



ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Année - Thèse n° 60

**LA METHODE HACCP
DU POURQUOI AU COMMENT**

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1
(Médecine - Pharmacie)
et soutenue publiquement le 29 mars 2002
Pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

Par

Sylvain NAULOT

Né le 18 mai 1976
A Montluçon

DEPARTEMENTS ET CORPS ENSEIGNANT DE L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Directeur : Professeur J.-F. CHARY

Le 15 Septembre 2001

DEPARTEMENT	PREX	PRI	PRI	PRI	MC	Contractés, associés & EPAC	ABIC	Chargés de cours et d'enseignements
DEPART SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE Microbiologie, Immunologie, Pathologie G&C, Pathologie Infectieuse Parasitologie & Maladies parasitaires Qualité et Sécurité des Aliments Législation & Jurisprudence		Y. RICHARD M. FRAVE C. CHAUVE G. CHANTREUILLET	A. LACHEBETZ G. BOURDOSSAU P. DEMONT A. LACHEBETZ		A. KODJO D. GRISEL V. GURUN J. VIALARD MP CALLAIT L. ZERNER C. VERNOZY A. GONTHIER	M. AITORS PR associé		
DEPART DES ANIMAUX DE COMPAGNIE Anatomie Chirurgie et Anesthésiologie Anatomie pathologique/Dermatologie-Oncologie Médecine interne Imagerie médicale		B. CHATELAIN J.P. GENEVOS J.P. MAGNOL J.P. COTARD C. FOURNEL	T. BOGER D. FAU J.L. CADORE		M.A. BERTHELET S. SAWAYA B. TRONCY D. BAY T. MARCHAL L. CHABANNE P. BARTHEZ	G. CHANNOT MC D. WATRELOT-VERBUX MC M.P. FERROU-LERAGE ... MC	C. CAROZZO Z. FONSE C. ESCRUOU	N. DESS M. JUNOT E. PARLAUT C. DIBOSSON JUNOT M. LUCORNAUD
DEPART DES PRODUCTIONS ANIMALES Zootechnie, Ethologie & Elevage rural Nutrition et Alimentation Biel & Piel de la Reproduction Prat. Anatomie de Production		M. FRANCK J.P. DISCHANEL F. BARDINAND P. BEZILLE	M. BACHEL-BRETTIN T. ALOUSNOUWA		D. GRANCHER L. ALVES de OLIVEIRA G. EGROU P. GUERIN S. MARTINOT E. FRIEZA M.A. ARCANDEOLI D. LE GRAND	A. DENBURG MC contractuel L. MOUNIER MC contractuel D. LAURENT MC associé		S. BUFF N. GRAUD
DEPART SCIENCES BIOL/AGRIQUES Physiologie Néurophysiologie Biophysique/Chimie Génétique et Biologie moléculaire Pharmaco / Toxicologie Législation de Médicament Bio-Biotechnologie Langues	P. DELATOUR G. LONGUE	R. BOVIN F. GARDNER	E. BENOIT F. GRAIN P. JAUSSAUD G. KICK		J.L. THEBAULT J.M. BONNET-GARIN T. BOURGOSSE V. LAURENT P. BERRY P. SABATIER M.L. DELGROSSETTE X. CHEVALYET-MONFRAY	C. FARMER A. FAVIER		
DEPART SCIENCES Pathologie Animale Chirurgie Animale Reproduction	O. LEPAGE		J.L. CADORE C. PLEURY		A. LEBLOND	A. BERNAUD-SMITH MC E. CAUVIN		

MERCI...

A notre jury de thèse

Monsieur le Professeur GARHIB, enseignant à la Faculté de Médecine Lyon Sud, qui a accepté de présider ce jury.

Monsieur le Professeur FRANCK, enseignant à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, qui a encadré ce travail. Remerciements pour l'intérêt et le soutien tout au long de la cinquième année.

Monsieur le Docteur GONTHIER, qui a accepté de participer à ce jury. Remerciements pour le « petit coup de pouce à l'emploi ».

A ma famille

Mes parents

Mon frère Pierre (Tahiti, Polynésie française)

Mon frère Philippe et sa femme Michèle (Boston, Massachusetts)

Mes neveu et nièce Hugo et Zoé

A mes amis

Seb et Steph.

Ma mère de clinique Irène, pour avoir été un brillant exemple.

Mes ex-colocataires Ed et Richy, pour les bons moments passés ensemble à la « zonmai ».

Les baroudeurs corses et marocains (dont une certaine baroudeuse).

L'amibe de Tiznit (Maroc), qui m'a ouvert les yeux sur l'utilité de l'hygiène alimentaire.

*Dédicace spéciale à Monsieur le
Professeur Jean-François Chary,
Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Lyon, ainsi qu'à Monsieur
l'Agent Comptable de L'Ecole Nationale
Vétérinaire de Lyon.*

PASTICHE

*Heureux est Ali-Bab qui fit un beau voyage,
Conquit l'art d'apprêter volaille et venaison,
Et puis est retourné plein d'usage et raison,
Finir en cuisinant le reste de son âge !*

*Quand verra-t-il, hélas, dans le moindre village,
Fumer le gras jambon, soigner la salaison,
Et planter dans le clos entourant la maison
Tomate, oignon, persil et beaucoup davantage ?*

*Plus lui plaît le rôti que goûtaient ses aïeux,
Que du Palace-Hôtel les mets audacieux :
Plus que le poulet dur lui plaît la caille fine,*

*Plus qu'un pâté sournois un bon petit lapin,
Plus le pontet-canet que le chianti latin,
Plus que le quart-Evian la bouteille angevine.*

XXX.

Introduction au « Ali-Bab : Gastronomie pratique ;
Etudes culinaires » FLAMARION, 1928.

SOMMAIRE

PREFACE	6
AVANT PROPOS.....	7
SOMMAIRE.....	2
<u>CHAPITRE I : POURQUOI UTILISER LA MÉTHODE HACCP ?</u>	9
LA GESTION DE LA SÉCURITÉ DU PRODUIT	10
LIMITES DU CONTRÔLE ET DES TESTS.....	13
LES CONTRAINTES EXTERNES	17
A. LE GOUVERNEMENT.....	17
B. LES CONSOMMATEURS.....	19
C. LES ADMINISTRATIONS DE CONTRÔLE.....	19
D. LES MÉDIAS.....	20
LA NORMALISATION INTERNATIONALE	21
DÉFINITION DES PRIORITÉS POUR L'AMÉLIORATION.....	22
DÉFINITION DES PRIORITÉS POUR LA FORMATION	24
CHAPITRE II :LES PRINCIPAUX DANGERS	27
LES DANGERS BIOLOGIQUES.....	28
A. LES GERMES PATHOGÈNES	29
1. les salmonelles	29
2. staphylococcus aureus.....	33
3. les anaérobies sulfito-réducteurs.....	36
4. listeria monocytogenes.....	39
5. yersinia enterocolitica	44
6. escherichia coli.....	45
7. les microbes d'émergence récente	47
B. LES GERMES D'ALTÉRATION	48
1. les bactéries lactiques.....	48
2. brochothrix thermosphacta.....	49
3. le genre pseudomonas	49
4. les coliformes	50

5. les levures.....	50
C. LES VIRUS	51
D. PARASITES ET PROTOZOAIRES	52
E. LES MYCOTOXINES.....	52
LES DANGERS CHIMIQUES.....	55
A. LES PRODUITS DE NETTOYAGE/DÉSINFECTION	55
B. LES PESTICIDES	56
C. LES ALLERGÈNES	57
D. LES MÉTAUX TOXIQUES (MÉTAUX LOURDS).....	58
E. LES NITRITES, LES NITRATES ET LES COMPOSÉS N-NITROSÉS	58
F. LES DIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (PCDs).....	59
G. LES EMBALLAGES PLASTIQUES.....	60
H. LES RÉSIDUS DE MÉDICAMENTS VÉTÉRINAIRES	60
I. LES ADDITIFS CHIMIQUES.....	61
LES DANGERS PHYSIQUES.....	63
A. LE VERRE	64
B. LE MÉTAL.....	65
C. LES PIERRES	65
D. LE BOIS	66
E. LE PLASTIQUE	67
F. LES INSECTES.....	67
CHAPITRE III : CONCEVOIR LA SÉCURITÉ DES PRODUITS ET DES PROCÉDÉS DE FABRICATION	68
LES FACTEURS INTRINSÈQUES	70
A. pH ET ACIDITÉ.....	70
B. LES ACIDES ORGANIQUES	72
C. LES CONSERVATEURS	73
D. L'ACTIVITÉ DE L'EAU	74
E. LES INGRÉDIENTS	75
RECHERCHER UN APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES SAINES	76

A.LES ÉLÉMENTS DU SYSTÈME D'ASSURANCE QUALITÉ FOURNISSEUR (AQF)	78
1. les spécifications	78
2. l'audit	79
3. certificats d'analyse	80
4. inspections réalisées par une tierce partie	80
5. acheter à des agents et à des courtiers	81
UN PRODUIT ALIMENTAIRE PEUT-IL ÊTRE FABRIQUÉ EN TOUTE SÉCURITÉ ?	82
A.LES TECHNOLOGIES DE FABRICATION	82
B.CONCEPTION DES USINES	84
1. plan d'ensemble	85
2. les infrastructures	85
3. l'équipement	86
4. les personnes	86
5. le nettoyage	87
6. les produits chimiques	87
7. les matières premières	87
8. le stockage	88
9. les produits	88
10. les zones d'emballage	88
ARRIVER À UNE DURÉE DE VIE FIABLE DU POINT DE VUE SANITAIRE	89
A.QUELS SONT LES FACTEURS CAPABLES DE RENDRE UN PRODUIT DANGEREUX ?	90
B.COMMENT SAIT-ON QUE LES MICRO-ORGANISMES ATTEIGNENT UN NIVEAU OÙ ILS PEUVENT ÊTRE DANGEREUX ?	91
CHAPITRE IV :LE SYSTÈME HACCP	93
LA MÉTHODE HACCP : GÉNÉRALITÉS	95
A. PRÉAMBULE :	95
B. HISTORIQUE	96
C. DÉFINITIONS :	98
1. haccp	98

2. qualité.....	98
3. sécurité.....	98
4. danger.....	99
D. OBJECTIFS.....	99
LA THÉORIE DE LA MÉTHODE HACCP.....	100
A. GÉNÉRALITÉS.....	100
B. LA LOGIQUE FONDAMENTALE :LES 7 GRANDS PRINCIPES.....	101
MISE EN ŒUVRE PRATIQUE.....	104
A. RÉUNIR UNE ÉQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE.....	105
B. DÉCRIRE LE PRODUIT.....	105
C. IDENTIFIER L'UTILISATION ATTENDUE.....	106
D. CONSTRUIRE UN DIAGRAMME DE FABRICATION.....	106
E. CONFIRMER SUR PLACE LE DIAGRAMME DE FABRICATION.....	106
F. ANALYSER LES DANGERS ET ÉTABLIR LES MESURES PRÉVENTIVES.....	106
1. analyse des dangers.....	107
2. établissement des mesures préventives.....	110
G. DÉTERMINER LES POINTS CRITIQUES POUR LA MAÎTRISE.....	111
H. ÉTABLIR LES LIMITES CRITIQUES À CHAQUE POINT CRITIQUE.....	112
I. ÉTABLIR LE SYSTÈME DE SURVEILLANCE.....	112
J. ÉTABLIR UN PLAN D' ACTIONS CORRECTIVES.....	113
K. ÉTABLIR DES PROCÉDURES POUR LA VÉRIFICATION.....	114
L. ÉTABLIR LA DOCUMENTATION.....	114

PREFACE

Il y a une trentaine d'années, la société Pillsbury a lancé le concept du HACCP dans l'industrie agroalimentaire. Depuis, la prise de conscience et l'adoption de l'approche HACCP concernant la sécurité des denrées alimentaires a progressé régulièrement, quoique doucement, jusqu'aux environs de 1985. Cette progression s'est alors accélérée de manière considérable, cela pour deux raisons principales.

Tout d'abord, **plusieurs dangers auparavant non reconnus de contamination microbiologique des aliments sont apparus** depuis les années 60. Des micro-organismes comme *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*, et une nouvelle souche de *Salmonella enteritidis*, ont mis l'accent sur la nécessité de protéger la santé publique par des systèmes de sécurité alimentaire appropriés et l'intervention des pouvoirs publics. Ceci a débouché dans certains pays à l'expression par voie législative d'une exigence de protection accrue des consommateurs. De tels micro-organismes, dont on ignorait le rôle dans la transmission d'affections d'origine alimentaire avant 1963, demandent une attention particulière. De plus, la nature psychrotrophique de certains micro-organismes a imposé des modifications dans la maîtrise des process et dans les programmes d'hygiène et d'environnement.

Ensuite, **le développement rapide de la mondialisation des échanges**, tant au niveau de l'approvisionnement en matières premières que de la distribution de produits manufacturés, a rendu impérative la coopération des gouvernements à un niveau international, afin d'offrir une assurance-qualité des denrées alimentaires.

Le HACCP est maintenant totalement reconnu par l'industrie agroalimentaire et par les organismes de contrôle gouvernementaux car il a prouvé qu'il est un moyen efficace pour éviter l'apparition de dangers biologiques, chimiques, et physiques.

AVANT PROPOS

Nous allons présenter dans cette thèse les raisons de l'utilisation du système HACCP, expliquer ce qu'est réellement ce système, et ce qu'il peut apporter à n'importe quelle entreprise agroalimentaire. Nous allons montrer comment l'appliquer, du début à la fin de l'étude préliminaire et au travers du suivi du système.

Les questions auxquelles nous allons apporter des éléments de réponse sont les suivantes :

- Qu'est-ce que le HACCP ?
- D'où vient cette méthode ?
- Pourquoi doit-on utiliser le HACCP ?
- Est-il applicable à chacun ?
- Comment le HACCP peut-il m'aider ?
- Quels en sont les avantages ?
- Quels en sont les inconvénients ?
- Quels sont les principes du HACCP ?
- Est-ce difficile ?

Seront également développées quelques-unes des aides techniques qui peuvent être utiles.

La théorie de la méthode HACCP décrite dans cette thèse est celle reconnue sur le plan international, basée sur l'approche internationale recommandée par le comité du Codex Alimentarius sur l'Hygiène Alimentaire (1993).

HACCP est l'abréviation, devenue courante ces dernières années, de Hazard Analysis Critical Control Point, signifiant « **Analyse des Dangers-Points Critiques pour leur Maîtrise** ». Souvent utilisé lors de conférences et dans les entreprises, ce concept est source de malentendus et se trouve souvent mal appliqué dans les situations réelles. Le HACCP existe depuis assez longtemps dans l'industrie agroalimentaire mais a récemment subi une mise à jour importante. Le développement des techniques HACCP a considérablement progressé depuis leur apparition.

Un système simple :

Ceux qui n'ont pas l'habitude d'utiliser le HACCP ont souvent cru à tort que c'était un système compliqué et difficile, qui devait être laissé aux experts. Il est vrai qu'il faut acquérir un certain niveau d'expertise pour mener à bien l'application de la méthode HACCP, mais cette expertise n'est qu'une compréhension approfondie des produits, matières premières et procédés, ainsi que des facteurs qui pourraient causer un risque pour la santé du consommateur. Le HACCP en lui-même est un système simple et logique de maîtrise basé sur la prévention des problèmes, une approche de la gestion de la sécurité alimentaire fondée sur le bon sens.

Un système clé :

Le HACCP sera un élément clé d'un système complet de gestion de produits ou de bonnes pratiques de fabrication.

En bref, l'application du HACCP se fera par un certain nombre d'étapes simples :

- Observer le process/produit du début à la fin ;
- Décider où les dangers peuvent apparaître ;
- Mettre en place des moyens de maîtrise appropriés et les surveiller ;
- Enregistrer et garder ces enregistrements ;
- S'assurer que tout continue à fonctionner efficacement.

CHAPITRE I : POURQUOI UTILISER LA METHODE HACCP ?

Une des premières questions généralement posée par le personnel de l'entreprise où l'on souhaite installer la méthode HACCP est :

« Pourquoi utiliser le HACCP ? »

Il est important d'y répondre, afin que tout le personnel ait la même compréhension des motifs justifiant l'introduction du système et se sente concerné par le développement d'un système efficace.

Dans cette partie, nous nous sommes efforcés de traiter de quelques-unes des raisons qui conduisent à utiliser ce système : naturellement pour la gestion de la sécurité du produit alimentaire, mais aussi parce-que, de façon moins évidente, l'examen du produit final et les tests ont leurs limites et parce que la pression des gouvernements, des clients et des médias pour avoir des aliments sûrs ne cesse de croître.

LA GESTION DE LA SECURITE DU PRODUIT

Dans l'industrie agroalimentaire, la sécurité sanitaire du produit final doit être considérée comme une priorité absolue. Que l'aliment soit "sûr" est souvent une exigence implicite de la part de nombreux clients. A l'inverse de plusieurs autres attributs du produit (apparence, goût, coût), cet aspect n'est pas négociable. Les consommateurs attendent des aliments sûrs et dans l'industrie alimentaire, les industriels ont la responsabilité d'aller au-devant de leurs attentes. Pourquoi utiliser le HACCP pour les satisfaire ?

Le HACCP est un système de maîtrise de la sécurité des aliments basé sur la prévention. En identifiant les endroits où les dangers sont à même de se produire dans le process, nous avons l'opportunité de mettre en place les mesures nécessaires pour les éviter. Cela facilitera l'adoption d'**une approche préventive d'assurance qualité** dans l'entreprise, au lieu d'accorder une confiance excessive au contrôle et à l'inspection du produit final. Le HACCP est logique dans son approche systématique de tous les aspects de la sécurité alimentaire depuis les matières premières, en passant par la fabrication et la distribution jusqu'à l'utilisation finale par le consommateur. Tous les types de dangers relatifs à la sécurité alimentaire sont considérés comme faisant partie du système HACCP, qu'ils soient biologiques, chimiques ou physiques. L'utilisation d'un système HACCP devrait dorénavant donner aux fabricants, fournisseurs et distributeurs, confiance dans la qualité des denrées alimentaires vendues.

Par ailleurs, les systèmes HACCP efficaces impliquent chaque acteur de l'entreprise. La culture qui se développe au travers de cette approche facilite le développement de programmes complémentaires tel que l'amélioration de la qualité et de la productivité, ainsi que la réduction des coûts.

En effet, le HACCP peut, après la mise en place initiale du système, être extrêmement rentable. Premièrement parce qu'en aménageant la maîtrise de la sécurité dans le process, il y aura moins de pertes de produits en fin de ligne de production. Deuxièmement, parce qu'en identifiant les Points Critiques pour la Maîtrise, des ressources techniques limitées peuvent être plus efficacement affectées à la gestion de ceux-ci. Troisièmement, parce que la discipline qu'implique le HACCP est telle qu'il y a presque toujours aussi une amélioration de la qualité du produit.

Comme nous le verrons, le HACCP a pour principal objectif de gérer la sécurité alimentaire et éviter les incidents toxiques ou infectieux. Considérons les conséquences possibles d'une mauvaise gestion de la sécurité alimentaire.

Quand quelque chose va mal avec un produit alimentaire, des gens peuvent en souffrir et des maladies locales ou étendues peuvent en résulter. Le coût supporté par l'entreprise concernée peut être énorme. Même quand aucune maladie n'est apparue, la découverte de dangers pour la sécurité dans un produit destiné à la consommation peut mener à des poursuites judiciaires. Des poursuites banales sont souvent le résultat de la découverte de corps étrangers dans la nourriture, mais les dangers microbiologiques peuvent avoir des conséquences beaucoup plus importantes.

Les coûts véritables associés à des incidents microbiologiques d'origine alimentaire sont rarement publiés mais là où ils ont été établis, ils peuvent engendrer de gros problèmes tant à l'industrie qu'à la société.

Il est important de signaler que les incidents d'origine alimentaires impliquent à la fois des grandes et des petites entreprises et dépassent les frontières. De nombreuses

Chapitre I : Pourquoi utiliser la méthode HACCP ?

Première partie : la gestion de la sécurité du produit.

entreprises responsables furent l'objet d'une mauvaise presse. Et certaines ne sont plus en activité.

Un système HACCP efficace est un moyen de prévenir des incidents tels que ceux cités plus haut. C'est un système où les dangers de contamination alimentaire sont identifiés et où les mécanismes de contrôles et de maintenance du système mettent en évidence quelques situations potentiellement risquées qui peuvent se produire. Ceci montre que l'entreprise peut prendre des décisions appropriées pour éviter tout incident de contamination alimentaire.

LIMITES DU CONTROLE ET DES TESTS

Qu'est-ce qui ne va pas dans ce que l'on fait déjà, à savoir contrôler et tester? Il y a plusieurs points que l'on doit considérer ici, et tout d'abord le cas d'un contrôle à 100 % auquel chaque produit fabriqué sera assujéti. Est-ce la seule approche de la sécurité du produit? La meilleure façon de s'en convaincre aisément est de faire le petit test suivant. Parcourons la phrase ci-dessous :

« Quand Freddy fait frire son poisson, il trouve que la matière grasse utilisée pour la friture est un facteur important dans la production d'un plat parfait de poisson. »

Demandez à quelqu'un de compter le nombre d'apparitions de lettre « i » dans la phrase ci-dessus en un temps donné (essayez 10 secondes). Vous aurez très rarement le nombre exact de « i » (il y en a 12). Cet exercice est comparable à un contrôle à 100 % et peut être utilisé pour démontrer que cette méthode n'est pas fiable. Pourtant, nous lui faisons confiance, particulièrement pour des produits sur le point de quitter la ligne de production ou pour des ingrédients.

Les fruits en sont un bon exemple lorsque l'on recherche une contamination physique (pierres, queues, feuilles, insectes etc.) : les employés peuvent être distraits par l'activité alentour, comme le bruit de la ligne de production, des collègues de travail qui parlent de leurs vacances ou de ce qu'il y avait à la télévision la veille. L'attention humaine

faiblit quand quelqu'un exécute des activités fastidieuses et les dangers peuvent être facilement ignorés pendant un contrôle visuel.

Pour éviter ce phénomène de baisse de vigilance, ces personnes sont souvent déplacées de poste en poste afin de varier leurs activités. Même si les changements de postes sur la ligne posent des problèmes, une personne différente peut être plus attentive à un danger qu'une personne habituée à son poste.

Bien sûr, la principale difficulté posée par un contrôle à 100 % quand elle concerne les dangers biologiques ou chimiques -ces tests étant pratiquement tous destructifs- serait l'absence de produit à vendre en fin d'opération. Ceci nous amène à l'utilisation des **techniques d'échantillonnage**.

Plusieurs techniques consistent à prendre au hasard un ou plusieurs échantillons sur la ligne de production. Ceci peut être fait chaque jour pour des lots, ou même annuellement dans le cas d'une production saisonnière de légumes ou de fruits. Statistiquement, les chances de trouver un danger sont variables. La détection d'un danger par échantillonnage repose sur 2 facteurs clés :

1. l'aptitude à détecter le danger de manière fiable avec une technique d'analyse appropriée ;
2. l'aptitude à "piéger" le danger dans l'échantillon choisi pour l'analyse.

Les méthodes analytiques pour la détection des dangers varient dans **leur sensibilité, spécificité, fiabilité et reproductibilité**. L'aptitude à "piéger" le danger dans un échantillon est en lui-même dépendant d'un nombre de facteurs incluant :

- la distribution du danger dans le lot ;
- la fréquence à laquelle le danger apparaît dans le lot.

Les dangers répartis de manière homogène dans un lot à une haute fréquence sont naturellement plus facilement détectables que les dangers répartis de manière hétérogène à basse fréquence.

Par exemple, dans un lot de lait en poudre contaminé par *Salmonella* répartie régulièrement à un taux de 5 cellules/kg, une technique d'échantillonnage testant 10 échantillons de 25 g choisis au hasard a pour probabilité de détection 71 %. Pour de la poudre de lait contaminée à 1 cellule/kg, la probabilité de détection avec la même technique donne un taux de 22 % seulement.

Ceci suppose naturellement que la méthode de détection soit capable de retrouver le sérotype de *Salmonella* contaminant le lot. Peu de méthodes de détection de *Salmonella* peuvent revendiquer une aptitude à détecter plus de 90 % des 2 000 sérotypes et la plupart des méthodes ont probablement un taux de succès inférieur à 75 %. Par conséquent, la faible probabilité de 22 % sera encore réduite.

La probabilité de détecter un danger réparti de manière homogène dans un lot est améliorée assez simplement par l'augmentation de la quantité globale de l'échantillon pris et n'est pas affectée par le nombre d'échantillons. Par conséquent, 10 échantillons de 25 g auraient la même probabilité de détection qu'un seul échantillon de 250 g.

Ceci dit, dans la majorité des cas, les dangers, en particulier microbiologiques, sont répartis d'une manière hétérogène, souvent sous forme de petits amas dans une relativement petite proportion du lot. La probabilité de détecter un danger réparti de cette façon est extrêmement basse si le nombre d'échantillons est inférieur à 2 %. De toute façon, même si le danger arrivait à un haut niveau avec 1 % du lot (10 000 *Salmonella*/kg), la probabilité de détection serait encore inférieure à 15 %.

