

**Module GM4
Maîtrise des agents
pathogènes
environnementaux dans
l'industrie alimentaire
- Module complémentaire aux
guides d'autocontrôle -
Fevia - UGent 2023**

Version 1 dd 2023-02-23

Table des matières

Liste des abréviations	4
Définitions	5
Législation pertinente	5
1. PARTIE 1 Champ d'application et délimitation.....	7
1.1. Objectif	7
1.2. Quels sont les pathogènes pouvant être considérés comme pathogènes environnementaux?	9
1.2.1. Contexte <i>Listeria monocytogenes</i>	9
1.2.2. Contexte <i>Salmonella</i> spp.....	10
1.2.3. Pathogènes environnementaux spécifiques au secteur	11
1.3. Souches transitoires versus souches persistantes	11
1.4. Secteurs concernés.....	12
2. PARTIE 2 Mesures préventives pour éviter la contamination microbologique de l'environnement de production (= bonnes pratiques et programmes prérequis)	14
2.1. Engagement de la direction.....	14
2.2. Évaluation des risques des activités et évaluation des risques des voies d'entrée potentielle d'une contamination environnementale	15
2.2.1. Évaluation des risques liés aux activités.....	15
2.2.2. Évaluation des risques concernant les voies d'entrée et les sources de contamination 20	
2.3. Structure et infrastructure	21
2.3.1. Structure (disposition) de l'entreprise	22
2.3.2. Installations	26
2.3.3. Contrôle de l'eau, de l'humidité et de la température	28
2.4. Entretien technique.....	29
2.5. Nettoyage et désinfection	30
2.5.1. Protocole (e.a., concentration, durée, 5 étapes, fréquence).....	31
2.5.2. La procédure N&D peut également être une source de contamination.....	34
2.6. Inspection de l'hygiène.....	35
2.7. Méthodologie de travail et contrôle des processus.....	35
2.8. Matières premières et ingrédients comme source de contamination microbologique	37
3. Partie 3 : Surveillance environnementale	39
3.1. Évaluation des risques de contamination environnementale.....	40
3.2. Zonage	40
3.3. Agent(s) pathogène(s) cible(s) pour l'échantillonnage	41
3.4. Enregistrement et caractérisation des sites d'échantillonnage	41

3.5.	Enregistrement de la fréquence d'échantillonnage, nombre d'échantillons et rotation de l'échantillonnage	45
3.6.	Moment de l'échantillonnage	51
3.7.	Échantillonnage des surfaces	52
3.8.	Analyse des échantillons environnementaux prélevés	54
3.9.	Observation des tendances/analyse des tendances	55
3.10.	Actions correctives en cas d'échantillon environnemental positif	56
	Références.....	60

Liste des abréviations

PLF : Pommes de terre, légumes et fruits

AMI : American Meat Institute

ATP : Adénosine Triphosphate

a_w : activité de l'eau

B2B : Business To Business

B2C : Business To Consumer

B. cereus : *Bacillus cereus*

BIOHAZ : Risques biologiques

BPW : Eau peptonée tamponnée (Buffered Peptone Water)

PR : Programme prérequis

CAC : Commission du Codex Alimentarius

CCP : Point critique de contrôle (Critical Control Point)

CIP : Nettoyage en place (Cleaning-in-place)

E. coli : *Escherichia coli*

EFSA : Autorité européenne de sécurité des aliments (European Food Safety Authority)

EHEDG : European Hygienic Engineering and Design Group

AFSCA : Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire

FSMS : système de gestion de la sécurité alimentaire = système d'autocontrôle

ETP : équivalent temps plein

HACCP : Analyse des risques et maîtrise des points critiques

PEHD : Polyéthylène haute densité

HPP : Traitement à haute pression (High Pressure Processing)

CVC : Système de chauffage, de ventilation et de climatisation

ISO : Organisation internationale de normalisation

L. monocytogenes : *Listeria monocytogenes*

MLST : Typage séquentiel multilocus (Multilocus Sequence Typing)

SNCD : Surfaces n'entrant pas en contact avec les denrées alimentaires

PCR : Amplification en chaîne par polymérase (Polymerase Chain Reaction)

PFGE : Électrophorèse sur gel en champ pulsé

PRP : pre requisite programs = programme prérequis (Pulsed-Field Gel Electroforese)

PTFE : Polytétrafluoroéthylène

PVC : Polychlorure de vinyle

QC : Contrôle de la qualité

RAPD : Amplification aléatoire d'ADN polymorphe (Random Amplification of Polymorphic DNA)

rep-PCR : PCR basée sur la séquence d'éléments répétitifs (Repetitive Element Sequence-based PCR)

R&D : Research and Development (Recherche et Développement)

