de noyaux de carbone 14 radioactifs dans l'échantillon d'origine naturelle est donc :

$$N_{^{14}\text{C}} = 10^{-12} \times 3,17 \cdot 10^{21} = 3,17 \cdot 10^{10} \approx 3,2 \cdot 10^{10} \text{ noyaux de carbone 14}$$

**A.3.8.** Le nombre de noyaux de carbone 14 est identique dans les 2 cas : la vanilline analysée est donc 100% d'origine naturelle.

## A.4. Un autre arôme de synthèse : l'éthylvanilline

**A.4.1.** Les molécules de vanilline naturelle et d'éthylvanilline ne sont pas identiques, l'éthylvanilline a un carbone supplémentaire.

**A.4.2.** L'éthylvanilline a le **même goût** que la vanilline, son **pouvoir odorant** est 3 ou 4 fois plus important et **son prix** est 10 fois moins élevé.

## Partie B : Analyse d'une solution commerciale de vanille

### B.1. Le spectrophotomètre

**B.1.1.** 1 : source lumineuse ; 4 : spectre d'émission continu ; 5 : cuve contenant la solution ; 6 : spectre d'absorption

**B.1.2.** La lentille utilisée dans le spectrophotomètre est une lentille convergente. Elle permet de focaliser le faisceau lumineux sur le réseau.

**B.1.3.** Le réseau permet de décompenser la lumière blanche afin d'obtenir l'ensemble des radiations lumineuses.

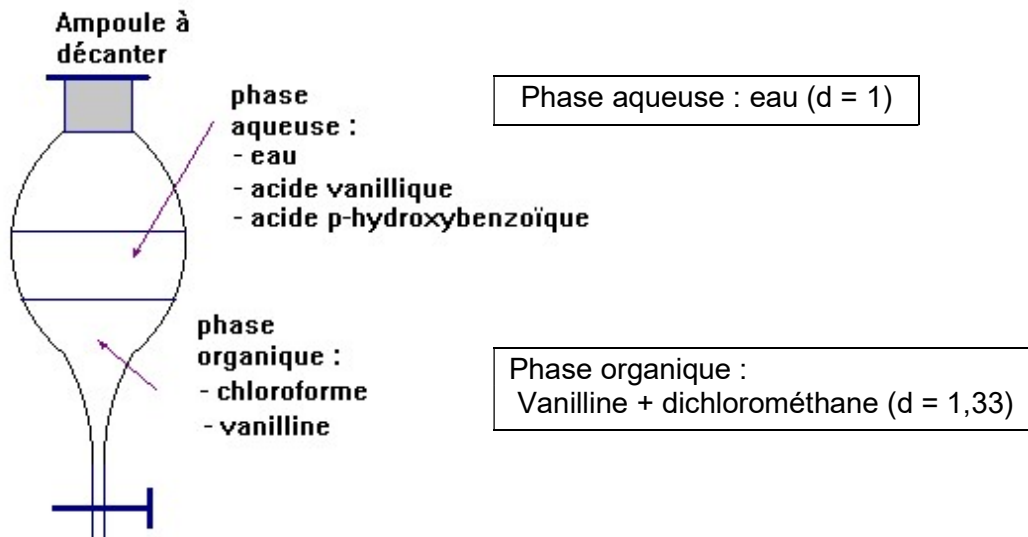
### B.2. Spectroscopie UV-Visible

**B.2.1.** Pour réaliser le dosage spectrophotométrique, il est nécessaire de se placer sur un maximum d'absorption afin que les variations d'absorbance soient significatives.  
Ici le choix judicieux est  $\lambda = 350 \text{ nm}$  soit dans les UV.

**B.2.2.** UV : partie 2                      Visible : partie 3

### B.3. Extraction de la vanilline et réalisation de la gamme d'étalonnage

#### B.3.1.



B.3.2. Sachant que l'on a introduit 5 mL d'extrait de vanille et qu'après extraction, il a été placé dans une fiole de 250 mL :

$$F = \frac{250}{1} = 250$$

B.3.3. Pour réaliser la solution n°2, il faut utiliser :

- 1 fiole **jaugée** de 100 mL
- 1 pipette **jaugée** de 1 mL avec propipette
- 1 bécher pour le prélèvement

B.3.4.  $C_0 \times V_6 = C_6 \times V_f$  donc  $V_6 = (C_6 \times V_f) / C_0 = (3,29 \cdot 10^{-5} \times 100) / 6,57 \cdot 10^{-4} = 5 \text{ mL}$

B.3.5. La solution 1 est une solution contenant uniquement du solvant, elle va permettre de réaliser le blanc.

### B.4. Mesures et interprétation

B.4.1. La loi mis en évidence est la loi de Beer-Lambert qui relie l'absorbance à la concentration :

$$A = \varepsilon \times l \times C$$

Avec A : l'absorbance sans unité

l : la largeur de la cuve en cm

C : la concentration en quantité de matière en mol.L<sup>-1</sup>

$\varepsilon$  : le coefficient d'absorption molaire en L.mol<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup>

B.4.2. La modélisation indique :  $A = 27523 \times C$

$$\text{Donc } C_x = \frac{A_x}{27523} = \frac{0,65}{27523} = 2,36 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

La solution commerciale a été diluée 250 fois donc la concentration en vanilline dans la solution commerciale de vanille liquide est :

$$C_x \times 250 = 5,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

## LES UTILISATIONS DU MIEL

## PARTIE MICROBIOLOGIE

## 1. LE MIEL, UN ANTISEPTIQUE NATUREL A LARGE SPECTRE

1.1. Agent chimique au résultat momentané, permettant au niveau des tissus vivants, dans la limite de leur tolérance, d'éliminer ou de tuer/inhiber les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus en fonction des objectifs fixés.

Le miel contient substances antiseptiques donc permet d'éviter les infections en éliminant les microorganismes.

1.2. Le miel de manuka contient seulement du méthylglyoxal (annexe 2A). Le miel Révamil contient du peroxyde d'hydrogène (annexe 2B) et probablement de la défensine-1 d'abeille (une faible bande est observable au niveau de la référence Lys dans le puit RS de l'annexe 2C).

## 1.2.1.

	Bactérie		Levure	Affinité tinctoriale	
	Bacille	Coque		Gram +	Gram -
<i>Candida albicans</i>			X		
<i>Staphylococcus aureus</i>		X		X	
<i>Escherichia coli</i>	X				X
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	X				X

La coloration différentielle de Gram étant basée sur la composition moléculaire de la paroi bactérienne, une levure ne peut être qualifiée de « Gram + » bien que violette à l'issue de la coloration.

1.2.2. Les champignons, comme les bactéries peuvent être des facteurs majeurs de retard de cicatrisation. Les microorganismes choisis pour l'étude sont des microorganismes potentiellement pathogènes et pouvant faire partie de la flore cutanée transitoire (*S. aureus*, Entérobactéries comme *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*). *Candida albicans* est présente dans 20% des plaies.

## 2. LA CONSOMMATION DE MIEL ET LE BOTULISME INFANTILE

2.1. La bactérie responsable du botulisme : *Clostridium botulinum*

2.1.1. Culture en absence d'oxygène, utiliser une jarre à anaérobiose (ou autre système permettant de supprimer l'oxygène dans le milieu).

2.1.2. 1. Acide lipotéichoïque ; 2. Acide téichoïque ; 3. Protéine intrinsèque ou protéine associée à la membrane plasmique ; 4. Phospholipide ; 5. Membrane plasmique ; 6. Espace périplasmique ; 7. Peptidoglycane.

2.1.3. Bactérie violette car Gram + d'après l'ultrastructure pariétale donnée en annexe A qui montre une importante couche de peptidoglycane et l'absence d'enveloppe externe.

2.1.4. La spore est une forme de résistance développée par la bactérie. La sporulation est un phénomène se produisant lorsque les conditions du milieu deviennent défavorables (appauvrissement en nutriments, élévation de la température, diminution de la disponibilité en eau...).

Cette forme confère à la bactérie différentes propriétés : thermorésistance, résistance à la dessiccation, aux agents chimiques, aux UV, au vieillissement ...

## 2.2. La toxine botulique

2.2.1. Exotoxine = toxine sécrétée (ou excrétée) par les microorganismes, de nature protéique.

2.2.2. Le système immunitaire du nourrisson est encore immature.

2.2.3. L'intestin est un milieu présentant des conditions favorables à la germination des spores par son environnement physico-chimique (nutriments,  $A_w$ , T, pH...).

## 3. LA CONSERVATION DU MIEL DE MANUKA

3.1. Les flores les plus fréquemment retrouvées dans l'analyse des miels sont la flore mésophile et les levures osmophiles.

3.2. Les levures du genre *Saccharomyces* pratiquent la fermentation alcoolique. Cette dernière pourrait être favorisée par l'anaérobiose ou l'augmentation de la disponibilité en eau.

3.3. Substrat : glucose

Produits : éthanol et  $CO_2$

La fermentation alcoolique provoquera une altération des qualités organoleptiques du miel : l'aspect et le goût du produit vont changer (présence d'alcool et de gaz).

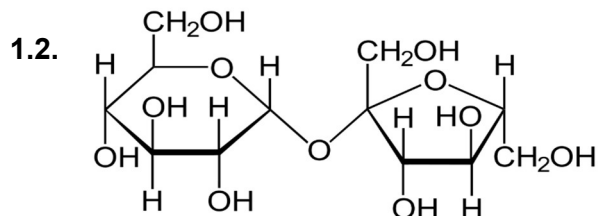
3.4. Les critères d'hygiène indiquent l'acceptabilité du fonctionnement du procédé de production. Il fixe ainsi une valeur indicative de contamination dont le dépassement exige des mesures correctives destinées à maintenir l'hygiène du procédé, conformément à la législation sur les denrées alimentaires.

Les entérobactéries sont des indicateurs liés principalement à une contamination fécale humaine ou animale mais aussi à une contamination environnementale.

## PARTIE BIOCHIMIE

### 1. LES GLUCIDES DU MIEL

1.1. On retrouve dans le nectar des oses (glucose, fructose) et du saccharose (diholoside), entre autres. Au niveau du miel, on retrouve également du glucose et du fructose et quelques diholosides (saccharose, maltose, isomaltose).



1.3. Le saccharose est hydrolysé par l'invertase aussi appelée  $\beta$  fructosidase ou saccharase.  
 $\text{Saccharose} + H_2O = \text{glucose} + \text{fructose}$

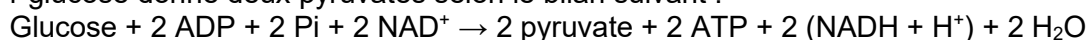
1.4. Plus le miel est riche en glucose (rapport glucose/eau), plus la vitesse de cristallisation est importante.

À teneur de glucose égale (rapport glucose/eau = 1,9), plus le miel est riche en fructose (rapport glucose/fructose), plus la vitesse de cristallisation diminue (Annexe 7). Cette observation peut être mise en relation avec la solubilité aqueuse du fructose, plus importante que celle du glucose (Annexe 8).

### 2. UTILISATION MÉTABOLIQUE DES GLUCIDES DU MIEL

2.1. La glycolyse assure la transformation du glucose en pyruvate.

2.2. 1 glucose donne deux pyruvates selon le bilan suivant :



Le Fructose a le même bilan que le glucose :



- 2.3. En aérobiose, le pyruvate entre dans la mitochondrie pour y suivre :
- la décarboxylation oxydative qui donne de l'acétyl-CoA
  - le cycle de Krebs qui aboutit à l'oxydation complète des C sous forme de CO<sub>2</sub>.

Le rôle est la récupération de l'énergie chimique sous forme de coenzymes réduits et d'ATP. Les coenzymes réduits cèdent leurs électrons à la chaîne respiratoire mitochondriale. L'accepteur final est l'oxygène et il se forme de l'eau.

Cette chaîne respiratoire mitochondriale est couplée à la phosphorylation oxydative qui permet de récupérer l'énergie sous forme d'ATP.

### 3. DOSAGE DU GLYCEROL DU MIEL

3.1. On dose le substrat disparu (glycérol) par spectrophotométrie une fois la réaction terminée (« attendre la fin de la réaction »).

3.2. La quantité de NAD<sup>+</sup> formé est proportionnelle à la quantité de glycérol. La longueur d'onde de 340 nm étant spécifique du NADH, H<sup>+</sup>, on observera donc une diminution de l'absorbance due l'oxydation du NADH, H<sup>+</sup> en NAD<sup>+</sup>.

$$3.3. \rho_{\text{glycérol}} = \frac{L \times \text{g.mol}^{-1}}{L.\text{mol}^{-1}.\text{cm}^{-1} \times \text{cm} \times L} = \text{g.L}^{-1}$$

$$3.4. \rho_{\text{glycérol}} = \frac{3,020 \times 10^{-3} \times 92,1 \times ((0,985 - 0,850) - (0,985 - 0,980))}{6300 \times 1 \times 0,1 \times 10^{-3}} = \frac{36,15846 \times 10^{-3}}{630 \times 10^{-3}} = 0,0574 \text{ g.L}^{-1}$$

$$\rho(\text{glycérol,échantillon}) = 0,0574 \text{ g/L}$$

$$3.5. \text{Teneur} = \frac{\rho_{\text{glycérol}} \times V_{\text{échantillon}}}{m_{\text{miel}}} = \frac{0,0574 \times 50}{5,025} = 0,571 \text{ g/g} = 571 \text{ mg/kg}$$

$$\text{Teneur} = (571 \pm 10) \text{ mg/kg}$$

3.6. La teneur calculée est supérieure à celle de la réglementation (100 mg/kg), le produit est donc non conforme

## PARTIE TOXICOLOGIE

### 1. MIEL ET NEUROTOXINES

1.1. Un neurotoxique est une substance capable, à des concentrations relativement faibles, d'altérer la structure et/ou la fonction du système nerveux de manière transitoire ou irréversible.

D'après l'Annexe 11, la grayanotoxine « modifie la perméabilité aux ions sodium des membranes de neurones, entraînant une dépolarisation des cellules nerveuses. Ainsi la toxine exerce un effet stimulant sur le système nerveux se traduisant pour le patient par des effets cardiovasculaires, vomissements, nausées, pertes de connaissances, ... ».

1.2. Dans un essai de toxicité aiguë, le produit à tester est administré à des concentrations ou doses, différentes, à plusieurs groupes d'animaux (2-3 espèces). L'administration du produit à tester se fait en une dose unique, donnée en une seule prise ou en plusieurs sur une journée. Le suivi du lot d'animaux est réalisé sur 14 jours.

1.3. La variabilité des résultats peut s'expliquer par :

- Une différence de concentration du toxique liée à la forme d'administration : du moins concentré au plus concentré (fleurs, nectars, miel, toxique purifié).
- une augmentation de la concentration en substance toxique dans les différents matériels d'étude.
- une voie d'administration différente : la voie intrapéritonéale permet une absorption plus rapide.
- un matériel d'étude différent (animal, Homme).
- une sensibilité différente liée au terrain (réponse différente selon les personnes).
- un classement de la toxicité GTX II, GTX I et GTX III impliquant une toxine à pouvoir toxique très différent.

- 1.4. La DL50 (Dose létale 50 %) est la dose unique susceptible de provoquer en 14 jours la mort de 50 % d'une population animale. Sa détermination permet d'établir la posologie, la quantité limite à consommer sans atteindre les effets toxiques.

## 2. Miels et pesticides

### 2.1. Les pesticides, leurs effets et leurs surveillances

#### 2.1.1.

Catégorie	Type de résidus	Autorisé(*) oui / non	Origines probables
Pesticides	thiaclopride	oui	Néonicotinoïdes utilisés pour la protection des cultures végétale
	acétamipride	oui	
Médicaments vétérinaires	fluvalinate	oui	Traitement des abeilles anti – acarien
	coumaphos	non	Ruche contaminée ou pratique illégale

- 2.1.2. Rémanence : capacité d'une substance à persister dans le milieu extérieur.

### 2.2. Étude d'un miel contenant des pesticides

#### 2.2.1. Les 3 produits sont conformes car taux inférieur à la LMR

	Résultats d'analyse	LMR (µg/kg)	LOQ (µg/kg)	Conforme / Non conforme	Interprétation des résultats
Thiaclopride	0,9 µg/kg	200	1	C	Résultat < LOQ (0,9 < 1)
Acétamipride	0,7µ/kg	50	1	C	Résultat < LOQ (0,7 < 1)
Coumaphos	14 µg/kg	100	8	C	LOQ < Résultat < LMR (8 < 14 < 100)

- 2.2.2. Le miel étudié présente des concentrations en pesticides et médicament vétérinaire inférieures aux LMR respectives. Il est donc conforme à la vente. En revanche, il est déclaré positif car la concentration de coumaphos est supérieure à la LOQ.

- 2.2.3. Le plan de contrôle est renforcé car le coumaphos est détecté. Il est important de trouver l'origine de la contamination et de rechercher des pratiques illégales (utilisation du coumaphos comme médicament en apiculture alors qu'il n'est pas autorisé) (Annexe 14c).

- 2.2.4. Une intoxication chronique aux pesticides peut entraîner cancers, leucémies, maladies neuro-dégénératives (Parkinson), troubles hormonaux et de la reproduction, malformations congénitales...

## CRÈME GLACÉE AUX PRUNEAUX À L'ARMAGNAC

### **PARTIE 1 : SCIENCE DES ALIMENTS**

#### **1. ÉTUDE DES PRINCIPALES MATIÈRES PREMIÈRES UTILISÉES**

##### **1.1. Lait et produits laitiers**

**1.1.1.** L'ESDL est principalement composé de matières Azotées (environ 30-35g/Kg) : caséines et protéines solubles (ou sériques), lactose (environ 50g/Kg), sels minéraux et vitamines.

**1.1.2.** 1 sub-micelle - 2 micelle - 3 caséines pauvres en K - 4 pole hydrophobe - 5 caséine K hydrophile - 6 phosphate de calcium.

Les caséines kappa hydrophiles positionnent les submicelles qui en sont riches vers la périphérie de la micelle emprisonnant les sub-micelles pauvres en caséines K à l'intérieur en lien avec le phosphate de calcium.

**1.1.3.** La crème est un produit laitier riche en matière grasse (30 à 40 % de MG) obtenu soit par centrifugation, soit naturellement, par décantation du lait cru.