Une telle situation ne peut pas être corrigée sans recours à un plus grand nombre d'échantillons. En fait, la probabilité de détecter le danger dans ce scénario est grandement améliorée en prenant seulement des échantillons d'un lot de manière plus fréquente, et en utilisant un mécanisme d'échantillonnage en continu.

Par exemple, si 100 g de lait en poudre étaient prélevés toutes les tonnes de produit par un échantillonneur continu, et qu'un sous-échantillon bien mélangé était testé (5 g par tonne), la probabilité de détecter *Salmonella* répartie de manière hétérogène à 5 cellules/kg augmenterait de 2 à plus de 90 %.

Toutefois, même avec des techniques d'échantillonnage statistiques exhaustives, la détection ne peut jamais être absolue à moins que le lot entier soit analysé, et dans la plupart des cas, peu de fabricants intègrent, ou ont les moyens de mettre en œuvre, des procédures statistiques rigoureuses d'échantillonnage.

LES CONTRAINTES EXTERNES

A. Le gouvernement

La reconnaissance du HACCP de la part du gouvernement comme le moyen le plus efficace de gérer la sécurité des aliments croît sur le plan mondial. La difficulté est de mettre au point des lois spécifiques dans la mesure où la législation change tout le temps dans ce domaine. Toutefois, en Europe, une des ligues de forces les plus puissantes juridiquement est **la directive européenne 93/43 CEE (1993) sur l'hygiène des denrées alimentaires.**

Cette directive, alors qu'elle n'utilise pas le libellé exact du Codex Alimentarius, affirme dans l'article 3 que les dirigeants d'entreprises agroalimentaires doivent identifier chaque étape critique de leurs activités, pour garantir la sécurité alimentaire et assurer que les procédures adéquates de sécurité sont identifiées, mises en place, suivies et revues. Cette directive liste les 5 premiers principes nécessaires pour développer le système HACCP. Ces principes ont virtuellement les mêmes interprétations que le Codex à l'exception des références spécifiques aux enregistrements. L'article 8 de la directive impose que les autorités compétentes exécutent les contrôles pour s'assurer que l'article 3 soit bien respecté par les entreprises agroalimentaires. L'article 9 établit que lorsqu'une inobservation de l'article 3 (utilisation du HACCP) peut aboutir à des dangers quant à la sécurité ou au caractère hygiénique des denrées alimentaires, des mesures appropriées doivent être prises, qui peuvent

aller du retrait et/ou à la destruction des denrées alimentaires ou même à la fermeture de l'entreprise pour une période appropriée.

L'adoption de cette directive signifie qu'on recommande fermement à toutes les entreprises agroalimentaires d'Europe d'utiliser l'approche HACCP. Cela nécessite plus spécifiquement de la part des entreprises agroalimentaires certifiées sur la base de la norme internationale ISO 9 000, d'inclure le HACCP dans leurs systèmes de gestion de la qualité dans la mesure où, selon cette norme, toute législation appropriée doit être appliquée dans sa totalité.

En Grande Bretagne, le Devoir de Diligence (responsabilité du fait des produits défectueux) contenu dans l'acte de sécurité alimentaire (Food Safety Act, 1990) impose que la personne elle-même (ou un tiers sous sa responsabilité) prouve qu'elle a pris toutes les précautions raisonnables pour éviter les dangers associés à des produits défectueux fabriqués par elle (ou par toute personne placée sous sa responsabilité). Toute personne impliquée dans une telle action aura certainement gain de cause plus facilement s'il est prouvé que le HACCP était en place.

Le gouvernement britannique a reconnu le HACCP dans différents rapports et il ne fait aucun doute que cette tendance va se poursuivre. En Nouvelle Zélande, le ministère de l'Agriculture oblige tous les producteurs alimentaires à mettre en place le HACCP.

Aux Etats-Unis, les techniques HACCP ont été utilisées pour identifier les actions de maîtrise spécifiées dans la « Low Acid Canned Food Régulations » (conserverie). Le département américain de l'agriculture a également rendu obligatoire les programmes HACCP pour tous les établissements de préparation de viandes et de volailles, et les produits de la mer.

En résumé, il est clair que **la législation internationale se tourne de plus en plus vers l'application obligatoire du HACCP** pour l'industrie agroalimentaire. Des éléments clés correspondent à l'obligation légale d'utiliser le HACCP dans des secteurs spécifiques de

l'industrie agroalimentaire, et de suivre les recommandations de plusieurs gouvernements au travers de directives, ainsi que dans des rapports de sécurité alimentaire et des enquêtes.

B. Les consommateurs

Les consommateurs savent rarement ce que signifie le sigle « HACCP », mais ceux qui les approvisionnent ont la nécessité de mettre en place un tel système. Pour le détaillant ou le restaurateur, le client final est le consommateur. Pour le grossiste et le fabricant, le client est en pratique un détaillant, un restaurateur ou un autre fabricant. Quelle que soit la situation, les clients veulent avoir confiance en leur fournisseur.

Le HACCP est un excellent moyen d'assurer la sécurité des denrées alimentaires, non seulement parce qu'il doit être exécuté et vérifié par des experts, mais aussi parce qu'il doit être maintenu. L'époque est finie où une grande inspection consistait pour le client à faire un tour de l'usine afin de vérifier l'hygiène et l'entretien, le tout suivi d'un bon déjeuner. Un facteur essentiel dans n'importe quelle inspection de fournisseur actuellement est une évaluation de la compétence de la direction. Un système HACCP efficace peut être très utile pour démontrer au client que le fournisseur gère les dangers.

C. Les administrations de contrôle

Le rôle des administrations de contrôle est de garantir que la législation est correctement appliquée.

En Grande-Bretagne, cela incombe au département de la santé et de l'environnement local (Local Authority Environmental Health Departments : LAEHD). Il existe des autorités similaires ailleurs. Le bureau de la santé et de l'environnement (Environmental Health Officers : EHOs) est doté de codes d'application par le département de la santé, donnant des conseils pour l'interprétation et la mise en vigueur de l'acte de Sécurité Alimentaire (FSA 1990). Le « Code d'application n° 9 : les inspections de l'Hygiène Alimentaire » (1991) fait

référence à l'utilisation de systèmes d'analyse des dangers en relation avec l'inspection des entreprises agroalimentaires. L'EHOs peut également réviser un système HACCP déjà en place, c'est-à-dire évaluer la compréhension des dangers relatifs à la sécurité alimentaire ou alors utiliser les techniques d'analyse des dangers pour déterminer quels dangers auront besoin d'être maîtrisés afin de garantir la sécurité de la production alimentaire. Cette dernière approche devrait être utilisée dans les plus petites entreprises, où des systèmes HACCP complets ne peuvent pas être mis en place par la société elle-même.

En France, la **Direction des Services Vétérinaires**, sous l'autorité du Ministère de l'Agriculture, a un rôle similaire.

D. Les médias

La plupart des sociétés sont conscientes de la puissance des médias. Le HACCP permet d'avoir les moyens de garantir que les incidents qui auraient pu être évités, le sont en effet. Les craintes à l'égard de la sécurité alimentaire sont devenues une grande affaire. Les médias sont toujours à la recherche d'un scandale, et les consommateurs se sentent encouragés par la presse et attirés par la publicité.

Quelquefois, le problème est bien réel, mais pas toujours. Par exemple, si un consommateur mécontent s'adresse à la presse, l'entreprise concernée aura besoin de preuves afin de répondre aux allégations faites contre elle. Ceci est particulièrement important si le consommateur a faussé ses déclarations, et que les médias, puis éventuellement la justice, sont partie prenante de l'affaire. Des documents témoignant, grâce à des enregistrements, que le HACCP a été suivi efficacement sont essentiels. Il est vital pour l'entreprise que l'un de ses membres communique avec les médias, et qu'un **système de gestion des incidents** soit mis en place. Dans le cas où un incident surviendrait, le risque par rapport au client serait minime.

LA NORMALISATION INTERNATIONALE

Depuis Pillsbury, les principes du HACCP ont été acceptés sur le plan international. Deux documents importants publiés ces dernières années ont insisté sur un accord commun. Ce sont les textes du Codex et du NACMCF. Les deux contiennent les 7 principes du HACCP qui seront décrits dans le quatrième chapitre. Plusieurs sociétés, des comités, des groupes de consultants, des gouvernements et des associations de recherche et développement alimentaire -grandes et petites- ont développé ces principes.

Depuis, des directives européennes ont repris à leur compte tout ou partie des ces principes, et les ont fortement recommandés voire imposés aux différents secteurs de la filière agroalimentaire.

Ceci a conduit à une harmonisation mondiale du HACCP. Cela veut dire que le système HACCP mis en place par une société est basé sur les mêmes principes que celui installé par ses concurrents. Ce qui diffère est l'interprétation des principes.

DEFINITION DES PRIORITES POUR L'AMELIORATION

Le HACCP est un système de gestion de sécurité alimentaire, mais une fois que la technique est connue, elle peut être appliquée à d'autres aspects de l'industrie.

Un des principaux avantages, dans les premiers pas de la mise en place, est son aide à la définition des priorités. Par erreur, beaucoup pensent que le HACCP ne peut être utilisé que par des entreprises de pointe, qui ont de bonnes pratiques de fabrication et des systèmes de gestion de la qualité -comme par exemple les normes ISO 9000- déjà en place. Au contraire, il doit être répété avec insistance que le HACCP est plus particulièrement important pour les entreprises qui ne sont pas dans cette catégorie. Le HACCP peut être utilisé pour mettre la priorité sur les domaines à améliorer. Ceci peut sembler être une tâche décourageante quand l'inspection par les clients se traduit par un rapport d'audit de 10 pages listant les domaines à changer.

En analysant systématiquement les dangers, à chaque étape, dans n'importe quelle chaîne de production agroalimentaire, et en déterminant à quels points les actions de maîtrise sont critiques pour la sécurité alimentaire, on peut d'ores et déjà se rendre compte si ces actions sont ou non en place. La même discipline peut être utilisée pour savoir où d'autres actions sont essentielles à la qualité du produit final (apparence, goût), à la durée de conservation (quels facteurs sont importants pour contrôler la détérioration ?) et à la conformité réglementaire (par exemple le contrôle du poids).

Une étude HACCP peut également être utilisée pour estimer où résident les priorités en termes d'assurance qualité fournisseurs. Pour toutes les matières premières, une spécification d'agrément est nécessaire, mais comment savoir quels fournisseurs aller voir, si un certificat d'analyse est nécessaire, quand échantillonner et tester dans son usine ? Encore une fois en déterminant parmi les matières premières lesquelles sont des points critiques pour la maîtrise, c'est-à-dire celles dont la maîtrise est essentielle pour la sécurité du produit final. L'industrie peut alors commencer à établir un ordre de priorité à l'activité et faire une utilisation efficace des ressources disponibles.

DEFINITION DES PRIORITES POUR LA FORMATION

En ce qui concerne la formation, il est essentiel d'**évaluer quels sont les besoins** des différentes catégories de personnels. En entreprenant une étude HACCP, la direction de l'entreprise sera capable de voir où, par exemple, une formation de base sur l'hygiène alimentaire est essentielle dans une opération manuelle, quelles actions de maîtrise auront besoin d'être surveillées et donc où une formation à cette surveillance sera nécessaire.

Une prise de conscience du HACCP sera nécessaire au sein de la société. Il faut aussi considérer **la disponibilité du savoir-faire** de spécialistes en microbiologie, génie industriel alimentaire, engineering, maîtrise statistique de process, toxicologie, techniques d'audit, savoir-faire des personnes comme la formation des formateurs, communication, planification de projet et aptitude à la direction. Si toutes ces disciplines ne sont pas à disposition dans l'entreprise, il faut identifier ses domaines de faiblesse et prévoir de les améliorer en prenant les contacts appropriés.

Les objectifs clés sont :

- **Produire des produits sains tout le temps ;**
- **Fournir des preuves de production et de manutention sûres de produits alimentaires.** Ceci est particulièrement utile pendant l'inspection par les administrations de contrôle ou lors des poursuites judiciaires ;
- **Avoir confiance dans son produit,** et de cette façon garantir que les consommateurs auront confiance dans son savoir-faire ;
- **Satisfaire la demande des clients en ce qui concerne le développement du HACCP ;**
- **Etre en conformité avec les lignes directrices des administrations de contrôle.**

Des objectifs supplémentaires peuvent inclure :

- **Impliquer le personnel de chaque discipline,** et à tous les niveaux, dans la mise en place du HACCP, la gestion de la sécurité alimentaire devenant la responsabilité de chacun.
- **Orienter la société vers un système de gestion de la qualité** qui peut être certifié ISO 9001, le HACCP étant considéré comme une des étapes clé.

- **Rendement de l'utilisation des ressources :** où des ressources techniques limitées peuvent être ciblées par les points essentiels et où diriger au mieux les investissements.

Après avoir vu la théorie du système H.A.C.C.P., il apparaît que, pour mener à bien l'analyse des dangers, il est nécessaire de savoir quels sont les germes susceptibles de contaminer le produit et de connaître leur biologie afin de pouvoir les maîtriser. Par ailleurs, d'autres dangers doivent être pris en compte. C'est ce que nous allons voir dans le deuxième chapitre.

CHAPITRE II : LES PRINCIPAUX DANGERS

L'objet de ce chapitre est de présenter les principaux dangers :

- Les dangers biologiques ;
- Les dangers chimiques ;
- Les dangers physiques.

LES DANGERS BIOLOGIQUES

De nombreux germes sont accusés aujourd'hui d'être à l'origine d'infection, de toxico-infection ou d'intoxication, voire d'intoxication d'origine alimentaire. Toutes ces manifestations sont regroupées sous le terme générique officiel de **Toxi-Infection Alimentaire Collective (T.I.A.C.)**. Les T.I.A.C. se produisent quand trois phénomènes se succèdent :

- Présence d'un germe potentiellement pathogène dans l'aliment ;
- Conditions de préparation et de conservation de l'aliment telles que le germe peut se multiplier et atteindre des taux permettant l'apparition d'une toxico-infection alimentaire chez le consommateur ;
- Consommation de l'aliment sans qu'un processus d'assainissement ait limité le nombre de germes ou la quantité de toxine présents dans le produit.

A ces germes pathogènes, il faut ajouter ceux qui sont à l'origine d'altérations diverses portant non seulement sur des modifications organoleptiques rendant les aliments désagréables à consommer : couleur, odeur, goût, consistance anormaux, mais aussi sur l'apparition de substances qui peuvent être considérées comme toxiques : histamine, polyamines, aux effets divers sur la circulation sanguine centrale et périphérique. Les noms de ces substances sont évocateurs : putrescine, cadavérine, ptomaïne...

Autre catégorie, ce sont les bactéries, qui par leur origine ou leurs propriétés peuvent être considérées comme témoins de certaines contaminations : la contamination fécale est représentée par *Escherichia coli*. Les contaminations malpropres sont signées par la présence d'entérobactéries, de coliformes ou d'une flore totale trop importante. Cette dernière caractérise aussi une perte de fraîcheur.

L'annexe 1 dresse la liste des principaux germes pathogènes ou d'altération susceptibles de se retrouver dans les aliments.

Les caractéristiques de la viande et des produits carnés (a_w proche de 0,99, pH voisin de 6, richesse en nutriments) en font un excellent milieu de culture pour beaucoup de germes. On peut y trouver, comme principaux germes pathogènes : des *Salmonelles*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes* et certaines souches d'*Escherichia coli*.

Quant aux germes d'altération, il s'agit essentiellement des bactéries lactiques, de *Brochothrix thermosphacta*, des *Pseudomonas*, des coliformes et des levures.

Pour la suite de notre propos, nous nous intéresserons donc uniquement à ces germes.

A. Les germes pathogènes

1. LES SALMONELLES

Les bactéries du genre *Salmonella* appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae* : ce sont des bacilles à Gram négatif, anaérobies facultatives, habituellement mobiles. Elles ne sporulent pas et se multiplient bien sur milieux ordinaires où elles forment habituellement en 18 à 24 heures des colonies de 2-3 mm de diamètre, brillantes et grises sur gélose au sang. Elles peuvent être différenciées en sérotypes selon leur structure antigénique : il existe actuellement **plus de 2300 sérotypes** répertoriés.

Les *Salmonella* possèdent deux caractéristiques qui expliquent probablement leur large distribution :

- L'ubiquité des animaux susceptibles de les héberger (hommes, mammifères, oiseaux, reptiles, insectes,...) ;
- Leur capacité de survie dans l'environnement.

Ce sont essentiellement des **parasites intestinaux** des animaux vertébrés.

a) Physiologie

◆ **La température** : la température optimale de croissance est de 35-37 °C. Cependant, le développement reste possible de +5 °C à +47 °C. La chaleur détruit les *Salmonella*. Ainsi la pasteurisation (72 °C/15 sec.) assure leur disparition dans le lait. Les températures de réfrigération (<+5 °C) bloquent, sauf exceptions, la croissance mais permettent la survie des *Salmonelles*. Il existe des souches psychrotrophes capables de cultiver lentement à +2 °C. La congélation provoque une réduction des *Salmonelles* sans assurer leur totale disparition.

◆ **Le pH** : les *Salmonelles* peuvent se multiplier pour des valeurs de pH comprises entre 4,5 et 9. La valeur optimale de croissance est voisine de la neutralité.

◆ **L'activité de l'eau (a_w)** : les *Salmonelles* se développent bien pour des valeurs d'a_w de 0,945 et 0,999. Dans les produits déshydratés, leur survie peut être longue, ceci est à rapprocher de leur aptitude à survivre dans le milieu extérieur.

◆ **Autres facteurs** : les *Salmonelles* sont relativement sensibles au NaCl. Toutefois, on peut les retrouver dans les saumures et elles contaminent fréquemment les produits de salaison.

Les lipides jouent un rôle protecteur, notamment dans le chocolat ou les pâtés cuits au four.

Elles sont sensibles aux rayonnements ionisants (10kGy).

◆ **Résistance** : les *Salmonelles* sont très résistantes dans l'environnement. Elles peuvent survivre plusieurs années dans les excréments desséchés et la poussière, plusieurs mois dans l'eau douce ou le sol, environ 10 jours dans l'eau de mer. Elles sont particulièrement résistantes en présence de matière organique. Les produits carnés, qu'ils soient conservés par acidification, salage, séchage, lyophilisation ou sous atmosphère contrôlée, sont tous susceptibles de les héberger pendant plusieurs mois.

b) Les toxi-infections à *Salmonelles* chez l'homme

◆ **Pathogénie** : la plupart des *Salmonelles* colonisent la muqueuse intestinale grâce à des facteurs d'attachement, les pilis. A cette étape d'adsorption succède une phase d'endocytose : localisées dans les vacuoles, les *Salmonelles* se multiplient faiblement et traversent les entérocytes, sans les altérer. Différentes entérotoxines sont sécrétées : elles stimulent **une sécrétion fluide** par activation de l'adényl-cyclase cellulaire, ce qui aurait un rôle prépondérant dans le déterminisme de la diarrhée. Selon la nature du sérovar, les *Salmonelles* envahissent ou non le sang, véhiculées par les macrophages, et elles atteignent différents organes : nœuds lymphatiques, rate, foie, poumons, utérus, méninges.

Ainsi, l'infection résulte avant tout de l'ingestion de *Salmonelles* vivantes qui envahissent la muqueuse digestive, y prolifèrent et produisent secondairement des toxines actives sur les entérocytes.

◆ **Epidémiologie** : En 1998, les *Salmonelles* ont été responsables de 68,1 % des foyers où un agent a été identifié. Les T.I.A.C. à *Salmonelles* revêtent souvent une forme épidémique. Elles surviennent plus souvent **en restauration familiale** que collective (61% contre 20% en 1998) et plutôt en période estivale ou automnale du fait de la douceur des

conditions climatiques, du relâchement des mesures d'hygiène pendant les vacances ou d'habitudes alimentaires proprement estivales (barbecue...).

Parmi les 2300 sérotypes répertoriés, une quinzaine sont régulièrement isolés. Certains ont une présence permanente, comme *Salmonella typhimurium*, alors que d'autres émergent et disparaissent progressivement. Les principaux sérotypes d'actualité sont *S. enteritidis* (65,5 % des foyers dus à *Salmonella* en 1998), *S. typhimurium* (14%) et *S. virchow* (2,2 %). Les denrées d'origine animale constituent la première cause d'intoxications alimentaires à *Salmonelles*. Les aliments le plus souvent incriminés sont, par ordre décroissant : les **œufs et ovoproduits** (47,6 % des cas en 1998), les viandes et les volailles (8,6%), le lait (5,6 %). Les poissons, mollusques et crustacés, qui occasionnent parfois des troubles, sont des vecteurs passifs : simples transporteurs de *Salmonelles*, ils témoignent du niveau de pollution du milieu dans lequel ils vivent. De la même façon, des intoxications à partir de produits d'origine végétale sont possibles.

◆ Symptômes :

● Gastro-entérite aiguë : après une incubation de 12 à 36 heures, les signes cliniques essentiels sont constitués par des vomissements, de la diarrhée parfois sanglante, des douleurs abdominales et une fièvre élevée. Ces symptômes disparaissent en quelques jours, une semaine environ, et une thérapeutique symptomatique est en général suffisante chez les individus adultes sans maladie intercurrente. Après guérison clinique, un certain pourcentage de patients peut continuer à excréter des *Salmonella* dans les selles de façon intermittente et pour une courte durée (portage sain ou asymptomatique).

Le recours aux antibiotiques, parfois utile, tendrait à augmenter la fréquence du portage et à en prolonger la durée.

La dose minimale infectante (D.M.I.) est élevée, en règle générale : de l'ordre de 10^5 à 10^8 bactéries. La mortalité est faible et intervient chez des sujets déjà fortement débilisés. Les *Salmonelles* se caractérisent par une forte morbidité et une faible mortalité.

● Manifestations extra-digestives : elles surviennent plus volontiers chez les sujets à risque, atteints de maladies intercurrentes ou immunodéprimés. On peut citer l'existence de septicémies, d'infections ostéo-articulaires, d'ostéomyélites, d'endocardites, etc...Elles représentent 7 à 8% des cas de Salmonelloses.

2. STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Les *staphylocoques* sont des cocci à Gram positif, aéro-anaérobies facultatifs, non sporulés, immobiles, appartenant à la famille des *Micrococcaceae*. En bactériologie alimentaire, seules les espèces capables de produire des entérotoxines sont considérées comme pathogènes. En effet, l'ingestion d'entérotoxines présentes dans les aliments provoque un syndrome gastro-intestinal à staphylocoques. Parmi les staphylocoques, *S. aureus* est la principale espèce entérotoxinogène. *S. aureus* produit de nombreuses enzymes, en particulier une coagulase qui permet son identification. Il élabore aussi un pigment caroténoïde qui donne aux colonies une coloration jaune ou orange d'intensité variable selon les souches.

S. aureus se rencontre aussi bien chez l'homme que chez l'animal. On distingue des porteurs sains occasionnels, intermittents ou permanents. Les fosses nasales constituent le réservoir principal du germe. Chez l'homme, le portage nasal concerne 20 à 50 % des individus. Le germe est disséminé à partir du nez sur la peau, les mains et le visage en particulier, et dans l'environnement (air, sol, eau, vêtements,...).

L'espèce *S. aureus* est homogène sur le plan taxonomique, mais elle peut être séparée en biotypes spécifiques ou non spécifiques d'hôtes. L'aptitude à produire des entérotoxines semble varier selon le biotype. Le biotype humain semble le plus fréquemment incriminé dans les T.I.A.C. Cependant, aucun caractère ne permet de distinguer les souches productrices d'entérotoxines des souches non-productrices.

a) Physiologie

◆ **La température** : *S. aureus* est mésophile mais sa croissance est possible de +6°C à +46°C. C'est un germe thermosensible : des populations de 10^6 *S. aureus*/ml peuvent être

complètement inactivées en 4 à 24 min pour des températures allant de 54 à 60 °C dans du tampon phosphate à pH neutre. Cependant, certains composants de l'aliment (lipides, protéines, sucres, sels) peuvent le protéger de la chaleur.

◆ **Le pH** : la croissance est possible de pH 4 à 9,8 mais optimale entre 6 et 8.

◆ **L' a_w** : *S. aureus* supporte des a_w assez basses : la croissance se fait entre 0,83 et 0,99. Il survit donc longtemps dans des aliments déshydratés ou congelés.

◆ **Autres facteurs** : *S. aureus* se multiplie plus facilement en aérobiose qu'en anaérobiose. Il exige des acides aminés et des vitamines. Il est généralement inhibé en présence d'une flore compétitive importante. Il tolère des concentrations élevées en NaCl.

b) Les toxi-infections à Staphylocoques

◆ **Pathogénie** : les entérotoxines sont de petites protéines (PM= 30000) excrétées dans le milieu de culture au cours de la croissance bactérienne. Une souche de *S. aureus* peut produire 2 ou 3 types d'entérotoxines en même temps. La toxinogénèse a lieu dans des conditions un peu plus restrictives que celles requises pour la croissance bactérienne, comme le montre le tableau suivant.

Quelques facteurs de croissance et de toxinogénèse chez *S. aureus*

Facteur	Croissance	Toxinogénèse
Température	6-46 °C	10-45 °C
Température optimum	37 °C	40 °C
pH	4-9,8	5-8
pH optimum	6-7	6,5-7 (stable)
[NaCl]	0-20 %	0-10
[NaCl] optimum	0 %	0 0/0

a_w	0,83 > 0,99	0,86 > 0,99
Aw optimum	> 0,99	> 0,99

Les entérotoxines présentent une grande stabilité à la chaleur : elles ne sont pas complètement inactivées par des conditions normales de cuisson ou de pasteurisation. Elles restent stables dans une large gamme de pH également et résistent à l'action d'enzymes protéolytiques.