N&D : Nettoyage et Désinfection

Spp : Species pluralis

STEC : *Escherichia coli* productrice de shigatoxines

t/T : temps/température

SCD : Surfaces entrant en contact avec des denrées alimentaires

WGS : Whole Genome Sequencing

TPE : Très Petite Entreprise

Définitions

Terme	Définition	Références
Biofilm	Les biofilms se composent de groupes immobiles de micro-organismes fixés à une surface avec une matrice extracellulaire contenant de l'eau. La présence d'un substrat solide, d'eau et de quelques nutriments suffit à leur formation. En outre, ils peuvent se former sur diverses surfaces et dans presque toutes les conditions ambiantes de l'environnement de production alimentaire. Ils sont généralement composés de plusieurs espèces mais ils peuvent également être composés d'une seule espèce.	Bridier et al., 2015 Phillips, 2016
Niche	Les niches sont des endroits qui ne peuvent pas être nettoyés et désinfectés en profondeur en raison d'un accès difficile, de la présence de lieux d'implantation ou de traces d'usure, telles que des fissures dans les surfaces.	Ferreira et al. (2014)
Souches non persistantes ou « transitoires »	Les souches transitoires sont des micro-organismes de différents types moléculaires que l'on retrouve une seule fois dans l'environnement de production lors de la surveillance environnementale. En outre, ces souches transitoires peuvent être éliminées par les procédures standard de N&D.	Larsen et al., (2014) Magalhaes et al. (2016) Spanu & Jordan, (2020)
Souches persistantes ou 'souches résidentes'	Les souches résidentes sont des micro-organismes du même type moléculaire qui sont souvent isolés à différents moments dans la même entreprise alimentaire sur une longue période (par exemple 6 à 12 mois) . Elles peuvent s'installer dans des niches de l'environnement de production, y rester plus longtemps et être découvertes à intervalles réguliers (p.ex., tous les 1 à 2 mois), car elles ne peuvent pas être complètement éliminées par les procédures standard de N&D. Elles peuvent survivre sur des surfaces et des matériaux pendant plusieurs mois ou années, ce qui entraîne une contamination croisée des denrées alimentaires et, par conséquent, des épidémies alimentaires (répétées).	Spanu & Jordan, (2020) Overney et al., (2017) Ferreira et al., 2014 Leong, Alvarez-Ordóñez, & Jordan, 2014
Très Petite Entreprise	Une entreprise employant maximum 10 collaborateurs (ETP) ou dont le chiffre d'affaires est inférieur à 0,7 million d'euros.	FEVIA Avril 2021 - après consultation des sous-secteurs
Prêt à être consommé	« denrées alimentaires prêtes à être consommées » : les denrées alimentaires que le producteur ou le fabricant destine à la consommation humaine directe, ne nécessitant pas une cuisson ou une autre transformation efficace pour éliminer ou pour réduire à un niveau acceptable les micro-organismes dangereux	UE RE 2073/2005

Législation pertinente

Communication de la Commission relative à la mise en œuvre d'un plan de maîtrise sanitaire du secteur alimentaire applicable aux programmes prérequis (PRP) et aux procédures fondées sur les principes HACCP, y compris la flexibilité accordée à certaines entreprises (2022/C 355/01). Journal officiel de l'Union européenne : C355, 16 septembre 2022.

Règlement (CE) n° 178/2002 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires JO L 31, 1.2.2002,p 1–24

Règlement (CE) N° 852/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires JO L 139, 30.4.2004, p. 1-54

Règlement (CE) N° 2073/2005 de la Commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, JO L 338 22.12.2005, p. 1-26.

1. PARTIE 1 Champ d'application et délimitation

1.1. Objectif

Le contrôle de la sécurité alimentaire et de l'hygiène est assuré chez les différents acteurs de la chaîne agroalimentaire par l'élaboration et la mise en œuvre d'un système d'autocontrôle, comprenant des programmes prérequis (PP) et les principes HACCP (= Analyse des risques et maîtrise des points critiques). L'un des aspects essentiels de la surveillance de la sécurité alimentaire microbiologique est la prévention de l'accumulation d'agents pathogènes environnementaux, qui peuvent se retrouver dans les aliments par le biais d'une contamination croisée. Le transfert d'un environnement de production aux aliments est possible via les surfaces de contact, l'air, l'eau et le personnel.

Cette partie du guide se concentre sur la maîtrise des agents pathogènes environnementaux, en s'appuyant sur 2 piliers (Figure 1) :

- a) Mesures préventives par le biais de bonnes pratiques d'hygiène et de production (PP) ;
- b) Une surveillance environnementale efficace en vue de vérifier les bonnes pratiques.

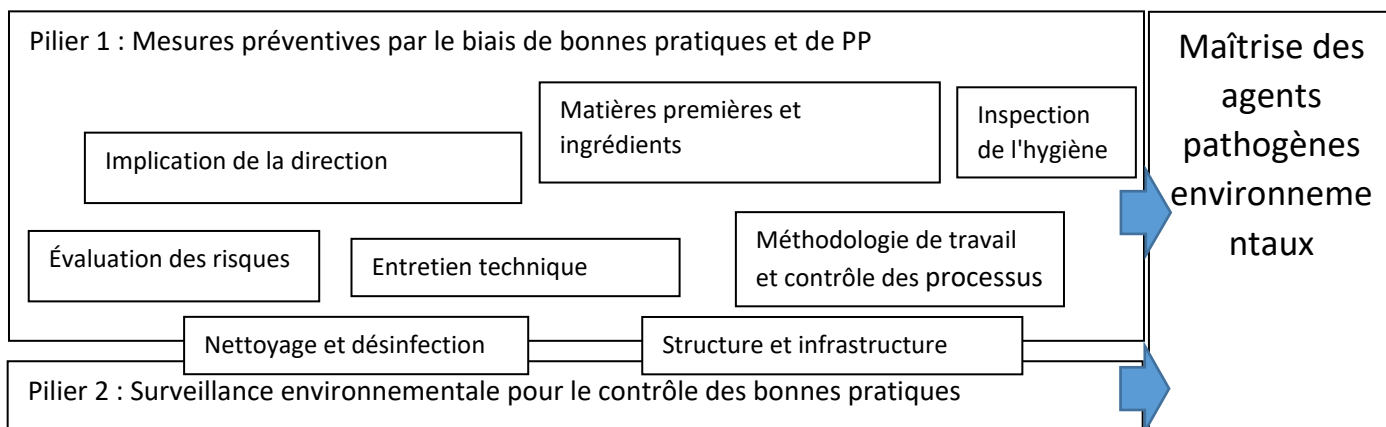


Figure 1. Mesures préventives par le biais de bonnes pratiques et d'une surveillance environnementale en vue du contrôle des bonnes pratiques élaborées dans cette partie du guide