##### **1.2. Sucre**

**1.2.1.** Il s'agit du saccharose.

**1.2.2.** Le pouvoir sucrant (PS) d'une molécule sucrée se définit par rapport à une solution de saccharose qui est la substance de référence :  $PS = 1$  (ou 100) pour une solution de saccharose dans l'eau à 30 g/L.

Ainsi  $P.S = \text{concentration saccharose} / \text{concentration édulcorant provoquant la même intensité sucrée}$ .

**1.2.3.** L'Annexe 3 montre que le sirop de glucose-fructose a un fort pouvoir antigél ce qui permettra d'obtenir une glace moins dure, plus onctueuse avec une vitesse de fonte raisonnable. De plus ce sirop renforcera la saveur sucrée ( $PS = 130$ ).

##### **1.3. Fruits**

**1.3.1.** Fruit qui continue à mûrir après récolte. Il s'agit d'un fruit dont la maturation est dépendante de l'éthylène, ce gaz agissant alors comme hormone végétale. Ce phénomène est associé à une augmentation de la respiration cellulaire de ses tissus.

**1.3.2.** La maturation des fruits entraîne le changement de couleur, l'augmentation de la saveur sucrée, la diminution de l'acidité, l'augmentation de la jutosité, la production de composés aromatiques, l'amollissement.

**1.3.3.** Comme il s'agit de fruits climactériques, les prunes pourront être récoltées avant leur stade de maturation optimale. Leur maturation pourra être accélérée ou ralentie voire stoppée par les conditions de stockage (température et contrôle de l'atmosphère gazeuse).

D'après le tableau en Annexe 4, on constate que la prune est peu sensible au froid : ainsi stockée à une température de 0°C et à une HR de 90 à 95 %, elle pourra être conservée de 2 à 4 semaines.

**1.3.4.** Le brunissement enzymatique est dû aux réactions d'oxydation. Durant le séchage, des composés phénoliques, molécules naturellement présentes dans la peau/épiderme des prunes, entrent en contact avec une enzyme, la polyphénol oxydase, pour produire de nouvelles molécules de couleur brunâtre. La couleur de la peau passe donc progressivement de rouge/violet à caramel, puis à brun foncé.

## 2. ÉTUDE DU PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE CRÈME GLACÉE

- 2.1. Le mix est le mélange de l'ensemble des ingrédients.
- 2.2. L'opération unitaire produisant le mix est le mélange.
- 2.3. Une émulsion est une solution où coexistent deux phases liquides non miscibles, l'une étant dispersée en fines gouttelettes dans l'autre.  
Une crème glacée contient des matières grasses, apportées par la crème, dispersée au sein de la phase aqueuse (apporté par le lait), c'est donc une émulsion L/H (lipide dispersé dans l'eau).
- 2.4. Une mousse correspond à du gaz dispersé dans un liquide. Une phase continue liquide entoure une phase dispersée de bulles de gaz. Au cours du foisonnement de la crème glacée de l'air est incorporé au mix comme c'est indiqué dans l'Annexe 1.
- 2.5. L'ESDL apporte un pouvoir émulsifiant et moussant, la capacité à fixer l'eau et va ralentir la fonte. De la matière sèche dépend également le point de congélation, la durée de vie du produit fini. L'ESDL apporte les qualités organoleptiques telles que la saveur sucrée et la texture onctueuse.
- 2.6. La crème sous forme liquide sera plus homogène et plus facile à disperser. Sous forme liquide, la crème a la capacité de prendre plus de volume lors de l'incorporation de l'air et se prête ainsi particulièrement bien au foisonnement, étape essentielle à la fabrication de crème glacée.
- 2.7. Les matières grasses apportent la phase lipidique de l'émulsion, donnent de la texture et du corps au produit fini, et aident à la stabilisation de la mousse. Elles apportent aussi l'onctuosité et augmentent la saveur.
- 2.8. Si ESDL supérieur à 12 % : risque de cristallisation du lactose avec apparition d'une texture sableuse.  
Si MG supérieur à 16 % : risque de réduire le taux de foisonnement, texture pâteuse et collante.

## **PARTIE 2 : GÉNIE INDUSTRIEL**

### 1. LA FABRICATION D'ARMAGNAC

- 1.1. Le vin froid alimente en continu (1-A) le bac réfrigérant (2-B). Le vin se réchauffe successivement dans le bac réfrigérant et le chauffe vin (4-C) au contact des vapeurs qui se condensent. Le vin contenu dans le chauffe vin (4-C) alimente dans la colonne (5-D) les différents plateaux de distillation (6-E). Sous l'effet de la forte chaleur produite par le foyer, les vapeurs d'alcool remontent à contre-courant de plateau en plateau en barbotant dans le vin qui descend. Elles s'enrichissent en alcool et sont conduites par le col de cygne (10-J) vers le serpentin (3-K) où elles sont condensées (L), puis refroidies et recueillies dans un tonneau. Les vinasses sont évacuées par un trop plein (8-I).
- 1.2. Série 1 = isobare de bulle ou courbe d'ébullition.  
Série 2 = isobare de rosée ou courbe de rosée.  
Point B = azéotrope.
- 1.3. On lit 92°C
- 1.4. À cette température, les vapeurs émises contiennent 27,5 % d'éthanol. On constate que la vapeur s'enrichit en composé le plus volatil.
- 1.5. La température la plus basse se situe en haut de la colonne de distillation car le distillat est riche en éthanol dont la température d'ébullition est inférieure à celle de l'eau.
- 1.6. Le bilan éthanol s'écrit :  
$$d_{\text{moût}} \times T_{\text{moût}} = d_{\text{armagnac}} \times T_{\text{armagnac}} \quad d_{\text{armagnac}} = (d_{\text{moût}} \times T_{\text{moût}}) / T_{\text{armagnac}}$$
$$d_{\text{armagnac}} = 175 \times 0,12 / 0,65 = 32,3 \text{ kg/h}$$



## 2. LA FABRICATION DES PRUNEAUX

### 2.1. Opérations préliminaires

2.1.1. On peut contrôler le taux de sucre (degré Brix), le taux d'acidité, le taux d'humidité, le calibre.

2.1.2. Le nettoyage permet d'éliminer l'ensemble des corps étrangers : terre, feuille, insecte, cailloux...  
Le calibrage est un tri selon la taille, ce qui permettra d'obtenir un séchage homogène des fruits.

### 2.2. Le séchage des prunes

2.2.1. Un bilan matières sèches s'écrit :  $d_{\text{prune}} \cdot X_{\text{prune}} = d_{\text{pruneau}} \cdot X_{\text{pruneau}}$

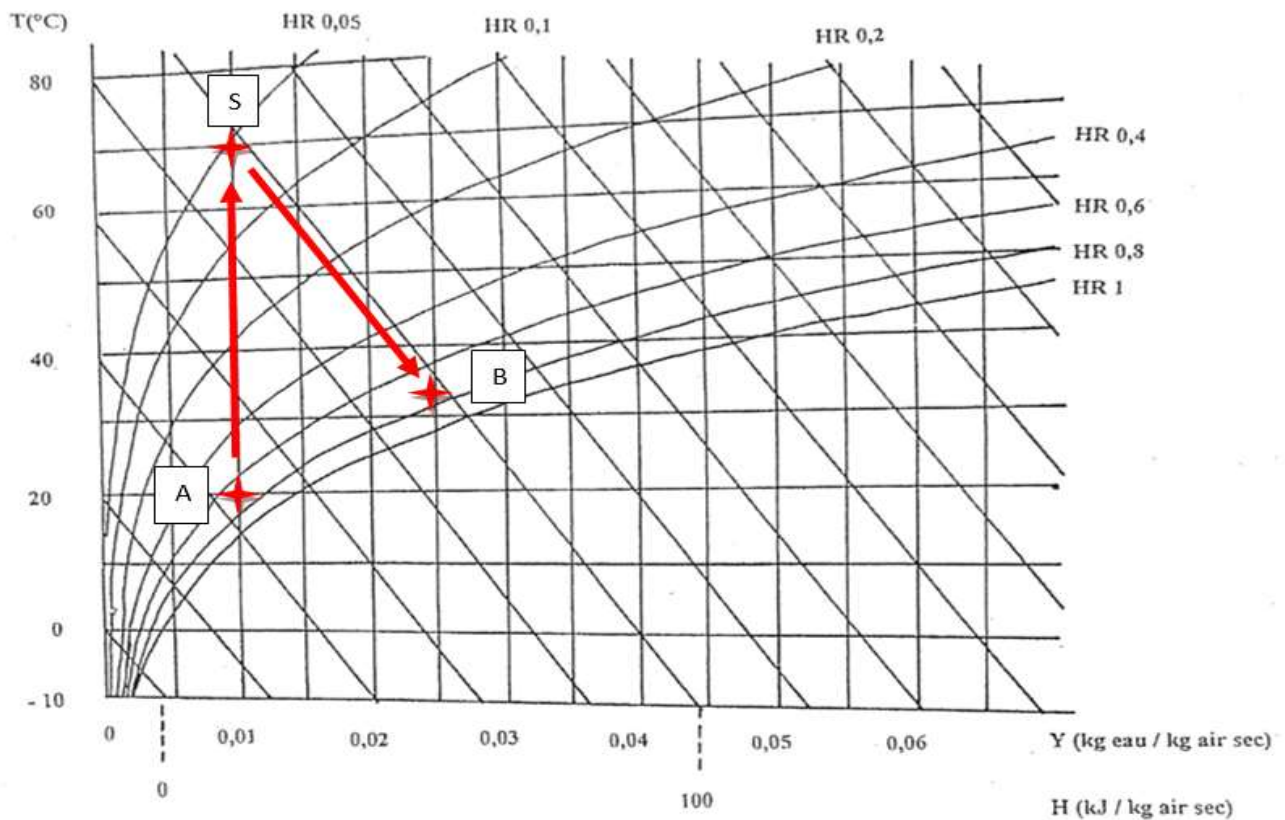
avec  $X_{\text{pruneau}} = 1 - 0,21 = 0,79$

$d_{\text{pruneau}} = (d_{\text{prune}} \cdot X_{\text{prune}}) / X_{\text{pruneau}}$

$d_{\text{pruneau}} = (5 \times 0,25) / 0,79 = 1,58 \text{ t/j}$

2.2.2.  $CE = m_{\text{prune}} - m_{\text{pruneau}} = 5 - 1,58 = 3,42 \text{ t/j}$

### 2.2.3.



2.2.4. L'air sort à une température sèche de 35°C et une température humide de 28°C.

2.2.5. D'après le diagramme, Y l'humidité absolue de l'air sortant est de 0,025 kg / kg d'air sec

$d_{\text{air}} = CE / \Delta Y$  avec  $\Delta Y = 0,025 - 0,01 = 0,015 \text{ kg d'eau/kg d'air sec}$

$d_{\text{air}} = 3,42 \cdot 10^3 / (0,015 \times 24) = 9500 \text{ kg/h}$

## 3. LA FABRICATION DE LA CRÈME GLACÉE

### 3.1. Homogénéisation du mix

3.1.1. 1 Clapet - 2 Siège du clapet - 3 Produit à homogénéiser (gros globules) - 4 Lumière - 5 Produit homogénéisé (petits globules).

3.1.2. L'homogénéisation permet la réduction de taille des constituants de la phase dispersée, ce qui permet de stabiliser l'émulsion.

### 3.2. Le foisonnement du mix

3.2.1. Le foisonnement est l'incorporation de bulles d'air dans le mix afin d'augmenter le volume et de modifier la texture finale du produit.

3.2.2. On peut citer : durée de maturation, température de maturation, choix des stabilisants, dose de stabilisants, pH.

3.2.3. Soit F le taux de foisonnement

$$F = ((\text{volume de crème glacée} - \text{volume de mix}) / \text{volume de mix}) \times 100$$

$$\text{Débit de crème glacée} = (F/100) \times \text{volume de mix} + \text{volume de mix}$$

$$\text{Débit de crème glacée} = (72/100) \times 625 + 625 = 1075 \text{ L soit un débit de } 1075 \text{ L/h}$$

3.2.4.  $m_{\text{crème glacée}} = m_{\text{air}} + m_{\text{mix}}$  avec  $m_{\text{air}} = 0 \text{ kg}$

$$\rho = m/V$$

$$m_{\text{mix}} = \rho_{\text{mix}} \times V_{\text{mix}}$$

$$m_{\text{crème glacée}} = m_{\text{mix}} = 1,096 \times 625 = 685 \text{ kg}$$

3.2.5. On obtient une masse de 685 kg de crème glacée pour un volume de 1075 L  
donc  $685 \times 1000 / 1075 = 637,21 \text{ g}$  de crème glacée pour un 1 L.

637,21 g > 450 g donc l'industriel respecte la réglementation.

### 3.3. La surgélation

#### 3.3.1.

Technique	Vitesse	Température à cœur	Taille et nombre des cristaux	Localisation des cristaux	Durée de conservation
Congélation	Lente	< -12°C	Gros cristaux peu nombreux	Extracellulaire	De quelques jours à 1 mois
Surgélation	Rapide	< -18°C	Petits cristaux en nombre important	Intra et extracellulaire	Plusieurs mois

3.3.2.  $Q_{\text{cédée}} = Q_{\text{congélation}} + Q_{\text{refroidissement}}$

$$\text{Avec } Q_{\text{congélation}} = m_{\text{eau}} \times L_{\text{congélation}}$$

$$Q_{\text{refroidissement}} = m_{\text{crème glacée}} \cdot C_{p_{\text{crème glacée}}} \cdot \Delta T$$

$$\text{Donc } Q_{\text{cédée}} = m_{\text{eau}} \times L_{\text{congélation}} + m_{\text{crème glacée}} \cdot C_{p_{\text{crème glacée}}} \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{cédée}} = [0,6 \times 0,637 \times (-218)] + [0,637 \times 1,88 \times (-25 + 4)] = -108,5 \text{ kJ par bac de crème glacée}$$

3.3.3.  $P = |Q_{\text{cédée}}| / \Delta t$

Le débit du tapis est de 1075 bacs/h

$$\text{Donc } P = 108,5 \text{ kJ/bac de glace} \times 1075 \text{ bacs de glace/h} = 116\,603 \text{ kJ/h} = 32,4 \text{ kW}$$

3.3.4. La rupture de la chaîne du froid a des conséquences :

- Sur la texture de la glace : l'élévation de température provoque une fusion des petits cristaux qui lors du refroidissement ultérieur entraîne un phénomène de recristallisation avec formation de gros cristaux et donc une texture granuleuse.
- Sur la qualité microbiologique : une rupture du froid peut entraîner une multiplication des microorganismes éventuellement présents.

## ÉLÉMENTS DE LA DÉMARCHE QUALITÉ D'UNE ENTREPRISE DE RESTAURATION COLLECTIVE

### 1. SYSTÈME DE MANAGEMENT DE LA QUALITÉ

#### 1.1. « norme » :

- Document établi par consensus et approuvé par un organisme reconnu, qui fournit, pour des usages communs et répétés, des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques, pour des activités ou leurs résultats, garantissant un niveau d'ordre optimal dans un contexte donné.

Ou - Document écrit non obligatoire accessible à tous, donnant les recommandations utiles pour une action correcte et d'utilisation répétée ou continue.

**1.2.** Les trois types de certification sont : la certification de produit (de service), la certification d'entreprise, et la certification de personnel.

La certification selon la norme ISO 9001 est une certification d'entreprise.

**1.3.** Au choix, avantages indiqués dans le paragraphe 0.1 généralités

- aptitude à fournir en permanence des produits et des services conformes aux exigences du client et aux exigences légales et réglementaires applicables ;

- plus grandes opportunités d'amélioration de la satisfaction du client ;

- prise en compte des risques et opportunités associés au contexte et aux objectifs de l'organisme ;

- aptitude à démontrer la conformité aux exigences spécifiées du système de management de la qualité.

**1.4.** Au choix parmi les trois de l'extrait du paragraphe 0.1 généralités : « la présente norme internationale emploie l'approche processus, qui intègre le cycle PDCA (« Plan-Do- Check-Act ») et une approche par les risques ».

**1.5.** La démarche HACCP, démarche préventive visant à assurer la sécurité des denrées alimentaires, a été rendue obligatoire par les règlements européens du paquet hygiène (Food Law).

**1.6.** Les documents qualité sont généralement organisés en 4 niveaux (3 si les procédures organisationnelles et opérationnelles sont fusionnées), souvent représentés sous forme de pyramide où chaque strate matérialise un niveau :

- Niveau 1 : le manuel (d'assurance) qualité

- Niveau 2 : les procédures (organisationnelles)

- Niveau 3 : les documents opérationnels

- Niveau 4 : les rapports et documents d'enregistrements.

Note : la version 2015 met en avant une approche à deux niveaux : spécifications / enregistrements.

**1.7.** AFNOR : association française de normalisation. C'est un organisme certificateur qui peut :

- en amont, accompagner Toq' restauration dans sa démarche de certification. L'AFNOR a une activité de conseil et d'accompagnement dans ce cas.

- après audit, donner l'assurance écrite que l'entreprise répond aux exigences de la norme ISO 9001:2015. Elle a ici une activité d'organisme d'évaluation et de certification

**1.8.** AFNOR certification doit être accréditée pour ce domaine de certification (ISO 9001). Le COFRAC (comité français d'accréditation) est l'organisme accréditeur français.

### 2. ORGANISATION DE LA CUISINE

**2.1.** Tout établissement dont une partie au moins de l'activité consiste en la fabrication de préparations culinaires élaborées à l'avance et destinées à être consommées sur place ou dans un autre établissement, avec un différé dans le temps d'au moins 1 service.

2.2.