Chez l'homme, la dose minimum de toxine nécessaire pour entraîner des symptômes varie de 10 pg à moins de 1 pg selon les individus. Le mécanisme d'action est mal connu. Les entérotoxines n'ont pas d'effet cytotoxique sur les cellules épithéliales de l'intestin. Leur mode d'action est donc différent de celui d'autres entérotoxines bactériennes. Le site de stimulation de l'action émétique se situerait dans les viscères abdominaux. Un stimulus serait transmis au centre vomitif du cerveau par les nerfs vague et sympathique. Une action histamino-libératrice a également été évoquée.

◆ **Epidémiologie** : l'entérototoxicose staphylococcique représente une des causes majeures des T.I.A.C. d'origines bactériennes observées dans le monde (15,3 % des cas en France en 1998). Les produits industriels sont quelquefois à l'origine d'incidents mais la plupart des T.I.A.C. à *Staphylocoques* se «préparent» dans les cuisines des restaurants, des cantines scolaires ou à la maison. Les intoxications staphylococciques sont le plus fréquemment associées à des produits laitiers (28,3 % des cas, dont 76 % dus à des fromages), à des plats mixtes (28,3 %) ou à de la viande (20 %).

Cinq conditions sont requises pour déclencher une T.I.A.C. à *Staphylocoques* :

- une source de *Staphylocoques* producteurs d'entérotoxines : homme ou animal.
- un moyen de transmission à l'aliment : le plus souvent, la contamination se fait au cours des manipulations par des porteurs de germes.
- un aliment favorable à la croissance et à la toxinogénèse : riche en protéines, d'un pH voisin de la neutralité, ne renfermant pas de flore inhibitrice... Les aliments incriminés

sont souvent des produits cuits contaminés après cuisson ou des produits à teneur en eau réduite.

- une température favorable pendant le temps nécessaire à la croissance et à la toxinogénèse : 3 à 4 heures suffisent à température ambiante.
- une ingestion de toxines en quantité suffisante pour déclencher la maladie : à partir de 100 ng pour les individus les plus sensibles.

♦ **Symptômes** : une T.I.A.C. à *S. aureus* est un syndrome gastro-intestinal survenant 1 à 8 heures (2 à 4 heures en moyenne) après ingestion d'une denrée contenant des entérotoxines staphylococciques. Les signes apparaissent brutalement : nausées, céphalées, douleurs abdominales, et surtout vomissements violents, incoercibles et répétés, souvent accompagnés de diarrhée. Il n'y a généralement pas de fièvre, quelquefois une légère hyperthermie (38°C) ou bien, au contraire, une hypothermie. Des complications peuvent survenir en fonction de la dose de toxines ingérée et de la sensibilité individuelle : déshydratation, crampes musculaires, prostration, hypotension, état de choc, collapsus. Une hospitalisation s'avère nécessaire dans environ 10% des cas. Cependant, la mortalité est exceptionnelle et n'atteint que des individus sensibles aux méfaits de la déshydratation. Habituellement, le rétablissement intervient dans les 24 heures grâce à un traitement symptomatique, mais une grande fatigue peut être ressentie pendant plusieurs jours.

3. LES ANAÉROBIES SULFITO-REDUCTEURS

Les Anaérobies Sulfite-Réducteurs (A.S.R.) sont les germes capables de cultiver sur milieu Tryptone-Sulfite-Néomycine (T.S.N.) à 46 °C +/- 1 °C. En charcuterie cuite, si les températures d'incubation sont respectées, ce sont principalement les *Clostridium perfringens* qui cultiveront.

Les *Clostridium* sont des bactéries de la famille des *Bacillaceae*. *Cl. perfringens* est un gros bacille à Gram positif, anaérobie strict, capable de sporuler.

Les spores sont grandes, ovales, centrales à subterminales, déformantes. Cette bactérie ne possède pas de ciliature et est donc complètement immobile.

Les cultures sur gélose au sang de mouton, réalisées en anaérobiose, montrent des colonies en général assez grandes (2 à 5 mm de diamètre), rondes, lisses, bombées, à bords nets, grises à jaunâtres. Les cultures en gélose profonde donnent des colonies en général lenticulaires avec un important dégagement gazeux. *Cl. perfringens* produit un grand nombre de toxines qui ont des activités très variées.

Sur la base de production de 4 toxines létales majeures, les *Cl. perfringens* ont été séparés en 5 types, notés de A à E. Ces 5 types ne peuvent pas être différenciés morphologiquement ou biochimiquement.

a) Physiologie

◆ **La température** : la température optimale de croissance des souches de type A, D et E est de 45°C. Les souches de types B et C se multiplient aussi bien à 37°C qu'à 45°C. L'échelle de température qui permet la croissance de *Cl. perfringens* est assez étendue : +15 à +50 °C pour la plupart des souches.

◆ **Le pH** : la croissance est possible dans une assez large gamme de pH : de 5,5 à 8,0 avec un optimum autour de la neutralité.

◆ **L' a_w** : selon les souches, les limites de culture se situent pour des a_w de 0,945 à 0,930, et il semble que les agents ioniques (KCl, NaCl,...) soient plus inhibiteurs que les agents non ioniques (glucose, glycérol...). La croissance, la sporulation et la toxinogénèse nécessitent pour se réaliser les mêmes niveaux d' A_w .

◆ **Autres facteurs** : *Cl. perfringens* est une bactérie anaérobie stricte. Sa croissance est favorisée par l'addition de CO₂ à l'atmosphère d'incubation. Pourtant, ces bactéries tolèrent une petite quantité d'oxygène et sont capables de se multiplier en présence d'environ 5 %

d'oxygène dans l'atmosphère. Ces bactéries ont un métabolisme très actif, une croissance rapide (temps de génération : 8 à 10 min. dans les conditions optimales) et sont capables de réduire fortement le milieu de culture dans lequel elles se trouvent, ce qui favorise leur résistance à la présence d'oxygène.

La croissance de *Cl. perfringens* est favorisée par la présence de sucres fermentescibles. Elle est possible en présence de bile (jusqu'à 20 %) et de NaCl (jusqu'à 2 %).

b) Les T.I.A.C. à *Clostridium perfringens*

◆ **Pathogénie** : Les intoxications sont liées à la production par certaines souches de *Cl. perfringens* de type A d'une entérotoxine lors de la phase de sporulation. Lorsqu'un aliment contenant un grand nombre de formes végétatives de *Cl. perfringens* est ingéré, ces dernières sporulent dans l'intestin grêle et l'entérotoxine est alors libérée, provoquant l'apparition de troubles essentiellement digestifs.

Cette toxine est un polypeptide simple chaîne, de PM 34 000, qui n'est pas inactivé par les sécrétions gastriques et duodénales. Au niveau des entérocytes, la toxine se fixe spécifiquement sur une protéine de la bordure en brosse, ce qui déclenche l'activité biologique : augmentation de la perméabilité capillaire, de l'afflux liquidien dans l'intestin ainsi que du péristaltisme. Cette toxine ne provoque que de faibles lésions cellulaires, ce qui explique la guérison rapide.

◆ **Epidémiologie** : *Cl. perfringens* est une cause assez fréquente d'intoxications alimentaires (7,4 % des cas en 1994). C'est un germe tellurique, ubiquiste, commensal du tube digestif des animaux et qui résiste très longtemps dans le milieu extérieur. Les spores sont rencontrées en quantité importante dans le milieu extérieur (terre, poussières, excréments...) ainsi que dans certains ingrédients entrant dans la fabrication des produits de charcuterie-salaison : les épices non traitées sont systématiquement et souvent intensément contaminées. La plupart des enquêtes épidémiologiques mettent en cause un produit carné, souvent préparé en grande quantité et qui est resté longtemps à température ambiante. Si les spores contenues

dans la viande n'ont pas été détruites à la cuisson, elles peuvent germer lors du refroidissement. Les conditions de température, l'anaérobiose au cœur des produits, les conditions de pH peuvent être telles que la croissance de *Clostridium perfringens* peut être explosive et le nombre de bactéries peut atteindre 10^5 à 10^7 par gramme en peu de temps, taux qui permet l'apparition d'une toxi-infection alimentaire.

◆ **Symptômes** : les symptômes apparaissent en général 8 à 12 heures après le repas infectant. Les douleurs abdominales sont importantes et il apparaît une diarrhée profuse. Il n'y a la plupart du temps pas de vomissement ni de fièvre. Les symptômes sont en général bénins, sauf chez les sujets peu résistants (jeunes enfants, personnes âgées...) chez lesquels la déshydratation occasionnée par la diarrhée peut être importante. La maladie régresse en principe spontanément en 24 à 48 heures, sans séquelles.

Des formes digestives aiguës peuvent être observées, avec entérite nécrosante et fièvre. Mais dans ce cas, il s'agit d'une maladie différente dans laquelle d'autres toxines interviennent.

Des *Cl. perfringens* d'autres types peuvent être impliqués (A, C ou D).

4. LISTERIA MONOCYTOGENES

Les *Listeria* sont des petits bacilles à Gram positif, non capsulés, non sporulés, mobiles à 20°C grâce à un petit nombre de cils péritriches, mais peu ou pas mobiles à 37°C. Le genre *Listeria* comprend 7 espèces dont une seulement, *L. monocytogenes*, peut être pathogène pour l'homme. La plupart des animaux domestiques peuvent héberger des *L. monocytogenes* : elles ont été isolées des selles de bovins, d'ovins, de porcins, de volailles, de renards, de lapins, d'oiseaux, de poissons, de crustacés et d'insectes. Ces animaux sont principalement des porteurs sains susceptibles de disséminer les bactéries dans l'environnement. En élevage, 80% du cheptel peut être porteur. De nombreuses observations montrent la très large contamination des pâturages par le biais des épandages ou des déjections animales et des fourrages. *L. monocytogenes* peut survivre durant de longues périodes dans la terre.

a) Physiologie

◆ **La température** : La croissance est optimale pour des température de 30 à 37 °C. *L. monocytogenes* est une bactérie psychrotrophe dont le développement est possible pour des températures allant de +1 °C à +45°C. Cependant, le temps de génération est multiplié par 7 entre 13°C et 4°C et des travaux ont suggéré une diminution de virulence lorsque la bactérie est cultivée à basse température.

L. monocytogenes est plus résistante au chauffage que la majorité des germes non sporulés, cependant une pasteurisation correcte est en général suffisante pour la détruire. La nature de l'aliment, en particulier sa richesse en matière grasse peut exercer un effet protecteur important. De plus, certains stress semblent sélectionner des souches temporairement résistantes.

◆ **Le pH** : *L. monocytogenes* peut se multiplier dans une gamme assez large de pH : entre 5 et 9,6 ; avec toutefois une préférence pour les pH légèrement alcalins (optimum pH 7,2 à 7,6).

◆ **L'a_w** : la croissance de *L. monocytogenes* est possible à a_w relativement basse : entre 0,93 et 0,999.

◆ **Autres facteurs** : *L. monocytogenes* est une bactérie aéro-anaérobie facultative, préférant les tensions réduites en oxygène. Elle peut se développer sur des milieux contenant jusqu'à 10 % de NaCl. Elle résiste à différents antibiotiques, à certains colorants et à certains produits chimiques tels que la bile (jusqu'à 40%). C'est donc un germe relativement résistant, capable de survivre dans des conditions hostiles.

b) La listériose

◆ **Pouvoir pathogène** : *L. monocytogenes* possède des facteurs de virulence qui vont interagir avec les mécanismes de défense de l'hôte. Du fait de sa position intracellulaire, ces

mécanismes font essentiellement intervenir le système immunitaire à médiation cellulaire. La gravité de la maladie sera donc liée à la qualité de la réponse immunitaire de l'organisme touché. Tous les individus à immuno-dépression temporaire (femmes enceintes, enfants en bas âge) ou plus longue (personnes âgées, personnes atteintes du SIDA ou sous traitement médical) feront des formes très graves après ingestion de faibles quantités de *L. monocytogenes* (de l'ordre de quelques centaines de bactéries), alors qu'un adulte en bonne santé pourra en supporter des doses élevées dans son alimentation. Le caractère invasif de *L. monocytogenes* lui permet de se multiplier dans les cellules épithéliales de l'intestin, puis les bactéries se disséminent par voie lymphatique et sanguine. Elles sont alors rapidement retenues par les cellules phagocytaires du système réticulo-endothélial, en particulier dans le foie et la rate. Certaines bactéries survivent aux mécanismes de phagocytose et se multiplient rapidement dans les macrophages, provoquant ainsi la formation de foyers de nécrose proches des capillaires sanguins. Une nouvelle dissémination par voie sanguine a alors lieu, atteignant les organes cibles : système nerveux central, poumons, utérus et placenta.

◆ **Epidémiologie** : la listériose est une maladie rare, avec des taux d'incidence annuelle variant de 5 à 10 cas par million d'habitants. Elle est essentiellement diagnostiquée dans les pays industrialisés. L'incidence de la maladie est 3 fois plus importante que la moyenne chez les personnes âgées, 15 fois plus importante que la moyenne chez les femmes enceintes, 250 fois plus importante que la moyenne chez les personnes atteintes du Sida.

Des **systèmes de surveillance** ont été mis en place dans différents pays européens. Les investigations sont en effet assez difficiles : la listériose est une maladie dont la durée d'incubation peut être longue (3 à 70 jours) et son taux d'attaque est faible. La listériose évolue essentiellement sous forme de cas sporadiques pour lesquels il est très difficile de déterminer l'origine. A ces cas sporadiques viennent se superposer des bouffées épidémiques, voire de véritables épidémies. Cette situation est précisée dans le tableau suivant.

Epidémies de listériose d'origine alimentaire

Pays	Année	Nbre de cas	Aliments en cause
Canada	1 981	41	Chou
USA (Boston)	1 983	43	Lait
USA (Californie)	1 985	142	Fromage
Suisse (Vaud)	1983-1987	122	Fromage
Grande-Bretagne	1987-1989	300	Pâté
France	1 992	279 dont 63 décès et 22 avortements	Langue de porc en gelée
France	1993	39	Rillettes
France	1 997	?	Fromage

L. monocytogenes est un micro-organisme qui colonise facilement les surfaces froides, humides et souillées. La **fréquence de recontamination** en cours de fabrication est donc extrêmement variable selon la conception des ateliers et du matériel, les opérations technologiques, l'efficacité du nettoyage, la formation du personnel, la sensibilité des produits et l'importance des manipulations. Les aliments responsables peuvent être contaminés à la production mais également au cours de leur distribution (contaminations croisées au niveau des stands de charcuterie et de fromagerie à la coupe, par exemple).

Ses capacités de résistance et de croissance lui permettent de contaminer facilement les aliments :

► **Viandes et produits carnés** : 45 % des charcuteries crues hachées et 36 % des viandes hachées crues sont contaminées. Parmi les produits de charcuterie, les produits crus destinés à être cuits ou les produits soumis à maturation-déshydratation comme les saucissons secs peuvent être parfois faiblement contaminés sans que cela pose de vrai problème de santé

publique. Par contre, la contamination de produits cuits consommés en l'état (rillettes, pâtés, produits en gelée) est beaucoup plus alarmante. Cependant, la contamination est en général très faible : 92 % des produits contaminés le sont à moins de 100 *L. monocytogenes* par gramme, ce qui représente la limite de contamination pouvant représenter un risque pour la santé humaine proposée en 1992 par le Conseil supérieur d'hygiène publique de France.

► **Produits végétaux** : salade et chou sont le plus fréquemment contaminés. Le nombre de *L. monocytogenes* rencontré est généralement faible (<100/g).

► **Lait et produits laitiers** : le nombre de *L. monocytogenes* est en général faible dans les laits crus et une pasteurisation correcte permet de les détruire sans difficulté. Dans les fromages, le comportement de *L. monocytogenes* est variable selon leur type : seuls les fromages à pâte molle affinée, à croûte lavée ou à croûte fleurie permettent à *L. monocytogenes* de se développer. Dans les fromages au lait cru, l'évolution est plus variable : il semble que certaines flores associées, grâce aux bactériocines qu'elles peuvent produire, retardent ou empêchent le développement de *L. monocytogenes*.

► **Poissons et produits de la mer** : l'incidence de *L. monocytogenes* est assez mal connue dans les poissons et les coquillages frais. Par contre, environ 16 % des poissons fumés sont faiblement contaminés (100 germes/g).

◆ Symptômes

Chez la femme enceinte, l'infection par des *Listeria* passe le plus souvent inaperçue ou reste réduite à un simple épisode pseudo-grippal avec de la fièvre et des douleurs diverses (céphalées, myalgies). Par contre, la bactériémie maternelle peut conduire à une atteinte placentaire et fœtale, avec deux conséquences possibles :

- soit la mort intra-utérine du fœtus avec avortement ou naissance d'un enfant mort-né en fonction du stade d'avancement de la grossesse ;
- soit un accouchement prématuré, le fœtus pouvant naître infecté ou non.

Chez le nouveau-né, on peut avoir :

- soit une atteinte précoce intervenant dès la naissance ou dans les quelques jours qui suivent. Elle est associée à une contamination du fœtus par voie transplacentaire. Il s'agit le plus souvent d'une septicémie. Parfois, on observe des

lésions granulomateuses au niveau du pharynx, du foie, de la rate... L'évolution est le plus souvent mortelle en quelques jours.

- soit une atteinte plus tardive intervenant quelques jours à quelques semaines après la naissance, associée à une contamination soit in utero, soit lors de l'accouchement. Dans ce cas, la forme méningée est prédominante, avec évolution vers le coma ou un état convulsif, l'issue étant généralement fatale.

Chez les adultes à risque, la maladie se traduit par des atteintes neuro-méningées (méningites aiguës suppurées, méningo-encéphalites, encéphalites suppurées seules), des formes septicémiques (pseudo-typhoïde, pneumonie, pleurésie, endocardite, hépatite...) et des formes localisées (arthrite, kérato-conjonctivite, pharyngite, adénite). 20 à 30 % des cas de listériose ont une issue fatale. De plus des séquelles neurologiques sont souvent à redouter chez les sujets ayant souffert d'infection du système nerveux central.

5. YERSINIA ENTEROCOLITICA

C'est une bactérie à Gram négatif appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*, mobile à 25 °C et immobile à 37 °C. Le genre *Yersinia* est caractérisé par des colonies de petite taille en 24 heures à 37 °C, ne produisant pas ou très peu de gaz sur glucose.

a) Physiologie

◆ **Température** : *Yersinia enterocolitica* peut se développer à des températures allant de 0 à 42 °C. Sa température optimale de croissance est de 29 °C. A 37 °C, cette bactérie devient exigeante en facteurs de croissance.

◆ **pH** : le pH optimum de croissance est proche de la neutralité. Le pH minimum est égal à 4 et le maximum à 10. *Y. enterocolitica* peut survivre 48 heures à pH 3,6 ainsi qu'à pH 10 à 12.

◆ **Autres facteurs** : *Y. enterocolitica* n'est pas une bactérie exigeante. Elle peut se développer en présence de 0 à 5% de NaCl. A température tiède, la salaison ou les bactéries

lactiques inhibent sa croissance. Elle est thermosensible et est donc détruite par la pasteurisation.

b) Les T.I.A.C. à *Yersinia enterocolitica*

◆ **Pouvoir pathogène** : certaines souches de *Y. enterocolitica* sont reconnues pathogènes pour l'homme, d'autres sont dépourvues de virulence. Le pouvoir pathogène est lié à la sécrétion d'entérotoxine et à une capacité d'invasion des cellules. La toxine sécrétée est résistante à la chaleur (30 min à 121 °C), au froid (pendant 7 mois à 4 °C), aux variations de pH (de pH 1 à 11). Elle peut donc persister lors des traitements thermiques des aliments ou de leur réfrigération, ainsi que dans les denrées acides et lors du transit gastrique. Cependant, la toxine ne serait responsable que des formes les plus bénignes ou des phases initiales de la maladie. Le caractère pathogène des souches est surtout à rattacher à leur caractère invasif pour les cellules intestinales.

◆ **Epidémiologie** : la croissance de *Y. enterocolitica* est possible dans les principales denrées alimentaires, même quand elles sont réfrigérées : la viande de bœuf, de porc ou de volaille, le lait, les oeufs, le poisson, le riz, la pomme de terre et diverses crudités.

La contamination est le plus souvent d'origine humaine : elle se fait soit de personne à personne, soit après contamination fécale des aliments manipulés par des porteurs de *Yersinia*.

◆ **Symptômes** : on peut observer une diarrhée liquide ou pâteuse parfois glaireuse ou purulente, toujours nauséabonde mais rarement sanguinolente. L'abdomen est sensible et gargouillant, avec parfois une douleur localisée à la fosse iliaque droite (forme pseudo-appendiculaire). Chez les personnes fragiles, la forme invasive peut conduire à l'érythème noueux ou à une septicémie compliquée de pyohémie.

6. ESCHERICHIA COLI

Escherichia coli fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae* : ce sont des bactéries à Gram négatif, mobiles, aéro-anaérobies, capables de se multiplier en présence de

sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz. C'est **un hôte normal du tube digestif de l'homme et des animaux**. Elle fait partie des coliformes fécaux et est prédominante si la culture est réalisée à $44\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. C'est un témoin de contamination fécale. Quelques souches sont pathogènes pour l'homme, en particulier le sérovar 0157 H7 (entéro-hémorragique) rencontré surtout chez la vache laitière, mais aussi chez les veaux, porcs, moutons, volailles.

a) Physiologie

◆ **Température** : La croissance est possible de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $48\text{ }^{\circ}\text{C}$, avec un optimum entre $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $42\text{ }^{\circ}\text{C}$. Les *E. coli* sont détruits par les traitements de cuisson équivalents au moins à une pasteurisation.

◆ **pH** : le pH optimum de croissance se situe entre pH 6 et 8 mais le développement d'*E. coli* est possible de pH 5,5 à 9.

◆ **a_w** : La croissance est possible pour des a_w comprises entre 0,94 et 0,99.

◆ **Autres facteurs** : la croissance d'*E. coli* est inhibée à partir de 8 à 10% de NaCl. Par contre, elle n'est pas inhibée par la présence de CO_2 . Sa prolifération est rapidement inhibée par le pH des produits fermentés, la teneur en sel, la dessiccation progressive et par l'effet combiné de certains additifs.

b) Les T.I.A.C. à *Escherichia coli*

◆ **Epidémiologie** : les coliformes, dont *E. coli*, ne sont pas pathogènes sauf certaines souches rarement rencontrées en Europe, plus souvent dans les pays chauds. Compte tenu de la clinique des infections humaines, on distingue habituellement des souches entéro-invasives, entéro-pathogènes, entéro-toxinogènes et entéro-hémorragiques. Les produits de charcuterie-salaison peuvent être contaminés via les matières premières et ingrédients, l'environnement et

les manipulations. Les personnes atteintes sont soit les nourrissons et les jeunes enfants, soit les touristes («tourista»), parfois les adultes pour les souches entéro-hémorragiques.

La dose minimale infectante varie de 10^3 à 10^5 germes par gramme pour les souches de la « tourista » à 1 germe par gramme pour les souches entéro-hémorragiques.

La forme entéro-hémorragique est peu fréquente dans les pays développés. La « tourista » frappe environ 10 à 30 % des voyageurs, la contamination se faisant généralement par l'eau. Il s'agit le plus souvent de cas sporadiques, plus rarement de T.I.A.C.

◆ **Symptômes** : pour la « tourista », l'incubation est de 1 à 3 jours, contre 3 à 9 jours pour les formes entéro-hémorragiques. Les symptômes sont principalement gastro-intestinaux : vomissements, nausées, diarrhée aqueuse, parfois muqueuse et sanguinolente, coliques douloureuses. Il peut parfois y avoir une légère fièvre. Les formes entéro-hémorragiques peuvent entraîner des complications : troubles rénaux, coma chez les enfants, hémorragies multiples, parfois dans le cerveau pouvant entraîner la mort (dans 3% des cas environ).

7. LES MICROBES D'EMERGENCE RECENTE

On désigne par ce terme les microbes qui n'ont pas été historiquement reconnus comme agents de maladies humaines. Des preuves sont maintenant disponibles démontrant que les bactéries suivantes sont sources de gastro-entérites :

- *Aeromonas hydrophila*
- *Plesiomonas shigelloides*
- *Vibrio vulnificus*

Aeromonas hydrophila et *Plesiomonas shigelloides* sont des bactéries Gram négatifs apparentées. Ce sont toutes deux des bactéries aquatiques qui peuvent être retrouvées chez les animaux, aussi bien terrestres qu'aquatiques. Toutes deux sont responsables de diarrhées chez l'homme mais il n'est pas encore clairement établi si elles sont des pathogènes primaires.

Vibrio vulnificus, comme les autres espèces de *Vibrio*, se retrouve dans les aliments d'origine marine et dans l'environnement marin. L'organisme, très invasif, est source de septicémies. Sa virulence semble être accrue chez les malades hépatiques ou ayant des cirrhoses chroniques, chez qui elle peut être fatale.