Remarque 1 : Il s'agit d'une **partie générique du guide**, c'est-à-dire que, dans chaque sous-secteur de l'industrie alimentaire et dans chaque entreprise, il convient d'**affiner** la prévention et le suivi via la surveillance environnementale **en fonction de la situation spécifique au secteur et propre à l'entreprise**. Par exemple, il convient notamment de tenir compte de la taille de l'organisation, du profil de risque des activités et de l'impact potentiel de la présence d'agents pathogènes sur les denrées alimentaires.

Le présent chapitre doit être considéré comme un chapitre qui peut être ajouté aux guides d'autocontrôle existants qui ont déjà été approuvés par l'AFSCA pour l'industrie alimentaire. Il ne s'agit donc pas d'un guide d'autocontrôle isolé.

Les sous-secteurs **qui font exception à ce qui précède** sont ceux qui sont couverts par les guides G-006 (abattoirs et ateliers de découpe de volailles [VIP]) et G-018 (abattoirs et ateliers de découpe de viande rouge [Febev]). Les opérateurs qui relèvent de l'un de ces guides sont déjà liés à des

dispositions légales (belges et européennes). Les dispositions légales sont détaillées et expliquées dans les guides d'autocontrôle respectifs.

Remarque 2 : Des tableaux croisés dans les guides d'autocontrôle des sous-secteurs ont permis d'établir le lien avec les exigences reprises dans les guides d'autocontrôle existants en ce qui concerne les mesures préventives (partie 2) et la surveillance environnementale (partie 3). Chacune des **mesures préventives** suivantes (**partie 2**) est développée plus en détail dans les guides sectoriels d'autocontrôle, tandis que cette partie du guide ne comprend que des points centraux concernant la surveillance des pathogènes environnementaux. En ce qui concerne la partie 3, la surveillance environnementale, les guides d'autocontrôle spécifiques contiennent déjà moins d'exigences. Certains secteurs l'ont peut-être déjà prévu mais, en général, nous pouvons dire que c'est nouveau. C'est ce qui doit ressortir des tableaux croisés des guides d'autocontrôle des sous-secteurs.

Remarque 3 : L'introduction de mesures préventives (partie 2) et de la surveillance environnementale (partie 3) doit être adaptée à la **taille de l'entreprise**. Pour les **Très Petites Entreprises**, voir définitions, les mesures préventives (partie 2) doivent être élaborées et mises en œuvre, compte tenu des assouplissements autorisés dans le guide d'autocontrôle sectoriel. En ce qui concerne la surveillance environnementale (partie 3), des assouplissements pour les TPE sont définis dans ce document. Dans le cadre de ce chapitre, nous parlons de TPE lorsqu'une entreprise emploie max. 10 collaborateurs ou réalise un chiffre d'affaires inférieur à 0,7 million €.

Remarque 4 : Les activités/types de processus sont évalués dans cette partie du guide comme étant à risque élevé, moyen et faible sur la base des figures 2 et 3. Cela permettra de déterminer la fréquence du schéma d'échantillonnage. L'identification des sites d'échantillonnage et le nombre d'échantillons ont été développés dans une série d'exemples, mais doivent toujours être adaptés sur la base des outils de ce guide, de la situation de l'entreprise (notamment la taille, les informations historiques, l'état de l'infrastructure). Les exemples de la partie 3 sont donc donnés à titre indicatif. Toutefois, l'objectif est d'obtenir un 'plan d'échantillonnage justifié' conformément au protocole proposé dans la partie 3. Une réduction du nombre d'échantillons peut créer un faux sentiment de sécurité.

Remarque 5 : La contamination depuis l'environnement de production vers le produit peut donner lieu à la prolifération potentielle d'un pathogène, en fonction des facteurs intrinsèques, extrinsèques et implicites du produit, de l'emballage et des conditions de stockage. Ce document ne tient pas compte de la prolifération des pathogènes sur le produit. L'évaluation de cette prolifération et de son impact potentiel sur la sécurité alimentaire est reprise dans les guides d'autocontrôle sectoriels.

Remarque 6 : La surveillance environnementale élaborée dans cette partie du guide ne vise pas un suivi quotidien du bon fonctionnement du nettoyage et de la désinfection mais a pour objectif de détecter l'apparition et l'accumulation d'agents pathogènes dans un environnement de production, évitant ainsi une éventuelle contamination des denrées alimentaires.

Remarque 7 : Si les entreprises disposent déjà de programmes de surveillance environnementale (p.ex., exportations vers les USA, le Japon, initiatives propres dans le cadre de l'autocontrôle), ceux-ci doivent être vérifiés par rapport aux exigences de ce document. Ils doivent éventuellement être ajustés afin d'être conformes aux exigences du présent document.