<b>Liaison froide, liaison chaude : différences et ressemblances</b>	
<b>Liaison froide</b>	<b>Liaison chaude</b>
Réception des matières premières	Réception des matières premières
↓	↓
Stockage (en chambres froides négative ou positive ou en réserve)	Stockage (en chambres froides négative ou positive ou en réserve)
↓	↓
Déconditionnement	Déconditionnement
↓	↓
<b>Fabrication et CUISSON (T°C &gt; +63°C)</b>	Cuisson
↓	↓
Conditionnement à <b>CHAUD (&gt; +63 °C)</b>	Conditionnement à +63 °C
↓	↓
<b>REFROIDISSEMENT RAPIDE (&lt;10°C en moins de 2h)</b>	
↓	↓
Étiquetage à <b>FROID (&lt;10°C)</b>	Étiquetage à +63 °C
↓	↓
Stockage entre <b>0 °C et + 3 °C</b>	
↓	↓
Allotissement	Allotissement
↓	↓
Transport à <b>0 °C et + 3 °C</b>	Transport à + de 63 °C
↓	↓
Réception	Réception
↓	↓
Stockage à <b>0 °C et + 3 °C</b>	Stockage à + de 63 °C
↓	↓
Dressage	Dressage
↓	↓
Remise en température	Maintien en température
↓	↓
Service	Service

2.3. La liaison froide est adaptée à une préparation étalée sur quelques jours, permet une meilleure gestion des stocks, une meilleure planification, tout en préservant mieux les qualités organoleptiques du produit. En effet, la liaison chaude n'est adaptée qu'à des durées de liaison limitées car elle dégrade les qualités organoleptiques du produit.

2.4. La marche en avant repose sur deux principes qui contribuent à assurer la qualité hygiénique du produit fini :

- les matières et produits sont de plus en plus sûrs au fil de leur transformation / élaboration
- les produits les plus élaborés ne croisent jamais les produits moins élaborés.

Idéalement, la marche en avant est organisée dans l'espace : chaque étape de production se fait en un lieu différent selon une progression géographique dans les locaux.

Mais souvent les locaux ne permettent pas une marche en avant complète : on utilise alors une marche en avant dans le temps, en séparant les étapes de production à des moments différents. On intercale souvent des étapes de nettoyage entre les étapes de transformation.

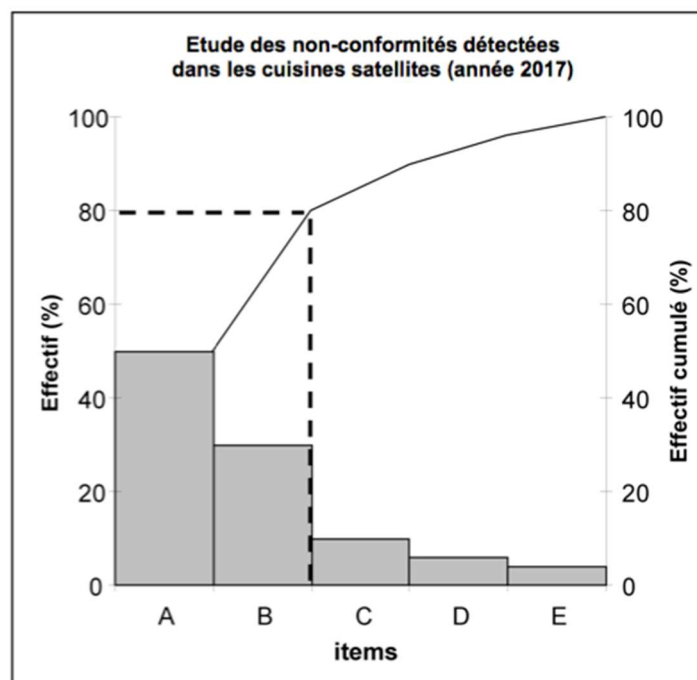
### 3. MAÎTRISE DES NON-CONFORMITÉS

3.1. Il s'agit du Diagramme de Pareto. Très souvent, une minorité des causes est responsable d'une majorité des effets : 80 % des difficultés sont généralement imputables à 20 % des causes possibles. Ce diagramme permet de classer les difficultés ou non-conformités par ordre d'importance et d'identifier graphiquement les non-conformités à traiter en priorité.

3.2. - Tableau : additions et pourcentage simples ne nécessitant pas l'usage de la calculatrice

Items	Nature de la réclamation	Fréquence des cas	%	% cumulés
A : livraison	Produits livrés en retard	500/1000	50	50
	Produits mal stockés par le livreur			
	Produits non livrés			
B : propriétés organoleptiques de la viande	Viande trop sèche	300/1000	30	80
	Viande trop grasse			
	Viande filandreuse			
C : qualité des fruits	Bananes trop mûres	100/1000	10	90
	Pommes talées			
	Poires non mûres			
D : non-respect des quantités	Contenu des barquettes de plats cuisinés insuffisant	60/1000	6	96
	Nombre de portions de dessert insuffisant			
	Quantité de pain trop importante			
E : étiquetage	Absence d'étiquette sur les barquettes de plats cuisinés	40/1000	4	100
	Menus spéciaux non identifiés			
	DLC dépassée			

- Diagramme



3.3. - Commentaire : 80 % des réclamations sont dues à des problèmes de livraison et de propriétés organoleptiques de la viande. Il convient donc d'agir prioritairement sur ces problèmes.

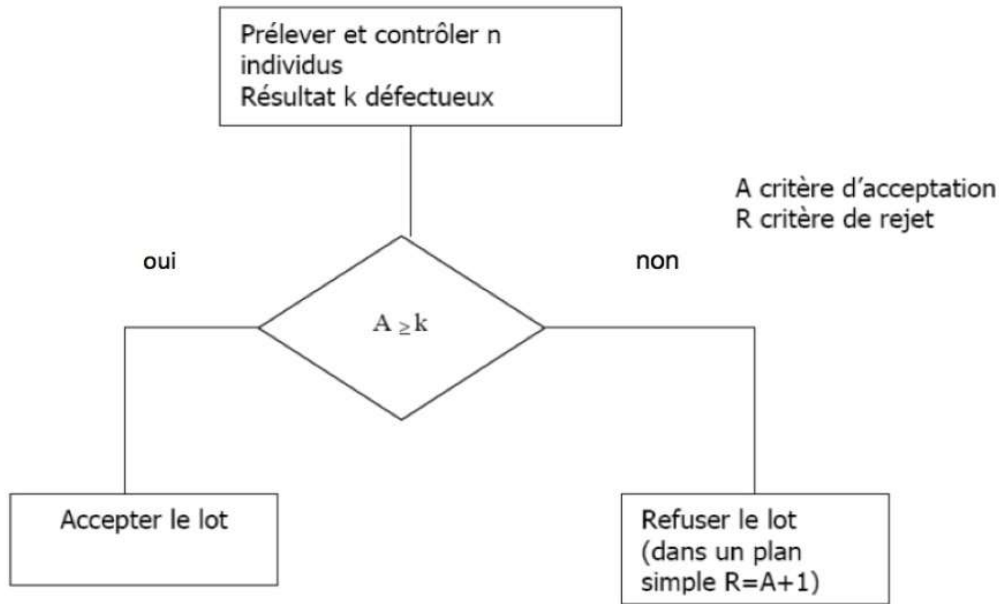
Cependant, les non-conformités correspondant aux DLC dépassées et au non-respect des quantités, bien que peu nombreuses, sont des non-conformités légales, elles doivent donc être traitées en priorité.

- Propositions : Audit interne du service livraison, formation/sensibilisation des livreurs, Audit des fournisseurs de viande voire changement de fournisseurs, recherche de l'origine des DLC dépassées, vérification des balances et doseuses utilisées pour le remplissage des barquettes, ...

## 4. CONTRÔLE À RÉCEPTION

4.1. Contrôle par attributs : contrôle par lequel un individu est simplement classé conforme ou non-conforme sur un critère qualitatif, sans mesure.

4.2. Plan d'échantillonnage simple.



4.3. NQA : niveau de qualité acceptable – pourcentage de non conformes à ne pas dépasser en moyenne sur une série continue de lots. (Note : à distinguer du NQL qui concerne un lot isolé).

4.4. Plan d'échantillonnage simple – niveau normal

Lot de 140 unités → lettre-code F → pour un NQA de 6,5, échantillon de  $n = 20$ ,  $A = 3$  et  $R = 4$

4.5. Ramener le NQA à 4 revient à être plus sévère avec les matières livrées, ce qui est cohérent pour améliorer la qualité en production.

Plan d'échantillonnage simple – niveau normal

Lot de 140 unités → lettre-code F → pour un NQA de 4, échantillon de  $n = 20$ ,  $A = 2$  et  $R = 3$

4.6.  $p_{95}$  correspond au pourcentage de non conformes d'un lot ayant 95 % de chance d'être accepté. Il permet d'évaluer le risque du fournisseur.

$p_{10}$  correspond au pourcentage de non conformes d'un lot ayant 10 % de chance d'être accepté. Il permet d'évaluer le risque du client.

	Premier plan (NQA 6,5)	Deuxième plan (NQA 4)
$p_{95}$	7 (selon l'arrondi)	4
$p_{10}$	30	24

4.7. Plan 1 (NQA 6,5) plus avantageux pour le fournisseur : car  $p_{95}$  plus grand pour le plan 1 que pour le plan 2 donc moins de rejet pour le fournisseur dans le plan 1 que dans le plan 2 (on peut dire aussi que le plan 1 a une courbe plus proche de la courbe carrée du contrôle à 100 %, sans risque par définition).

Plan 2 (NQA 4) plus avantageux pour le client : car  $p_{10}$  plus faible pour le plan 2 que pour le plan 1 donc moins d'acceptation pour le client dans le plan 2 que dans le plan 1 (on peut dire aussi que le plan 2 a une courbe plus proche de la courbe carrée du contrôle à 100 %, sans risque par définition).

4.8.  $DS_{(\text{premier plan} - \text{NQA } 6,5)} = 30/7 = 4,3$

$DS_{(\text{second plan} - \text{NQA } 4)} = 24/4 = 6$

Le premier plan plus équilibré car le DS est le plus proche de 1.

## 5. ÉTIQUETAGE AVEC LE RÈGLEMENT INCO

5.1. Cet étiquetage n'est pas conforme. Il manque plusieurs mentions notamment la liste des ingrédients, le nom du fabricant, l'étiquetage nutritionnel et si besoin la liste des allergènes (car les allergènes potentiels).

5.2. C'est une estampille sanitaire ou marque de salubrité

Signification des différents éléments :

F = pays d'origine (France),

63 = numéro de département d'origine,

345 = commune d'origine,

002 = numéro d'établissement d'origine,

CE = sigle de la communauté européenne (respect des règlements communautaires)

Ensemble des chiffres = n° d'agrément

5.3. **Dénomination** : Lasagnes pur bœuf :

**Nom de l'exploitant** : Toq'restauration ... 63....

**Numéro de lot** : 304D

**Quantité nette** : 4,3 kg

**Estampille sanitaire** : reprendre celle de l'annexe 6

**DLC** : 18-1-19

**Conditions de conservation** : A CONSERVER ENTRE 0°C ET 3°C

**Ingrédients** : Sauce béchamel (eau, lait écrémé en poudre, sel, muscade, huile de colza), eau, tomates pelées, viande de bœuf, pâtes (semoule de blé dur, œufs, eau), concentré de tomates, crème fraîche, oignons, carottes, huile d'olive vierge extra, sel, ail déshydraté, basilic, origan, persil.

**Allergènes** : lait, céréales contenant du gluten, œufs, (crème fraîche)

**Déclaration nutritionnelle** :

Portion de 100 g

Valeur énergétique : 587 kJ

Protéines : 7,3 g

Graisses : 5,8 g

Acides gras saturés : 2,4 g

Glucides : 10 g

Sucres : 3,2 g

Sel : 1,5 g (0,600 g de sodium x 2,5 = 1,5 g de sel)

# Corrigés sujets 2021

## E2-U21 Mathématiques

2021

### EXERCICE 1

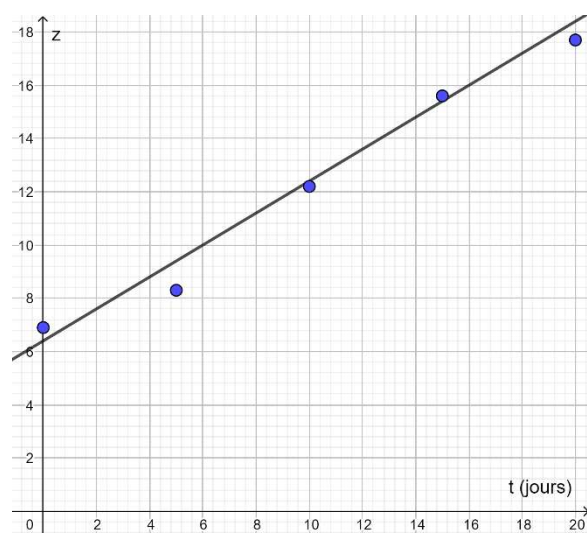
#### PARTIE A.

1.  $z_i(t) = \ln(N_i)$  :

Nombre de jours de conservation $t_i$	0	5	10	15	20
Nombre $N_i$ de germes putréfiants par $\text{cm}^2$	1 000	4 000	199 000	5 960 000	48 600 000
$z_i = \ln(N_i)$	6,9	8,3	12,2	15,6	17,7

2. On obtient :  $z = 0,58t + 6,36$

3.



4. Pour  $t = 25$ , on obtient en supposant l'ajustement entre les variables  $t$  et  $z$  toujours valable (valable jusqu'au 30<sup>e</sup> jour)

$$z = 0,58 \times 25 + 6,36 = 20,86$$

Comme  $z = \ln(N)$  alors  $N = e^z$  donc si  $z = 20,86$  alors  $N = e^{20,86} \approx 1,147 \cdot 10^9$

Au bout de 25 jours, on peut estimer le nombre de germes à 1 147 000 000.

#### PARTIE B.

Soit  $f$  la fonction définie sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  par  $f(t) = 600e^{0,6t}$ .

$$1. \lim_{t \rightarrow +\infty} 0,6t = +\infty \Rightarrow \lim_{t \rightarrow +\infty} e^{0,6t} = +\infty \Rightarrow \lim_{t \rightarrow +\infty} 600e^{0,6t} = \lim_{t \rightarrow +\infty} f(t) = +\infty$$

Interprétation : si on attend très longtemps, le nombre de germes deviendra très grand, presque infini.

$$2. f(t) = 600e^{0,6t} \\ f'(t) = 600 \times (0,6e^{0,6t}) = 360e^{0,6t}$$

3.  $f'(t) > 0$  car  $e^{0,6t} > 0$  (exponentielle)

Donc  $f$  est strictement croissante : le nombre de germes augmente avec le temps de conservation.



$$4. m = \frac{1}{10-5} \int_5^{10} f(t) dt = \frac{1}{5} \int_5^{10} f(t) dt$$

a.  $m$  est la valeur moyenne de  $f(t)$  sur l'intervalle  $[5;10]$ , c'est-à-dire le nombre de germes moyen pour un temps de conservation compris entre 5 et 10 jours.

b.  $f(t) = 600e^{0,6t} \Rightarrow F(t) = 600 \times \frac{1}{0,6} e^{0,6t} = 1000e^{0,6t}$

c. On a donc  $\int_5^{10} f(t) dt = [F(t)]_5^{10} = F(10) - F(5) = 1000e^{0,6 \times 10} - 1000e^{0,6 \times 5} = 1000e^6 - 1000e^3$

Donc  $m = \frac{1}{5} \int_5^{10} f(t) dt = \frac{1}{5} (1000e^6 - 1000e^3) = 200e^6 - 200e^3$

5.

a.  $f(t) < 3000 \Rightarrow 600e^{0,6t} < 3000 \Rightarrow e^{0,6t} < \frac{3000}{600} = 5 \Rightarrow 0,6t < \ln 5 \Rightarrow t < \frac{\ln 5}{0,6} \approx 2,68$

b. Au-delà de 2,68 jours, le nombre de germes est supérieur à 3000. Donc, l'usine ne peut conserver la viande plus de 2 jours avant de la commercialiser.

6.

a. En faisant fonctionner l'algorithme à la main, ou en établissant un tableau de valeurs de la fonction  $f$  définie par  $f(t) = 600e^{0,6t}$  pour des valeurs entières de  $t$ , on en déduit que l'algorithme affichera la valeur  $J = 7$

car  $f(6) = 600e^{3,6} \approx 22\,000 < 27\,000$

Et  $f(7) = 600e^{4,2} \approx 40\,000 > 27\,000$

b.  $J$  est le nombre de jours à partir duquel le nombre de germes/cm<sup>2</sup> dépasse 27 000 (où la viande ne peut être vendue).

En conclusion : la viande ne pourra pas être vendue plus de 6 jours après sa fabrication.

Au bout de 7 jours, elle sera invendable car le nombre de germes/cm<sup>2</sup> aura dépassé 27 000.

## EXERCICE 2

### PARTIE A.

1. Voir ci-dessous (on peut aussi faire un tableau)

Arbre :

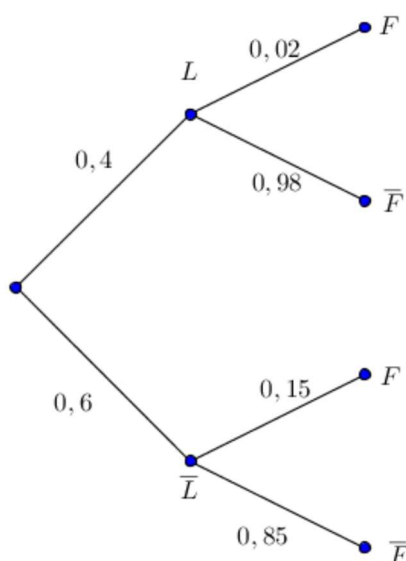


Tableau :

	L	$\bar{L}$	Total
F	2% de 40 = 0,02 × 40 = 0,8	15% de 60 = 9	9,8
$\bar{F}$	40 - 0,8 = 39,2	60 - 9 = 51	90,2
Total	40	60	100

2. D'après la formule des probabilités totales :  $P(F) = P(L \cap F) + P(\bar{L} \cap F) = 0,4 \times 0,02 + 0,6 \times 0,15 = 0,098$   
(C'est également ce qu'on constate avec le tableau)

3. On sait que le spa possède un problème de filtration

On cherche donc :  $P_F(\bar{L}) = \frac{P(\bar{L} \cap F)}{P(F)} = \frac{0,6 \times 0,15}{0,098} \approx 0,918$

La probabilité que le spa n'ait pas de lampe UV s'il a un problème de filtration est égale à 0,918.