Aeromonas, *Plesiomonas* et *Vibrio* sont toutes inactivées par pasteurisation, et les moyens de maîtrise appropriés sont les traitements thermiques et la prévention de la contamination croisée. Cependant, ces procédures seraient inadaptées à des produits marins crus et des crustacés, pour qui ces dangers doivent être connus et acceptés ou bien faire l'objet d'autres procédures de décontamination.

B. Les germes d'altération

L'altération se définit comme un changement en mal par rapport à l'état normal. Pour les aliments, il s'agit d'une diminution des qualités organoleptiques consécutive à l'action de différents agents physiques, chimiques, biochimiques ou microbiologiques, et pouvant rendre le produit impropre à la consommation.

1. LES BACTERIES LACTIQUES

Il s'agit d'un groupe bactérien composé essentiellement des genres *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et *Lactococcus*. Bactéries psychrotrophes, la plupart sont homofermentaires et forment de l'acide lactique à partir des sucres de la viande. D'autres, comme les *Leuconostoc*, sont hétérofermentaires et produisent en plus du CO₂.

Elles sont présentes en grand nombre dans l'intestin et sur la peau des animaux. Elles contaminent systématiquement les carcasses. Leur nombre augmente sensiblement dans les viandes conditionnées sous vide où elles représentent la flore dominante. Dans les produits cuits, certaines espèces de bactéries lactiques peuvent résister au traitement thermique ou recontaminer les produits après traitement. Elles se développeront lentement au froid, en particulier dans les produits conditionnés sous vide ou sous atmosphère dirigée. Elles peuvent

simplement induire l'acidification des produits, avec apparition de goûts anormaux ou se développer avec production de gaz carbonique, entraînant le gonflement des conditionnements et l'apparition de goûts anormaux prononcés.

2. BROCHOTHRIX THERMOSPACTA

Il s'agit d'un coccobacille Gram positif, taxonomiquement et biochimiquement très proche de *Listeria monocytogenes*. *Brochothrix thermosphacta* est un des germes présents dans l'intestin et sur la peau des animaux de boucherie et de charcuterie. Il contamine la surface des carcasses de façon quasi systématique.

Les traitements appliqués ultérieurement aux viandes (réfrigération, mise sous vide, conditionnement sous atmosphère) n'affectent que peu sa vitalité. Les ateliers de production et les chambres froides peuvent être colonisés et être à l'origine de contaminations croisées.

B. thermosphacta peut être à l'origine de l'altération des viandes par attaque des lipides avec production d'odeurs désagréables.

3. LE GENRE PSEUDOMONAS

Les *Pseudomonas* font partie de la famille des *Pseudomonadaceae*. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aérobies stricts, à métabolisme respiratoire et jamais fermentaires. Ce sont des bactéries psychrotrophes : leur croissance est possible de 4 °C à 43 °C.

Les *Pseudomonas* sont présents dans l'environnement : végétaux, eau (y compris l'eau des réseaux de distribution). Ils abondent sur le poil des animaux, ainsi que dans l'intestin. Ils sont systématiquement présents à la surface des carcasses lors de l'habillage. Ils peuvent coloniser les ateliers de découpe, de préparation, ainsi que les chambres froides. L'utilisation abusive d'eau favorise leur dissémination.

Leurs exigences culturales sont minimales : des traces de matière organique suffisent à assurer leurs besoins nutritionnels. Les *Pseudomonas* figurent parmi les bactéries les plus résistantes à l'action des produits désinfectants.

Pour les produits de charcuterie salaison, les espèces les plus fréquentes sont *P. fluorescens*, *P. fragi* et *P. putida*. Elles produisent des enzymes protéolytiques thermorésistantes responsables de l'altération des viandes réfrigérées : production d'odeurs désagréables, suivie rapidement d'altération de la texture (« poissage »), de l'aspect (« limon ») et de la saveur.

4. LES COLIFORMES

Ce sont des bactéries Gram négatif de la famille des *Enterobacteriaceae* présentes dans le tube digestif et sur le cuir des animaux. On différencie les coliformes cultivant à 30°C, dits coliformes totaux, des coliformes cultivant à 44 °C, ou coliformes fécaux et qui sont témoins de contamination fécale. Certains coliformes peuvent être responsables de la protéolyse de la viande avec production de gaz. Le dénombrement des coliformes totaux et fécaux peut être considéré comme le témoin des conditions d'hygiène générale de fabrication, stockage et distribution des denrées.

5. LES LEVURES

Le terme « levure » recouvre un ensemble hétérogène de champignons unicellulaires se reproduisant par bourgeonnement ou fission. C'est un groupe microbien très vaste comportant un très grand nombre de genres et d'espèces, dont la détermination est délicate.

Certaines levures sont anaérobies facultatives et peuvent provoquer des fermentations. L'optimum de pH pour leur croissance varie de 4,5 à 6,5 et beaucoup d'espèces tolèrent de grandes variations de pH. Leur développement est possible entre 5°C et 30-37°C avec un optimum se situant vers 25°C. Les levures ne sont pas aussi tolérantes que les bactéries aux températures élevées. Par contre, elles supportent des A_w plus basses que les bactéries, de l'ordre de 0.70 voire 0.65.

Elles se rencontrent très fréquemment dans l'environnement, dans le tube digestif des animaux. Elles constituent une flore de contamination banale des aliments, habituellement à faible taux. Elles se multiplient lentement dans les produits préemballés conservés à basse température. Elles peuvent entraîner des changements indésirables dans les produits dus à leur présence physique (trouble ou pellicule en surface des liquides) ou à leur métabolisme (augmentation du pH, arômes particuliers, gonflement des emballages par production de gaz...).

C. Les virus

Les gastro-entérites virales sont classées secondes en fréquence après le rhume et dépassent très largement les gastro-entérites dues aux bactéries présentes dans l'alimentation. Il y a un grand nombre de types de virus, mais la plupart des maladies sont dues aux virus de l'hépatite A et aux virus de type SRSV (Small, Round, Structured Virus), comme le virus de Norwalk. Les produits de la mer (en particulier les coquillages) sont la source la plus importante d'aliments contenant ces virus, car ils sont contaminés par l'eau de mer. Malgré tout, on connaît beaucoup moins bien les virus dans l'alimentation que les bactéries et les champignons. Cela est dû au fait que les virus sont des parasites qui ne se développent pas sur des milieux de culture ou dans les aliments (lesquels leur servent seulement de vecteur). Ils sont par ailleurs très petits et donc très difficiles à détecter.

Les virus sont présents chez les hommes, les animaux, dans les fèces, les eaux polluées et les coquillages. Ils sont transmis des animaux aux personnes, et de personne à personne en contaminant les fluides corporels. Il est alors indispensable d'avoir une hygiène irréprochable. Le virus de Norwalk est caractérisé par une attaque soudaine et rapide, responsable de vomissements; il est dispersé par des aérosols et par contamination croisée des plans de travail, des ustensiles et des aliments. Les virus peuvent être détruits de façon efficace par la chaleur lors d'un traitement thermique. Cela dépend du type de virus et de l'aliment lui-même.

D. Parasites et protozoaires

Les larves de parasites tels que les vers plats ou les vers ronds peuvent affecter l'homme lors de la consommation de chair de porc, de bœuf, de poisson, et d'autres gibiers infectés. Les parasites peuvent être des *Taenia saginata* (ténias du bœuf), *Trichinella spiralis* (nématode), et *Clonorchis sinensis* (trématodes des nageoires de poissons asiatiques).

La prévention correcte d'une infection parasitaire est obtenue par une bonne hygiène de l'animal et par un contrôle vétérinaire associés à une cuisson et/ou une congélation adéquate. Les meilleures méthodes sont le chauffage à + 76°C et la congélation à -18°C.

Les protozoaires comme *Toxoplasma gondii*, *Giardia intestinalis* (*lamblia*) et *Cryptosporidium parvum* produisent des larves qui infectent quelques fois les hommes. Les sources de *Toxoplasma* sont la viande infestée et le lait frais, celles de *Giardia* et *Cryptosporidium* l'eau et le lait frais.

Les infections humaines peuvent aussi être contractées par un contact direct avec les animaux, domestiques ou non.

Les oocystes de *Cryptosporidium* et *Giardia* sont résistantes aux traitements chimiques, mais peuvent être inactivées par des traitements thermiques et des traitements de séchage.

E. Les mycotoxines

Les mycotoxines sont des produits secondaires du métabolisme de certains champignons, qui à haut niveau de concentration, peuvent provoquer à long terme des maladies cancérogènes, à court terme des effets toxiques chez les mammifères. Ainsi un grand nombre de mycotoxines a pu être isolé. Seule une petite minorité a été reconnue responsable

d'effets toxiques chez les mammifères. Les mycotoxines sont considérées ici comme des dangers biologiques parce qu'elles sont le produit d'une croissance microbienne.

Les mycotoxines que l'on trouve dans l'alimentation sont les aflatoxines, patulines, les ergots et les tricothécènes, et peuvent être absorbés par l'homme selon 2 voies : par contamination directe, c'est à dire par les grains contaminés, ou par la consommation de produits d'origine animale comme le lait ou la viande de dinde.

Les **aflatoxines** forment le groupe le plus important de mycotoxines redoutées dans l'alimentation, et sont normalement maîtrisées grâce à une législation appliquée à de nombreuses variétés d'aliments. Ces mycotoxines sont fabriquées par *Aspergillus flavus* et par d'autres moisissures présentes dans les aliments. Il y a 6 aflatoxines concernées, 4 d'entre elles (B1, B2, G1, G2) sont présentes dans des aliments divers, et 2 d'entre elles (M1 et M2) sont des métabolites trouvés dans le lait d'animaux qui ont ingérés une alimentation contaminée par des aflatoxines. L'aflatoxine B1 est la plus courante et se trouve plus particulièrement dans les grains de maïs.

Les aflatoxines contaminent généralement les récoltes pendant les périodes de croissance ou de stockage des grains. Pendant la période de croissance, le danger de contamination par aflatoxine est accru par certaines conditions environnementales qui stressent la plante et permettent la contamination par les moisissures (par exemple lors d'attaque d'insectes ou en période de sécheresse). De mauvaises conditions de stockage, comme une forte humidité, augmenteront les risques de contamination ; pour maîtriser les aflatoxines, il faut envisager les dangers associés à chaque matière, et mettre en place des conditions de stockage optimales.

La **patuline** est une mycotoxine que l'on trouve dans les fruits et les jus de fruits. Elle est considérée comme cancérigène, et d'importantes concentrations peuvent provoquer des hémorragies ou des oedèmes. La présence de patuline dans les aliments est normalement due à l'utilisation de matières premières contenant des moisissures.

L'**ergot** est peut-être la mycotoxine la plus connue. Son existence et ses effets ont été historiquement décrits entre le IX^{ème} et le X^{ème} siècle. Il apparaît dans les céréales, particulièrement le riz, et a 2 effets majeurs chez l'homme. La première forme est une gangrène ergotique, historiquement décrite, tandis que la seconde affecte le système nerveux. Quand bien même l'ergotisme est devenu assez rare chez les humains, l'éventualité d'une contamination par les matières premières ne doit pas être écartée.

Les **tricothécènes** sont des mycotoxines souvent trouvées dans des graines, en particulier le blé. Ce groupe inclut la zéaralénone, la T-2 toxine et la déoxynivalénole (aussi connue sous le nom de vomitoxine). La déoxynivalénole est d'une grande importance et se retrouve dans toutes sortes de culture de graines. Elle est produite par la moisissure *Fusarium graminearum*, et sa présence est amplifiée par des conditions climatiques humides. Cette mycotoxine provoque des effets toxiques chez les animaux, et des troubles chez les humains ont été également observés. Dans certains pays où il y a eu des problèmes particuliers, elle est contrôlée par une législation spécifique et doit être considérée comme une donnée de base dans l'étude HACCP.

Beaucoup d'autres mycotoxines sont produites par les champignons, mais aucune d'entre elles n'est considérée comme facteur de risque dans l'alimentation.

LES DANGERS CHIMIQUES

La contamination chimique des denrées alimentaires peut survenir à n'importe quel stade de leur élaboration, depuis les matières premières jusqu'au produit fini. Une contamination chimique touchant le consommateur peut avoir des effets à long terme, comme un cancer, ou à court terme, comme ceux engendrés par la consommation de produits allergènes. Les dangers courants de contamination chimique dans les aliments sont répertoriés ci-dessous.

A. Les produits de nettoyage/désinfection

Dans toutes les opérations de production ou de préparation des aliments, les produits de désinfection sont un des dangers les plus importants de contamination chimique. Les résidus chimiques de nettoyage peuvent rester sur les ustensiles et les équipements, et être directement transférés dans les aliments, ou dispersés lors du nettoyage d'outils auxiliaires.

Il est alors vital que les membres de l'équipe HACCP considèrent **les implications des procédures de nettoyage** dans leurs opérations. Ces problèmes peuvent être évités en utilisant des produits chimiques de nettoyage non toxiques et par la création et l'aménagement de procédures de nettoyage appropriées. Cela implique un bon entraînement du personnel et une inspection des équipements après nettoyage.

B. Les pesticides

Les pesticides sont tous les composés chimiques qui sont utilisés pour maîtriser ou tuer les nuisibles, et sont ainsi répertoriés :

- Insecticides
- Herbicides
- Fongicides
- Protection des bois
- Biocides
- Répulsifs pour les animaux et les oiseaux
- Protecteurs d'aliments stockés
- Rodenticides
- Peintures anti-fouling
- Produits d'entretien industriels ou domestiques.

Les pesticides sont utilisés partout dans le monde, en agriculture, en industrie, dans les transports ainsi que dans les activités domestiques. L'utilisation de pesticides en agriculture reste dangereuse pour les aliments, mais la contamination par d'autres sources ne doit pas être négligée.

En agriculture, les pesticides sont utilisés pour protéger les cultures et accroître les rendements, et après la récolte pour protéger les produits durant leur stockage. Cependant, tous les pesticides ne sont pas sans danger pour la qualité d'un aliment (par exemple ceux utilisés pour le traitement des bois) et même ceux qui sont sains pour une utilisation alimentaire peuvent devenir dangereux à haute concentration. Pour venir à bout de ces problèmes, la plupart des pays appliquent des contrôles sévères sur les pesticides utilisés, et sur les limites acceptables de teneur en résidus. Ils y parviennent grâce à des études toxicologiques dont les résultats servent de base à la législation.

Du point de vue de la conformité des aliments à ces règles, il faut savoir quels types de pesticides ont été appliqués aux produits et à quelle étape de leur préparation. Il faut également connaître quels sont ceux qui sont autorisés, et leurs limites maximales de teneur en résidus respectives. Ce contrôle doit être élaboré grâce au système HACCP pour s'assurer que les niveaux de sécurité ne sont jamais dépassés.

Parallèlement aux matières premières qui subissent directement les effets des pesticides, il faut également considérer la possibilité de contamination croisée avec les pesticides, à n'importe quel stade de production de l'aliment. Cela pourrait arriver sur un site de production, par le biais des rodenticides. Ces considérations doivent également être prise en compte dans l'étude HACCP.

C. Les allergènes

Certains composants alimentaires peuvent provoquer une réponse allergique chez les individus sensibles. Ces réactions peuvent aussi bien être bénignes qu'extrêmement sérieuses, et dépendent de la dose et de la sensibilité du consommateur aux composants spécifiques.

Les options de maîtrise utilisées par les producteurs agroalimentaires sont un étiquetage spécifique et effectif, ainsi qu'un bon nettoyage des équipements. L'étiquetage doit impérativement décrire le contenu du produit, informant le consommateur quant à la présence de composants potentiellement allergènes. Une grande prudence est indispensable lorsque l'on parle d'une catégorie générique de produits comme le poisson ou les noix, car certaines personnes peuvent être allergiques à certaines espèces de poisson ou de noix. Un fabricant produisant plusieurs types de produits doit aussi considérer les risques de contamination croisée par des composants allergènes dans un produit où ils ne seront pas étiquetés. Cela est particulièrement important dans le cas de cycles de recyclage et de retraitement de produit, et ces problèmes doivent être considérés comme partie intégrante de l'étude HACCP.

D. Les métaux toxiques (métaux lourds)

Les métaux peuvent pénétrer dans les aliments et doivent être identifiés lorsqu'ils sont présents en haute concentration. Les sources les plus importantes de métaux toxiques dans la chaîne alimentaire sont :

- La pollution
- Le sol dans lequel poussent les aliments
- Les machines, les équipements, les containers de préparation, de fabrication et de stockage
- L'eau utilisée pour la fabrication
- Les produits chimiques utilisés dans le monde agricole.

Les métaux concernés sont l'étain (composant des containers), le mercure dans le poisson, le cadmium et le plomb, tous deux provenant de la pollution de l'environnement. D'autres métaux, tels l'arsenic, l'aluminium, le cuivre, le zinc, l'antimoine, et les fluorures ont fait l'objet de nombreuses recherches.

Comme pour les autres dangers chimiques, il faut comprendre le risque particulier de la présence des métaux toxiques dans vos produits, qui doit être largement associé à la maîtrise des matières premières, des équipements métalliques, et du produit fini. Cette maîtrise doit être conçue comme un élément du système HACCP.

E. Les nitrites, les nitrates et les composés N-nitrosés

Le nitrate qui existe naturellement dans l'environnement est présent dans les aliments végétaux. C'est aussi un constituant de nombreux fertilisants qui ont fait augmenter sa présence dans le sol et dans l'eau.

Les nitrites et les nitrates ont été adjoints historiquement, à un grand nombre de produits alimentaires comme constituants de leurs systèmes de préservation. Cette addition délibérée de nitrites et de nitrates aux aliments est très contrôlée par la législation car une grande quantité de nitrites, de nitrates, et de composés N-nitrosés dans l'alimentation peut avoir maints effets toxiques. Parmi des exemples spécifiques citons les effets cancérigènes ainsi que les anémies infantiles.

Les composés N-nitrosés peuvent être formés dans les aliments par des réactions entre les nitrites et les nitrates avec d'autres composants. Ils peuvent également être formés in vivo, sous certaines conditions, lorsque de grandes quantités de nitrites ou de nitrates sont présentes dans l'aliment. Les nitrates peuvent aussi provoquer des problèmes dans les conserves, où ils peuvent être responsables de perte d'enduit de la paroi, provoquant la libération de l'étain dans le produit.

L'équipe HACCP doit s'assurer que les nitrites et les nitrates ajoutés aux produits n'excèdent pas les niveaux légaux, et considérer les dangers de contamination par d'autres sources ou d'autres ingrédients responsables d'une augmentation générale de ces niveaux.

F. Les diphényles polychlorés (PCDs)

Les PCDs sont des éléments d'un groupe de composants organiques qui ont été utilisés dans un grand nombre d'applications industrielles. Ces composées étant toxiques et stables pour l'environnement, leur utilisation a été limitée à des systèmes fermés, et leur production a été interdite dans un grand nombre de pays. La source la plus importante de PCDs dans les aliments provient des poissons qui en absorbent dans leur alimentation. Les PCDs s'accumulent dans la chaîne alimentaire et peuvent se retrouver très concentrés dans des tissus à haute teneur en lipides. Cet aspect devrait être considéré par l'équipe HACCP qui se sert de matières premières d'origine marine.

G. Les emballages plastiques

Certaines matières plastiques et d'autres additifs plastiques (par exemple les gants jetables à contact alimentaire) sont étudiés en vue de connaître leurs possibilités de migrer dans les aliments. Cette migration dépend des constituants présents, mais aussi du type d'aliment; par exemple, les produits gras provoquent plus de migrations que tout autre produit alimentaire.

Les constituants des produits en contact avec les matières plastiques de l'emballage sont régis par une législation très stricte, qui fait référence au maximum de migration autorisée dans les aliments de référence. L'équipe HACCP devrait être consciente des effets des emballages alimentaires et des matières plastiques, et devrait en établir la maîtrise par le système HACCP. Cela impliquerait alors d'effectuer des essais relatifs aux dangers de migration dès l'étape de la conception des emballages.

H. Les résidus de médicaments vétérinaires

Les hormones, les régulateurs de croissance et les antibiotiques utilisés pour le traitement des animaux, peuvent passer dans les produits alimentaires. Les hormones et les régulateurs de croissance ont été interdits dans la production alimentaire dans beaucoup de pays, et l'utilisation d'antibiotiques ou d'autres produits pharmaceutiques est hautement contrôlée. La présence d'antibiotiques peut provoquer des problèmes graves, dus à des réponses allergiques chez des consommateurs sensibles. Les hormones et les régulateurs de croissance peuvent également provoquer des effets toxiques lorsqu'ils sont consommés. L'équipe HACCP doit considérer les dangers de contamination dans ses produits, de telle sorte qu'une maîtrise appropriée soit installée. Cela impliquera la maîtrise par le producteur initial, et la prise en compte des informations obtenues au stade des matières premières.

I. Les additifs chimiques

Les additifs ne sont pas seulement utilisés pour rendre le produit hygiénique et de bonne qualité, mais aussi pour permettre d'améliorer la qualité nutritionnelle des produits. Ils peuvent également améliorer l'apport vitaminique.

L'utilisation d'additifs chimiques est contrôlée par les lois dans la plupart des pays du monde. En Europe, il s'agit de la directive 89/107/CEE (1989), qui ne sert pas uniquement à classer les additifs selon leur rôle (conservateurs, acidulants ou émulsifiants), mais permet de déterminer des lignes directrices et des limites quant à leur utilisation dans différentes catégories d'aliments. C'est donc une liste d'additifs autorisés. De fait, si un additif apparaît dans ces listes, on peut être sûr qu'il a passé avec succès les tests toxicologiques et qu'il a été considéré comme étant sans danger par un comité d'experts. Cette procédure conduit au « E » européen signifiant que les produits ont été testés et approuvés, ainsi qu'à un niveau d'acceptation DJA (dose journalière admissible), délivré par des organismes comme le JECFA (comité d'experts pour les additifs alimentaires) ou l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

Malgré cela, il est encore possible de trouver des situations où l'utilisation non maîtrisée d'additifs peut constituer un danger pour un produit alimentaire. Par exemple, dans le choix de conservateurs, on doit empêcher l'utilisation excessive de sodium méta bisulfite dans des produits acides car le gaz résultant, le dioxyde de soufre, peut être nuisible aux personnes asthmatiques. Parallèlement les nitrates et nitrites doivent être évités s'il existe des alternatives convenables, ne compromettant pas la qualité du produit. Il existe certaines couleurs synthétiques, comme la tartrazine, pour lesquelles une relation de cause à effet a été suggérée, mais non prouvée, en ce qui concerne l'hyperexcitabilité des enfants. Il est alors conseillé d'utiliser des produits plus naturels si le produit est ciblé sur de jeunes consommateurs. Mais il ne faut pas associer le « naturel » avec une qualité microbiologique supérieure, car beaucoup d'extraits de plantes, par exemple, sont toxiques. Généralement, ces produits peuvent être utilisés s'ils sont dérivés d'aliments déjà consommés. Une attention

Chapitre II : Les principaux dangers.

Deuxième partie : Les dangers chimiques.

particulière doit être portée au fait que les additifs naturels ne sont pas en quantité supérieure à celle présente dans l'aliment d'origine.

Les additifs peuvent être bénéfiques et utiles ou dangereux s'ils sont mal utilisés. Leur sélection et leur utilisation doivent donc faire l'objet d'une grande prudence.

LES DANGERS PHYSIQUES

Les dangers physiques, comme les dangers biologiques et chimiques, peuvent affecter les produits à n'importe quel stade de leur production. Il y a une grande variété d'éléments physiques qui peuvent pénétrer dans les aliments comme matériaux étrangers, également considérés comme « microbiologiques », mais seulement peu d'entre eux sont des dangers réels pour les produits alimentaires. Nous devons maintenant nous demander quels sont les matériels étrangers susceptibles de causer un danger pour la santé du consommateur. Seuls ceux-là doivent être intégrés au système HACCP. Il est à noter qu'une entreprise peut être poursuivie du fait de la présence de corps étrangers dans un produit, même si ces corps ne représentent pas un danger pour le consommateur, mais simplement parce que le produit n'est pas conforme à ce que ce dernier peut attendre.

Si la technique HACCP est utilisée dans d'autres domaines que la sécurité, tels que la qualité, il faudra étendre les conditions de référencement des dangers physiques et y inclure tous les matériaux étrangers.

Il est important de se souvenir que tout corps étranger peut être un danger pour le produit s'il a la possibilité de blesser un consommateur. Cela est particulièrement important dans les aliments consommés par des enfants, où un simple morceau de papier d'emballage peut être un danger. Il est à noter que tout corps étranger peut véhiculer des dangers de contamination microbiologiques dans le produit, et ceci d'autant plus si ces corps étrangers atteignent le produit après toutes les étapes destinées à maîtriser ce type de danger.

Les procédures de bonnes pratiques de fabrication doivent assurer que ces problèmes reçoivent une attention appropriée et doivent empêcher tous dangers physiques d'être introduits par les opérateurs dans la zone de production. Les principaux dangers physiques préjudiciables au produit sont cités ci-après.

A. Le verre

Les morceaux de verre peuvent provoquer des coupures à la langue du consommateur, et avoir de graves conséquences s'ils sont avalés. Des pièces non anguleuses de verre, comme les verres de lunette, peuvent également provoquer des étouffements, ou être cassés en morceaux si le consommateur croque dans le produit.