Remarque 8 : Cette partie du guide est consacrée aux micro-organismes pathogènes, **axée sur** un éventuel problème de **sécurité alimentaire**. Toutefois, une contamination environnementale peut

également se produire avec des micro-organismes d'altération non pathogènes, par exemple des bactéries lactiques qui prolifèrent dans un environnement de production et contaminent ainsi les denrées alimentaires produites. La contamination par ces micro-organismes non pathogènes peut entraîner une altération avant la fin de la durée de conservation du produit. Les organismes indicateurs sont des micro-organismes dont la présence ou la concentration est liée à la maîtrise de l'hygiène des procédés. Il peut s'agir d'indicateurs d'une manipulation non hygiénique de denrées alimentaires, p.ex., *E. coli* générique pour le suivi de la contamination fécale ou, p.ex., des levures et des moisissures qui peuvent servir d'indicateurs pour le contrôle de la contamination de denrées alimentaires par l'air. Ces organismes indicateurs ou d'altération ne relèvent pas du champ d'application de cette partie du guide.

1.2. Quels sont les pathogènes pouvant être considérés comme pathogènes environnementaux ?

Listeria monocytogenes et *Salmonella* spp. sont les agents pathogènes environnementaux les plus courants, dans divers secteurs et activités de production alimentaire. Voilà pourquoi le présent document se concentre sur ces 2 éléments. Néanmoins, des agents pathogènes spécifiques à un secteur peuvent également être importants dans certaines industries et activités alimentaires (voir 1.2.3).

1.2.1. Contexte *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes représente un problème depuis de nombreuses années dans l'environnement de production des entreprises alimentaires, où des souches persistantes peuvent survivre et proliférer pendant de longues périodes dans des conditions froides et humides, car elles peuvent survivre aux procédures normales de nettoyage et de désinfection (N&D) (Magdovitz, Gummalla, Thippareddi, & Harrison, 2020; Spanu & Jordan, 2020). Il s'agit d'une bactérie mobile gram-positif, non sporulée, anaérobie facultative, que l'on trouve généralement dans divers environnements, tels que la nature, les fermes et les environnements de production des entreprises de transformation alimentaire. Elle peut être isolée dans le sol, les débris végétaux, l'eau, les eaux usées, les déchets, les personnes, les animaux, les denrées alimentaires contaminées et sur les matériaux et les surfaces dans des entreprises alimentaires (Devlieghere & Vermeulen, 2019; Ferreira, Wiedmann, Teixeira, & Stasiewicz, 2014).

Le transfert de cet agent pathogène de l'environnement ou de l'équipement de production vers les denrées alimentaires par contamination croisée peut entraîner des épidémies alimentaires (Jones, Ricke, Roper, & Gibson, 2020). La consommation d'aliments contaminés peut provoquer une listériose non invasive ou invasive. La première forme provoque une gastro-entérite et se manifeste généralement chez des individus en bonne santé. La seconde forme a des conséquences plus graves, telles que septicémie, méningite, encéphalite, infections périnatales et avortement spontané. Cette forme touche principalement les groupes à risque, à savoir les femmes enceintes, les enfants, les personnes âgées et les personnes dont le système immunitaire est affaibli, comme les patients atteints de cancer ou de diabète (Allerberger & Wagner, 2010; Buchanan, Gorris, Hayman, Jackson, & Whiting, 2017; EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) et al., 2018). Cet agent pathogène est constitué de 13 sérotypes classés en 5 sérogroupes moléculaires, à savoir IIa (sérotypes 1/2a et 3a), IIb (sérotypes 1/2b, 3b et 7), IIc (sérotypes 1/2c et 3c), IVa (sérotypes 4a et 4c) et IVb (sérotypes 4ab, 4b, 4d et 4e). Les sérotypes 1/2a, 1/2b, 1/2c, 4b, 4d et 4e sont les plus fréquemment rencontrés dans les isolats

provenant de denrées alimentaires et de patients atteints de listériose. Parmi ceux-ci, le sérotype 4b est le plus répandu dans les isolats cliniques liés à des épidémies alimentaires (Mackiw et al., 2020; Vongkamjan, Fuangpaiboon, Jirachotrapee, & Turner, 2015).

Les produits prêts à être consommés sont l'une des principales causes de listériose humaine, principalement en raison de leur longue durée de conservation à des températures de réfrigération, qui permet à *L. monocytogenes* de se développer en grand nombre (Kurpas, Wieczorek, & Osek, 2018; Valimaa, Tilsala-Timisjarvi, & Virtanen, 2015). Les produits à l'origine du plus grand nombre de cas de listériose par an sont respectivement la charcuterie, le salami, le pâté, le poisson cru salé, le poisson fumé à froid et à chaud et le fromage à pâte (semi)molle (EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) et al., 2018a). Le Conseil Supérieur de la Santé et le SciCom (= comité scientifique de l'AFSCA) conseillent aux groupes vulnérables d'éviter autant que possible les produits à risque tels que les fromages frais et à pâte molle (au lait cru ou pasteurisé), les produits de viande crus et cuits (préemballés ou prédécoupés), les poissons crus et fumés, froids ou chauds, les légumes à feuilles préemballés et découpés, les germes, le melon préemballé ou la salade de fruits au melon, les pâtes à tartiner à base de mayonnaise, les sandwichs préemballés ou les salades repas (Conseil Supérieur de la Santé, 2016).