4. a. Estimation ponctuelle  $f = \frac{12}{78} \approx 0,154$

b. Estimation par intervalle de confiance au coefficient de confiance 95%

$$I_{0,95} = \left[ f - 1,96 \sqrt{\frac{f(1-f)}{n-1}} ; f + 1,96 \sqrt{\frac{f(1-f)}{n-1}} \right] \text{ avec } f = 0,154 \text{ et } n = 78$$

(Remarque : la formule tient compte du biais statistique)

$$D'où : I_{0,95} = \left[ 0,154 - 1,96 \sqrt{\frac{0,154 \times 0,846}{77}} ; 0,154 + 1,96 \sqrt{\frac{0,154 \times 0,846}{77}} \right] = [0,113 ; 0,195]$$

## PARTIE B.

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

1. D'après la formule  $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ , on a  $f(0) = f(t) = \lambda e^0 = \lambda$

La valeur de  $\lambda$  est donc l'image de 0. Graphiquement, on lit  $f(0) = 0,00026$  donc  $\lambda = 0,00026$

2. On sait que pour une variable X qui suit une loi exponentielle de paramètre  $\lambda$ , on a  $E(X) = \frac{1}{\lambda}$

Donc  $E(X) = \frac{1}{0,00026} \approx 3846$ . La durée de vie moyenne des lampes est 3846 h  $\Rightarrow$  La proposition est fausse.

3. X est la durée de vie sans panne, on cherche donc  $P(X \geq 500) = 1 - P(X \leq 500)$

$$\text{Avec } P(X \leq 500) = \int_0^{500} \lambda e^{-\lambda t} dt = \left[ -e^{-\lambda t} \right]_0^{500} = \left[ -e^{-0,00026t} \right]_0^{500} = -e^{0,00026 \times 5000} - (-e^{-0,00026 \times 0}) = e^{-0,13} - (-e^0)$$

$$P(X \leq 500) = 1 - e^{-0,13}$$

$$\text{Donc : } P(X \geq 500) = 1 - P(X \leq 500) = 1 - (1 - e^{-0,13}) = e^{-0,13}$$

La probabilité qu'une lampe n'ait pas de panne durant les 500 premières heures est bien égale à  $e^{-0,13}$ .

## PARTIE C.

1. Y suit une loi binomiale car on répète 50 fois la même épreuve de Bernoulli (2 issues contraires : la durée de vie dépasse 1000 h, ou pas) de façon indépendante (la probabilité de dépasser 1000 h est la même pour toute lampe).

Y compte le nombre de lampes dont la durée d'utilisation dépasse 1000 h parmi les 50.

Les paramètres sont  $N = 50$  et  $p = 0,77$ .

2.  $P(Y \geq 42) = 1 - P(Y \leq 41) \approx 0,156$  : la probabilité qu'au moins 42 lampes dépassent 1000 h est égale à 0,156.

$E(Y) = N \times p = 50 \times 0,77 = 38,5$ . En moyenne, sur un échantillon de 50 lampes prises au hasard, 38,5 auront une durée de vie supérieure à 1000 h.

**LE CHOCOLAT****Partie A : Le pressage de la pâte de cacao (7,5 points)****A.1. Principe du pressage**

A.1.1.  $p = F/S = m.g/S = 1 \times 9,8/10^{-4} = 9,8.10^4 \approx 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$

A.1.2.  $p_1 = p_2$

A.1.3. Incompressible donc volume constant  $V_1 = V_2$  donc  $l_1 \times S_1 = l_2 \times S_2$

A.1.4.  $l_2 = l_1 \times S_1/S_2 = 3.10^{-2} \times 3,3.10^{-4}/0,10 = 9,9.10^{-5} \approx 10^{-4} \text{ m} = 0,1 \text{ mm}$

A.1.5.  $\Delta p = \rho.g.h = 880 \times 9,8 \times 3.10^{-2} \approx 260 \text{ Pa}$

A.1.6.  $530 \text{ bars} = 530.10^5 \text{ Pa}$  d'après le document :  $530.10^5/260 \approx 200\ 000$

L'écart de pression due à la différence d'altitude des deux pistons est 200 000 fois plus faible que la pression de fonctionnement, elle est donc négligeable

A.1.7.  $p_1 = F_1/S_1$  et  $p_2 = F_2/S_2$

A.1.8.  $F_1/S_1 = F_2/S_2$

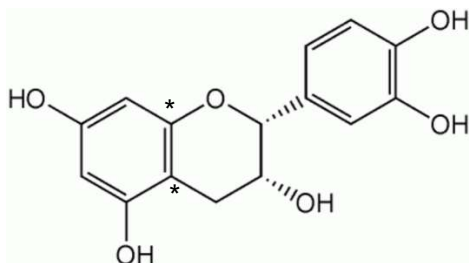
A.1.9.  $F_2/F_1 = S_2/S_1 = 300$

**A.2. Mesure de la viscosité du beurre de cacao**

A.2.1. Droite passant par l'origine (fonction linéaire) donc il y a proportionnalité entre les grandeurs  $\mu$  et  $\rho \times \Delta t$

A.2.2. Par le calcul  $\mu = 2,89.10^{-6} \times \rho \times \Delta t$  donc  $\mu = 2,89.10^{-6} \times 0,90 \times 6670$ , on obtient  $\mu = 0,017 \text{ Pa.s}$   
Graphiquement  $\mu \approx 0,017 \text{ Pa.s}$

A.2.3.  $0,017 < 0,081$  le beurre de cacao à  $70^\circ\text{C}$  est moins visqueux que l'huile d'olive à  $25^\circ\text{C}$

**Partie B : Les flavonoïdes du chocolat : catéchine et épicatechine (9 points)****B.1. Stéréoisomérisation**

B.1.1.

B.1.2. (2R,3R) (le carbone 3 est le carbone portant le groupe hydroxyle)

B.1.3. (2R,3R) et (2R,3S) ne sont pas superposables et pas images l'un de l'autre dans un miroir donc ce sont des diastéréoisomères.

B.1.4. (+) et (-) indiquent que ces molécules sont optiquement actives.

## **B.2. Extraction des flavonoïdes de la poudre de cacao**

**B.2.1.** Il faut utiliser le solvant dans lequel la solubilité est la plus grande et qui présente le moins de risque donc 70% acétone – 29,5% eau ultrapure – 0,5% acide formique.

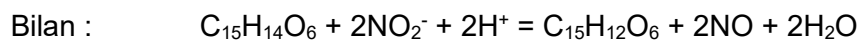
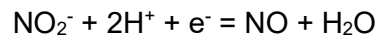
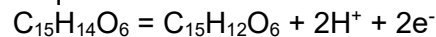
**B.2.2.** On utilise des gants et des lunettes et on travaille loin de toute source de chaleur.

## **B.3. Dosage des flavonoïdes**

**B.3.1.** Alcool secondaire

**B.3.2.** Formation d'un groupe carbonyle de la fonction cétone

**B.3.3.** Demi-équations électroniques :



**B.3.4.**  $M(C_{15}H_{14}O_6) = 290 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$n_i(C_{15}H_{14}O_6) = C \cdot V = C_m / M \cdot V = 0,2 / 290 \times 250 \cdot 10^{-6} = 1,72 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$$

$$n_i(NO_2^-) = C \cdot V = 0,1 \times 75 \cdot 10^{-6} = 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$\frac{n_i(C_{15}H_{14}O_6)}{1} = 1,72 \cdot 10^{-6} \text{ mol} < \frac{n_i(NO_2^-)}{2} = \frac{7,5 \cdot 10^{-6}}{2} = 3,75 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Donc le nitrite est en excès.

## **Partie C : Le magnésium un macro-élément nécessaire à l'homme (3,5 points)**

### **C.1. Le magnésium**

**C.1.1.** 12 protons, 14 neutrons et 12 électrons

**C.1.2.**  $K^2L^8M^2$

**C.1.3.** Règle de l'octet : Mg perd deux électrons pour former  $Mg^{2+}$

### **C.2. Dosage du magnésium par spectroscopie d'absorption atomique de flamme**

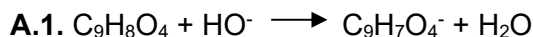
**C.2.1.** Par le calcul  $c_m \approx 1,4 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$

**C.2.2.** Donc dans les 100 mL d'échantillon, on trouve 140 mg de magnésium.  
100 g de ce chocolat contiennent 140 mg.

## LES ANTALGIQUES

### Partie A : L'aspirine

#### 1. Détermination de la masse d'acide acétylsalicylique dans un comprimé



A.2. À l'équivalence, il y a changement de réactif limitant

A.3. Méthode des tangentes -  $pH_E = 8,75$  et  $V_{bE} = 11,1$  mL

A.4. Phénolphtaléine car sa zone de virage contient le pH à l'équivalence

A.5. Relation à l'équivalence :  $n_A = n_b$  donc  $C_A \times V_A = C_b \times V_{bE}$

$$C_A = 1,00 \times 10^{-2} \times 11,1 / 10 = 1,11 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$C_{mA} = C_A \times M = 1,11 \times 10^{-2} \times 180 = 2,00 \text{ g/L}$$

$$\text{donc } m = C_{mA} \times V = 2,00 \times 0,250 = 0,500 \text{ g}$$

A.6. Dose maximale :  $m_{\max} = 60 \times 75 \times 10^{-3} = 4,5 \text{ g}$

$$\text{Nombre comprimés} = m_{\max}/m = 4,5 / 0,500 = 9$$

#### 2. Formation de l'acide acétylsalicylique

A.7. Réaction d'estérification

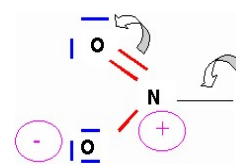
### Partie B - Synthèse du paracétamol

#### 1. Synthèse du para-aminophénol

B.1.a Effet inductif attracteur (-I) car le groupement contient des atomes très électronégatifs (N et O)

Effet mésomère accepteur (-M)

*Remarque : il ne peut pas être mésomère donneur (+ M) puisqu'il n'y a pas de doublet non liant sur l'azote.*



B.1.b **A** fait très facilement des liaisons H intra (plus facile qu'avec l'eau) donc il est peu entraîné.

**B** ne peut faire que des liaisons H inter avec l'eau donc il est facilement entraîné par l'eau.

B.2. Réaction d'oxydoréduction

#### 2. Synthèse du paracétamol à partir du para-aminophénol au laboratoire

B.3. L'intérêt du chauffage à reflux est de chauffer à ébullition **sans perte**

B.4. Déposer sur la plaque de CCM :

- le paracétamol obtenu par synthèse

- les produits commerciaux : paracétamol de référence, le para-aminophénol

Si une seule tâche à la même hauteur que celle du paracétamol de référence sur la plaque après élution alors on a bien obtenu le paracétamol et il est pur.

**B.5.a**  $n_i(\text{para-aminophénol}) = m / M(\text{para-aminophénol}) = 10,0 / 109 = 9,17 \times 10^{-2} \text{ mol}$

$n_{\text{max}}(\text{paracétamol}) / 1 = n_i(\text{para-aminophénol}) / 1$

$m_{\text{max}}(\text{paracétamol}) = n_{\text{max}}(\text{paracétamol}) \times M(\text{paracétamol})$

$m_{\text{max}}(\text{paracétamol}) = 9,17 \times 10^{-2} \times 153 = 14,0 \text{ g}$

**B.5.b**  $\eta = m_{\text{brut}} / m_{\text{max}} = 12,1 / 14,0 = 0,86$  soit 86%

**3. Étude expérimentale de la trompe à eau**

**B.6.**  $\rho$  : masse volumique (en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )

$v_1, v_2$  : vitesse du fluide aux points considérés (en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

$g$  : accélération de la pesanteur (en  $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$  ou  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )

$z_1, z_2$  : altitude des deux points considérés (en m)

$P_1, P_2$  : pression aux deux points (en Pa ou  $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$ )

**B.7.** Conservation du débit volumique :  $Q_1 = Q_2 = Q \Rightarrow v_1 \times S_1 = v_2 \times S_2$

$$v_1 = Q / S_1 \text{ et } v_2 = Q / S_2$$

Avec  $S = \pi \cdot R^2$ , on a :  $v_1 = Q / \pi \cdot (R_1)^2$  et  $v_2 = Q / \pi \cdot (R_2)^2$

**B.8.a)**  $\rho g(z_2 - z_1) << \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2) \Rightarrow \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2) + (P_2 - P_1) = 0$

$$(P_1 - P_2) = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

$$(P_1 - P_2) = \frac{\rho}{2} \left( \left( \frac{Q}{\pi \cdot (R_2)^2} \right)^2 - \left( \frac{Q}{\pi \cdot (R_1)^2} \right)^2 \right)$$

$$(P_1 - P_2) = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{Q^2}{\pi^2} \cdot \left( \frac{1}{R_2^4} - \frac{1}{R_1^4} \right)$$

$(P_1 - P_2) = k \times Q^2$  avec  $k_{\text{théo}} = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{1}{\pi^2} \cdot \left( \frac{1}{R_2^4} - \frac{1}{R_1^4} \right) = \text{constante}$ , car  $\rho$  et  $R_1$  et  $R_2$  sont des constantes

**$k_{\text{théo}} = 2,07 \cdot 10^{13} \text{ Pa} \cdot \text{m}^{-6} \cdot \text{s}^2$  (unités SI)**

**B.8.b)**  $k_{\text{exp}} = 22,1 \dots$  (l'unité est :  **$\text{Pa} \cdot \text{mL}^{-2} \cdot \text{s}^2$** )  
 $= 22,1 \text{ Pa} \cdot (\text{cm}^3)^{-2} \cdot \text{s}^2 = 22,1 \text{ Pa} \cdot ((10^{-2} \text{m})^3)^{-2} \cdot \text{s}^2 = 22,1 \cdot 10^{12} \text{ Pa} \cdot \text{m}^{-6} \cdot \text{s}^2$   
 $= 2,21 \cdot 10^{13} \text{ Pa} \cdot \text{m}^{-6} \cdot \text{s}^2$

Résultat cohérent avec l'étude théorique (écart relatif de 6 %)

## Partie C - L'ibuprofène

### 1. Étude de la molécule d'ibuprofène et spectroscopies

**C.1.** - Les atomes de rang 1 sont classés par ordre de numéros atomiques : priorité à l'atome de n° atomique le plus élevé donc C > H  
- Les atomes de rang 2 sont classés aussi par ordre croissant : (C)OOH > (C)<sub>C<sub>cycle</sub></sub> > (C)H<sub>3</sub>  
- Configuration (S)

**C.2.** Aucun H porté par un atome de C voisin donc singulet.

**C.3.** 1 : Monochromateur : permet de générer, à partir d'une source de lumière visible ou ultraviolette, une lumière monochromatique, dont la longueur d'onde est choisie par l'utilisateur (sélectionne la longueur d'onde de la lumière qui traversera la solution).

2 : Cellule photoélectrique : restitue un courant proportionnel au nombre de photons reçus.

### 2. Détermination du pouvoir rotatoire spécifique de la molécule d'ibuprofène

**C.4.** Lors d'une dilution, la quantité de matière se conserve  $n_{\text{mère}} = n_{\text{solution}}$

$$C_{\text{mère}}V_{\text{mère}} = C_{\text{solution}}V_{\text{solution}} \Rightarrow C_{\text{solution}} = C_{\text{mère}}V_{\text{mère}} / V_{\text{solution}}$$

$$C_{\text{solution}} = 100,0 \times 50 / 250 = 20,0 \text{ g.L}^{-1}$$

La courbe du doc.4 montre la proportionnalité entre  $\alpha$  et  $C_m$  (loi de Biot)

avec le coef de proportionnalité :  $k = 0,054 \text{ } ^\circ\text{.L.g}^{-1}$

où  $k = [\alpha]_D^{20} \cdot l$  avec  $l = 10 \text{ cm} = 1 \text{ dm}$

alors  $[\alpha]_D^{20} = 0,054/1 = 0,054 \text{ } ^\circ\text{.L.g}^{-1}\text{.dm}^{-1}$

**MICROBIOTE DU TUBE DIGESTIF ET ALIMENTATION****PARTIE MICROBIOLOGIE****1. MICROBIOTE DU TUBE DIGESTIF****1.1. Ultrastructure des microorganismes du microbiote**

1.1.1. Microscope électronique à transmission, microscope permettant de voir l'ultrastructure cellulaire

1.1.2. A = levure ; B = bactérie

1.1.3.	ORGANITES	LEVURE	BACTERIE
	NOYAU	oui	non
	PAROI	oui	oui (en général)
	MITOCHONDRIES	oui	non
	RIBOSOMES	oui	Oui
	TYPE CELLULAIRE	Eucaryote	Procaryote

1.1.4. Légende :

1. Porine, 2. Protéine intrinsèque, 3. Membrane externe, 4. Espace périplasmique, 5. Membrane cytoplasmique, 6. Phospholipides, 7. Peptidoglycane, 8. Lipoprotéine de Braun, 9. Lipide A, 10. LPS (ou Ag O ou polysaccharide).

1.1.5. Couleur rose car structure pariétale d'un Gram-

**1.2. Propriétés du microbiote intestinal**

1.2.1. Variations de la flore bactérienne aux différents niveaux du tube digestif :

- Estomac :  $10^1$  à  $10^3$  bactéries /mL
- Intestin grêle :  $10^4$  à  $10^6$  bactéries /mL
- Colon :  $10^9$  à  $10^{13}$  bactéries /mL

On constate une augmentation du nombre de bactéries de l'estomac vers le colon du fait de la diminution de l'acidité et de la teneur en  $O_2$ .

Hypothèse : bactéries anaérobies strictes

1.2.2. Technique permettant de supprimer l'oxygène du milieu de culture car il est toxique pour les bactéries : jarre anaérobie ou autre.

**1.3. Microbiote intestinal et flore bactérienne pathogène**

1.3.1. Bactérie commensale : bactérie qui se multiplie dans l'organisme sans provoquer de trouble, en utilisant les nutriments fournis par l'organisme.

1.3.2. Bactéries pouvant provoquer des TIA : *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus* entérotoxique, ...

1.3.3. Le rôle protecteur vis-à-vis des bactéries entéro-pathogènes peut s'expliquer par une opposition à l'implantation des germes pathogènes du fait de leur présence en nombre important : compétition pour l'utilisation des nutriments, libération de métabolites toxiques, bactériocines, ...



## 2. INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LE MICROBIOTE INTESTINAL, EN PARTICULIER SUR E. COLI

### 2.1. Influence des céréales sur le microbiote

#### 2.1.1. Figure C.

Observation de spores fusiformes caractéristiques de *Fusarium* ou justification déductive par reconnaissance de *Penicillium* et d'*Aspergillus* sur les figures D et E.