Le verre peut être présent dans les matières premières, c'est-à-dire comme corps étranger dans la zone de culture de ces produits, ou comme constituant du container. Les containers en verre devraient être interdits autant que possible et gardés en dehors des aires de fabrication. De plus, le personnel ne devrait pas apporter d'objets en verre au sein du site de production, et les équipements ne devraient pas avoir de jauges en verre. Les ampoules devraient toujours être entourées d'une protection en plastique dans le cas où l'ampoule se brise.

Il se peut qu'un produit soit entreposé dans un container en verre. Dans ce cas, il est indispensable de le placer en dehors de la zone de production, de le surveiller et de mettre en place un dispositif de contrôle.

Un autre mécanisme de contrôle du verre dans les produits alimentaires est l'utilisation de détecteurs à rayons X, cependant, ceux-ci ne sont actuellement pas largement utilisés du fait de leur prix et de problèmes d'application.

B. Le métal

Comme le verre, du métal peut arriver dans un produit, par les matières premières ou pendant la production, et peut provoquer, par des morceaux saillants un préjudice, ou blesser les consommateurs. Il est particulièrement important de s'assurer que le matériel est correctement placé et surveillé de telle sorte qu'aucune pièce ne contamine le produit. Tout travail d'ingénierie doit être correctement réalisé et les différentes pièces, comme les boulons et les écrous, ne doivent pas être éparpillés. Lorsque les matières premières sont stockées dans des containers métalliques, ceux-ci doivent être prudemment ouverts pour minimiser la contamination par la limaille. Cela devrait être fait si possible en dehors de la zone de production.

Tous les produits devraient passer au moins une fois au détecteur de métaux, et cela à l'étape la plus proche possible de la fin de production ou de l'embouteillage. L'endroit où le produit fini est conservé dans un container métallique devrait être judicieusement choisi, et le détecteur de métaux devrait se tenir juste avant la zone d'embouteillage. Ce détecteur devrait être choisi avec attention, et être calibré pour détecter la moindre pièce métallique.

C. Les pierres

Les pierres se trouvent souvent dans les matières premières d'origine végétale. Elles sont parfois présentes dans les plantes, entre les feuilles, ou encore sont ramassées pendant les récoltes. Elles peuvent provoquer chez le consommateur des dommages au niveau des dents, ou le blesser. Les pierres pointues peuvent également être la cause de problèmes similaires au verre brisé et au métal.

On empêche la présence de pierres en choisissant avec attention ses matières premières, en les enlevant lors d'un contrôle ou grâce à l'utilisation de bassins de décantation et de centrifugation.

D. Le bois

Les éclats de bois représentent un danger pour le consommateur causant, par exemple, des coupures au niveau de la langue et de la gorge. Ils peuvent aussi être avalés et blesser.

Le bois pénètre dans la zone de production par de nombreuses voies. Il peut être présent dans la matière première, comme toutes les matières venant des champs, ou provenir d'une partie de l'emballage. Les cageots en bois et les palettes doivent être évités autant que possible, et ne doivent pas être admis dans les zones de production. Lorsque vous devez utiliser un emballage ou une palette en bois, ceux-ci doivent être utilisés avec attention, et ne pas être admis dans les zones où le produit est en cours de fabrication.

Dans le meilleur des cas, tout le bois devrait être contenu dans des endroits spécifiques à chaque matière première, et en dehors des zones d'emballage. Le personnel de production ne doit pas apporter d'objets en bois dans la zone de production. Cela devrait faire partie du code de bonnes pratiques de chaque entreprise, et être inclus au programme de formation de toutes les équipes.

Certains produits finis contiennent actuellement du bois. Parmi eux, les bâtonnets glacés, et les produits traditionnels comme les rollmops. Dans le cas présent, il n'est pas possible de garder le bois en dehors de la zone de production, mais il doit provenir d'une source bien précise, et être manipulé de façon contrôlée afin d'éviter toute écharde.

Si l'usine est ancienne, il est possible qu'il y ait des objets en bois dans la zone de production. Dans ce cas, il faut limiter les dangers d'éclatement du bois, et de contamination du produit d'un point de vue hygiénique, et mettre en place un plan de remplacement de ces objets. L'équipe HACCP doit être capable d'utiliser les techniques HACCP pour établir un ordre de priorité des endroits à modifier.

E. Le plastique

Le plastique est souvent utilisé pour éviter les dangers physiques, causés par le verre ou le bois, même s'il est important de noter qu'un morceau de plastique dur peut être dangereux. Le plastique souple est aussi employé dans les emballages ou pour protéger les vêtements comme les tabliers ou les gants. Bien qu'il soit moins cassant que le verre, il faut mettre en place des procédures de maîtrise contre des cassures similaires à celles utilisées pour le verre. Pour le plastique souple, un contrôle visuel est important, et pour cela, il est coloré habituellement en bleu pour permettre de mieux identifier la zone de cassure.

F. Les insectes

Nous avons déjà considéré les insectes comme source de dangers biologiques, du fait de l'introduction de micro-organismes pathogènes dans l'alimentation. Les insectes peuvent également constituer un danger physique lorsque leur présence dans les aliments cause des préjudices. Un programme de contrôle effectif d'insectes doit être mis en place pour maîtriser ces dangers à chaque stade de préparation, production, et stockage des produits.

La plupart de ces dangers physiques peuvent être effectivement maîtrisés par des procédures de bonnes pratiques de fabrication. Si un tel type de procédure est déjà en place, l'équipe HACCP pourra alors se concentrer sur les aires critiques de contamination du produit.

Pour pouvoir mettre en place des mesures préventives aux différents stades d'une fabrication, il est nécessaire de bien connaître les différents moyens de maîtrise des germes utilisés lors du processus. Certains de ces moyens, comme la cuisson, ont pour but la destruction des micro-organismes alors que d'autres, tels que la réfrigération, l'utilisation de conservateurs chimiques ou le conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée, ont pour effet de ralentir leur croissance. Nous allons donc détailler ces différents moyens dans le troisième chapitre.

**CHAPITRE III : CONCEVOIR LA
SECURITE DES PRODUITS ET DES
PROCEDES DE FABRICATION**

Les systèmes HACCP visent à maîtriser la sécurité des aliments selon des règles strictement établies, mais ils ne peuvent pas rendre sain un produit fondamentalement non hygiénique. Il est essentiel que la notion de sécurité sanitaire soit introduite dans le produit dès son stade de développement, ce qui devrait être la responsabilité du département R & D (recherche et développement) travaillant conjointement avec l'équipe HACCP. On pourrait aussi adjoindre à l'équipe HACCP un membre du département développement produits, qui pourrait introduire des idées nouvelles de produits et de procédés à un stade précoce de développement. Il n'y a aucun intérêt à soumettre de nouvelles idées au département Marketing ou aux consommateurs s'il existe des dangers sanitaires qui ne peuvent pas être contrôlés. Arrêter le lancement d'un produit après que l'étude HACCP ait donné son avis n'est pas un moyen de gagner la confiance des consommateurs.

Un grand nombre de facteurs doit être pris en considération lorsqu'on introduit la notion de sécurité sanitaire dans les produits; l'équipe HACCP et d'autres spécialistes devront travailler ensemble sur le problème. Dans ce chapitre, nous considérerons la formulation du produit et l'importance de s'assurer de la sécurité des matières premières à travers la notion d'assurance qualité. Nous nous intéresserons également à la conception de procédés de fabrication et de zones de fabrication en relation avec **la notion de sécurité sanitaire du produit**. Finalement, nous discuterons de l'établissement d'une durée de vie du produit fiable du point de vue sanitaire.

LES FACTEURS INTRINSEQUES

Les facteurs intrinsèques sont les éléments constitutifs d'un produit alimentaire qui permettent souvent de maîtriser la croissance des micro-organismes. Les principaux facteurs intrinsèques trouvés dans les aliments sont le pH et l'acidité, les acides organiques, les conservateurs, l'activité de l'eau et les ingrédients.

A. pH et acidité

L'acidité est souvent l'un des principaux conservateurs dans les produits alimentaires, empêchant la croissance de beaucoup de contaminants. En effet, la fermentation et l'acidification des aliments ont de tout temps été des techniques de conservation.

Exemples d'aliments préservés par le pH et l'acidité :

- Le yoghourt, qui est fermenté par l'action de cultures de micro-organismes jusqu'à obtention d'un pH acide ;
- Les légumes marinés, qui sont acidifiés par de l'acide acétique (vinaigre) et pasteurisés pour empêcher leur altération.

Désormais, l'indicateur le plus usité du point de vue de la sécurité alimentaire est la mesure du pH. Cela est dû au fait que les caractéristiques de croissance et de survie des micro-organismes sont données selon une échelle de pH.

Il existe une zone de pH pour laquelle les micro-organismes peuvent croître, mais qui diffère pour chacune des espèces de micro-organismes. La plupart des micro-organismes ont leur pH optimal de croissance autour du pH neutre 7, mais peuvent croître à un pH allant de 4 à 8. Un nombre réduit de bactéries est capable de se développer à des pH < 4 ou > 8 , mais celles capables de croître à un pH < 4 ne sont généralement pas des agents responsables des toxi-infections. Cependant, la présence de ces micro-organismes acidophiles peut avoir des conséquences pour la sécurité des produits si leur développement est associé à une augmentation de pH, permettant à d'autres micro-organismes de croître dans des conditions plus clémentes de pH. Cela est particulièrement vrai pour les champignons et les moisissures pouvant se développer à des pH nettement inférieurs à 4.

On doit également garder à l'esprit que des micro-organismes peuvent survivre pour des valeurs de pH en dehors de leur intervalle de croissance. Cela est très important si la valeur du pH venait à changer dans le milieu. Par exemple, les spores de *Bacillus cereus* peuvent être présentes dans une matière première à pH acide, où elles sont incapables de germer. Si ce produit est ajouté à un autre, et qu'il ait créé un milieu à pH plus élevé, les spores seront capables de germer et de croître jusqu'à atteindre un seuil critique.

Les limites de pH pour la croissance d'un certain nombre de micro-organismes dans les produits alimentaires ont été décrites dans le deuxième chapitre. Les valeurs qui y sont données correspondent aux limites absolues pour la croissance, beaucoup d'entre elles ayant été établies par des études expérimentales sur des milieux de cultures. En réalité, les organismes ne sont pas capables de croître dans de telles limites de pH. Cela est dû aux autres facteurs influant sur la croissance des germes, tels que l'activité de l'eau, la concentration en oxygène du milieu, la température ambiante et la compétition entre les microflore. L'effet du pH sur la croissance est particulièrement affecté par la température : un organisme pouvant croître à pH 4.5 et à 30 °C est incapable de le faire à 5 °C et vice versa. La tolérance des micro-organismes au pH peut également être influencée par le type d'acide utilisé.

B. Les acides organiques

Certains acides organiques sont largement utilisés comme conservateurs, bien que l'usage de certains d'entre eux ne soit autorisé qu'à certaines concentrations. L'activité antimicrobienne des acides organiques est due à des molécules non dissociées, dont le mécanisme d'action exact reste inconnu. L'efficacité de ces acides est liée au pH du milieu, car la dissociation des molécules dépend du pH. Par exemple, le niveau d'acide sorbique (habituellement ajouté à un produit sous forme de sorbate de potassium), qui est efficace dans un produit à pH 7, n'est que de 0.48 % alors qu'il est de 97.4 % dans un produit à pH 3. L'annexe 2 (adaptés de ICMSF, 1980) illustre l'activité antimicrobienne des acides organiques selon le pH.

Les acides organiques sont plus efficaces contre les micro-organismes s'ils sont associés à d'autres conservateurs, bien qu'il y ait certains inconvénients à leur utilisation :

1. La résistance de souches individuelles de micro-organismes à l'égard d'acides organiques varie considérablement ;
2. L'effet des acides organiques est amoindri si une grande quantité de micro-organismes est présente initialement ;
3. Les micro-organismes peuvent devenir résistants ;
4. Ils peuvent être utilisés comme source de carbone par beaucoup de micro-organismes.

Les acides organiques utilisés comme conservateurs dans les aliments sont les acides acétiques, citriques, lactiques, benzoïques, sorbiques et propioniques. Les acides acétiques, citriques et lactiques sont souvent ajoutés dans une formulation pour leur saveur, tandis que les benzoïques, sorbiques et propioniques sont uniquement utilisés pour leur action de préservation. L'acide organique choisi dépend de la flore cible, ainsi que de la formulation et d'autres facteurs intrinsèques à l'aliment.

C. Les conservateurs

Les conservateurs chimiques peuvent être ajoutés aux aliments pour empêcher la croissance de micro-organismes responsables d'altération ou de toxi-infection. Il existe des limites légales, sévèrement contrôlées, d'addition de ces conservateurs, sachant que différents conservateurs sont efficaces face à différents groupes de micro-organismes. Des exemples de conservateurs communément utilisés dans les aliments sont le **nitrite de sodium**, pour la viande, et le **sorbate de potassium**, pour beaucoup de produits comme le pain, les gâteaux, et la confiture industrielle. Il existe d'autres conservateurs alimentaires, comme la **nisine**, le **benzoate de sodium**, les **propionates de sodium** et de calcium, et le **métabisulfite de sodium**.

Le nitrate de sodium et le nitrite sont utilisés depuis longtemps dans le salage de la viande pour réduire l'altération et stabiliser la couleur. Leur effet est d'empêcher la germination des spores en contrôlant les micro-organismes comme le *Clostridium botulinum*. Leur efficacité dépend d'un certain nombre de facteurs comme le type et le nombre de micro-organismes présents, la température, et le pH de la viande.

Comme nous l'avons vu précédemment, le sorbate de potassium et l'acide sorbique sont efficaces dans des aliments acides, particulièrement contre les levures et les moisissures. Ils vont également limiter la croissance des microcoques, entérobactéries et bacilles, mais pas celle des clostridies. De même, le benzoate de sodium ou l'acide benzoïque sont efficaces dans des aliments très acides. Ils vont inhiber la croissance de levures et de moisissures, et sont utilisés dans les légumes au vinaigre, les sauces à salades, et les jus de fruits.

La nisine est un antibiotique qui empêche la croissance de nombreuses bactéries et qui a été utilisé dans la fabrication de fromages et de conserves. Ce conservateur tend à devenir relativement cher, et cela limite son application.

Le dioxyde de soufre est un antioxydant qui inhibe la croissance des bactéries et des moisissures. et qui peut être utilisé sous forme de gaz, ou liquide. Il est habituellement ajouté à la bière et au vin, et aussi à certains produits à base de viande.

Les propionates de sodium et de calcium, sont utilisés pour maîtriser les moisissures dans les produits faiblement acides comme les cakes ou le pain.

Le fumage des aliments a également un effet de conservation grâce aux composants chimiques présents dans les fumées. Bien que le mécanisme exact de l'action de conservation soit mal connu, le fumage est une méthode traditionnelle de conservation qui est restée populaire, comme pour les saumons fumés. Depuis une période récente, on utilise des extraits de fumée plutôt que d'appliquer la technique de fumage ; cela n'a pas ou peu d'effet de conservation.

D.L'activité de l'eau

L'activité de l'eau (a_w) est une mesure de l'eau disponible dans le produit. Comme les micro-organismes ne peuvent croître qu'en présence d'eau, ils peuvent être contrôlés grâce à un contrôle de l' a_w . L' a_w est le rapport entre la pression de vapeur d'eau du produit, et la pression de vapeur d'eau pure à la même température.

$$a_w = \text{Pression de vapeur d'eau du produit} / \text{Pression de vapeur d'eau pure}$$

L'eau pure a une a_w de 1. Si des solutés sont ajoutés, créant une solution concentrée, la pression de vapeur décroît tout comme l' a_w . L' a_w , est directement liée à l'humidité relative à l'équilibre ($a_w = \text{humidité relative}/100$), tout comme au point d'ébullition, de glaciation, et à la pression osmotique du produit.

Traditionnellement, a_w a été utilisée comme un facteur de préservation contre les micro-organismes. En ajoutant du sel ou du sucre au produit, ou grâce au séchage, on peut

réduire sa teneur en humidité. Le sucre est habituellement additionné aux produits à base de fruits, comme les confitures et les boissons sans alcool, tandis que le sel a de larges applications, avec les poissons salés, et les viandes fumées et séchées. Les valeurs minimales de l' a_w nécessaires pour la croissance des micro-organismes pathogènes ont été données dans le chapitre 2.

E. Les ingrédients

Les ingrédients et leurs interactions doivent être considérés comme des facteurs intrinsèques. Une attention particulière doit être portée aux dangers engendrés par leur incorporation.

- Est-ce que les ingrédients contiennent des dangers ? Par exemple, *Salmonella* dans le lait frais.
- Est-ce qu'on a dosé la bonne quantité d'ingrédients ? Par exemple, trop peu de conservateurs ajoutés peut être dangereux pour le produit.
- Est-ce que les ingrédients sont allergéniques ? Par exemple les noix.
- Est-ce que les interactions entre ingrédients peuvent causer un danger ? Par exemple, en neutralisant l'effet de préservation acide.

Les tendances actuelles sont de **produire avec le moins de conservateurs possible**, par exemple moins de sucre, moins de sel, moins de graisse et pas de conservateurs. Comme elles affectent directement la stabilité et la sécurité sanitaire du produit, l'équipe HACCP doit être consciente de l'intérêt d'avoir des matières premières saines, et d'opérer des contrôles sanitaires tout au long de la fabrication.

RECHERCHER UN APPROVISIONNEMENT EN MATIERES PREMIERES SAINES

Pour fabriquer des produits finis sains et sans danger pour la consommation, il faut tenir compte des dangers associés aux matières premières. Les matières premières ne doivent comporter aucun danger, ou s'il existe un danger, on devra être capable de le maîtriser au cours de la fabrication. On peut y arriver grâce à la mise en place d'un plan d'Assurance Qualité Fournisseur (AQF).

Pour établir le niveau de maîtrise requis pour chacune des matières premières, il est important de connaître le parcours qu'elles vont effectuer au cours de la fabrication du produit. La même matière première peut exiger des niveaux de maîtrise différents pour la fabrication de deux produits distincts. Par exemple, la maîtrise microbiologique à exercer pour des herbes utilisées dans un produit cuisiné sera moins contraignante que celle qui sera requise pour ces mêmes herbes entrant dans la composition d'un produit frais prêt à manger. Pour identifier le niveau de maîtrise nécessaire, **un arbre de décision** a été développé (voir l'annexe 3).

En suivant les questions posées, on peut évaluer le niveau de maîtrise requis pour chacune des matières premières. Les questions sont les suivantes :

Q1 : Y a-t-il un danger associé avec la matière première ?

Cette première question paraît simple, mais elle attire l'attention sur l'identification de tous les dangers sanitaires rencontrés dans le produit, et associés à la matière première. Si aucun danger n'est identifié, alors on peut passer à une autre matière première, mais si les dangers existent, on doit alors passer à la question 2.

Q2 : L'industriel ou le consommateur va-t-il traiter le produit de façon à éliminer ce danger ?

Si la réponse est négative, alors il se peut que ce danger se retrouve dans le produit fini, si une maîtrise effective de cette matière première n'est pas mise en place. C'est une matière première très sensible et elle doit être soumise à un haut niveau de maîtrise. Probablement comme un CCP de notre procédé. Cependant, si la réponse est affirmative, alors il faut considérer la question 3.

Q3 : Y a-t-il un danger de contamination croisée avec d'autres produits ou d'autres équipements qui n'aurait pas été maîtrisé ?

Cette question fait réfléchir sur la possibilité d'une contamination par des produits ou par des équipements. Cela est particulièrement important pour une usine produisant des produits différents, dans la mesure où il est possible de maîtriser les dangers inhérents à la fabrication d'un produit mais pas de contrôler de la même façon les autres produits. Il y a donc un danger de contamination croisée. Si la réponse à cette question est négative, et qu'il n'y a pas de danger de contamination croisée, ou que le danger est maîtrisé, alors il faut étudier les dangers d'une autre matière première. Si la réponse est positive, alors la maîtrise de la matière première doit se faire ici et celle-ci sera vraisemblablement considérée comme un CCP dans le système HACCP.

Grâce à l'utilisation de cet arbre de décision, il est possible de cibler un plan d'Assurance Qualité Fournisseur pour les matières premières qui sont critiques pour une fabrication. Ces matières premières pourront alors être intégrées dans la procédure d'Assurance Qualité Fournisseur. Examinons quelques exemples d'utilisation de ce système.

A. Les éléments du système d'Assurance Qualité Fournisseur (AQF)

Il y a beaucoup d'éléments différents relatifs à un programme d'Assurance Qualité Fournisseur, qui recouvrent des spécifications, des audits de fournisseur et des certificats d'analyse. L'approbation d'un fournisseur dépendra de la confiance qu'on lui accorde à gérer les dangers inhérents au produit. Il est alors indispensable de développer des liens de partenariat avec le fournisseur afin de gérer les problèmes de sécurité sanitaire pour les matières premières et les produits.

1. LES SPECIFICATIONS

Il est indispensable que toutes les matières premières soient livrées par des fournisseurs agréés qui garantissent le respect des spécifications. Les spécifications sont le point central du système d'Assurance Qualité Fournisseur, détaillant tous les critères d'acceptation du produit, de la qualité à la sécurité de celui-ci. On doit donc clairement définir tous les facteurs considérés comme importants pour les matières premières, ainsi que les limites et les tolérances d'acceptabilité. Le document peut être aussi long ou aussi concis que vous le souhaitez, mais il devra toujours inclure les critères minimaux d'acceptation. C'est ce que l'on appelle communément **un cahier des charges**.

Une liste de spécifications relatives aux matières premières doit inclure les éléments suivants (cela concerne également les produits finis) :

- Des informations sur le fournisseur et le site de production.
- Une description des matières premières et de leurs fonctions.

- Une liste d'ingrédients.
- Les détails de tous les facteurs intrinsèques avec leurs limites de tolérance, comme le pH, a_w , le sel, le taux d'alcool ...
- Les critères d'acceptation microbiologiques, comme l'absence de dangers de contamination par des micro-organismes identifiés.
- Des plans d'échantillonnage microbiologiques et analytiques.
- Exigences relatives à l'étiquetage.
- Les conditions de distribution et de stockage.
- Les instructions d'utilisation et de manipulation.
- La description du type de pack d'emballage, de sa taille, de la quantité de produit qu'il contient.

Une description des méthodes d'utilisation des matières premières, un plan de production, et un plan du site de fabrication est utile à l'équipe HACCP, afin qu'elle puisse complètement identifier les dangers concernant ces matières. Cela peut représenter une partie des spécifications, mais reste essentiel pour toutes les matières premières à haut risque.

Ces documents peuvent également être utilisés pour élaborer une liste de questions avant l'audit du fournisseur. Si un fournisseur n'est pas capable de donner ces informations, peut-être pour des raisons de confidentialité, alors il faut s'assurer par d'autres moyens que ces matières premières sont saines. Cela pourrait être fait par la compréhension des facteurs intrinsèques relatifs aux matières premières, grâce à un audit structuré du fournisseur.

2. L'AUDIT

L'audit est l'un des points clés d'un système d'Assurance Qualité Fournisseur, puisque c'est grâce à l'audit qu'une relation de confiance se crée avec le fournisseur. Avant d'auditer un fournisseur, un grand nombre de questions doivent être posées (Annexe 4). Cette liste de questions sera également importante pour les matières premières à faible danger, pour lesquelles le fournisseur ne sera pas audité.

Il faut concevoir un programme d'audit couvrant tous les types de matières premières. Pour établir les points prioritaires et les fréquences d'audit, on peut utiliser l'arbre de décision relatif aux matières premières.

Lorsque un programme d'audit est élaboré, il est important de prévoir son déroulement. Par exemple, cela requiert **du personnel capable d'auditer**, et formé pour cela. L'audit AQF est important pour la qualité et la sécurité du produit; il est donc vital qu'il soit réalisé sérieusement, tout en conservant de bonnes relations avec le fournisseur. Cela ne peut être obtenu qu'en choisissant un type de personnel approprié et correctement formé.

3. CERTIFICATS D'ANALYSE

Des certificats d'analyse peuvent être obtenus pour des lots de matières premières, confirmant qu'ils ont fait l'objet d'échantillonnage pour vérifier certains critères et qu'ils correspondent aux spécifications de ces critères. Ces certificats peuvent faire partie utilement du système d'Assurance Qualité Fournisseur, mais il ne faut pas perdre de vue qu'il existe des limites à l'efficacité de l'analyse des produits finis (voir chapitre 1) : ils ne doivent pas être la seule façon de s'assurer que le produit fini est exempt de danger.

Il faut également s'assurer que ces certificats d'analyse sont réalisés par des laboratoires compétents, afin d'obtenir des résultats fiables. On fait appel à des laboratoires indépendants accrédités.

4. INSPECTIONS REALISEES PAR UNE TIERCE PARTIE

S'il manque des personnes qualifiées pour réaliser un programme d'audits de manière satisfaisante, alors il est utile de faire appel à un organisme tiers pour le faire. Il faut s'adresser à des experts d'un organisme de recherche alimentaire ou d'organisation commerciale d'inspections.

En choisissant cette solution, il est nécessaire d'apprécier l'expérience et l'efficacité des auditeurs de cet organisme. Il est indispensable que les inspecteurs aient suffisamment d'expérience, à la fois en technologie et en technique d'audit. L'on doit être sûr qu'ils seront capables de relever tout problème relatif aux dangers sanitaires et qu'ils aideront à conserver de bonnes relations avec le fournisseur. On peut le vérifier en accompagnant ces auditeurs chez son fournisseur, pour s'assurer de leur professionnalisme.