1.2.2. Contexte *Salmonella* spp.

La *salmonelle* est une bactérie à l'origine de la salmonellose. En 2019, la salmonellose était la deuxième zoonose la plus signalée (après la campylobactériose) dans l'UE, touchant environ 88 000 personnes. L'EFSA estime que le poids économique total de la salmonellose chez l'homme s'élève à 3 milliards d'euros par an (EFSA, 2019, Centre européen de prévention et de contrôle des maladies, 2021). Les bactéries *Salmonella* sont très répandues chez les animaux domestiques (chats, chiens, oiseaux et reptiles), les animaux de ferme (volailles, porcs et bovins) et les animaux sauvages. Les *Salmonella* spp. peuvent se déplacer tout au long de la chaîne alimentaire, depuis l'alimentation animale et la production primaire jusqu'au consommateur (WHO, 2018).

Salmonella spp. sont des bactéries à gram négatif en forme de bâtonnet, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. *Salmonella* spp. comporte 2 espèces : *S. bongori* et *S. enterica*, l'espèce *S. enterica* étant elle-même divisée en 6 sous-espèces dont *S. enterica* subsp. *Enterica*. Cette dernière est la plus courante chez l'homme. En outre, plus de 2500 sérotypes ou sérovars différents ont été identifiés à ce jour, répartis entre *S. bongori* et *S. enterica*, (WHO, 2018, Sciensano, 2018).

L'homme contracte généralement la salmonellose par la consommation d'aliments contaminés d'origine animale (principalement des œufs, de la viande, de la volaille et du lait). Les aliments d'origine végétale peuvent également jouer un rôle dans la transmission de *Salmonella* spp. après une contamination par l'environnement (p.ex., le fumier). La transmission de personne à personne peut également se faire par la voie fécale-orale (WHO, 2018 Beddows et al., 2015). *Salmonella* provoque 3 types d'infections chez l'homme : la fièvre typhoïde, la fièvre paratyphoïde et la gastro-entérite par la *Salmonella* non typhique (SNT) (Wibisono, et al., 2020). La *Salmonella* non typhique se caractérise par une fièvre aiguë, des douleurs abdominales, des diarrhées, des nausées et parfois des vomissements. Elle provoque une gastro-entérite, une bactériémie et une infection focale. Ces bactéries sont particulièrement problématiques chez un large éventail de personnes immunodéprimées, comme les diabétiques et les patients recevant un traitement par immunothérapie (Acheson et al., 2001, WHO 2018). La plupart des cas de salmonellose sont bénins, mais ils peuvent parfois mettre la vie du patient en danger. La sévérité de la maladie dépend à la fois de l'hôte et du sérotype *Salmonella* (WHO 2018).

La propagation des *Salmonella* spp. est persistante dans les environnements secs (plusieurs semaines), mais peut persister dans l'eau pendant plusieurs mois (Wibisono, et al., 2020, WHO 2018).

1.2.3. Pathogènes environnementaux spécifiques au secteur

Outre les 2 principaux pathogènes environnementaux, *L. monocytogenes* et *Salmonella* spp., d'autres agents pathogènes peuvent concerner des secteurs et des processus spécifiques. Si telle est la situation dans un secteur/une entreprise, ce pathogène doit également être inclus dans la surveillance environnementale et les mesures préventives, par exemple (liste non exhaustive) :

- *E. coli* STEC : 1) viande de bœuf, 2) fromage au lait cru
- *B. cereus* : 1) lait et produits laitiers (desserts), 2) riz, pâtes et transformation des pommes de terre (amidon), 3) plats préparés et salades repas avec épices et composant d'amidon, 4) pâtisserie (crème et amidon), 5) produits céréaliers (tels que les préparations à base d'avoine)
- *Campylobacter* spp. : secteur de la volaille
- *Enterobacteriaceae* (comme indicateur du contrôle des conditions d'hygiène pour la contamination par *Cronobacter* spp.) : lait en poudre/mélanges de lait pour nourrisson
- *Staphylococcus aureus* : appareils de désinfection des mains

1.3. Souches transitoires versus souches persistantes

Les agents pathogènes environnementaux peuvent se présenter sous la forme de 'souches transitoires' ou de 'souches résidentes'.

L'on ne rencontre les **souches transitoires** qu'une seule fois dans l'environnement de production lors d'une surveillance environnementale. En outre, ces souches transitoires peuvent être éliminées par les procédures normales de nettoyage et de désinfection. Elles présentent des sous-types moléculaires différents.

Les souches persistantes ou 'souches résidentes' sont des souches de pathogènes environnementaux qui peuvent s'installer dans des niches de l'environnement de production et y rester longtemps (lors de plusieurs échantillonnages), car elles ne peuvent pas être complètement inactivées par les procédures de nettoyage et de désinfection standard. Elles peuvent survivre durant plusieurs mois ou plusieurs années sur des surfaces et des matériaux, ce qui entraîne une contamination croisée des denrées alimentaires et, par conséquent, des épidémies alimentaires répétées, chaque fois avec le même type moléculaire.

En outre, l'on parle de persistance des souches lorsqu'elles sont isolées à plusieurs reprises à des moments différents et identifiées comme sous-types identiques par phénotypage ou génotypage. Il est donc possible de distinguer les profils des isolats de souches persistantes au moyen d'une méthode de typage moléculaire, telle que la PFGE ou le SGE (Spanu & Jordan, 2020; Stasiewicz, Oliver, Wiedmann, & den Bakker, 2015).