#### 2.1.2. Conditions de production de DON

L'annexe 4 correspond à des graphiques permettant de suivre le diamètre des colonies de *Fusarium* en fonction du temps de culture dans différentes conditions de température et d'activité de l'eau.

Deux approches possibles :

- Comparaison des pentes des différentes droites pour repérer la pente la plus importante signe d'une production de DON optimale
- Comparaison des diamètres des colonies obtenues à un temps choisi commun aux différentes conditions (à 5 jours par exemple)

Conclusions : Température optimale de production de DON : 25 °C et Aw optimal : 0,99 pour la production de DON

2.1.3. Stockage des céréales à basse température ou à température éloignée de 25 °C et à l'abri de l'humidité.

### 2.2. Influence des produits carnés sur le microbiote

2.2.1. Conséquence : transfert possible de la résistance aux autres bactéries intestinales par exemple par conjugaison, transduction.

#### 2.2.2.

##### 2.2.2.1.

COMPOSITION	CONCENTRATION (g/L)	RÔLES DES CONSTITUANTS
Peptones	20,0	Source de carbone, azote, énergie
Lactose	10,0	Caractère de différenciation biochimique (utilisation)
Sels biliaires	1,5	Inhibiteur (des bactéries Gram +)
Chlorure de sodium	5,0	Pression osmotique
Rouge neutre	0,03	Indicateur coloré de pH
Crystal violet	0,001	Inhibiteur (des bactéries Gram +)
Agar	13,5	Gélifiant

pH 7,1 ± 0,2 à 25 °C

##### 2.2.2.2.

LECTURE	INTERPRÉTATION ET CONCLUSION
PRÉSENCE DE CULTURE	Croissance donc bactéries résistantes à la céfotaxime
COLONIES ROUGES	Acidification du milieu donc bactéries lactose +
Les produits carnés peuvent être responsables de résistances du microbiote.	

# PARTIE TOXICOLOGIE

## 1. TOXICITÉ DE LA COLIBACTINE

1.1. La colibactine induit des lésions de l'ADN et donc du génome. Elle a donc une action génotoxique.

1.2. En présence de colibactine, on observe la présence d'un nombre de revertants significativement plus important que dans le témoin négatif et localisés autour du disque signe une induction. On peut donc en conclure que la colibactine a un effet mutagène sur les bactéries utilisées.

1.3. Les cellules utilisées pour ce test sont des cellules procaryotes. Les cellules intestinales étant des eucaryotes, leur comportement n'est pas transposable à ce qui a été étudié sur des cellules procaryotes.

1.4. La colibactine est mutagène et donc potentiellement cancérigène. Elle pourrait donc être suspectée de favoriser l'apparition de cancers colo-rectaux.

## 2. TOXICITÉ DU DÉOXYNIVALÉNOL

2.1. Facteurs favorisant leur apparition :

- éléments contribuant au développement fongique : blessure de la plante, T° optimale, aérobiose, nature du substrat, disponibilité en eau.
- éléments induisant la phase stationnaire (car métabolite secondaire) : épuisement du milieu, accumulation de déchets, ...

2.2. - Dose Létale 50

- Dose de substance provoquant la mort de 50 % d'une population animale testée dans des conditions d'expérimentation précises (lot homogène quant à l'âge, le sexe, la race et le poids).
- Toxicité aiguë.

2.3. - DSE ou NOAEL : Dose Sans Effet (No Observable Adverse Effect Level).

- Dose Journalière maximale en mg.kg<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>, qui, administrée pendant une durée de 3 mois à 2 ans ne produit pas d'effets toxiques chez l'animal concerné.
- Toxicité chronique.

2.4. DJT = DSE / 100 = 0,1 / 100 = 0,001 mg.kg<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> = 1 µg.kg<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup>

Justification du facteur 100 : 10 x 10. 10 pour la variabilité inter-espèce et 10 pour la variabilité intra-espèce, diminue la valeur par sécurité ⇒ facteur de sécurité.

2.5. - Qté max de DON = DJT x 60 = 0,06 mg. j<sup>-1</sup>.

- Qté max de céréales : qté max de DON / LMR = 0,06 / 0,75 = 0,08 kg

2.6. La quantité moyenne de céréales consommées apporte plus de 3 fois la quantité maximale de DON. La LMR ne permet donc pas de protéger efficacement le consommateur.

## 3. INTERACTIONS MICROBIOTE - MYCOTOXINE

3.1. Elles correspondent au nombre de cassure double-brin de l'ADN dans les cellules intestinales de rat en absence de bactéries et en présence ou en absence de DON. Elle constitue donc le témoin négatif auquel seront comparées les autres expériences.

3.2. Chez les animaux possédant les bactéries capables de produire la colibactine et ayant été exposés au DON par leur alimentation, les dommages sur l'ADN des cellules intestinales sont significativement plus nombreux, en comparaison avec des animaux ne produisant pas la colibactine. On passe de 10 à 20 UA fluorescence. Ils montrent ainsi que la présence de la mycotoxine renforce le caractère génotoxique des E. coli sécrétant de la colibactine.

Notion d'effet synergique entre le microbiote toxique et DON.

# PARTIE BIOCHIMIE

## 1. RÔLE DU MICROBIOTE DANS L'HYDROLYSE DE L'AMIDON ET DE LA CELLULOSE

1.1. Amidon = féculent / cellulose = légumes verts / fibres alimentaires = aliments à base de céréales, fruits, légumes

1.2. La classification en sucres ou glucides simples et amidon ou glucides complexes n'est pas appropriée car non représentative des molécules glucidiques.

On utilise une classification plus rigoureuse faisant apparaître les spécificités des glucides :

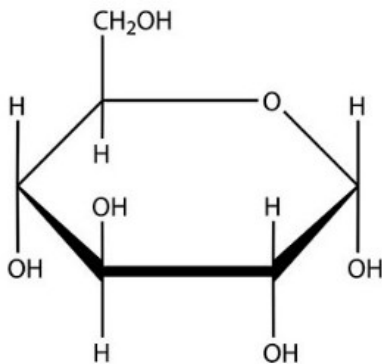
- Oses : glucides constitués d'une seule unité glucidique
- Osides : glucides constitués d'un enchainement de 2 à plusieurs milliers d'unités glucidiques liées pas des liaisons osidiques.

Parmi les osides, on distingue :

- Holosides : enchainement d'unités glucidiques uniquement
- Hétérosides : enchainement d'unités glucidiques et de composés non glucidiques

1.3. Maltose, dextrines ou glucose

1.4.



1.5. Car les molécules issues de l'alimentation ne sont pas entièrement dégradées par le microbiote (car absent) donc ne fournissent pas toute l'énergie qu'elles contiennent donc plus de besoins en nutriments pour les animaux axéniques.

1.6. Classe de nutriment que seul le microbiote peut hydrolyser : fibres alimentaires.  
Masse de fibres alimentaires =  $4,3 \times 125/100 = 5,38$  g

## 2. RÔLE DU MICROBIOTE DANS LA FERMENTATION DES SUBSTRATS

### 2.1. La fermentation

2.1.1. Anaérobiose – glucose ou pyruvate – acide lactique, alcool, acide acétique – moyen de réoxyder le  $\text{NADH}, \text{H}^+$  - faible production d'ATP donc rendement faible pour la fermentation.

2.1.2. Car le microbiote se trouve essentiellement en anaérobiose (vu son épaisseur l' $\text{O}_2$  ne diffuse pas de partout) et/ou les microorganismes du microbiote sont principalement anaérobies stricts.

2.1.3. Dans le cytoplasme

### 2.2. L'ATP

2.2.1. ATP = adénosine triphosphate

2.2.2. L'ATP est la forme de stockage d'énergie cellulaire.

2.2.3. Phosphorylation au niveau du substrat ou couplage chimio-chimique.

2.2.4. Car absence d'oxygène donc pas de fonctionnement de la chaîne respiratoire aérobie.

### 3. RÔLE DU MICROBIOTE DANS L'ASSIMILATION DES NUTRIMENTS

#### 3.1. La production des acides gras à courte chaîne

3.1.1.  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$  avec  $n < 7 - 8$

3.1.2. Effets positifs sur la santé

3.1.3. Non-digestibles par l'organisme humain car l'organisme ne possède pas les enzymes adaptées pour la digestion de ces fibres.

3.1.4. - La production de propionate par *Bacillus xylanisolvens* augmente fortement dans les 2 premiers jours quel que soit le substrat puis la production se stabilise jusqu'au 9<sup>ième</sup> jour.

- De même la production de butyrate par *Roseburia intestinalis* augmente fortement dans les 2 premiers jours quel que soit le substrat puis la production se stabilise jusqu'au 9<sup>ième</sup> jour.

- Pour les 2 bactéries testées, c'est pour le substrat xylane que la production finale est la meilleure.

3.1.5.  $\rho_{\text{butyrate}} = C_{\text{butyrate}} \cdot M_{\text{butyrate}}$

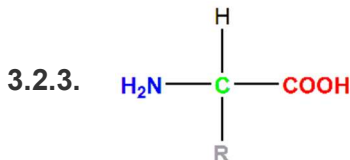
$$\text{g.L}^{-1} = \text{mol.L}^{-1} / \text{g.mol}^{-1}$$

$$\rho_{\text{butyrate}} = 5,5 \cdot 10^{-3} \times 87,11 = 0,48 \text{ g.L}^{-1}$$

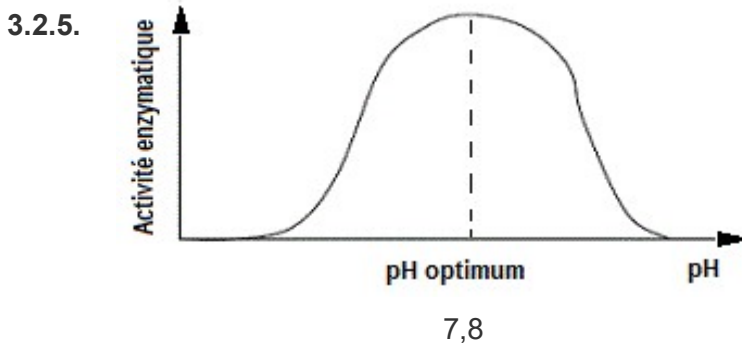
#### 3.2. La dégradation de la cellulose

3.2.1. Catalyseur biologique, de nature protéique capable d'accélérer fortement la vitesse d'une réaction dans des conditions compatibles avec la vie cellulaire.

3.2.2. Cellulase - Classe 3 = hydrolases



3.2.4. Hélice  $\alpha$  et feuillet  $\beta$  plissé



Les bactéries du microbiote intestinal ont un métabolisme adapté à leur milieu de vie donc les enzymes ont un fonctionnement optimal au pH et à la température de l'intestin.

Donc  $\text{pH}_{\text{optimum}} = 7,8$  et  $T_{\text{optimum}} = 37 \text{ }^\circ\text{C}$  sont cohérents.

## CAPPUCCINO INSTANTANÉ À LA VANILLE

### *PARTIE 1 : SCIENCE DES ALIMENTS*

#### **1. ÉTUDE DE MATIÈRES PREMIÈRES**

##### **1.1. Les ingrédients et additifs**

**1.1.1. Ingrédients** : sucre, lait écrémé en poudre, sirop de glucose, huile végétale, café soluble décaféiné, lactose, sel.

**Additifs alimentaires** : correcteur d'acidité (E340), stabilisants (E331, E452),

**Additif alimentaire** : substance habituellement non consommée comme aliment en soi, ou comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction est intentionnelle aux denrées alimentaires dans un but technologique, au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage, qui a pour effet, de devenir elle-même, ou ses dérivés, un composant de ces denrées alimentaires.

**1.1.2.** Comme l'additif, l'auxiliaire est employé uniquement dans un but technologique ou à titre utilitaire dans un processus de fabrication. Mais, à la différence de l'additif, il ne subsiste pas dans l'aliment sauf éventuellement à l'état de traces.

**1.1.3.** Correcteur d'acidité modifie ou limite l'acidité ou l'alcalinité d'un aliment.

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

**1.2.1.** Deux phases :

Phase dispersée : micelles et globules gras

Phase dispersante : eau, protéines solubles, lactose et sels minéraux

Ou trois phases :

Phase aqueuse : eau, ions, lactose et protéines solubles.

Phase micellaire (phase colloïdale) : caséine et sels minéraux (calcium, phosphate de calcium).

Phase lipidique : globules gras.

**1.2.2.** Caséine.

Les caséines s'associent en micelles, elles-mêmes organisées en submicelles, associées à des sels de calcium et de phosphate de calcium.

**1.2.3.** Le lait écrémé est un lait traité thermiquement dont la teneur en matière grasse ne peut excéder une valeur limite fixée par la réglementation (0,50 % (m/m)).

**1.2.4.** Les molécules responsables de la formation de la mousse sont les protéines du lait.

Sous l'effet de la chaleur et de l'agitation, les protéines sont dénaturées et moussent.

**1.2.5.** Le lactose qui n'est pas suffisamment digéré en raison d'un déficit d'une enzyme digestive (lactase) dans l'intestin grêle.

##### **1.3. Les arômes naturels**

**1.3.1.** Les arômes sont des produits non destinés à être consommés en l'état, qui sont ajoutés aux denrées alimentaires pour leur conférer une odeur et/ou un goût ou modifier ceux-ci, à l'exclusion des substances ayant un goût exclusivement salé, acide ou sucré.

**1.3.2.** La vanilline est une substance aromatisante naturelle car elle est obtenue à partir de matière d'origine végétale, par extraction, procédé cité dans l'annexe II.

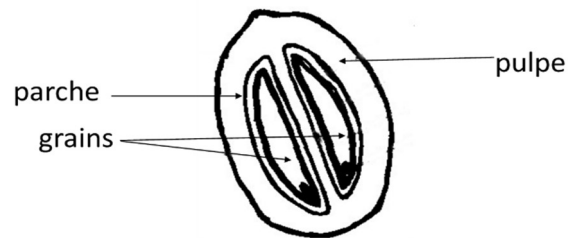
**1.3.3.** Synthèse chimique.

Vanilline ainsi obtenue est un arôme de synthèse, et appartient à la catégorie des substances aromatisantes. Le qualificatif naturel ne peut s'appliquer aux arômes obtenus par synthèse.

## 2. ÉTUDE DE PROCÉDÉS DE FABRICATION

### 2.1. Fabrication du café

#### 2.1.1. Titre : coupe longitudinale d'une cerise du caféier



#### 2.1.2. Robusta et arabica.

2.1.3. Le café arabica a une teneur en caféine plus faible.  
Le café robusta est plus corsé que le café arabica, il est aussi moins cher.

2.1.4. Extraction par voie humide. La pulpe du fruit est séparée des grains avant le séchage.

2.1.5. Sous l'effet de la chaleur :

- L'eau de la fève est éliminée en grande partie, les fèves deviennent plus friables.
- Le volume du grain augmente (de l'anhydride carbonique se dégage mais une partie reste emprisonnée dans le grain ce qui provoque l'explosion des cellules).
- Arômes, couleur et amertume caractéristiques se développent grâce à la réaction de Maillard et d'autres réarrangements moléculaires. Les glucides et les acides aminés se dégradent et/ou se combinent entre eux. Les sucres sont partiellement dégradés et brunissent en donnant la couleur caractéristique du café torréfié. Formation d'aldéhydes et de pyrazines qui sont des composés volatils.

2.1.6. La décaféination permet de baisser la concentration en caféine.

Inconvénients pour le produit final : perte d'arôme, présence de résidus de solvant.

2.1.7. Contrôles organoleptique (couleur, goût, amertume, acidité).

Contrôle physique (mouture, humidité, ...).

Contrôle chimique (solvant, taux de caféine, pesticides, ...).

Contrôles microbiologiques (moisissures, ...).

### 2.2. Fabrication du sucre

2.2.1. Pour l'extraction de sucre de canne les tronçons de canne sont broyés par passage entre les rouleaux de trois moulins successifs afin de faire éclater les cellules et libérer le jus riche en saccharose.

Pour la betterave sucrière, les cossettes subissent une extraction par diffusion. Pas d'écrasement mécanique.

2.2.2. Extraction par diffusion à contre-courant. Cette étape consiste à réaliser une extraction à chaud, pour faciliter la diffusion du saccharose.

2.2.3. Le chaulage permet d'éliminer les impuretés non-sucre.

2.2.4. Le jus épuré contient encore 85 % d'eau. L'évaporation permet de concentrer ce jus épuré jusqu'à obtenir un sirop à une concentration en sucre proche de la saturation.

2.2.5. Récupérer un maximum de sucre (augmentation du rendement) d'une même quantité de canne ou de betterave.

## 3. ÉTIQUETAGE DU PRODUIT

3.1. La déclaration nutritionnelle a pour but de renseigner le consommateur sur la valeur énergétique des denrées et sur la présence de certains nutriments. L'objectif est d'abord informatif mais aussi sanitaire, puisque ces indications permettront de diriger les consommateurs vers des produits adaptés leurs éventuels états de santé.