5. ACHETER A DES AGENTS ET A DES COURTIER

En achetant des matières premières à des agents ou à des courtiers, on perd le contact avec son fournisseur. Cela peut avoir des inconvénients lorsque l'agent n'a pas ou peu de connaissances techniques sur le produit, mais cela peut fonctionner en gérant correctement la situation.

Il faut savoir comment ses matières premières sont élaborées et transportées à tous les stades, afin de savoir si des dangers sanitaires faibles ou forts sont susceptibles d'être présents, mais aussi pour savoir si de nouveaux dangers ont pu apparaître. Il est important d'obtenir ces assurances de l'agent, et il faut s'assurer qu'une maîtrise appropriée existe pour parer à toute éventualité d'accident.

Même avec le meilleur système d'assurance qualité fournisseur, il est difficile d'être absolument certain que les matières premières sont livrées aux meilleures conditions de qualité et de sécurité. Afin de mieux s'en assurer, il est conseillé de demander à ses fournisseurs de mettre en place un système HACCP pour la sécurité des aliments. Cette demande peut être exigée à tous les niveaux d'intervention de telle sorte que pour chaque étape les producteurs, les fabricants, les distributeurs et les industriels aient la même confiance en leurs matières que celle que les consommateurs peuvent avoir envers un produit fini, fabriqué sous la supervision du système HACCP.

UN PRODUIT ALIMENTAIRE PEUT-IL ETRE FABRIQUE EN TOUTE SECURITE ?

Lorsque l'on conçoit un nouveau produit alimentaire, il est important de se demander s'il est possible de le fabriquer selon des normes de sécurité. En plus des facteurs intrinsèques du produit et de la durée de vie proposée, cela inclura le choix du procédé technologique adapté et la conception de l'usine de production.

A. Les technologies de fabrication

Il y a une grande variété de technologies de fabrication différentes et il est nécessaire que le type de procédé choisi soit complètement compris.

Il est essentiel que tout **procédé thermique** soit connu en termes de chaleur, de refroidissement, de températures et de temps de traitement, ce en relation avec l'effet attendu sur les dangers potentiels pour le produit. Si le consommateur doit cuire ou réchauffer le produit, les instructions exactes doivent être mentionnées à cet effet. Souvent, le développement d'un produit est réalisé sur des échantillons dans une cuisine expérimentale. Pour passer au stade industriel, il faudra comprendre les spécificités du procédé pour déterminer une zone de températures correctes. Cela variera selon le mode de chauffage choisi, comme par exemple le four, les plaques chauffantes, le micro-onde...

Lorsqu'un produit est obtenu par **fermentation**, il est important de bien comprendre la nature du substrat choisi et comment la fermentation est contrôlée. Comment se rendre compte d'une mauvaise fermentation, et peut-elle entraîner des dangers microbiologiques ?

Pour la production **d'un produit sec**, comment est contrôlé le taux d'humidité ? L'éventualité d'une présence de dangers microbiologiques qui auraient subsisté après la fabrication doit être évaluée, puisqu'elle pourrait poser des problèmes lorsque le produit final sera reconstitué. Cela est particulièrement important pour les produits pour lesquels il n'existe pas d'opération de chauffage final, comme cela est le cas pour certains desserts.

Pour un procédé de **congélation**, la longueur du temps de congélation et toutes les autres étapes d'attente antérieures peuvent être significatives. Le risque de contamination croisée est important, particulièrement pour les aliments consommés immédiatement après décongélation. Si l'on utilise des ingrédients surgelés dans un produit, l'industriel doit savoir s'il est préférable ou non de les décongeler avant leur addition. Ajouter des ingrédients surgelés peut aider à maîtriser la température, mais ils peuvent modifier les facteurs intrinsèques du produit après décongélation. Par exemple, en diluant la sauce d'une salade à pH faible, on peut augmenter le pH.

L'irradiation peut être utilisée pour accroître la qualité microbiologique de certaines denrées. Cependant, si le produit a été mal manipulé avant l'étape d'irradiation, il est possible que des toxines microbiennes soient présentes et qu'elles ne soient pas affectées par le procédé. Cela pourrait causer un fort danger d'empoisonnement dans le produit fini.

Est-ce un **procédé continu** ou avec des étapes d'attente ? Le temps maximum d'attente devra être connu, ainsi que la température environnante du produit. Ces informations seront utilisées lors de l'analyse des dangers pour établir les dangers potentiels de croissance des micro-organismes.

Le **système d'emballage** peut avoir un impact sur la sûreté du produit au même titre que l'emballage a un effet sur la croissance des micro-organismes pendant la durée de vie du

produit. L'utilisation d'atmosphère contrôlée ou modifiée s'est généralisée depuis quelques années, parallèlement à celle de l'emballage sous vide. L'absence d'oxygène signifie que seuls les micro-organismes anaérobies ou aérobies facultatifs peuvent croître, ce qui explique que ces systèmes aient été développés pour augmenter la durée de vie des produits en réduisant la croissance de la microflore normale. Cependant, ils permettent la croissance de certaines microflores, telles les flores d'altération pour les aliments. Il est essentiel que ces organismes ne puissent pas se développer jusqu'à un niveau à risque pendant la durée de vie du produit.

Si de **nouvelles techniques** sont employées, il faudra déterminer les dangers associés et en tenir compte dans l'analyse. Citons pour exemple, le chauffage ohmique, qui permet la stérilisation d'aliments composés d'une phase liquide en évitant de faire bouillir celle-ci. Une tension est appliquée entre deux électrodes insérées dans un tube, dans lequel passe un courant continu d'aliments. L'aliment est stérilisé par la chaleur dégagée par la résistance électrique. Des considérations initiales sur cette technique suggéraient que des dangers toxicologiques peuvent être créés par des ions métalliques provenant des électrodes plongées dans l'aliment, ou par la formation de radicaux libres lors du procédé de chauffage. Un examen détaillé de cette technique par des experts en toxicologie a révélé que les radicaux libres n'étaient pas générés et que des traces de métal dans l'aliment provenant des électrodes ne représentaient aucun danger pour la santé. La technique était donc exempte de tous ces dangers.

B. Conception des usines

Lorsque l'on conçoit un nouveau produit ou un nouveau procédé, destiné à être fabriqué ou utilisé dans une usine existante ou nouvelle, il y a un grand nombre de facteurs à considérer. Un point clé pour la sécurité du produit est le danger de contamination croisée, survenant pendant le procédé de fabrication et lié à des facteurs internes environnementaux. La contamination croisée peut provenir d'un grand nombre de sources, et les dangers inhérents à une zone de fabrication particulière doivent être compris. Quelques-unes des principales sources de contamination croisée sont les suivantes :

1. PLAN D'ENSEMBLE

Le plan d'ensemble doit être **conçu pour minimiser les dangers de contamination croisée**. Cela suppose une séparation efficace des matières premières et des produits finis. Selon le type d'opération réalisée, une séparation totale entre les produits traités thermiquement et les matières premières est conseillée, et dans la plupart des cas, il faudra isoler les étapes d'emballage ou de déconditionnement, aussi bien pour les matières premières que pour les produits finis.

Lorsque des études d'implantation seront menées, il faudra considérer la disponibilité des services et des équipements pour la fabrication du produit. Cela concerne la disponibilité en eau potable et les équipements de nettoyage adéquats pour les locaux, le matériel et l'environnement ainsi que l'approvisionnement correct, aux endroits appropriés, en fluides comme la vapeur de chauffage ou les fluides de refroidissement.

Le nombre d'étapes d'attente doit aussi être pris en compte, car il est important d'avoir un espace suffisant pour entreposer la quantité nécessaire de produits à chacune des étapes, sans causer un risque de contamination croisée, et en prenant soin de maintenir une température adaptée.

Une estimation du nombre d'employés doit également être envisagée, afin de mettre en place des équipements hygiéniques adéquats, comme des vestiaires, des toilettes, ainsi qu'une cantine et une zone de repos.

2. LES INFRASTRUCTURES

La construction des murs peut causer un danger pour le produit, en apportant des matières contaminantes, ou par une contamination physique due à une mauvaise organisation et maintenance. Les surfaces doivent être imperméables et faciles à nettoyer, toutes les fissures comblées, et les installations de service au-dessus des postes de travail réduites au minimum. Toutes les usines doivent être bien entretenues pour éviter que des dangers physiques ne tombent dans le produit, et les drainages des fluides bien conçus de telle sorte

que le flux soit toujours éloigné des aires de production, sans risque de refoulement ni de fuite. Une lutte efficace contre la contamination et un calendrier de nettoyage, doivent être élaborés par toutes les usines.

Tous les ateliers de fabrication doivent être bâtis dans cette optique.

3. L'EQUIPEMENT

L'équipement doit être conçu pour éviter tout danger de contamination croisée. Cela peut se produire si l'équipement casse, et introduit des dangers physiques. Si l'équipement comporte des angles morts, difficiles à nettoyer, ou mal nettoyés, une contamination microbiologique est à craindre. Une contamination chimique sera due à des résidus de produits d'entretien restant dans l'équipement au contact de l'aliment. Il faut pouvoir nettoyer autour et sous les équipements. S'il n'est pas possible d'accéder au-dessous, il faudra les sceller au sol.

Il faut également tenir compte du matériau de l'équipement. Par exemple, s'il est en acier brut ou inoxydable, quelles sont les conditions de corrosion responsables de contamination microbiologique. Le matériel est-il peint ? Le produit peut-il être contaminé par des éclats de peinture ? N'existe-t-il pas des parties en bois, ou des accessoires de brossage qui ne peuvent pas être nettoyés efficacement ?

4. LES PERSONNES

Les manutentionnaires et autres personnes en contact avec le produit peuvent le contaminer, microbiologiquement, chimiquement ou physiquement. L'étude du procédé et des mouvements des employés doit être effectuée pour minimiser ce danger, en complément de **programmes de formation appropriés.**

Il faudra aussi examiner **les types de vêtements de protection** à utiliser, ainsi que les fréquences de changement et de lavage de ces vêtements. On doit considérer ces notions

Chapitre III : Concevoir la sécurité des produits et des procédés de fabrication.

Troisième partie : Un produit alimentaire peut-il être fabriqué en toute sécurité ?

d'habillement, de vestiaires, de zone de repos, comme faisant partie intégrante de l'étude de l'usine, et veiller également à toujours avoir suffisamment de fournitures.

5. LE NETTOYAGE

Il doit y avoir suffisamment d'équipements de nettoyage, et d'accès facile. Les zones de nettoyage ne doivent pas être des sources de contamination croisée pour le procédé. Des programmes de nettoyage doivent être établis dans toutes les zones, et l'équipe de nettoyage entraînée pour assurer son rôle efficacement.

6. LES PRODUITS CHIMIQUES

Des **zones de stockage** doivent être conçues pour tous les produits chimiques utilisés dans l'aire de production, afin d'éviter les dangers de contamination avec les produits. Tous ces produits doivent être correctement étiquetés et en aucun cas transvasés dans des containers de produits alimentaires.

7. LES MATIERES PREMIERES

Les matières premières peuvent être des vecteurs de contamination croisée si elles sont en contact avec différents produits, ou si elles sont ajoutées en trop grande quantité. Cela peut avoir de grandes conséquences dans le cas de matières premières allergènes qui peuvent contaminer un produit, sans qu'elles soient mentionnées sur l'étiquette de ce dernier. Les aires d'entreposage de matières premières doivent être bien conçues, et nettoyées entre les différents arrivages, si plus d'une sorte d'ingrédients est entreposée.

On doit s'assurer de savoir comment toutes les matières premières doivent être manipulées et mettre en place des mesures appropriées. Il est en effet très facile de rendre ces manipulations dangereuses pour le consommateur, en laissant par exemple des denrées périssables dans un coin pendant plusieurs heures.

8. LE STOCKAGE

Les aires de stockage doivent être bien définies pour minimiser les risques de contamination croisée. Il faudra considérer s'il existe une séparation adéquate, une maîtrise de la température et de l'humidité, et s'assurer que toutes ces aires sont correctement protégées contre la contamination. Toutes les matières doivent être entreposées en hauteur, dans des sacs ou des containers fermés. Ces containers doivent être refermés après chaque usage et une rotation stricte des stocks est impérative.

9. LES PRODUITS

Les résidus d'autres produits peuvent aussi provoquer de sérieux dangers si un matériel allergène est présent ou s'ils affectent la nature intrinsèque du produit contaminé. Les lignes de production devraient être **séparées dans l'espace**, pour empêcher la contamination croisée, et les procédures de maintenance et de nettoyage planifiées de manière appropriée. Il faut considérer des moyens de maîtrise supplémentaires, si le personnel est réparti en différentes lignes ou départements car les vêtements de protection sont une source supplémentaire de dangers.

Si la séparation dans l'espace n'est pas possible (manque de place), une séparation dans le temps est possible, sous réserve qu'une période de nettoyage-désinfection intermédiaire soit prévue et respectée.

10. LES ZONES D'EMBALLAGE

Les zones d'emballage et les opérations de manipulation de produits devraient être prévues et contrôlées pour éviter tout risque de contamination croisée. L'emballage lui-même pourrait être un danger majeur, par l'introduction de micro-organismes ou de fragments de verre dans le produit. Il faut vérifier que l'emballage est approprié pour le type de manipulation et qu'il ne sera pas endommagé pendant l'entreposage et la distribution, et que les codes sont corrects et les instructions utiles inscrites lisiblement.

ARRIVER A UNE DUREE DE VIE FIABLE DU POINT DE VUE SANITAIRE

Lorsque l'on crée de nouveaux produits, il faut envisager la durée de vie que le consommateur aimerait avoir pour chacun d'eux, puis se demander si la date proposée est acceptable et sûre pour le produit. Il y a un grand nombre de critères qui peuvent influencer la durée de vie d'un produit :

- Les matières premières ;
- La technologie du procédé utilisé ;
- Les facteurs intrinsèques du produit ;
- Le type d'emballage ;
- Les conditions de stockage, la distribution et la vente au détail ;
- Le transport et le stockage chez le client.

La durée de vie sera limitée par des facteurs qui font que le produit deviendra dangereux hygiéniquement, et cela sera influencé par les critères cités précédemment. Etant donné que dans ce texte nous nous intéressons à la sécurité, nous considérerons ici les seuls facteurs causes de danger sanitaire pour le produit. Cependant, les techniques HACCP peuvent être utilisées pour prévenir la détérioration du produit.

Pour les petits fabricants de produits à hauts risques, il faudra envisager l'appel à des experts extérieurs pour être aidé à déterminer la durée de vie de ses produits.

A. Quels sont les facteurs capables de rendre un produit dangereux ?

Les principaux facteurs qui peuvent rendre un produit dangereux pendant sa durée de vie sont les micro-organismes pathogènes. Des graisses rances peuvent causer une répulsion et provoquer, si elles sont consommées, une maladie, plus due à l'altération qu'à la sécurité.

Nous avons déjà parlé des microbes pathogènes comme facteurs de danger dans le chapitre 2, et nous avons étudié les facteurs intrinsèques plus haut dans ce chapitre. Les profils de croissance des micro-organismes décrits dans cette partie permettent de savoir si le produit facilite ou non la croissance de ces organismes. Les microbes pathogènes peuvent être présents dans le produit, soit parce qu'ils viennent des matières premières, soit par contamination pendant la production. Ils seront alors capables de croître, selon des facteurs intrinsèques, et pendant l'emballage, le stockage, la distribution et le transport des produits.

Si l'on considère qu'un micro-organisme est susceptible de se trouver dans son produit, et que les facteurs intrinsèques ne permettent pas de limiter sa croissance, il faut alors déterminer le degré de croissance possible dans le produit. Ceci, en association avec la connaissance de la dose infectieuse, sera utile pour savoir quand le produit deviendra impropre à la consommation. On pourra ainsi ramener la durée de vie du produit à une durée sans danger.

Il est important de noter que si les micro-organismes peu pathogènes sont déjà présents au début de la durée de vie, et que le produit n'est pas cuisiné par le consommateur, alors le produit est un produit à risque et devra être conçu de manière différente.

B. Comment sait-on que les micro-organismes atteignent un niveau où ils peuvent être dangereux ?

Des informations relatives à leurs croissances potentielles dans les aliments et avec des niveaux variables de facteurs intrinsèques inhibiteurs figurent dans la littérature scientifique. Cela peut donner une bonne idée de la position de son produit, qui n'est pas reliée directement à une durée de vie.

Par ailleurs, des modèles mathématiques de croissance de micro-organismes, à des concentrations et selon des combinaisons différentes de facteurs intrinsèques, peuvent aussi être utilisés. Un grand nombre de modèles sur informatique ont été développés, et sont utiles à l'équipe HACCP et aux consultants experts.

La durée de vie théorique obtenue dans la littérature, ou par les modèles mathématiques, devra être confirmée par des tests réels sur le produit en question, tel un examen du produit pour chaque micro-organisme concerné. Des échantillons du produit devront être entreposés dans les conditions de stockage et de transport préconisées, et il sera prudent d'exposer d'autres échantillons à des conditions abusives, comme l'élévation de la température de stockage, pour tenir compte des mauvaises manipulations du produit.

Lorsque le ou les micro-organismes concernés ne sont pas présents tout le temps, ou à des niveaux faibles, il est plus approprié de mettre en place un test spécifique pour évaluer le potentiel de croissance. Comme pour l'étude d'une durée de vie classique, le produit est testé à différents intervalles de temps, et des conditions abusives d'emplois sont répertoriées.

Il est important de noter que la durée de vie d'un produit en vente doit être confirmée par le test d'échantillons ayant subi les mêmes traitements. Cela signifie que n'importe quelle durée de vie proposée par des études théoriques ou par des examens sur des échantillons, doit être vérifiée sur le produit fabriqué sur la ligne de production principale, dans les conditions normales de fabrication. Pour des nouveaux produits, cela devra être fait après l'étude

Chapitre III : Concevoir la sécurité des produits et des procédés de fabrication.

Quatrième partie : Arriver à une durée de vie fiable du point de vue sanitaire.

HACCP, mais pour les produits existants, où une méthode HACCP sera appliquée, cette vérification peut se faire en même temps que l'étude HACCP.

Lorsque la sécurité sanitaire de son produit est vérifiée et que l'on a décidé de sa durée de vie, il faut alors prévoir de quelle façon va être maîtrisée cette sécurité, jour après jour. Cela est possible grâce à l'établissement, la mise en place et l'exploitation d'un plan HACCP. C'est ce que nous allons voir maintenant.

CHAPITRE IV : LE SYSTEME HACCP

Comprendre les points de maîtrise

Il est vraisemblable qu'il y ait de nombreuses étapes où exercer des actions de maîtrise dans le procédé de fabrication. Certaines d'entre elles assurent la maîtrise des dangers que nous venons de mentionner, et d'autres ne sont pas directement liées à la sécurité (c'est-à-dire n'étant pas des Points Critiques pour la Maîtrise). Ce sont probablement des points où l'on contrôle la qualité et les exigences réglementaires des produits, qui sont habituellement appelés des **points de maîtrise de fabrication**. La maîtrise fait partie intégrante du rôle de ces points, au même titre que les Points Critiques pour la Maîtrise, mais la différence importante vient du fait que la notion de sécurité du consommateur n'est pas mise en avant.

Les Points Critiques pour la Maîtrise (CCP) représentent les étapes d'un procédé de fabrication où les dangers relatifs à la sécurité du produit sont maîtrisés. Ce sont les points qui assurent que le danger dans le produit fini est incapable de nuire au consommateur. Le CCP est défini comme suit :

CCP : Un point, une étape, une procédure qui peut être maîtrisé afin de prévenir, éliminer ou réduire un danger à un niveau acceptable.

Les CCP sont essentiels pour la sécurité du produit puisqu'ils sont les points où les actions de maîtrise sont réalisées. Cependant, 1 CCP n'assure pas en lui-même la maîtrise. C'est l'action qui est conduite en ce point qui garantit celle-ci. Les facteurs de maîtrise dans le CCP ont normalement été décrits comme étant des mesures préventives ; toutefois, ils peuvent être également désignés comme options de maîtrise. Ils sont normalement définis comme des facteurs utilisés pour éliminer un danger ou le réduire à un niveau acceptable.

Les mesures préventives : facteurs physiques, chimiques ou autres pouvant être utilisés pour maîtriser un danger hygiénique.

Il est important que les CCP soient limités à des points vraiment critiques pour la sécurité sanitaire du produit, et cela implique que leur nombre soit restreint à un minimum afin de concentrer l'attention sur les facteurs essentiels pour la maîtrise sanitaire.

L'étude HACCP englobe tout ce qui a trait à la sécurité du produit, et ainsi le système HACCP est construit autour des CCP. Cependant les mêmes techniques HACCP peuvent être utilisées pour aider à établir les points de maîtrise de fabrication, ces contrôles de points de fabrications devant être séparés du système HACCP car leur inclusion rendrait le système difficile à maîtriser.

Pour ne plus avoir de difficultés à comparer et différencier les CCP et les points de maîtrise de fabrication, il faut se poser cette question simple :

Si je pers le contrôle, est-ce qu'un danger hygiénique peut apparaître ?

Si la réponse est oui, alors le problème doit être résolu par un CCP, tandis que si la réponse est non, le point de contrôle de fabrication est la solution.

L'efficacité des CCP est cruciale quant à la sécurité sanitaire du produit. Il faut que l'équipe HACCP maîtrise efficacement tous les dangers identifiés.

LA METHODE HACCP : GENERALITES

A. Préambule :

Le HACCP est une méthode qui permet :

- D'identifier et d'analyser les dangers aux différents stades du processus de production d'une denrée alimentaire ;
- De définir les moyens nécessaires à leur maîtrise ;
- De s'assurer que ces moyens sont mis en œuvre de façons effectives et efficaces.

Le HACCP doit être considéré comme une approche organisée et systématique permettant de construire, de mettre en œuvre ou d'améliorer l'assurance de la qualité microbiologique des denrées alimentaires. Il doit également être utilisé pour les aspects chimiques et physiques de la sécurité de ces produits.

Ce système de gestion des problèmes de salubrité des aliments, désormais reconnu dans le monde entier, repose sur la prévision et la prévention des dangers biologiques, chimiques et physiques plutôt que sur l'inspection des produits finis.

B. Historique

Le système HACCP est né aux Etats-Unis vers la fin des années soixante. Les pionniers en la matière furent les industries, telles que la Pillsbury Corporation, qui travaillait aux côtés de la NASA et des laboratoires de l'armée pour la conception et la réalisation de l'alimentation des cosmonautes. A l'origine, le HACCP a été développé comme un système de sécurité microbiologique, au tout début du programme américain de missions spatiales habitées, parce qu'il était vital d'assurer l'hygiène alimentaire des astronautes. A cette époque-là, la plupart des systèmes de qualité et de sécurité alimentaires étaient basés sur le contrôle du produit final. Or, pour assurer une totale sécurité des produits, il aurait fallu les tester tous ! Cette méthode n'était évidemment pas envisageable puisque tous les produits auraient été détruits. Ainsi, il devenait clair qu'un système préventif assurant un haut degré d'assurance qualité alimentaire était nécessaire : c'est de là qu'est né le système HACCP.

Le concept original était fondé sur le système suivant : Analyse des Modes de Défaillances et de leurs Effets : AMDE (Failure, Mode and Effect Analysis : FMEA), qui avant de mettre en place des mécanismes de maîtrise efficace passe en revue ce qui pourrait potentiellement dysfonctionner à chaque étape d'une opération, ainsi que les causes et les effets plausibles engendrés.

Comme l'AMDE, le HACCP vise à identifier les dangers, ou ce qui pourrait aller mal, au niveau de la sécurité du produit. Les systèmes de maîtrise et de gestion sont alors appliqués afin de garantir que le produit est sûr et ne peut être dangereux pour le consommateur

La partie « analyse des dangers », que nous allons étudiée plus loin, a été spécifiquement adaptée aux besoins de ces industries alimentaire. D'autres concepts ont été progressivement ajoutés tels que la détermination des points critiques pour la maîtrise (CCP), la surveillance, la vérification, ainsi que l'établissement d'un système documentaire.

La combinaison de ces différents éléments fait du HACCP tel qu'il est présenté aujourd'hui un outil « complet », spécifique de l'assurance de la qualité et de la sécurité des produits alimentaires.

Sur ces bases, et parallèlement à son utilisation par de nombreuses firmes industrielles agroalimentaires, diverses organisations internationales ont prôné le recours au HACCP, considéré comme l'un des meilleurs moyens de garantir la sécurité des produits alimentaires.

Les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), de l'International Commission for Microbiological Specification for Foods (ICMSF) et, plus récemment, du Codex Alimentarius (qui a proposé la première harmonisation internationale des définitions et des éléments de base du système) vont en particulier en ce sens.