La persistance de *L. monocytogenes* peut être due à de mauvaises conditions d'hygiène mais aussi à sa capacité d'adaptation face aux facteurs physiques et chimiques, comme la formation de biofilms dans certaines niches et sa capacité de prolifération à basse température. L'incapacité à tuer ces bactéries dans certains de leurs refuges des zones de production et sur les équipements peut également être un facteur déclenchant. Ces endroits sont souvent le résultat d'une mauvaise hygiène, d'une conception non hygiénique des machines ou de matériaux endommagés. Une faible concentration bactérienne

initiale est nécessaire pour l'émergence d'un *L. monocytogenes* persistant et la probabilité de persistance et de contamination dans l'environnement de production augmente en cas de concentration initiale plus élevée dans les matières premières entrant dans le processus (Carpentier & Cerf, 2011; EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) et al., 2018).

Les souches persistantes de *L. monocytogenes* peuvent survivre aux procédures de N&D (Fagerlund et al., 2017). Une étude réalisée par Fagerlund et al. (2017) montre que les souches persistantes et sporadiques ont les mêmes chances de survie dans les biofilms. En outre, les biofilms composés uniquement de *L. monocytogenes* présentent une plus grande tolérance dans le temps à l'acide peracétique et aux composés d'ammonium quaternaire, tels que le chlorure de benzalkonium. D'après Martinez-Suarez et al. (2016) c'est peut-être lié à des facteurs qui entraînent une réduction de la concentration des désinfectants qui atteignent le germe, à savoir la présence de niches, d'endroits difficilement accessibles, de biofilms et de mécanismes de résistance de l'agent pathogène.

Outre *L. monocytogenes*, d'autres agents pathogènes environnementaux, dont *Salmonella* spp. sont persistants dans les environnements de production.

1.4. Secteurs concernés

Cette partie du guide a été élaborée grâce à la collaboration de Fevia avec différents sous-secteurs (voir tableau 1), le Prof. Liesbeth Jacxsens (Unité de Technologie alimentaire, de Sécurité et de Santé de la faculté des Sciences biologiques appliquées, UGent) et le Dr Koen De Reu (ILVO).

Tableau 1. Aperçu des sous-secteurs concernés

Guide numéro	Secteur
G-002	Industrie laitière (CBL)
G-004	Brasseurs (Brasseurs belges)
G-005	Glace de consommation (FeBelGlaces)
G-006*	Abattoirs et ateliers de découpe de volailles (VIP)
G-011	Compléments alimentaires (Be-sup)
G-014	Industrie de transformation et négoce des pommes de terre, fruits et légumes (Belgapom, Vegebe)
G-018*	Abattoirs viande rouge (Febev)
G-019	Produits de viande - Plats préparés - Sauces, bouillons et soupes - Salades - Boyaux naturels (Fenavian, BreMa, Culinaria)
G-020	Meuneries industrielles (ARMB)**
G-022	Chocolat - praline - biscuit - confiserie - céréales de petit-déjeuner (CHOPRABISCO)
G-024	Industrie de la margarine (APIM)
G-026 (B2B)***	Grandes boulangeries (FGBB)
G-027	Torréfacteurs de café (KOFFIECAFE)
G-029	Boissons rafraîchissantes et jus de fruits (FIEB, Ajunec)

*Participation aux groupes de travail mais pour ces secteurs, la surveillance environnementale est développée dans leur guide d'autocontrôle spécifique et selon les dispositions légales en vigueur.

**L'ARMB a consulté les autres associations de meuniers, respectivement Maaldersvereniging et Molenaars 2000.

***Participation aux groupes de travail étant donné que les grandes boulangeries du secteur de la transformation relèvent également du champ d'application de ce chapitre.

2. PARTIE 2 Mesures préventives pour éviter la contamination microbiologique de l'environnement de production (= bonnes pratiques et programmes prérequis)

2.1. Engagement de la direction

La participation de la direction à la surveillance de la contamination environnementale par des agents pathogènes au cours de la production et de la distribution de denrées alimentaires est essentielle et est démontrée par :

2.1. - a	L'entreprise s'efforce d'obtenir l'engagement de la direction et de tous les employés pour contrôler l'hygiène environnementale tout au long de la production et de la distribution de denrées alimentaires.
2.1. - b	L'entreprise s'efforce d'établir une communication ouverte et claire entre tous les départements et sites concernant la surveillance de l'hygiène environnementale, y compris une éventuelle contamination et/ou des non-conformités.
2.1. - c	L'entreprise fournit des ressources suffisantes pour permettre la mise en œuvre de mesures préventives telles que la surveillance environnementale.
2.1. - d	La direction veille à définir clairement le rôle et les responsabilités en matière de mise en œuvre de mesures préventives et de surveillance environnementale.
2.1. - e	La direction s'assure que les contrôles sont efficaces, effectués en temps voulu et documentés en ce qui concerne les mesures préventives préconisées ainsi que la surveillance environnementale en vue du contrôle de la présence de pathogènes environnementaux.
2.1. - f	La direction veille à ce que le personnel soit formé et supervisé de manière appropriée en ce qui concerne les mesures préventives préconisées ainsi que la surveillance environnementale en vue du contrôle de la présence de pathogènes environnementaux.
2.1. - g	La direction encourage l'amélioration continue du système d'autocontrôle de l'entreprise, compte tenu, le cas échéant, de l'évolution de la science, de la technologie et des bonnes pratiques en ce qui concerne les mesures préventives préconisées ainsi que la surveillance environnementale en vue du contrôle de la présence de pathogènes environnementaux.