3.2. Dénomination de vente

Principaux allergènes quelques soit leur quantité

Date de durabilité

Lot

Point vert

Liste des ingrédients

Quantité nette

Nom et adresse du responsable

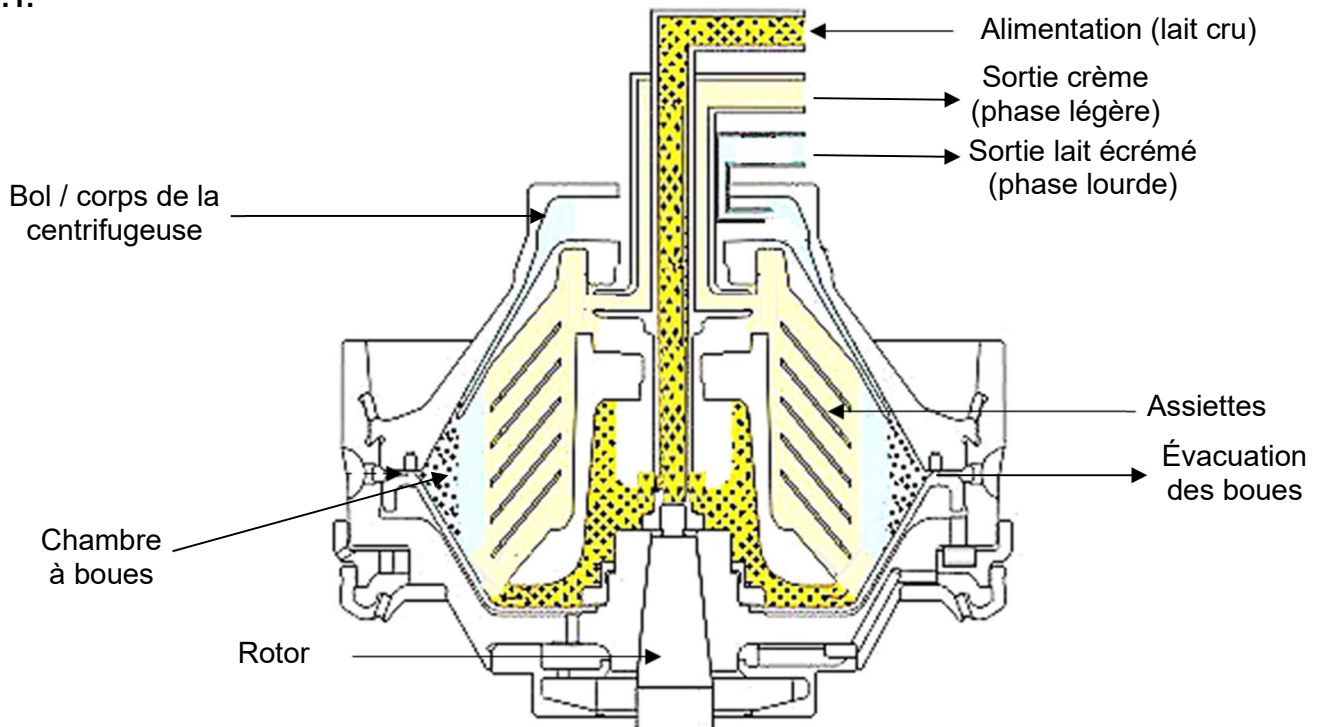
Prix

Précautions d'emploi

## PARTIE 2 : GÉNIE INDUSTRIEL

### 1. ÉCRÉMAGE DU LAIT

#### 1.1.



**1.2.** Séparation sans changement d'état basée sur l'accélération centrifuge et la différence de masse volumique des composés. La séparation a lieu sur la face interne des assiettes qui augmentent la surface de séparation.

**1.3.** Augmentation  $T^{\circ}\text{C}$  de préchauffage pour diminuer la viscosité

Delta  $\rho$  : augmentation de la valeur ( $\rho_1 - \rho_2$ )

Augmentation de  $v_s$

**1.4.**  $v_s = 9,89 \cdot 10^{-8} \text{ m /s}$  Débit limite = 35 600 L/h

### 2. PASTEURISATION DU LAIT ÉCRÉMÉ

- 2.1.**
- |                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| - 1 : Entrée eau chaude           | - 2 : Section de chauffe   |
| - 3 : Sortie eau chaude           | - 4 : Section préchauffage |
| - 5 : Section pré-refroidissement | - 6 : Entrée eau froide    |
| - 7 : Section de refroidissement  | - 8 : Sortie eau froide    |
| - 9 : Chambreur                   | - 10 : Produit pasteurisé  |

**2.2.** Traitement visant à détruire tous les microorganismes pathogènes non sporulés et à réduire la flore banale du produit.

**2.3.**  $VP = 10^{\frac{(T-T^*)}{z}} \times \Delta t$        $VP = 10^{\frac{(72-70)}{7}} \times 15 = 28,96 \text{ s}$  soit 0,48 min

**2.4.** VP réelle inférieure à 1,3, donc pour l'augmenter on peut :

- Diminuer le débit du produit afin d'augmenter le temps de traitement
- Augmenter la température de traitement (en gardant le même débit) pour augmenter  $L_T$

**2.5.**  $\log \frac{N_0}{N} = \frac{t}{D}$        $D_T = D_{\text{ref}} \times 10^{\frac{(T^*-T)}{z}}$        $D_{72} = 0,20 \times 10^{\frac{(70-72)}{7}} = 0,104 \text{ min}$  soit 6,22 s

$N = N_0 / 10^{\frac{t}{D}} = 10^6 / 10^{\frac{15}{6,22}} = 3876 \text{ UFC / mL}$

### 3. CONCENTRATION DU LAIT ÉCRÉMÉ PASTEURISÉ

#### 3.1. Essai 1 : Concentration à froid

##### 3.1.1. UF tangentielle

- 1 - Pression entrée
- 2 - Pression sortie rétentat
- 3 - Pression sortie perméat

$$3.1.2. m_{\text{lait}} = m_{\text{rétentat}} + m_{\text{perméat}}$$

$$0,07 \times m_{\text{lait}} = X\% \times m_{\text{rétentat}} + 0,018 \times m_{\text{perméat}}$$

$$X\% = 21,05\%$$

$$3.1.3. FCV = VT/VR = 100/1,02 \times 1,15 / 29 \text{ soit } FCV = 4,18$$

#### 3.2. Essai 2 : Concentration à chaud

##### 3.2.1. Évaporateur multiple effet à flots tombants et à co-courant

3.2.2. Le lait est préchauffé par une série d'échangeurs thermiques avant d'entrer au sommet du premier évaporateur. L'évaporation se fait par échange thermique conductif/convectif dans le corps de l'évaporateur par des vapeurs de chauffe qui circulent dans une double enveloppe.

Le premier évaporateur est chauffé par des vapeurs primaires et les évaporateurs suivants par des vapeurs secondaires récupérées suite au cyclone. => récupération d'énergie

Le concentrat est récupéré au pied de l'évaporateur et alimente l'évaporateur suivant.

L'ensemble est mis sous vide afin de maintenir l'ébullition malgré la diminution de température des vapeurs de chauffe.

$$3.2.3. Y\% \times m_{\text{concentrat}} = 7 \times m_{\text{lait}} \quad Y\% = 24,14\%$$

#### 3.3. Analyse

UF ou Évaporateur donne des masses de concentré et de teneur en matière sèche proche.

**Avantages UF** : Propriété organoleptique et nutritionnelle de meilleur qualité. Évite la réaction de Maillard, le gout de cuit. Pas de destruction des protéines.

**Inconvénients UF** : Coût, volume de rétentat, nettoyage des membranes, renouvellement des membranes, Système avec boucle de recyclage donc temps long pour obtenir le rétentat.

**Avantages évaporateur** : plus rapide car 4 à la suite, récupération de vapeur donc plus économique.

**Inconvénients évaporateur** : Energivore, coût, altération possible du produit, perte de molécules volatiles.

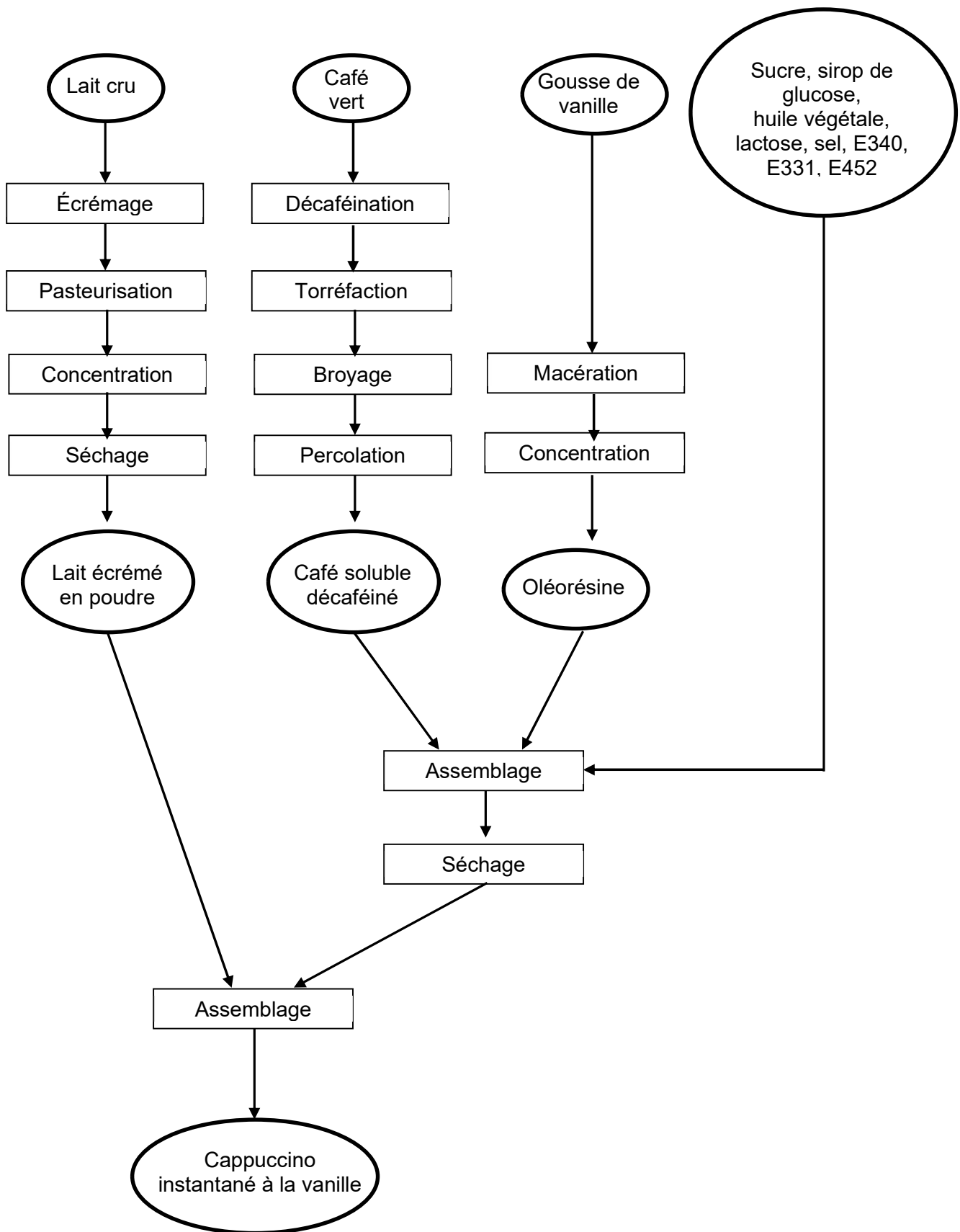
### 4. ARÔME NATUREL DE VANILLE

Macération donc extracteur à immersion avec vis sans fin pour amélioration des échanges.



## 5. DIAGRAMME DE FABRICATION DU CAPPUCINO INSTANTANÉ

### DIAGRAMME DE FABRICATION DU CAPPUCINO INSTANTANÉ



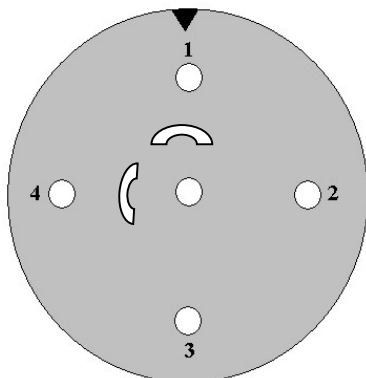
**DES BONBONS AU LABORATOIRE**

**1. CONTRÔLES QUALITÉ**

**1.1. Contrôle de l'origine de la gélatine**

→ Jour 1

Q1.



Puits central : Ac anti-gélatine

Puits périphériques :

- 1.gélatine de porc
- 2.lot 2
- 3. PBS
- 4. lot 1

Q2. Puits 1 : témoin positif témoin d'efficacité des anticorps anti-gélatine de porc

Puits 3 : témoin négatif témoin de spécificité des anticorps anti-gélatine de porc

→ Jour 2

Q1.Présence d'un arc de précipitation entre le puits 1 et le puits central donc méthode validée.

Présence d'un arc de précipitation entre le puits 4 et le puits central, arc immunologiquement identique que le témoin positif.

Q2.Conclusion le lot 1 est constitué de gélatine de porc

Conclusion générale : Le lot 1 n'est pas conforme

**1.2. Recherche de *Salmonella* dans la gélatine**

→ Jour 1

Q3. Milieu servant à la revivification des bactéries présentes dans le prélèvement.

Q4. Milieu d'enrichissement sélectif liquide favorisant la croissance des *Salmonella*.

→ Jour 2

Q3. Aspect des colonies sur XLD : Colonies rouges à centre noir

Aspect des colonies sur HEKTOEN : Colonies vertes à centre noir

Q4. Sur gélose XLD : Présence une décarboxylase qui donne des colonies rouges par décarboxylation de la lysine et des sucres.

Sur gélose Hektoen : Les bactéries qui produisent de l'H<sub>2</sub>S donnent des colonies à centre noir.

Q5. Il y a présence de colonies suspectes.

Q6. Ensemencer une colonie suspecte sur une gélose nutritive pour chaque milieu sélectif

**1.3. Optimisation du nettoyage**

→ Jour 1

Q5. En gris dilutions à ensemencer

N (0.1mL)	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10
d		10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>

Q6. Plus petite concentration entrainant la destruction de 99.99 % de l'inoculum.

Q7. Cupule 2 :  $C^\circ \text{ finale} = C_i \times V_i / V_{\text{final}} = 0.1\% \times 60 / 120 = 0.05 \%$

Q8.

Cupule	1	2	3	4	5
Concentration de Bactclean en %	0.00	0.05	0.025	0.0125	0.00625

→ Jour 2

Q7. Tableau de résultats expérimentaux.

Q8.  $N_{E. coli} / \text{mL} = \sum c / (V.1,1.d)$

Q9. Le nombre d'UFC doit être supérieur à  $10^6$  UFC/mL pour avoir un inoculum conforme.

Q10. Tableau de résultats expérimentaux.

Q11. La CMB correspond à la concentration du dernier spot pour lequel il y a moins de 5 colonies.

Q12. On attend une culture dans les spots 3, 4 et 5. Si le spot 3 a plus de cinq colonies, le désinfectant est trop dilué ce qui explique la non-conformité des contrôles de surface

## 2. TRAITEMENT DES NON-CONFORMITÉS DU PRODUIT FINI

### 2.1. Contrôle de l'acidité sur le produit fini

→ Jour 1

Q9. Document C complété avec volume équivalent et valeurs d'absorbance.

Résultat attendu pour le dosage de la solution d'acide citrique :  $V_E = 9,6 \text{ mL}$

Q10. Vérification de l'exactitude  $2\sqrt{(0,001^2 + 0,002^2)} = 0,0044 \text{ mol/L}$

$|Y_{EC} - y_{ref}| = 0,002 \text{ mol/L}$

Donc résultat exact. Méthode validée

Q11. Équation aux grandeurs :  $C_{\text{acide bonbon}} = \frac{C_{\text{ref}} \times V_{\text{eq}}}{V_E \times 3}$

Équation aux valeurs numériques :  $C_{\text{acide solution B}} = \frac{0,0400 \times 9,6}{10 \times 3} = 0,0128 \text{ mol/L}$

Q12. Équation aux grandeurs :  $W_{\text{acide bonbon}} = \frac{C_{\text{acide solution B}} \times V_{\text{fiote}} \times MM \times 100}{m_{\text{bonbon}}}$

Équation aux valeurs numériques :  $W_{\text{acide bonbon}} = \frac{0,0128 \times 0,05 \times 192 \times 100}{4} = 3\%$

Conclusion : produit conforme au cahier des charges

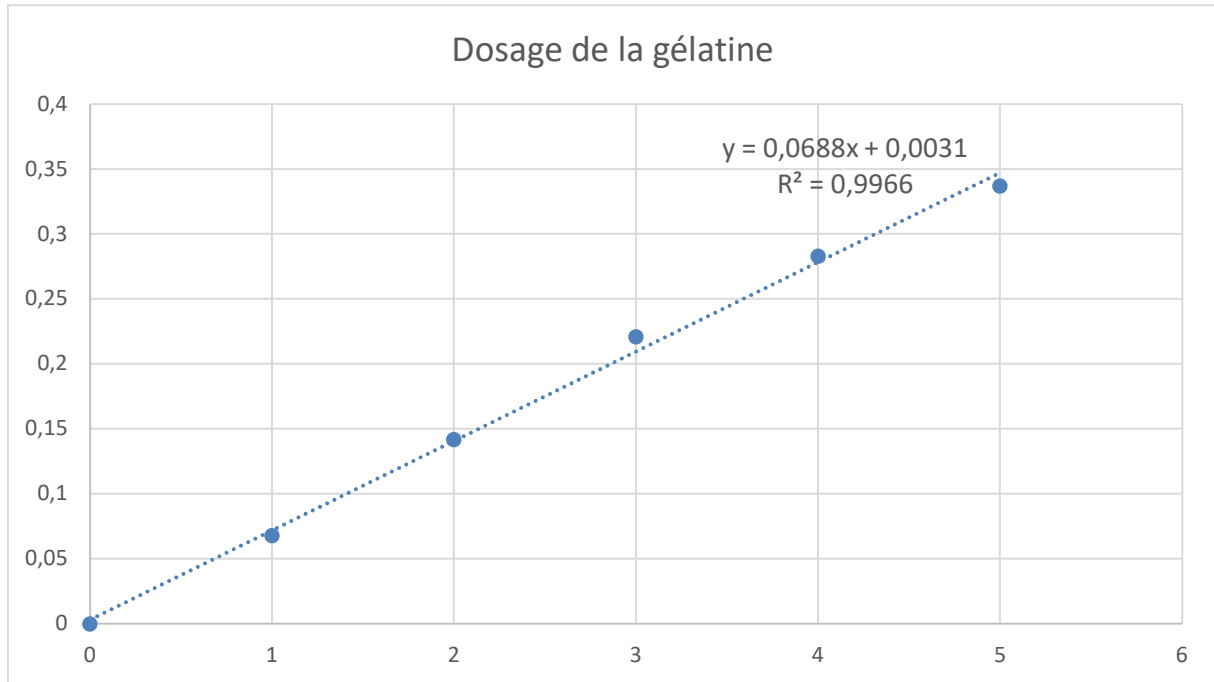
### 2.2. Détermination de la concentration critique de la gélatine par spectrophotométrie

→ Jour 1

Q13. Document C complété :

0	1	2	3	4	5	essai
0,000	0,068	0,142	0,221	0,283	0,337	0,150

Q14.