Enfin, il faut noter que le concept de HACCP se trouve désormais repris et son utilisation encouragée par la **Commission des Communautés Européennes**. Ceci dit, dans le contexte de l'assurance de la qualité, de nombreuses « méthodes » ou « outils » ont été décrits et peuvent être utilisés aux mêmes fins. Le HACCP présente néanmoins sur elles quatre avantages :

- Celui de **son adaptation** spécifiques aux problèmes liés à la qualité microbiologique des produits alimentaires et à leur sécurité ;
- Celui de **sa relative simplicité** ;
- **Son caractère « complet »** : le HACCP peut être utilisé seul, c'est-à-dire sans qu'il soit nécessaire de développer un système organisationnel complexe, qui serait par exemple conforme en tous points aux exigences des normes ISO. Ce caractère en facilite l'utilisation par de petites unités de productions qui peuvent ne pas éprouver le besoin de mettre en place une telle organisation ;
- Celui, enfin et surtout, de la **reconnaissance internationale** et de la lisibilité pour ce qui concerne spécifiquement l'assurance de la qualité et de la sécurité des produits alimentaires.

C. Définitions :

1. HACCP

Le sigle HACCP signifie Hasard Analysis Critical Control Point dont la traduction officielle est **Analyse des Risques-Points Critiques pour leur Maîtrise**, que l'on peut remplacer plus explicitement par : Analyse des risques-Points de maîtrise essentiels.

Cette démarche HACCP est la démarche de base imposée par **la directive européenne du 14 juin 1993 relative à l'hygiène des denrées alimentaires**. Elle est à la fois souple et adaptable à toute activité, à toute entreprise quelle que soit son importance et à tout niveau de compétence et de qualification du personnel. Elle peut être mise en place progressivement car elle est évolutive. On peut l'utiliser pour un problème particulier ou pour plusieurs problèmes en même temps. Cette méthode peut, de plus, prendre en considération une ou plusieurs étapes de la chaîne de fabrication, voire toutes les étapes ou tous les domaines, et peut prendre en compte un, plusieurs ou tous les produits fabriqués par l'entreprise.

2. QUALITE

La qualité est **l'ensemble des caractéristiques que le consommateur attend d'un produit**. Ces caractéristiques peuvent concerner l'aspect organoleptique d'un produit, mais également s'il peut-être utilisé/consommé en toute sécurité.

La qualité d'un produit est une notion subjective : chaque consommateur à sa propre notion de la qualité d'un produit.

3. SECURITE

La sécurité d'un produit est une caractéristique d'un produit ou d'une denrée alimentaire non négociable. c'est à dire que c'est le minimum que l'on attend d'un produit.

Tout consommateur doit pouvoir consommer sans être inquiet ni troublé. Il doit se sentir tranquille, hors de tout danger.

4. DANGER

Un danger, c'est ce qui menace la sécurité ou la vie d'une personne. Cette notion est très liée à celle de risque, qui sera définie précisément plus loin.

D. Objectifs

La méthode HACCP a un **objectif de prévention** : la mise en place d'actions que l'on va vérifier de façon à être sûr que tout est bien appliqué de façon à satisfaire à l'impératif de sécurité et de salubrité alimentaires.

Toute méthode de prévention est préférable aux méthodes de contrôle des produits finis (moindre coût, meilleurs relations avec le clients). De plus, depuis la publication de la Directive européenne du 14 juin 1993, l'attitude préventive est devenue une obligation pour les entreprises.

Ces dernières ont par ailleurs **une obligation de résultats** : il est nécessaire pour les professionnels de donner satisfaction quant à la qualité et de donner confiance quant à la compétence de l'entreprise.

LA THEORIE DE LA METHODE HACCP

A. Généralités

Le système HACCP identifie des dangers spécifiques et détermine les mesures à adopter en vue de les maîtriser, et ceci dans le but d'assurer la salubrité des aliments. Il est axé sur la prévention au lieu de faire appel essentiellement à des procédures de contrôle a posteriori du produit fini. Tout système HACCP est à même de subir des adaptations et des changements, compte tenu notamment des progrès réalisés en matière de conception de l'équipement, des procédures de fabrication ou de l'évolution technologique.

Le système HACCP peut être utilisé tout au long de la chaîne alimentaire, de la production au consommateur final. Outre le renforcement de la salubrité des aliments, les avantages comprennent une meilleure utilisation des ressources et une solution plus opportune aux problèmes qui se posent. De plus, l'application du système HACCP peut aider les services réglementaires dans leur tâches d'inspection et favoriser le commerce international en renforçant la confiance à l'égard de la salubrité des aliments.

Pour être appliquée avec succès, le système HACCP requiert l'engagement sans réserve et la participation pleine et entière des gestionnaires et de l'ensemble du personnel. L'application de ce système doit être entreprise dans un esprit d'équipe. Celle-ci doit être constituée de personnes ayant les compétences requises, telles que personnel de production,

microbiologistes, spécialistes de la santé publique, spécialistes de la technologie alimentaire, chimistes, ingénieurs, agronomes et vétérinaires, selon les besoins de l'étude particulière. L'application du système HACCP est compatible avec la mise en œuvre des systèmes de gestion de la qualité, tels que ceux dans les normes de la série ISO. HACCP est le système approprié pour assurer la salubrité des aliments à l'intérieur de ces systèmes.

B. La logique fondamentale : les 7 grands principes

Les principes de base de l' HACCP sont très simples. Trop sans doute, à constater les efforts déployés depuis des années pour compliquer la méthode. Ceci dit, les imprécisions dans l'emploi des termes, les définitions polysémiques ou les traductions hasardeuses de texte anglo-saxons ajoutent encore aux difficultés des professionnels et nuisent à la clarté du message diffusé sur le terrain.

Remarque : La recommandation réglementaire a générée des besoins et, en retour, de nombreuses vocations de formateurs. Certains ont contribué à persuader l'ensemble des acteurs de la chaîne alimentaire de la complexité de la méthode HACCP et de l'obligation d'avoir recours à des spécialistes capables de la décrypter.

Le principe de base du raisonnement HACCP est de distinguer de façon très précise les étapes de la vie d'un produit, de la matière première au produit fini, en décrivant l'ensemble des « opérations unitaires » qui constituent le « schéma de vie » de la denrée. En pratique, il faut considérer que le système HACCP s'applique de façon spécifique à un couple produit-procédé. Il vise essentiellement à :

- Evaluer la capacité d'un système technique de production à répondre aux exigences relatives à la qualité et à la sécurité des produits.
- Le valider ou identifier les besoins d'amélioration.
- Mettre en place des dispositions adaptées d'assurance de la qualité et de la sécurité des denrées produites.

Pour cela, la mise en place d'un tel système suit une démarche rationnelle composée de 7 principes fondamentaux définis par le Codex Alimentarius, décrits ci-après :

Principe 1: Procéder à l'analyse des dangers

Identifier les dangers associés à une production alimentaire, à tous ses stades.
Evaluer la probabilité d'apparition de ces dangers.
Identifier les mesures préventives nécessaires à leur maîtrise.

Principe 2: Déterminer les points critiques (CCP)

Ce sont les points, étapes, procédures ou techniques mis en œuvre au cours du processus de fabrication et pour lesquels une action de maîtrise est indispensable pour limiter, réduire ou éliminer le ou les dangers identifiés.

Principe 3: Etablir les limites critiques

Il s'agit de définir pour chaque point critique les caractéristiques ou paramètres évaluables ou mesurable et de déterminer leurs limites critiques (valeurs, objectifs...) au-delà ou en-deçà desquelles le danger risque de ne plus être maîtrisé. Leur respect atteste de la maîtrise effective des points critiques à maîtriser.

Principe 4: Etablir le système de surveillance

Il correspond à l'ensemble des observations ou mesures à réaliser pour prévenir toute dérive du point critique. Il définit également les conditions d'enregistrement et d'exploitation des résultats, des observations ou des mesures, ainsi que les conditions de mise en œuvre des actions correctives. Il permet de s'assurer de la maîtrise effective des CCP, grâce à des tests ou à des observations programmées.

Principe 5: Définir les actions correctives

Pour chaque CCP sont définies les actions correctives à mettre en oeuvre lorsque la surveillance révèle qu'une limite critique est dépassée. Elles doivent permettre d'une part la gestion ou la correction de la non conformité, et d'autre part de rétablir la maîtrise au niveau du point critique.

Principe 6: Etablir les procédures pour la vérification

La vérification a pour objet de s'assurer que les moyens et conditions définies dans le système HACCP permettent la maîtrise effective des dangers, et aussi que ce système est effectivement appliqué dans l'entreprise. Elle inclue des tests et des procédures complémentaires, afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement.

Principe 7: Etablir un système documentaire

Le système documentaire doit regrouper l'ensemble des procédures établies à respecter, ainsi que les résultats et les informations générés par le système HACCP une fois qu'il est mis en place (enregistrement des résultats, actions correctives mises en oeuvre...).

MISE EN ŒUVRE PRATIQUE

La mise en œuvre pratique du système H.A.C.C.P. passe par le déroulement logique des 12 activités suivantes. Cela correspond à un véritable « plan de travail »:

- 1. Réunir une équipe pluridisciplinaire ;**
- 2. Décrire le produit ;**
- 3. Identifier l'utilisation attendue ;**
- 4. Construire le diagramme de fabrication ;**
- 5. Confirmer sur place le diagramme de fabrication ;**
- 6. Dresser la liste des dangers associés à chaque étape, conduire une analyse de ces dangers et considérer toute mesure permettant de les maîtriser ;**
- 7. Déterminer les points critiques pour la maîtrise ;**
- 8. Etablir les limites critiques à chaque point critique ;**
- 9. Etablir un système de surveillance ;**
- 10. Etablir un plan d'actions correctives ;**
- 11. Etablir des procédures pour la vérification ;**
- 12. Etablir la documentation.**

A. Réunir une équipe pluridisciplinaire

L'équipe HACCP est la structure opérationnelle indispensable à l'établissement du système. Elle doit comprendre des personnes ayant les compétences techniques relatives au produit et au process (responsable de production, de recherche-développement...), des personnes de la qualité ainsi que des opérateurs exécutant les activités quotidiennes de l'atelier. Il convient de préciser :

- **Le couple produit-procédé** sur lequel portera spécifiquement l'étude, la nature des dangers qui devront être considérés : dangers de nature microbiologique (germes pathogènes et/ou d'altération), chimique ou physique ;
- **L'étape ultime** jusqu'à laquelle la sécurité doit être garantie par l'étude : sortie d'usine, point de distribution, consommation.

B. Décrire le produit

Il s'agit d'identifier les différentes matières premières et les ingrédients entrant dans la composition du produit : nature, pourcentage, conditions de préparation, traitements subis, caractéristiques physico-chimiques (pH, a_w ...), conditions de conservation ou de stockage...

De la même manière, on décrira le produit fini : formulation, composition, pH, a_w , conservateurs, conditionnement et emballage, conditions de stockage et de distribution.

C. Identifier l'utilisation attendue

Il s'agit de décrire les modalités « normales » d'utilisation du produit, sa durée de vie (date limite de consommation ou d'utilisation optimale), les instructions données pour son utilisation (en particulier température et conditions de conservation).

D. Construire un diagramme de fabrication

Au cours de cette phase, le procédé de fabrication est dissocié en chacune de ses étapes élémentaires identifiées sous forme de diagramme : **le diagramme de fabrication**.

Pour chaque étape, il s'agit de collecter le maximum d'informations : locaux, nature et fonction des opérations, équipement et matériel utilisé, flux (air, eau, personnel, matières, déchets...), contacts produit/environnement, hygiène générale...

E. Confirmer sur place le diagramme de fabrication

Cela permet de s'assurer de la **fiabilité** du diagramme élaboré et de l'**exhaustivité** des renseignements recueillis.

F. Analyser les dangers et établir les mesures préventives

C'est une étape-clé de la démarche HACCP. Sous le terme de danger, il faut considérer :

- Les agents biologiques : parasites, micro-organismes, biotoxines :

- Les composés chimiques : toxiques naturels ou acquis, résidus, excès d'additifs... ;
- Les dangers physiques : verre, métal, plastique, cheveux... susceptibles de rendre la denrée impropre à l'usage à laquelle on la destine.

1. ANALYSE DES DANGERS

L'analyse des dangers comporte deux phases.

a) Identification des dangers et des conditions de leur présence

Il faut identifier les dangers aussi bien dans les conditions normales de fonctionnement qu'en cas d'anomalies (dérive de procédé, opérations fautives...)

Il est possible, à ce stade, d'utiliser **la méthode des 5M** pour lister toutes les causes possibles d'apparition des dangers :

- **Matière première** : produit sur lequel s'effectue l'opération ;
- **Main d'œuvre** : qualification du personnel, savoir-faire ;
- **Matériel** : machines, équipement ;
- **Mode opératoire** : procédures, instructions ;
- **Milieu** : environnement de travail, température, hygrométrie.

b) Evaluation des dangers

Nous allons présenter dans cette partie un exemple de méthode permettant d'évaluer les dangers.

L'application de cette méthode nécessite de faire correspondre à chaque danger identifié une évaluation quantitative :

- **de son risque ;**
- **de sa gravité ;**
- **de sa probabilité de détection.**

(1) Définition de la notion de risque

On définit la notion de risque comme étant la fréquence d'apparition du danger. Il peut être coté de manière très simple comme dans le tableau 1.

Tableau 1 : cotation du facteur risque (R)

1 : risque très faible	Le danger n'est jamais apparu
2 : risque occasionnel	Le danger peut apparaître lors d'anomalies de fonctionnement
3 : risque élevé	Le danger peut apparaître lors du fonctionnement normal
4 : risque très élevé -	Le danger apparaît quasiment à chaque fois

(2) Définition de la notion de gravité :

La gravité relève de l'analyse des conséquences directes du danger. Le tableau 2 précise une cotation de ce facteur.

Tableau 2 : Cotation du facteur gravité (G)

1 : danger sans gravité	Le danger n'a aucune incidence sur la santé humaine, ni sur les caractéristiques organoleptiques du produit.
2 : danger peu grave	Le danger a des conséquences sur les caractéristiques organoleptiques du produit.
3 : danger grave	Le danger peut entraîner des troubles mineurs de la santé humaine.
4 : danger très grave	Le danger entraîne la toxicité du produit et son retrait de la commercialisation.

(3) Définition de la notion de probabilité de détection

La probabilité de détection correspond à l'évaluation de la possibilité de mettre en évidence la présence du danger. Le tableau 3 établit une cotation de cette probabilité de détection.

Tableau 3 : Cotation du facteur de détection (D)

1 : danger facile à détecter	Il existe des signes avant-coureurs faciles à détecter par les opérateurs.
2 : danger détectable	Il existe des signes avant-coureurs qui nécessitent de l'attention pour être détectés.

3 : danger difficile à détecter	Les signes avant-coureurs ne sont pas détectables en routine par les opérateurs.
4 : danger indétectable	Il n'existe pas de signe avant-coureur.

(4) La criticité

On affecte à chaque danger identifié un facteur de criticité (C) résultant de la multiplication de ces trois évaluations.

$$\text{CRITICITE} = \text{R (risque)} \times \text{G (gravité)} \times \text{D (probabilité de détection)}$$

La cotation de la criticité varie de 1 (criticité très faible) à 64 (criticité très forte).

L'analyse des dangers permet donc d'identifier les dangers significatifs à considérer spécifiquement pour garantir la sécurité, d'évaluer les facteurs ayant une influence et de hiérarchiser la criticité.

2. ETABLISSEMENT DES MESURES PREVENTIVES

Les mesures préventives sont les activités, actions, moyens ou techniques permettant de prévenir le danger ou de réduire sa criticité à un niveau acceptable. Elles peuvent être de nature physique (temps ou température de stockage, rapport temps-température à appliquer...), chimique (% de sel, d'additif, pH à obtenir...) ou biologique (organoleptique, hygiénique...).

L'équipe HAC.C.P. doit en dresser la liste en sachant que :

- Plus d'une mesure préventive peut être nécessaire pour maîtriser un danger donné et que plusieurs dangers peuvent être maîtrisés par la même mesure préventive ;

- Il faut parfois choisir entre plusieurs mesures celle qui paraît la plus pertinente, tant du point de vue efficacité que du point de vue coût ou facilité de mise en œuvre.

G. Déterminer les points critiques pour la maîtrise

Seront retenus comme points critiques les points, étapes opérationnelles ou procédures au niveau desquels des actions de prévention et de surveillance peuvent être effectuées sur un ou plusieurs critères dans le but de réduire ou d'empêcher l'apparition du danger considéré.

La notion de point critique est donc différente de celle de point à risque : les points à risque sont les étapes dont la criticité est élevée, mais ce ne sont pas forcément des CCP car des actions de maîtrise ne sont pas toujours possibles à mettre en place. Dans ce cas, l'action de maîtrise sera exercée en amont ou en aval de cette étape.

On considérera ainsi comme C.C.P. :

- Toute **matière première** ou ingrédient assurant la sécurité du process ;
- Toute **étape du procédé** de fabrication dont la maîtrise est déterminante pour prévenir, éliminer ou réduire efficacement un danger.

Leur identification doit conduire l'équipe HACCP à développer et à formaliser avec une attention et une rigueur particulière les mesures préventives à mettre en œuvre ainsi que les mesures de surveillance nécessaires.

L'identification des CCP peut être facilitée par le recours à « **l'arbre de décision** » proposé par le Codex Alimentarius. Celui-ci est décrit dans l'annexe 3.

H. Etablir les limites critiques à chaque point critique

Pour chaque C.C.P. identifié, l'équipe HACCP doit définir les modalités de la surveillance. Le travail débute par l'identification des caractéristiques à surveiller. Pour chacune de ces caractéristiques, on définit les critères dont le respect est impératif pour assurer la maîtrise effective du CCP : ce sont les limites critiques. Les limites critiques correspondent aux **valeurs extrêmes acceptables** au regard de la sécurité du produit. Elles sont exprimées pour des paramètres observables ou mesurables : température, temps, pH, teneur en additif, en sel...

Les limites critiques peuvent être déduites de plusieurs sources : textes réglementaires, guides de bonnes pratiques, validation par le service Recherche et Développement...

I. Etablir le système de surveillance

Il s'agit ici de définir avec précision les plans, méthodes, dispositifs nécessaires pour effectuer les observations, tests ou mesures permettant de s'assurer que chaque exigence formulée pour les C.C.P. est bien respectée. Idéalement, la surveillance devrait être continue et fournir l'information en temps réel afin que des actions correctives puissent être mises en place avant qu'il ne soit nécessaire de rejeter le produit. En pratique, la surveillance est le plus souvent discontinuée. Il faut alors **définir le nombre ou la fréquence des opérations** de telle sorte que la maîtrise du CCP puissent être assurée avec une fiabilité suffisante.

Les méthodes donnant des résultats rapides sont à préférer : observations visuelles, mesures physiques, chimiques ou sensorielles. Les méthodes microbiologiques sont peu utilisables dans ce cadre. Par contre, elles sont irremplaçables pour établir les besoins (analyse des dangers) et vérifier que le système fonctionne efficacement.

Dans tous les cas, il convient de formaliser le système de surveillance en précisant en particulier :

- la nature et le principe du test ou de la méthode utilisé ;
- la fréquence de l'observation ou de la mesure ;
- le lieu ou l'emplacement d'exécution ;
- le matériel à utiliser ;
- le mode opératoire ;
- le plan de prélèvement des échantillons ;
- les responsabilités d'exécution et d'interprétation des résultats ;
- les modalités d'enregistrement des résultats ;
- la circulation des informations.

J. Etablir un plan d'actions correctives

Ce sont les actions qui doivent être immédiatement prises lorsque le système de surveillance révèle la perte de maîtrise d'un C.C.P.. Elles doivent être prévues pour chaque C.C.P., être telles qu'elles permettent **une réaction immédiate et l'élimination du danger**, et enfin, elles doivent comporter des dispositions relatives à **la gestion des produits affectés** par la déviation observée.

Les actions correctives doivent faire l'objet de procédures opérationnelles spécifiques et faire l'objet d'enregistrements appropriés.

K. Etablir des procédures pour la vérification

Cette phase consiste à définir les activités, méthodes, tests complémentaires à mettre en œuvre pour vérifier que le système HACCP fonctionne bien. Elle vise en pratique à s'assurer que le système est correctement appliqué et que les dispositions prises sont efficaces.

La vérification se fait généralement sous forme d'**audits** auxquels il est possible d'ajouter d'autres observations ou mesures telles que : **examens microbiologiques** renforcés des produits intermédiaires ou des produits finis, validation (ou revalidation) des limites critiques, enquêtes auprès des consommateurs...

Toute activité de vérification doit faire l'objet d'un rapport. La mise en œuvre de la vérification entraîne la détermination des besoins d'actions d'amélioration du système HACCP. Les modifications qui en résultent doivent être mises en œuvre, enregistrées et incorporées au plan HACCP.

L. Etablir la documentation

Elle comportera deux types de documents :

1. **La documentation sur le système** mis en place : procédures, modes opératoires, instructions de travail se référant aux points 1 à 11. Ces documents constituent le « plan HACCP » à proprement parler.
2. **Les enregistrements** se référant aux points 1 à 11. Dans le cas où l'entreprise a déjà mis en place un système d'assurance qualité (certification ISO en particulier), les documents générés par la mise en place du HACCP doivent s'intégrer au système documentaire existant afin de simplifier la gestion des documents et éviter leur multiplication.

Quoiqu'il en soit, pour être efficace, toute étude H.A.C.C.P. implique l'engagement préalable et formel de la Direction de l'entreprise : disponibilité ménagée pour chaque membre de l'équipe, attribution de ressources suffisantes pour l'étude elle-même mais aussi pour la mise en œuvre des mesures préventives, de surveillance ou de vérification qu'elle a conduit à identifier. De plus, la démarche H.A.C.C.P. doit prendre en compte la spécificité propre de l'entreprise et éviter d'être développée selon des schémas préétablis sous peine d'aller à l'encontre des objectifs fixés.

CONCLUSION

La méthode HACCP est reconnue internationalement comme l'outil le mieux adapté pour assurer la sécurité d'un produit. Elle permet d'anticiper ou de prévenir les problèmes avant qu'ils ne surviennent tout en validant un savoir-faire et en fournissant la preuve d'une maîtrise appropriée des risques sanitaires. Elle renforce l'image de qualité et de sécurité des produits et est favorable non seulement à la protection des consommateurs mais aussi à la productivité et à la compétitivité de l'entreprise. Cependant, pour être efficace, la démarche HACCP doit reposer sur des mesures concrètes et facilement applicables, adaptées au produit et au process et elle ne doit pas être figée mais, au contraire, vivre et évoluer avec le reste de l'entreprise.

Cependant, la mise en oeuvre pratique du système HACCP, et en particulier la détermination des mesures préventives et de surveillance appropriées, implique une bonne connaissance de la microbiologie alimentaire et des méthodes de maîtrise des dangers microbiens. C'est là que réside la principale difficulté, surtout pour les petites entreprises qui ne disposent pas forcément en interne des compétences nécessaires.

Le HACCP au quotidien : comment maintenir son système HACCP ?

Une fois l'étude HACCP achevée et les CCP contrôlés, on peut laisser échapper un soupir de soulagement et se féliciter d'utiliser le HACCP pour gérer la sécurité alimentaire. Mais il faut rester vigilant ! La méthode HACCP a été réalisée à un instant donné, et elle doit être entretenue pour être aussi efficace que le jour où elle a été mise en oeuvre. Comme tout système de gestion de la qualité, l'entretien du système HACCP est un point essentiel. L'étude initiale devient un système agissant comme point de référence pour les améliorations futures et conduisant à une identification des faiblesses afin de mettre en oeuvre des actions correctives. La méthode HACCP doit être considérée comme un mode d'action au quotidien,

Conclusion.

par toute l'entreprise, dès le moment où les premières études sont exécutées et où les réalisations sont en route.

Quelles peuvent être les activités qui peuvent faire avancer le système, le rendre vivant au lieu de le résumer à un tas de documents sur l'étagère du bureau du « coordonateur-qualité » ? Ceci passe en premier lieu par la vérifications et le suivi par audit.

Comme nous l'avons vu, le système HACCP doit inclure des procédures de vérification pour assurer que le plan HACCP est applicable au jour le jour. Ceci peut être fait de la façon la plus efficace en utilisant une méthode d'audit. Celle-ci est décrite dans l'annexe 4. Un audit peut être défini comme un examen indépendant et systématique dont le but est de déterminer si ce qui se passe réellement est conforme ou non aux procédures écrites. Il permet également de savoir si les procédures ont été mises en place, tel que les objectifs l'avaient défini au préalable. Les avantages de l'audit d'un système HACCP sont :

1. Fournir une preuve écrite d'application de la gestion de la sécurité alimentaire ;
2. Avoir un rapport indépendant et objectif de l'efficacité du système HACCP ;
3. Maintenir la confiance dans le système HACCP en vérifiant l'efficacité de la maîtrise ;
4. Identifier des domaines où améliorer et renforcer le système ;
5. Continuellement renforcer la connaissance de la gestion de la sécurité alimentaire ;
6. Remplacer les mécanismes de maîtrise obsolètes.

AUDIT : Examen systématique et indépendant déterminant si les activités et résultats satisfont aux procédures documentées et si ces procédures sont mises en oeuvre de façon effective et efficace et sont aptes à atteindre les objectifs fixés.

En termes de HACCP, atteindre les objectifs signifie réussir la production et la distribution de produits alimentaires sains en utilisant le HACCP.

Conclusion.

L'audit peut être considéré comme un bilan de santé du système HACCP. C'est un moyen de déterminer ses forces et ses faiblesses, et en prenant des mesures correctives appropriées, un moyen de réaliser des améliorations continues.