- L'engagement de la direction est repris à l'Annexe II du Règlement UE 852/2004 chapitre XIa.

- L'implication de la direction est nécessaire dans le cadre de la surveillance plus large de l'autocontrôle, de la sécurité alimentaire et de l'hygiène dans une entreprise alimentaire, mais surtout en ce qui concerne la contamination environnementale, il est essentiel que la direction soit bien au courant de la situation et du fonctionnement dans l'entreprise pour toutes les sections suivantes de cette partie du guide d'autocontrôle.
- Il importe que la surveillance des pathogènes environnementaux soit adaptée aux besoins de l'entreprise : notamment la taille de l'organisation, le profil de risque des activités et l'impact potentiel de la présence d'agents pathogènes sur les produits.

2.2. Évaluation des risques des activités et évaluation des risques des voies d'entrée potentielle d'une contamination environnementale

2.2.1. Évaluation des risques liés aux activités

2.2.1-a

L'entreprise procède à une évaluation du niveau de risque du secteur et du niveau de risque des activités spécifiques de l'entreprise concernant le risque potentiel d'une contamination environnementale et ce, pour chaque pathogène environnemental correspondant.



- La probabilité d'occurrence d'une contamination environnementale déterminée est intrinsèquement liée au type de produit, au secteur, aux activités (type de processus) et aux matières premières utilisées dans le processus de production.
- Sur la base de la matrice ci-dessous (fig. 2) et de l'arbre de décision (fig. 3), il est possible d'évaluer le niveau de risque pour l'entreprise en ce qui concerne le secteur et les activités. La figure 2 a été élaborée à l'aide de l'opinion d'un expert et de la littérature scientifique en tant que connaissances de base et de discussion au sein du groupe de travail chargé de la conception de ce module.
- Le niveau de risque du secteur a été déterminé après discussion lors de la préparation de cette partie du guide d'autocontrôle et il est en principe établi.
- L'entreprise procède à cette évaluation des risques pour chaque pathogène environnemental concerné et pour chaque processus/activité, compte tenu des différents niveaux de risque au sein des processus/activités.
- Chaque entreprise peut parcourir l'arbre de décision pour chaque processus (fig. 3) afin d'évaluer le niveau de risque de contamination environnementale pour les différents processus et activités de l'entreprise. Le niveau de risque peut être utilisé :
 - pour sensibiliser l'entreprise au problème de la contamination environnementale
 - comme base pour la poursuite de la mise en œuvre des mesures préventives (voir plus loin dans la partie 2) et
 - pour déterminer la nécessité et l'étendue de la surveillance environnementale (voir plus loin dans la partie 3).

Figure 2 Matrice de risque par secteur (rouge : risque élevé, orange : risque moyen et jaune : faible risque de contamination environnementale) (à titre indicatif pour une situation générique - à affiner au niveau de l'entreprise via la figure 3)

Processus humides ^a ouverts (<i>Listeria monocytogenes</i> et, le cas échéant, également <i>Salmonella</i> spp.)	Processus humides fermés (<i>Listeria monocytogenes</i>)	Processus secs ^b ouverts/fermés ou produits avec faible a_w (<i>Salmonella</i> spp.)
Produits laitiers : production de fromage au lait cru	Produits laitiers : Yaourt/lait UHT	Poudres/mélanges à base de lait en poudre ou production de lait en poudre
Produits laitiers : production de fromage à pâte dure	Produits laitiers : boissons lactées stérilisées en packs	Poudres/mélanges (sans lait en poudre)
Viande de bœuf		
Volaille et porcs (également <i>Salmonella</i> spp.)		
Produits à base de viande** (produits cuits soumis à une post-contamination) Préparations de viande		
Poisson (traitement et transformation)		
Glace de consommation (étape d'extrusion)	Glace de consommation	
	Margarines et margarines à teneur réduite en lipides	
Plats préparés**/salades deli/boyau naturel (éventuellement aussi <i>Salmonella</i> spp.)	Plats préparés	
	Compléments alimentaires	Compléments alimentaires
		Torréfacteurs de café
	Brasserie	
	Boissons alcoolisées Boissons non alcoolisées Eau en bouteille	
	Soupes/sauces/bouillons non réfrigérés*	

Produits prêts à être consommés de la IV ^{ème} gamme		
Produits non prêts à être consommés de la IV ^{ème} gamme****		
Légumes et fruits surgelés ***		
Produits à base de pommes de terre, légumes et fruits pasteurisés avec post-contamination **		
Négoce de pommes de terre, légumes et fruits		
Transformation des pommes de terre (surgelées)		
Conserves de pommes de terre, légumes et fruits		
Boulangerie (production de pâte) (processus de cuisson suffisant pour exterminer d'éventuelles <i>Listeria</i>)		Boulangerie après cuisson*****
Pâtisserie (à base de crème/pudding)		
Biscuiterie avant cuisson (production de pâte)/Pâte pour extrusion de céréales de petit-déjeuner (processus d'extrusion/de cuisson suffisant pour exterminer d'éventuelles <i>Listeria</i>)		Biscuiterie après cuisson/ Céréales de petit-déjeuner/Céréales de petit-déjeuner extrudées/Muesli (alimentation sèche - prête à être consommée)*****
Praline : Préparation des fourrages		Chocolat / pralines (s'ils ne sont pas issus de la fève de cacao)
		Chocolat (issu de la fève de cacao)
		Confiserie
		Secteur de la meunerie (y compris les mixes pour pain)

*non pasteurisés et conservés dans un réfrigérateur, les soupes peuvent également faire partie de la catégorie plats 'préparés' si elles sont réfrigérées.