Q15. Masse de gélatine dans l'essai B :  $m = \frac{0,15 - 0,0031}{0,0688} = 2,135 \text{ mg}$

Q16.  $\rho(\text{gélatine, solution B}) = \frac{m(\text{gélatine, essai})}{V \text{ solution B}} = \frac{2,135}{0,5} = 4,27 \text{ g/L}$

Q17. % de gélatine dans le bonbon :  $W(\text{gélatine, bonbon}) = \frac{\rho \times V_{\text{fiolle}} \times 100}{m_{\text{bonbon}}} = \frac{4,27 \times 0,05 \times 100}{4} = 5,33\%$

Q18. Teneur en gélatine conforme.

### 2.3. Recherche d'un contaminant gélatinase +

→ Jour 1

Q19. Bacille Gram négatif, Oxydase négative.

Orientation de l'identification : Enterobacteriaceae et apparentés

Q20. Gélose VF, Milieu Hugh Leifson + glucose, gélose nutritive ordinaire ou équivalente, galerie API 20E

→ Jour 2

Q13. Contrôle de pureté sur gélose nutritive ordinaire : vérification d'un seul type de colonies présentes sur la gélose puis validation des résultats des tubes et galerie.

Gélose VF : présence de colonies tout le long du tube => type respiratoire AAF

Milieu Hugh Leifson + glucose : coloration jaune du fond du tube ou coloration jaune du tube en anaérobiose => voie d'attaque du glucose de type fermentative

Galerie API 20E : fiche complétée et résultat

Q14. Contaminant gélatinase + sur la galerie API 20E, il est donc responsable de la non-conformité observée.

Q15. Origine environnementale, ...

**CONTRÔLES QUALITÉ SUR LES MILIEUX ET RÉACTIFS DE LABORATOIRE**

**1. CONTRÔLE DES PRODUITS PRÉPARÉS AU LABORATOIRE**

**1.1. Détermination de la teneur en chlorure de sodium d'une eau physiologique**

**Q1.** Document A complété avec les volumes équivalents de nitrate d'argent et les absorbances à 500 nm.

**Q2.** Vérification de l'exactitude du résultat du contrôle

$ Y_{EC} - Y_{ref}  =  9,52 - 9,50 $ $= 0,02 \text{ g.L}^{-1}$	$2 \times \sqrt{(s^2_R + u^2_{ref})} = 2 \times \sqrt{0,028^2 + 0,030^2}$ $= 0,0821 \text{ g.L}^{-1}$
---	--

L'exactitude de la mesure est vérifiée. Les résultats sont validés dans les conditions du jour. Les résultats concernant l'échantillon peuvent être exploités.

**Q3.** Exploitation des résultats de l'essai

Chute de burette = 14,65 mL

$$\rho_{(\text{NaCl}, \text{eau phy})} = \frac{C_{(\text{AgNO}_3; \text{Etalon})} \times V_{\text{AgNO}_3}}{V_{\text{Eau phy}}} \times M_{\text{NaCl}} \quad [\text{g.L}^{-1}] = \left[ \frac{\text{g.L}^{-1} \times \text{mL}}{\text{mL}} \times \text{g.mol}^{-1} \right]$$

$$\rho_{(\text{NaCl}, \text{eau phy})} = \frac{0,105 \times 14,65}{10,00} \times 58,5 = 8,998 \text{ g.L}^{-1}$$

$$\rho_{(\text{NaCl}, \text{eau phy})} = (9,00 \pm 0,06) \text{ g.L}^{-1}$$

**Q4.**

Résultat attendu	Résultat obtenu
$\rho_{(\text{NaCl}, \text{eau phy})} = 9,00 \text{ g.L}^{-1}$	$\rho_{(\text{NaCl}, \text{eau phy})} = (9,00 \pm 0,06) \text{ g.L}^{-1}$

La concentration en NaCl de l'eau physiologique utilisée par le laboratoire de microbiologie est conforme au cahier des charges.

**1.2. Contrôle qualité de l'étalon Mc Farland**

→ Jour 1

**Q5.** Justification choix des dilutions soit par calcul, soit par tout autre raisonnement cohérent

$d = c / (V \times N)$	d = dilution correspondant à la dilution la plus grande	
	N = nombre UFC/mL suspension calibrée 0,5 McF attendu	= $1,5 \cdot 10^8$ UFC/mL
	V = volume inoculum	= 1 mL (dans la masse)
	c = nombre de colonies attendu en position centrale (maxi colonies / boîte : 300)	= 150 colonies
$d = 150 / (1 \times 1,5 \cdot 10^8) = 10^{-6}$		
Les 3 dilutions à ensemercer sont $10^{-5}$ , $10^{-6}$ , $10^{-7}$		

→ Jour 2

**Q4.** Tableau de résultats expérimentaux du dénombrement - Méthode dans la masse ( $V_{\text{inoculum}} = 1 \text{ mL}$ )

Dilution	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$
Nombre colonies comptées	Non comptable, car > 300	74	7

**Q5.** Calcul de N *E. coli* /mL de suspension calibrée à 0,5 McF

$$N = \Sigma c / (V \times 1,1 \times d) = (74 + 7) / (1 \times 1,1 \times 10^{-6})$$

$$N = 7,4 \cdot 10^7 \text{ UFC d'E. coli /mL de suspension calibrée à 0,5 McF}$$

**Q6.** La suspension d'*E. coli* à 0,5 McF correspond normalement à  $1,5 \cdot 10^8$  *E. coli* / mL. Or le dénombrement réalisé nous donne une concentration de  $7,4 \cdot 10^7$  UFC d'*E. coli* /mL de suspension calibrée à 0,5 McF. On a donc une concentration en *E. coli* qui est deux fois plus petite que celle attendue.

**Q7.** Proposition de 1 (ou plusieurs) hypothèse(s) expliquant d'éventuelles différences :

Résultats	Hypothèse
Résultat obtenu < (ou >) résultat théorique attendu	- Imprécision de la méthode : homogénéisation, dilutions, .... - Trouble différent entre l'étalon 0,5 McF et les bactéries en suspension, ...

## 2. CONTRÔLE DES PRODUITS ACHETÉS AUPRÈS DES FOURNISSEURS

### 2.1. Vérification de la concentration en glucose d'un bouillon Clark et Lubs

**Q6.** Document A complété :

Blanc	Etalon	Contrôle	Bouillon dilué
Absorbances	0,398	0,809	0,209
Cm glucose	1	2,03	0,52

**Q7.** Selon la loi de Beer-Lambert :

Pour l'étalon :

$$A_{\text{étalon}} = \epsilon_{\text{chromophore}} \times l \times C_{\text{(chromophore ; cuve)}}$$

$$A_{\text{étalon}} = k \times \epsilon_{\text{chromophore}} \times l \times C_{\text{(glucose ; étalon)}}$$

$$A_{\text{étalon}} = k \times \epsilon_{\text{chromophore}} \times l \times \rho_{\text{(glucose ; étalon)}} / M_{\text{glucose}}$$

Pour le bouillon dilué :

$$A_{\text{bouillon}} = k \times \epsilon_{\text{chromophore}} \times l \times \rho_{\text{(glucose ; bouillon dilué)}} / M_{\text{glucose}}$$

$$\text{Donc } \rho_{\text{(glucose ; bouillon dilué)}} = (A_{\text{Contrôle}} / A_{\text{étalon}}) \times \rho_{\text{(glucose ; étalon)}}$$

**Q8.**  $\rho_{\text{(glucose ; contrôle)}} = (A_{\text{bouillon dilué}} / A_{\text{étalon}}) \times \rho_{\text{(glucose ; étalon)}}$

$$\text{g.L}^{-1} = (\emptyset / \emptyset) \times \text{g.L}^{-1}$$

$$\rho_{\text{(glucose ; contrôle)}} = (0,809/0,398) \times 1 = 2,03 \text{ g.L}^{-1}.$$

**Q9.**

$ Y_{\text{EC}} - Y_{\text{ref}}  =  2,03 - 2,00 $	$2 \times \sqrt{(s^2_{\text{R}} + u^2_{\text{ref}})} = 2 \times \sqrt{0,030^2 + 0,05^2}$
$= 0,03 \text{ g.L}^{-1}$	$= 0,034 \text{ g.L}^{-1}$

L'exactitude de la mesure est vérifiée. Les résultats sont validés dans les conditions du jour. Les résultats concernant l'échantillon peuvent être exploités.

**Q10.**  $\rho_{\text{(glucose ; bouillon pur)}} = \rho_{\text{(glucose ; bouillon dilué)}} \times F_D \quad \text{g.L}^{-1} = \text{g.L}^{-1} \times \emptyset$

$$\rho_{\text{(glucose ; bouillon dilué)}} = (0,209/0,398) \times 1 = 0,52 \text{ g.L}^{-1}$$

$$\rho_{\text{(glucose ; bouillon pur)}} = 0,52 \times 10 = (5,20 \pm 0,12) \text{ g.L}^{-1}$$

**Q11.**

Résultat attendu	Résultat obtenu
$\rho_{\text{(glucose ; bouillon)}} = (5,0 \pm 0,5) \text{ g.L}^{-1}$	$\rho_{\text{(glucose ; bouillon)}} = (5,20 \pm 0,12) \text{ g.L}^{-1}$

La valeur obtenue doit être comprise entre 4,5 et 5,5 g.L<sup>-1</sup>. Le bouillon est donc conforme.

## 2.2. Contrôle qualité d'un coffret d'agglutination sur lame

Q12. Document B complété

Analyse qualitative du test

	Réactif latex test	Réactif latex témoin négatif
Validation des réactifs latex	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	-
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	-	-

Analyse quantitative du test

Cupules	1	2	3	4	5	6	7	8
Dilution du réactif latex test	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/356
Lecture	+	+	+	+	-	-	-	-



Légendes :

+ : agglutination

- : absence d'agglutination

Q13. Absence d'agglutination dans les 2 réactifs latex => réactifs conformes.

Absence d'agglutination avec le réactif contrôle négatif => tests validés

Q14. Validation de la spécificité coffret : Agglutination avec *S. aureus*, pas d'agglutination avec *S. epidermidis* => coffret validé

Q15. Titre du réactif latex obtenu est égal à 1/16 (dernière cupule à présenter une agglutination).

Il est donc conforme.

## 2.3. Contrôle qualité minimum d'un lot de galeries API®20 C AUX

Q1. Contrôle de pureté sur gélose Sabouraud : vérification d'un seul type de colonies présentes sur la gélose.

Q2. Le profil attendu pour la souche de référence *Cryptococcus laurentii* correspond aux résultats obtenus.

Q3. Le lot de galeries API 20 C AUX arrivant en limite de date d'utilisation est encore utilisable car les résultats obtenus correspondent aux résultats attendus avec la souche de référence *Cryptococcus laurentii*.

## ÉVOLUTION DES DOMAINES DE CERTIFICATION D'UNE ENTREPRISE PRODUISANT DES STEAKS HACHÉS FRAIS PUR BOEUF

### 1. MANAGEMENT DE LA QUALITÉ

#### 1.1. Sécurité des denrées alimentaires

##### 1.1.1.

- Sécurité : produit ne mettant pas en jeu la santé du consommateur. Ex : absence de *Salmonella*, absence de morceaux d'os ...
- Santé : produit bon pour la santé. Ex : teneur en matières grasses, rapport tissu conjonctif sur protéines de viande ...
- Satisfaction : sens : produit apportant du plaisir à son consommateur. Ex : odeur agréable, couleur rouge, texture fondante, goût caractéristique ...
- Service : produit pratique. Ex : barquette sécable, opercule facile à ouvrir ...

1.1.2. 6 règlements entrés en vigueur dans toute la CEE le 1<sup>er</sup> janvier 2006 constituant le « paquet hygiène ».

1.1.3. Danger : agent biologique, chimique, physique présent dans le steak haché ou état du steak haché pouvant entraîner un effet néfaste sur la santé.

Dangers physiques

Dangers chimiques

Dangers biologiques

*Dangers allergènes*

*Dangers administratifs*

##### 1.1.4.

Dangers	Exemples	Moyens de prévention
Dangers physiques	Corps étrangers : os, cheveu, boulon, poil de brosse...	Charlotte recouvrant totalement les cheveux, maintenance préventive, changement des brosses usées ...
Dangers biologiques	Microbiologique : <i>Salmonella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> ... Autres : parasites, toxines ...	Cahier des charges avec les fournisseurs de viande, salles de production à 6 °C ...
Dangers chimiques	Résidus de produits de nettoyage, lubrifiants, métaux lourds ...	Contrôle du pH des eaux de rinçage, sensibilisation du personnel de maintenance par rapport à l'usage des lubrifiants ...
<i>Dangers allergènes</i>	<i>Par contamination croisée, pour les personnes à risque</i>	<i>Interdiction de manger en zone de production, changement de tenue obligatoire lors des pauses, vidange des lignes en fin de production</i>
<i>Dangers administratifs</i>	<i>Respect de la réglementation, étiquetage...</i>	<i>Veille réglementaire, contrôle de l'étiquetage ...</i>

1.1.5. BRC British Retail Consortium et ISO 22000.

##### 1.1.6. Estampille sanitaire

FR : pays de fabrication / numéro d'agrément avec le département (ici bien spécifier 59), les numéros de la commune puis de l'entreprise / CE : Zone de commercialisation suite au respect des agréments.

Le tout doit être présenté dans un ovale.

### 1.2. Certification IFS Food version 6.1

1.2.1. La présence d'un KO entraîne une perte de certification.

10 KO :

1.2.4 Responsabilité de la direction

3.2.1.2 Hygiène du personnel

4.2.2.1 Conformité des recettes

4.18.1 Système de traçabilité

5.9.2 Procédure pour rappel et retrait

2.2.3.8.1 Système de surveillance de chaque CCP

4.2.1.2 Spécifications des matières premières

4.12.1 Gestion des corps étrangers

5.1.1 Audits internes

5.11.2 Actions correctives



### 1.2.2.

- les spécifications matières premières incomplètes : 4.2.1.2 Spécifications des matières premières
- la présence d'appareils de mesure déréglés en zone de fabrication : 4.2.2.1 Conformité des recettes

1.2.3. Présence de deux KO alors la conservation de la certification n'est pas possible.

### 1.2.4. ANNEXE A

Numéro de l'exigence	Actions à entreprendre
6.1.1.	Responsabilités pour la protection de la chaîne alimentaire Nommer un responsable « sûreté » faisant partie de l'équipe de direction Former l'équipe « sûreté »
6.1.2.	Analyse et évaluation des risques, procédure de gestion des crises Rédiger une analyse des dangers et révision annuelle Mettre en place des systèmes de surveillance Maitriser le système informatique : suivi des mots de passe, gestion des sauvegardes ... Identifier les zones à risques : lieux de stockage des matières premières, des produits finis, des produits chimiques ...  Systèmes de vidéosurveillance installés dans les zones les plus sensibles (par exemple chambres froides pour les matières premières et les produits finis) Procédure de gestion de crise et simulation de crise une fois par an
6.1.3.	Si la législation requiert des enregistrements ou des inspections, des preuves doivent être fournies Veille réglementaire
6.2.1.	Protection des zones critiques Protéger et contrôler les zones d'accès : caméra, clôture suffisamment haute, gardiennage la nuit ... Stockage sécurisé des clefs essentielles
6.2.2.	Mise en place d'une procédure pour empêcher et/ou identifier les actes de malveillance Procédure de gestion des actes de malveillance Sensibilisation du personnel à la détection des comportements hors-normes
6.3.1.	Gestion des visiteurs Identifier les visiteurs et prestataires de services externes : enregistrement des horaires d'arrivée et de départ, badge nominatif bien visible ... Plan de circulation affiché à l'entrée du site
6.3.2.	Formation des personnels Formation du personnel au moins une fois par an à la protection de la chaîne alimentaire contre les actes malveillants : création du support de formation et évaluation Accueil des nouveaux salariés (parcours d'intégration), procédure de recrutement Dispositions après le départ des collaborateurs de l'entreprise
6.4.1.	Mise en place d'une procédure de gestion des inspections et formation à cette procédure Procédure de gestion des inspections externes Formation du personnel concerné à l'exécution de cette procédure

## 2. MANAGEMENT DE L'HYGIÈNE

### 2.1.

Éléments dans le plan de nettoyage et désinfection	Feuille d'enregistrement associée :
Éléments à nettoyer Produits à utiliser Fréquences de nettoyage Méthode ou mode opératoire ou instruction de travail Responsabilité (nom et visa) Contrôle et enregistrement	Cartouche Date du nettoyage Résultat des contrôles : satisfaisant /acceptable/ non conforme Actions correctives Nom du responsable et signature

**2.2.** Les paramètres influençant l'efficacité des opérations de nettoyage et désinfection sont :

- Le SENS pour le choix du produit :
  - Type de souillure
  - Nature (dureté) de l'eau utilisée pour la dilution
  - Nature des produits (vérifier leur date de péremption)
  - Type de support
- Le TACT selon le produit choisi :
  - Température
  - Délai d'action
  - Concentration
  - Action

**2.3.** Fabrication du produit avec allergène (gluten) en fin de production des steaks hachés frais pur bœuf puis nettoyage renforcé de la ligne avec validation de l'absence de résidus d'allergène (utilisation d'un kit de détection des résidus de gluten). Avertissement dans les étiquettes y compris celle du steak haché (préparé dans un atelier utilisant également /peut contenir des traces de ...)

## **3. MANAGEMENT DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL**

### **3.1. Contexte réglementaire**

#### **3.1.1.**

- Prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé de son personnel sur la base de principes généraux de prévention parmi lesquels figure l'évaluation des risques.
- Transcrire les résultats de l'évaluation des risques professionnels dans un document unique, tenu à la disposition des salariés exposés aux risques et du médecin du travail, mis à jour annuellement ou si nécessaire
- Mettre en place un CHSCT si plus de 50 salariés.

#### **3.1.2.**

Définition de l'accident du travail (A.T.) :

« Est considéré comme A.T., quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail, à toute personne salariée ou travaillant à quelque titre que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise. »

Définition de la maladie professionnelle :

« La maladie telle qu'elle est désignée dans un tableau de maladies professionnelles peut-être reconnue d'origine professionnelle lorsqu'il est établi qu'elle est directement causée par le travail habituel de la victime. Peut être également reconnue d'origine professionnelle une maladie caractérisée non désignée dans un tableau de maladies professionnelles lorsqu'il est établi qu'elle est essentiellement et directement causée par le travail habituel de la victime et qu'elle entraîne le décès de la victime ou une incapacité permanente.»