D'autre part, cet audit doit permettre d'analyser les enregistrements réalisés, pour apprécier le déroulement du système. Cela permet finalement de tenir compte d'éventuels dangers nouveaux. En effet, il faut constamment rester vigilant face à l'apparition de nouveaux dangers, liés à la mise en œuvre de nouvelles technologies, de nouvelles recettes ou de nouvelles matières premières, les changements de législation, ainsi qu'à l'évolution des connaissances relatives aux problèmes existants...

Finalement, cet audit permet de modifier et de mettre à jour son plan HACCP, et d'évaluer les besoins en formation continue.

Le HACCP et les systèmes de gestion de la qualité : leur force combinée.

On a pu parfois dire qu'il y avait peu de points communs entre le HACCP et les autres systèmes de gestion de la qualité. En fait, nous allons voir que sans l'aide de systèmes tels que ISO 9000, le système HACCP ne serait pas aussi efficace.

Tout d'abord, qu'entendons-nous par système de gestion de la qualité ? Simplement, l'ensemble des activités qui ont lieu dans une entreprise afin d'assurer que les objectifs de qualité sont atteints. Dans ce cadre, le HACCP peut être considéré comme un système de gestion de la qualité : il s'agit d'une activité qui permet de vérifier que les aliments produits sont sains.

De nombreuses entreprises basent leur système de gestion de la qualité sur la norme internationale ISO 9000. Le système peut être certifié de façon formelle, mais on peut aussi utiliser les recommandations des normes comme une trame pour un système interne propre à une entreprise. Le standard ISO 9000 peut être utilisé pour un très large éventail d'activités, et ce dans de nombreuses organisations. C'est un système de gestion de la qualité qui a pour objectif principal de prévenir et de détecter tout produit non conforme pendant les phases de production et de distribution au consommateur, et qui adopte une action corrective pour s'assurer que ce type de non-conformité ne se reproduira pas à nouveau. ISO 9000 signifie que le produit correspond à 100 % à ses spécifications. Il reste évidemment un danger : si l'on

Conclusion.

spécifie un produit dangereux. le système de qualité va assurer de produire en permanence un produit dangereux.

Dès lors, comment peut-on s'assurer, à la fois de spécifier un produit sûr et de toujours le produire de cette façon ? En utilisant le HACCP, et en gérant ce système HACCP par l'utilisation d'ISO 9000.

ISO 9000 et HACCP, dans les domaines respectifs de la qualité et de la gestion de la sécurité alimentaire, ont de nombreux points communs. Les deux systèmes nécessitent une implication de tout le personnel de l'entreprise, les approches adoptées sont très structurées et dans les deux cas, elles entraînent la détermination et la spécification précise des problèmes clefs. Les deux systèmes sont des systèmes d'assurance qualité, conçus pour donner au maximum l'assurance qu'un niveau acceptable de qualité/sécurité est atteint, avec un coût raisonnable. Les techniques de maîtrise de la qualité, à savoir des tests et des vérifications statistiquement validées, sont partie intégrante des systèmes d'assurance qualité. Elles sont utilisées pour vérifier que les points critiques pour la maîtrise ont été surveillés, tant pour la qualité que la sécurité.

Au final, dans la gestion de la sécurité alimentaire, le plus haut degré de confiance sera atteint grâce à :

L'utilisation d'un système HACCP qui a été établi par des experts ;

L'assurance que le système HACCP est suivi à 100 %, en utilisant l'approche ISO 9000 pour atteindre les spécifications (en terme du HACCP, les CCP).

C'est à dire en utilisant un système de gestion de la qualité pour gérer le HACCP.

CONCLUSION

La méthode HACCP est reconnue internationalement comme l'outil le mieux adapté pour assurer la sécurité d'un produit. Elle permet d'anticiper ou de prévenir les problèmes avant qu'ils ne surviennent tout en validant un savoir-faire et en fournissant la preuve d'une maîtrise appropriée des risques sanitaires. Elle renforce l'image de qualité et de sécurité des produits et est favorable non seulement à la protection des consommateurs mais aussi à la productivité et à la compétitivité de l'entreprise. Cependant, pour être efficace, la démarche HACCP doit reposer sur des mesures concrètes et facilement applicables, adaptées au produit et au process et elle ne doit pas être figée mais, au contraire, vivre et évoluer avec le reste de l'entreprise.

Cependant, la mise en oeuvre pratique du système HACCP, et en particulier la détermination des mesures préventives et de surveillance appropriées, implique une bonne connaissance de la microbiologie alimentaire et des méthodes de maîtrise des dangers microbiens. C'est là que réside la principale difficulté, surtout pour les petites entreprises qui ne disposent pas forcément en interne des compétences nécessaires.

Le HACCP au quotidien : comment maintenir son système HACCP ?

Une fois l'étude HACCP achevée et les CCP contrôlés, on peut laisser échapper un soupir de soulagement et se féliciter d'utiliser le HACCP pour gérer la sécurité alimentaire. Mais il faut rester vigilant ! La méthode HACCP a été réalisée à un instant donné, et elle doit être entretenue pour être aussi efficace que le jour où elle a été mise en oeuvre. Comme tout système de gestion de la qualité, l'entretien du système HACCP est un point essentiel. L'étude initiale devient un système agissant comme point de référence pour les améliorations futures et conduisant à une identification des faiblesses afin de mettre en oeuvre des actions correctives. La méthode HACCP doit être considérée comme un mode d'action au quotidien, par toute l'entreprise, dès le moment où les premières études sont exécutées et où les réalisations sont en route.

Quelles peuvent être les activités qui peuvent faire avancer le système, le rendre vivant au lieu de le résumer à un tas de documents sur l'étagère du bureau du « coordinateur-qualité » ? Ceci passe en premier lieu par la vérifications et le suivi par audit.

Comme nous l'avons vu, le système HACCP doit inclure des procédures de vérification pour assurer que le plan HACCP est applicable au jour le jour. Ceci peut être fait de la façon la plus efficace en utilisant une méthode d'audit. Celle-ci est décrite dans l'annexe 4. Un audit peut être défini comme un examen indépendant et systématique dont le but est de déterminer si ce qui se passe réellement est conforme ou non aux procédures écrites. Il permet également de savoir si les procédures ont été mises en place, tel que les objectifs l'avaient défini au préalable. Les avantages de l'audit d'un système HACCP sont :

1. Fournir une preuve écrite d'application de la gestion de la sécurité alimentaire ;
2. Avoir un rapport indépendant et objectif de l'efficacité du système HACCP ;
3. Maintenir la confiance dans le système HACCP en vérifiant l'efficacité de la maîtrise ;

4. Identifier des domaines où améliorer et renforcer le système ;
5. Continuellement renforcer la connaissance de la gestion de la sécurité alimentaire ;
6. Remplacer les mécanismes de maîtrise obsolètes.

AUDIT : Examen systématique et indépendant déterminant si les activités et résultats satisfont aux procédures documentées et si ces procédures sont mises en oeuvre de façon effective et efficace et sont aptes à atteindre les objectifs fixés.

En termes de HACCP, atteindre les objectifs signifie réussir la production et la distribution de produits alimentaires sains en utilisant le HACCP.

L'audit peut être considéré comme un bilan de santé du système HACCP. C'est un moyen de déterminer ses forces et ses faiblesses, et en prenant des mesures correctives appropriées, un moyen de réaliser des améliorations continues.

D'autre part, cet audit doit permettre d'analyser les enregistrements réalisés, pour apprécier le déroulement du système. Cela permet finalement de tenir compte d'éventuels dangers nouveaux. En effet, il faut constamment rester vigilant face à l'apparition de nouveaux dangers, liés à la mise en œuvre de nouvelles technologies, de nouvelles recettes ou de nouvelles matières premières, les changements de législation, ainsi qu'à l'évolution des connaissances relatives aux problèmes existants...

Finalement, cet audit permet de modifier et de mettre à jour son plan HACCP, et d'évaluer les besoins en formation continue.

Le HACCP et les systèmes de gestion de la qualité : leur force combinée.

On a pu parfois dire qu'il y avait peu de points communs entre le HACCP et les autres systèmes de gestion de la qualité. En fait, nous allons voir que sans l'aide de systèmes tels que ISO 9000, le système HACCP ne serait pas aussi efficace.

Tout d'abord, qu'entendons-nous par système de gestion de la qualité ? Simplement, l'ensemble des activités qui ont lieu dans une entreprise afin d'assurer que les objectifs de qualité sont atteints. Dans ce cadre, le HACCP peut être considéré comme un système de gestion de la qualité : il s'agit d'une activité qui permet de vérifier que les aliments produits sont sains.

De nombreuses entreprises basent leur système de gestion de la qualité sur la norme internationale ISO 9000. Le système peut être certifié de façon formelle, mais on peut aussi utiliser les recommandations des normes comme une trame pour un système interne propre à une entreprise. Le standard ISO 9000 peut être utilisé pour un très large éventail d'activités, et ce dans de nombreuses organisations. C'est un système de gestion de la qualité qui a pour objectif principal de prévenir et de détecter tout produit non conforme pendant les phases de production et de distribution au consommateur, et qui adopte une action corrective pour s'assurer que ce type de non-conformité ne se reproduira pas à nouveau. ISO 9000 signifie que le produit correspond à 100 % à ses spécifications. Il reste évidemment un danger : si l'on spécifie un produit dangereux, le système de qualité va assurer de produire en permanence un produit dangereux.

CONCLUSION

Dès lors, comment peut-on s'assurer, à la fois de spécifier un produit sûr et de toujours le produire de cette façon ? En utilisant le HACCP, et en gérant ce système HACCP par l'utilisation d'ISO 9000.

ISO 9000 et HACCP, dans les domaines respectifs de la qualité et de la gestion de la sécurité alimentaire, ont de nombreux points communs. Les deux systèmes nécessitent une implication de tout le personnel de l'entreprise, les approches adoptées sont très structurées et dans les deux cas, elles entraînent la détermination et la spécification précise des problèmes clefs. Les deux systèmes sont des systèmes d'assurance qualité, conçus pour donner au maximum l'assurance qu'un niveau acceptable de qualité/sécurité est atteint, avec un coût raisonnable. Les techniques de maîtrise de la qualité, à savoir des tests et des vérifications statistiquement validées, sont partie intégrante des systèmes d'assurance qualité. Elles sont utilisées pour vérifier que les points critiques pour la maîtrise ont été surveillés, tant pour la qualité que la sécurité.

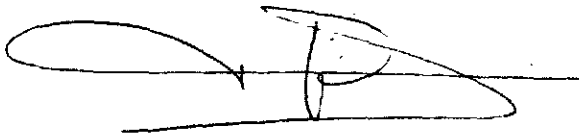
Au final, dans la gestion de la sécurité alimentaire, le plus haut degré de confiance sera atteint grâce à :

L'utilisation d'un système HACCP qui a été établi par des experts ;

L'assurance que le système HACCP est suivi à 100 %, en utilisant l'approche ISO 9000 pour atteindre les spécifications (en terme du HACCP, les CCP).

C'est à dire en utilisant un système de gestion de la qualité pour gérer le HACCP.

**Le Professeur responsable
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon**



Le Président de la thèse



Vu et permis d'imprimer

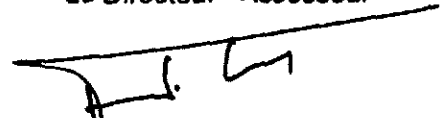
Lyon, le 20 MAR 2002

**Pour le Président de l'Université,
Le Président du Comité de Coordination des Etudes Médicales,
Professeur F. MAUGUIERE**



**Vu : Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon**

*Pour le Directeur empêché
Le Directeur - Assesseur*



**Professeur Guy CHANTEGRELET
Professeur J-F CHARY**

Annexe 1

Présentation des principaux germes et leur présence dans certains aliments

	Microbes pathogènes										Microbes d'altération				
	Staphylococcus aureus	Bacillus cereus	Clostridium perfringens	Salmonella	Shigella	Campylobacter jejuni	Yersinia enterocolitica	Vibrio parahaemolyticus	Escherichia coli	Listeria monocytogenes	Clostridium botulinum	Virus	Pseudomonas	Lactiques	Spores diverses
Bœuf			■	■					■			■	■	■	■
Veau				■								■	■		
Porc	■		■	■				■				■	■		
Cheval			■	■								■	■		
Abats			■	■								■	■		■
Volailles	■		■	■		■						■	■	■	■
Gibiers			■	■			■					■	■		
Poissons			■	■			■			■		■	■		
Coquillages				■							■				
Lait-beurre	■					■			■					■	
Fromages									■					■	
Œufs				■											
Salades				■				■							
Légumes			■						■	■					
Céréales		■													
Epices			■												■
Charcuterie-salaison	■		■	■					■	■				■	■
Pâtisserie à la crème	■		■	■											
Conserves															

Probabilité forte :

Probabilité faible :



Annexe 2

Pourcentage d'acide organique non dissocié à différentes valeurs de pH et pourcentage d'acide non dissocié inhibant la croissance de la plupart des souches.

Tableau 1 pourcentage d'acide organique non dissocié à différentes valeurs de pH

Acide	Valeur de pH				
	3	4	5	6	7
Acétique	98,5	84,5	34,9	5,1	0,54
Citrique	53,0	18,9	0,41	0,006	<0,001
Lactique	86,6	39,2	6,05	0,64	0,064
Benzoïque	93,5	59,3	12,8	1,44	0,144
Sorbique	97,4	82,0	30,0	4,1	0,48
Propionique	98,5	87,6	41,7	6,67	0,71

Tableau 2 Pourcentage d'acide non dissocié inhibant la croissance de la plupart des souches

Acide	Enterobacteriaceae	Bacillaceae	Micrococceae	Levures	Moisissures
Acétique	0,05	0,1	0,05	0,5	0,1
Citrique	>0,005 ^a	0,005	0,001 ^b	0,005	>0,005
Lactique	>0,01	0,03	0,01	>0,01	>0,02
Benzoïque	0,01	0,02	0,01	0,05	0,1
Sorbique	0,01	0,02 ^c	0,02	0,02	0,04
Propionique	0,05	0,1	0,1	0,2	0,05

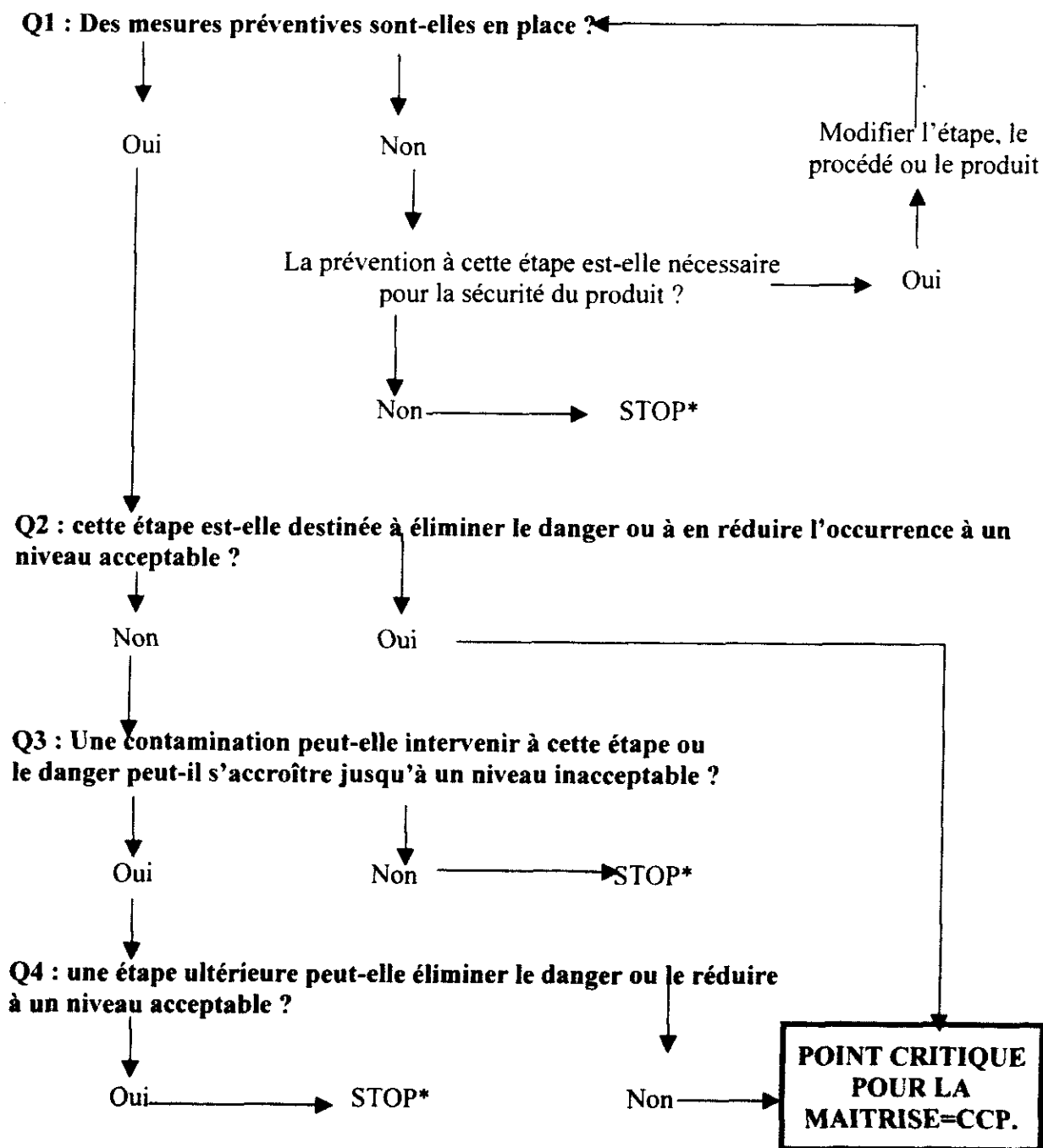
a Les concentrations habituelles sont plus importantes.

b Cette valeur est pour *Staphylococcus aureus* ; les microcoques sont plus résistants.

c Les Clostridies sont plus résistants.

Annexe 3

Arbre de décision pour l'identification des CCP.



* : L'étape n'est pas un CCP : appliquer l'arbre de décision au danger ou à l'étape suivante.

Annexe 4

Etude pour un pré-audit d'Assurance Qualité Fournisseur.

1. Nom de l'entreprise, adresse, contacts et détails sur la propriété, incluant l'organisation structurelle et le nombre d'employés.
2. Site de production pour le produit.
3. Depuis combien de temps l'usine fonctionne-t-elle ?
4. A-t-elle été construite dans le but d'une utilisation précise ?
5. Y a-t-il d'autres produits fabriqués dans ces installations ?
6. Est-ce que l'entreprise possède un système de gestion de la sécurité des produits, basé sur le HACCP ?
7. Est-ce que l'entreprise possède un système d'assurance qualité, comme l'ISO 9000, et est-elle certifiée ?
8. Est-ce que les tests microbiologiques sont faits sur le site, et incluent-ils les tests de micro-organismes pathogènes ?
9. Des contrats avec des laboratoires externes ont-ils été signés ?
10. Les laboratoires sur site et les laboratoires externes sont-ils accrédités par un organisme indépendant ?
11. Est-ce que le site de production est couvert par un contrat de maîtrise contre les insectes et rongeurs ; sinon, quelles sont les procédures de maîtrise utilisées ?
12. Où sont lavés les vêtements de protection ? Si un contrat de nettoyage existe avec une société spécialisée, a-t-elle été auditée ?
13. Qui est responsable du nettoyage des machines ? Si un contrat de nettoyage est utilisé, quelle est la fréquence des interventions ?
14. Y a-t-il des matières premières, des produits intermédiaires ou finis, qui sont stockés en dehors du site, et si tel est le cas, qui est responsable de la surveillance des installations ?
15. Les spécifications sont-elles connues pour toutes les matières premières et tous les produits finis ?
16. Est-ce que des procédures écrites de travail sont présentes sur le site de production ?
17. Y a-t-il des recommandations écrites d'hygiène du personnel ?
18. Quelle est la formation reçue par les manipulateurs de produits alimentaires ?
19. Quels types de véhicules (possédés/loués) sont utilisés pour la distribution, et qui gère leur utilisation ?
20. Quelle législation est applicable aux opérations de l'entreprise ?

Références bibliographiques

AMGAR *Sécurité alimentaire 96, compte rendu de la quatrième conférence internationale ASEPT, 4, 5, 6, juin 1996-Laval-France*
ASEPT éditeur, 383 pages.

ANONYME *Hygiène et qualité le risque zéro n'existe pas*
Process n° 1104, avril 1995, p. 24 à 26.

ANONYME *B-A ha, hygiène*
Process n° 1108, septembre 1995.

BOURGEOIS, MESCLE, ZUCCA *Microbiologie alimentaire, tome 1: Aspects microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments*
Lavoisier, 1996, 658 pages.

CAMPDEN FOOD AND DRINK RESEARCH ASSOCIATION (1992) *HACCP : a practical guide*
Technical manual n° 38

CODEX COMMITTEE ON FOOD HYGIENE (1993) *Guidelines for the application of the Hazard Analysis Critical Control Point System, in Training considerations for the application of the HACCP system to food processing and manufacturing*
World Health Organization, WHO/FNU/FOS/93.3 II.

DIRECTIVE EUROPEENNE 93/43/CEE (14 juin 1993) relative à l'hygiène des denrées alimentaires.
Bulletin Officielle de la Communauté Européenne, juillet 1993, n° L 175/I.

DIRECTIVE EUROPEENNE 89/107/CEE (1989) relative aux additifs autorisés dans les denrées alimentaires destinées à l'alimentation humaine.

EYMERY-THIRY *Nouvelle approche et hygiène des denrées alimentaires*
Thèse de doctorat vétérinaire, Maisons-alfort, 1993.

IFST (1993) *Shelf Life Foods—Guidelines for its determination and prediction*
Institute of food Science and Technology, London.
International Standards Organisation (1987).

ISO 9000 *Quality management and quality assurance standards : guidelines for selection and use.*

JOUVE *La qualité microbiologique des aliments—maîtrise et critères* (2ème édition)
CERNA-CNRS, 1996, p. 17 à 65 et 201 à 335.

LECLERC, GAILLARD, SIMONET *Microbiologie générale*
DOIN édition, 1995.

MAFART *Génie industriel Alimentaire, tome 1 : Les procédés physiques de conservation*
Lavoisier, 1991

MOLL *Sécurité alimentaire du consommateur*
Lavoisier, 1995, 300 pages.

MORTIMORE WALLACE *HACCP, Guide pratique*
Polytechnica, 1996, 289 pages.

MULTON *La qualité des produits alimentaires : politiques, incitations, gestions et contrôle*
Lavoisier.

PIERSON, CORLETT *HACCP Principles et application*
Van Nostrand Reinhold, New York.

ROUX *Conserver les aliments—Comparaison des méthodes et des technologies*
Lavoisier, 1994, 705 pages.

ROZIER *HACCP : de la théorie à quelques contraintes*
La Cuisine Collective AVHA, 1995, 80 pages.

SALVAT *Influence de la durée et des conditions de conservation sur la croissance des microorganismes*
La Bretagne Alimentaire n 3, ADRIA, Quimper, mai-juin 1994, P. 4 à 13.

SCHILLIO *Les microorganismes des denrées alimentaires : quelques aspects de leur biologie et les conséquences de leur développement sur la salubrité des denrées*
Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse, 1995, 84 pages.

SPRENGER *Hygiene for management*
5^{ème} édition, Highfield Publications, Rotherman and London.

VAREILLE *Place de l'HACCP dans la gestion du risque sanitaire dans l'industrie agroalimentaire*
La Bretagne Agroalimentaire n 4, ADRIA Quimper, juillet-août 1993, p. 12 à 13.

VERGONJEANNE *Le système HACCP : méthodologie*
Thèse de Doctorat vétérinaire, Toulouse, 1993, 71 pages.

NAULOT Sylvain

LA METHODE HACCP: DU POURQUOI AU COMMENT

Thèse vétérinaire : Lyon 2002

RESUME :

L'Analyse des dangers et des Points Critiques pour leur maîtrise (HACCP en anglais) est probablement le plus important système de gestion de la sécurité alimentaire. Plusieurs raisons expliquent la prépondérance de cet outil de prévention des risques : pression réglementaire, des médias, des consommateurs.

Le HACCP consiste tout d'abord à analyser les dangers :

- identifications des principaux risques (biologiques, chimiques, physiques) ;
- fréquence et conditions des contaminations
- conditions de développement ou de survie dans le produit.

Ce système implique de développer le process en étapes unitaires et analyser les dangers potentiels à chacune de ces étapes. Les points qui sont critiques pour la sécurité sont alors identifiés : ce sont les étapes du process au niveau desquelles des actions de prévention et de surveillance peuvent être mises en place dans le but de réduire ou d'empêcher l'apparition des dangers.

MOTS CLES :

HACCP – HYGIENE DES ALIMENTS - RISQUES MICROBIOLOGIQUES
– RISQUES CHIMIQUES – RISQUES PHYSIQUES — CONTAMINATION
MICROBIENNE – PREVENTION

JURY :

Président : Monsieur le Professeur Gharib
1^{er} assesseur : Monsieur le Professeur Franck
2^{ème} assesseur : Monsieur le Professeur Gonthier

Thèse soutenue publiquement le vendredi 29 mars 2002.

ADRESSE DE L'AUTEUR

4, rue du Manoir
03100
LAVAUT SAINTE ANNE