### **3.2. Évaluation des risques professionnels**

#### **3.2.1.** Dangers pouvant conduire à des accidents du travail :

- Circulation : glissades et chutes de plain-pied (eau, gras, sang au niveau du sol), chutes de hauteur, chariots... (poste de découpe ou de transport des chariots). Sols glissants lors de la circulation des chariots
- Manutention et machines : coupures, écrasements de doigts, amputations ... (tout poste de fabrication, pas au conditionnement)
- Brûlures : produits chimiques, électricité ... (tout poste mais particulièrement hachage et lavage des chariots)
- Découpe : outils et couteaux qui coupent mal
- Fatigue liée à la surcharge de travail (présence régulière d'intérimaires à former).

#### **3.2.2.** Dangers pouvant conduire à des maladies professionnelles :

- Bruit (poste de hachage) / Troubles de l'audition
- Ambiance climatique froide (tout poste) / TMS poste de découpe et de conditionnement
- Port de charges lourdes (réception) / Mal de dos
- Couteaux qui coupent mal (découpe /désossage) / Stress
- Pousse de chariots jusqu'au poste de lavage, hauteur 700 mm / Mal de dos

### 3.3. Prévention des risques

- Glissades et chutes de plain-pied : revêtements de sols non glissants, nettoyage régulier des sols, port de chaussures antidérapantes, établir un plan de circulation dans l'établissement (voies séparées pour piétons, engins, animaux).
- Manutention : formation de chaque nouvel arrivant à l'utilisation des machines, choisir avec les salariés les aides techniques à la manutention adaptées (réseau aérien, palans, transpalettes, hayons ...), aménager les locaux pour en faciliter l'utilisation, les mettre à disposition en nombre suffisant, limiter le poids des charges transportées manuellement, faciliter leur préhension, port de gants et cottes de maille.
- Machines : s'assurer de leur conformité, définir un calendrier de maintenance préventive (audit, entretien, vérification de la conformité ...).
- Brûlures : port de gants et du masque lors de l'utilisation des produits chimiques, habilitations électriques.
- Bruit : encoffrement des machines pour réduire le niveau sonore, port obligatoire de protections auditives.
- Troubles musculo-squelettiques dus aux gestes répétitifs : ergonomie des postes de travail.
- Ambiance climatique froide : port de vêtements de protection contre le froid.
- Mal de dos lié au port de charges lourdes : formation « gestes et postures ».

### 3.4. Audit santé et sécurité au travail

3.4.1. Il s'agit d'un audit interne puisqu'il est réalisé par le Responsable Qualité dans son entreprise.

3.4.2. Pour toutes les questions proposées, la réponse doit être oui/non donc fermées.

**Désossage** : les cadences sont-elles satisfaisantes ? Avez-vous le temps pour affûter vos couteaux ? Les EPI sont-ils à disposition ? L'éclairage vous permet-il de découper sans risque ?...

**Broyage/hachage** : Le bruit est-il maîtrisé ? Les procédures sont-elles exposées au poste ? Les carters de sécurité fonctionnent-ils toujours ? Les risques électriques sont-ils maîtrisés (les AU fonctionnent-ils bien ?) ? La température de travail est-elle pénible ?

**Lavage** : les EPI sont-ils à disposition ? Avez-vous déjà reçu des projections de produits de nettoyage/désinfection ? Revêtez-vous bien systématiquement les EPI ? Y-a-t-il des risques de glissade à votre poste ? La température de l'eau vous paraît-elle trop chaude pour votre sécurité ?

**Mise en cartons** : La température de l'atelier vous satisfait-elle ? Avez-vous des douleurs au niveau du dos ? Avez-vous des douleurs au niveau des épaules/des bras ? Les pauses sont-elles suffisantes ? Le poids des cartons à déposer vous paraît-il trop fort ?

### 3.5. Formation

#### 3.5.1.

**Bloc technique** : connaissance des modes opératoires, application des techniques d'entretien des couteaux, respecter les consignes données en plus des modes opératoires, revêtir les EPI...

**Bloc hygiène** : application des règles d'hygiène à son poste de travail afin de prévenir tout risque de contamination, respecter la fréquence de renouvellement des tenues, respecter le circuit de la marche en avant, respecter les règles d'accès aux ateliers, respecter les règles de lavage/essuyage des mains, nombre de tenues propres à disposition...

**Bloc sécurité au travail** : connaissances des obligations en terme de prévention des risques (notamment TMS ou autres), application des règles de sécurité, connaissance des gestes de premier secours, connaissances des modes opératoires, entretenir son couteau de découpe, informer son supérieur sur les risques, revêtir les tenues recommandées (froid).

3.5.2. Immédiat : Test type QCM et/ou oral lors d'entretien individuel, observation sur poste,

À long terme : suivi des audits, suivi du nombre d'AT...

## FABRICATION INDUSTRIELLE DE CRÈME GLACÉE

### 1. ACTUALISATION DE LA FICHE TECHNIQUE DES BPF

1.1. Un CCP (Critical Control Point) ou Point Critique de maîtrise est une étape (ou une opération, un point, une procédure) à laquelle une (des) mesure(s) de maîtrise peut être et doit être exercée pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la sécurité des aliments ou le ramener à un niveau acceptable. C'est donc un point que l'on peut et que l'on doit maîtriser ; la non-maîtrise entraîne un risque inacceptable car il n'y aura pas de correction ultérieure.

1.2. Les PRP sont les bonnes pratiques d'hygiène (BPH), les bonnes pratiques de fabrication (BPF).

Exemples :

BPH = hygiène du personnel, tenue du personnel, nettoyage désinfection des machines, du matériel, des locaux.

BPF : respect des instructions de travail, maintenance des appareils ...

### 1.3. ANNEXE A

Étape du procédé industriel	Glacier traditionnel			Glacier industriel	
	MP ou opération		CCP (oui ou non) et justification	Maîtrise des risques	CCP (oui ou non) et justification
Matières premières	Œufs entiers	CCP1	Oui	Jaunes d'œufs pasteurisés	Pas de CCP
1,2,3					
4	/	/	/	couple temps/température à respecter	Oui CP1
5	Pasteurisation	CCP2	Oui	couple temps/température à respecter	Oui CCP2
6	Refroidissement	CCP3	Oui	couple temps/température à respecter	Oui CCP3
7	Maturation	CCP4	Oui	couple temps/température à respecter	Oui CCP4
8	Turbinage	CCP5	Pas de CCP, relève des BPH	Relève des BPH	Pas de CCP
9	Emmoulage	CCP6	Pas de CCP, relève des BPH	Relève des BPH	Pas de CCP
10, 11					
12	Conservation	CCP7	Oui	Température à respecter	Oui CCP5
13	Vente directe	CCP8	Pas de CCP, relève des BPH	Relève des BPH	Pas de CCP

### 2. ANALYSE DES DANGERS MICROBIOLOGIQUES

2.1. → **Listéria monocytogenes** car la crème glacée permet son développement :

1.2 Denrées alimentaires prêtes à être consommées permettant le développement de <i>L. monocytogenes</i> , autres que celles destinées aux nourrissons ou à des fins médicales spéciales	<i>Listeria monocytogenes</i>
--	-------------------------------

→ **Entérobactéries** car <sup>(8)</sup> Uniquement les crèmes glacées contenant des ingrédients lactés (cas ici) :

2.2.8 Crèmes glacées <sup>(8)</sup> et desserts lactés congelés	Enterobacteriaceae
---	--------------------

2.2. Sont exclus :

→ **Salmonella**,

1.11 Fromages, beurre et crème fabriqués à partir de lait cru ou de lait traité à une température inférieure à celle de la pasteurisation <sup>(10)</sup>	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
---	-------------------	---	---	-----------------------	---------------	---

Car <sup>(10)</sup> « Excepté les produits pour lesquels le fabricant peut démontrer, à la satisfaction des autorités compétentes, qu'en raison du temps d'affinage et de la valeur aw du produit le cas échéant, il n'y a aucun risque de contamination par les salmonelles. ».

Or la crème utilisée est **pasteurisée**.

1.13 Crèmes glacées <sup>(11)</sup> , excepté les produits dont le procédé de fabrication ou la composition permettent de supprimer le risque salmonelles	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
---	-------------------	---	---	-----------------------	---------------	---

<sup>(11)</sup> Uniquement les crèmes glacées contenant des ingrédients laitiers.

Car le procédé de fabrication comporte une **pasteurisation**.

1.14 Ovoproduits, excepté les produits dont le procédé de fabrication ou la composition permettent de supprimer le risque salmonelles	<i>Salmonella</i>	5	0	Non détecté dans 25 g	EN ISO 6579-1	Produits mis sur le marché pendant leur durée de conservation
---	-------------------	---	---	-----------------------	---------------	---

Car les œufs utilisés sont **pasteurisés**.

→ **Entérobactéries**

2.2.1 Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés <sup>(4)</sup>	Entérobactéries	5	0	10ufc/ml	EN ISO 21528-2	Fin du procédé de fabrication	Contrôle de l'efficacité du traitement thermique et de la prévention de la recontamination et contrôle de la qualité des matières premières
---	-----------------	---	---	----------	----------------	-------------------------------	---

Pas de danger bactériologique dû au lait pasteurisé, car <sup>(4)</sup> Ce critère ne s'applique pas aux produits destinés à être encore transformés dans le secteur alimentaire et le lait ici entre dans une **nouvelle fabrication**.

→ **E. coli**

2.2.6 Beurre et crème au lait cru ou lait ayant subi un traitement thermique plus faible que la pasteurisation	<i>E. coli</i> <sup>(5)</sup>	5	2	10 ufc/g	100 ufc/g	ISO 16649-1 ou 2	Fin du procédé de fabrication	Amélioration de l'hygiène de production et de la sélection des matières premières.
--	-------------------------------	---	---	----------	-----------	------------------	-------------------------------	--

<sup>(5)</sup> *E. coli* est utilisée ici comme indicateur du niveau d'hygiène.

Car le lait a été **pasteurisé**.

2.3.

§ 1.2. <i>Listeria monocytogenes</i> <b>sur le PF</b>	n = 5 : on réalise l'analyse sur 5 crèmes glacées, c = 0, m = M = 100 ufc/g
§ 2.2.8 Entérobactéries (autres catégories de denrées alimentaires)	n = 5 : on réalise l'analyse sur 5 crèmes glacées, c = 2, m = 10 ufc/g M = 100 ufc/

## 2.4.

§ 1.2. <i>Listeria monocytogenes</i> sur le PF	- qualité satisfaisante lorsque toutes les valeurs observées sont $\leq$ à la limite, - qualité insatisfaisante lorsque l'une des valeurs est $>$ à la limite.
§ 2.2.8 Entérobactéries (autres catégories de denrées alimentaires)	- 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 insatisfaisante lorsqu'une ou plusieurs valeurs observées sont $>$ M ou lorsque plus de c/n valeurs se situent entre m et M.

2.5. Pour *L. monocytogenes*, tous les résultats sont inférieurs à  $m = M = 100$  ufc/g : qualité satisfaisante.

Pour les entérobactéries, 3 résultats sont inférieurs à  $m = 10$  ufc/g, 2 résultats sont compris entre m et  $M = 100$  ufc/g : qualité acceptable car  $c = 2$ .

Les résultats des analyses révèlent la qualité microbiologique du procédé contrôlé : l'hygiène de production peut encore être améliorée.

## 3. ACTUALISATION DU PLAN DE NETTOYAGE-DESINFECTION(19 points)

3.1. Effet : protocole de nettoyage-désinfection efficace.

Diagramme en arêtes de poisson avec les 5M et les causes suivantes :

Matière	Produit de nettoyage choisi en fonction du type de salissures. Qualité de l'eau.
Matériel	Conçu pour faciliter le nettoyage-désinfection (démontable, facilement déplaçable ...).
Main d'œuvre	Formée au nettoyage-désinfection, définir une équipe de nettoyage avec un responsable.
Milieu	Contenir les souillures et les déchets dans des lieux adaptés.
Méthode	Méthode de nettoyage : TACT soit temps de contact, action mécanique (éviter les jets d'eau intempestifs, préférer le brossage et le raclage), concentration du produit, température. Respect des procédures et des consignes d'utilisation des produits et des matériels, des règles de sécurité. Séparer la production des opérations de nettoyage dans le temps et dans l'espace pour éviter toute contamination croisée.

3.2. Le produit 1 est le plus adapté :

### UTILISATION

- Agroalimentaire, boissons, **glaciers**, laiteries, pisciculture, aquaculture.
- Pour la **désinfection des circuits**, tanks en **laiterie** (récolte et **fabrication**).
- Pour la **désinfection des circuits et matériels servant à la fabrication des glaces**, des fontaines à eau, ....

3.3. Rinçage - Application d'un détergeant – Rinçage - Application du désinfectant (produit 1) - Rinçage

3.4. L'ATPmétrie permet de mesurer la quantité d'ATP (Adénosine Triphosphate) présente dans un échantillon. Si le taux d'ATP est haut, c'est le signe de la présence de micro-organismes.

La mesure est quasi instantanée donc si des micro-organismes sont encore présents après l'opération de nettoyage désinfection, une action corrective peut être appliquée immédiatement avant de reprendre la production.

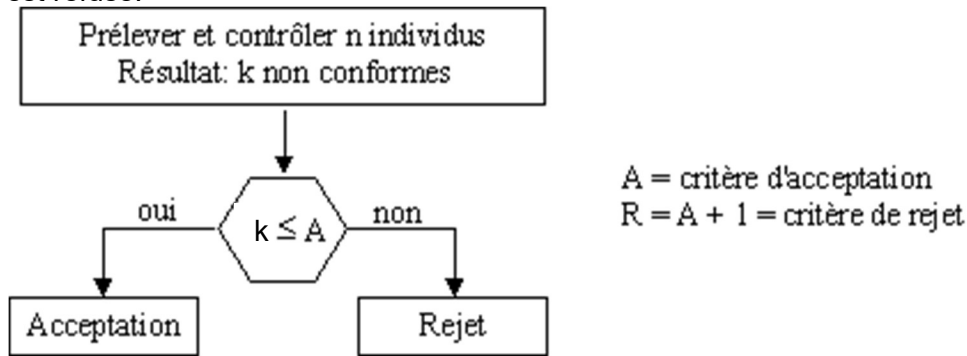
## 4. CONTRÔLE PAR ÉCHANTILLONNAGE DU PRODUIT FINI

4.1. Il s'agit d'un contrôle aux attributs : étanchéité (non quantifiable, c'est oui ou non).  
Échantillonnage : on ne contrôle pas toute la production.

4.2. Soit  $k$  le nombre d'individus (de produits) non-conformes.  
Soit  $A$  (ou  $C_a$ ) le critère d'acceptation du lot et  $R$  le critère de rejet.  $R = A + 1$ .

Règle de décision :

- si  $k \leq A$ , le lot est accepté,
- si  $k > A$ , le lot est refusé.



4.3. On peut le définir comme « le niveau de qualité, pour une série de lots contrôlés par échantillonnage, que l'on prend comme limite acceptable pour obtenir une qualité moyenne de production. »

4.4. Le produit CG-105 est fabriqué en continu par lots de 10 000 boîtes.  
Pour un NQA de 1,5 en contrôle général de niveau 2 on a la lettre L.  
On choisit un contrôle normal car on est en début de contrôle.  
Soit  $n = 200$ ,  $A = 7$ ,  $R = 8$ .

4.5. Lots 1 à 17, on reste en contrôle normal car :

- « Si l'on se trouve en contrôle normal, le contrôle renforcé doit être instauré dès que deux lots sur cinq (ou sur moins de cinq lots) consécutifs ». Ici il n'y a pas 2 lots consécutifs sur 5 refusés.
- Le score est inférieur à 30

Au lot 18 le score atteint 30, on passe en contrôle réduit au lot 19, car :

- « Si l'on se trouve en contrôle normal, le contrôle réduit doit être instauré lorsque toutes les éventualités suivantes se produisent en première présentation des lots :
  - a) la valeur du score de passage pour le contrôle en cours est au moins à 30, et
  - b) la production est régulière, et
  - c) l'autorité responsable estime souhaitable de passer au contrôle réduit. »
- Le nouveau plan de contrôle est :  $n = 80$ ,  $A = 5$ ,  $R = 6$ .

On poursuit en contrôle réduit jusqu'au lot 24 qui est refusé. On repasse donc en contrôle normal car :

- « Si l'on se trouve en contrôle réduit, le contrôle normal doit être rétabli lorsque l'une quelconque des éventualités suivantes se produit en première présentation des lots:
  - a) un lot n'est pas accepté ».

N° lot contrôlé	Nombre de NC	A	R	Décision	Score	Action à effectuer
1	5	7	8	A	3	CONTINUER EN NORMAL
2	10	7	8	R	0	CONTINUER EN NORMAL
3	7	7	8	A	3	CONTINUER EN NORMAL
4	3	7	8	A	6	CONTINUER EN NORMAL
5	6	7	8	A	9	CONTINUER EN NORMAL
6	2	7	8	A	12	CONTINUER EN NORMAL
7	1	7	8	A	15	CONTINUER EN NORMAL
8	8	7	8	R	0	CONTINUER EN NORMAL
9	5	7	8	A	3	CONTINUER EN NORMAL
10	4	7	8	A	6	CONTINUER EN NORMAL
11	3	7	8	A	9	CONTINUER EN NORMAL
12	4	7	8	A	12	CONTINUER EN NORMAL
13	5	7	8	A	15	CONTINUER EN NORMAL
14	6	7	8	A	18	CONTINUER EN NORMAL
15	1	7	8	A	21	CONTINUER EN NORMAL
16	3	7	8	A	24	CONTINUER EN NORMAL
17	2	7	8	A	27	CONTINUER EN NORMAL
18	6	7	8	A	30	PASSER EN REDUIT
19	5	5	6	A		CONTINUER EN REDUIT
20	3	5	6	A		CONTINUER EN REDUIT
21	2	5	6	A		CONTINUER EN REDUIT
22	1	5	6	A		CONTINUER EN REDUIT
23	2	5	6	A		CONTINUER EN REDUIT
24	6	5	6	R		REPASSER EN NORMAL
25	4	7	8	A	3	CONTINUER EN NORMAL