**si aucune post-contamination n'est possible (p.ex., remplissage à chaud) ou dans l'emballage après pasteurisation, orange ou jaune, voir plus loin à la figure 3.

*** pas de produits prêts à être consommés, voir Profel (2020), mais risque élevé de contamination environnementale dans l'environnement de production, donc couleur orange

**** la IV^e gamme concerne la commercialisation à la fois de plats prêts à être consommés (p.ex., salades pouvant être consommées directement) ou non (p.ex., des légumes pour potage qui doivent être cuits)
 ***** Jaune à condition que la a_w finale des denrées alimentaires soit $<0,60$, sinon → couleur orange.

^a Les processus humides sont des procédés qui se déroulent dans un environnement de production humide et/ou incluent le traitement de denrées alimentaires avec une forte activité de l'eau

^b Les processus secs sont des procédés qui se déroulent dans un environnement de production sec et qui incluent le traitement de denrées alimentaires avec une faible activité de l'eau qui ne permet donc pas la croissance microbologique ($a_w < 0,60$) et voir également ***** concernant l' a_w des denrées alimentaires.

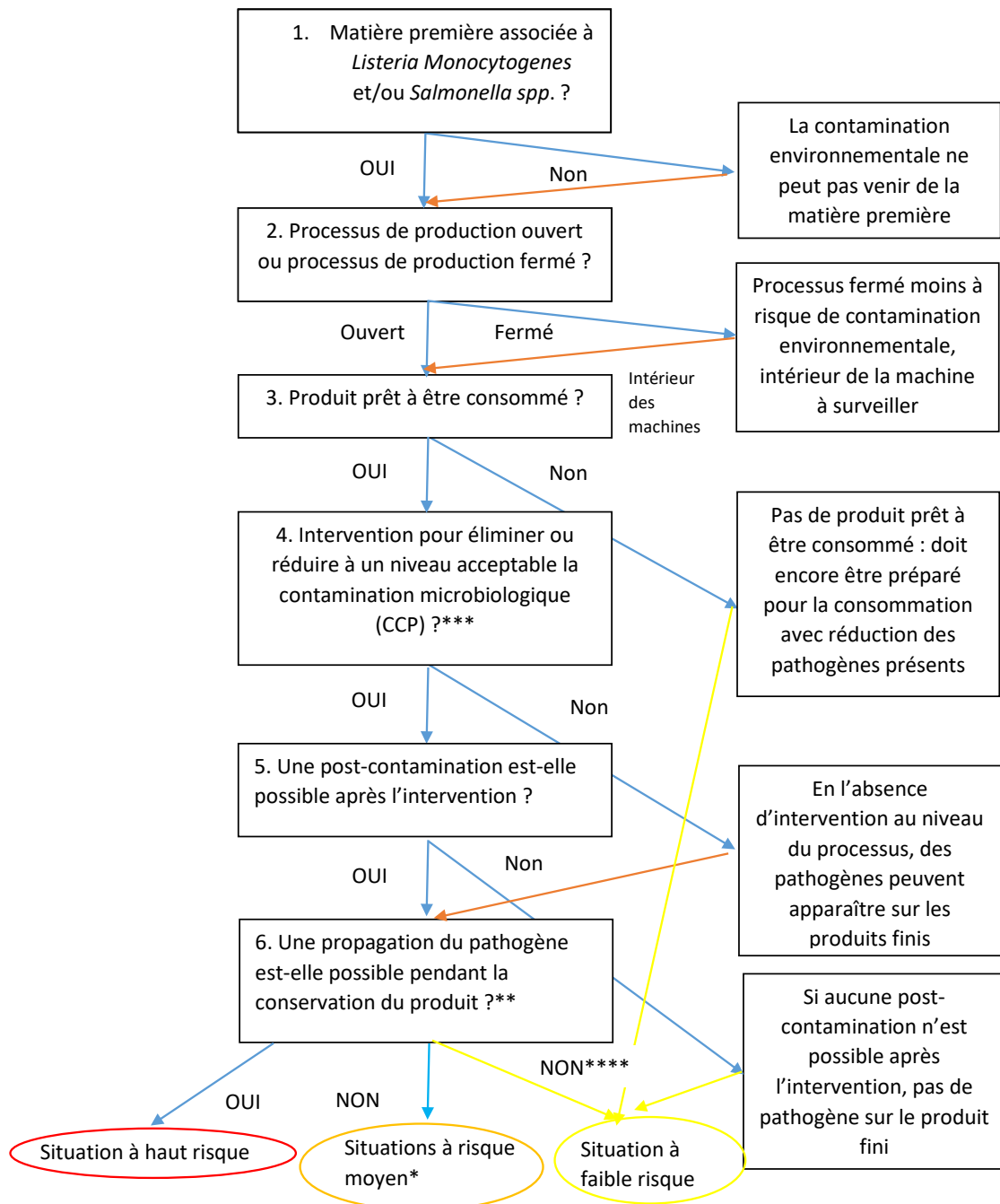


Figure 3. Arbres de décision visant à évaluer le niveau de risque concernant les activités et le type de processus au niveau de l'entreprise

Remarque 1 : s'il s'agit d'un processus fermé, l'intérieur des installations doit être considéré comme contact direct

Remarque 2 : flèche brune = retour à l'arbre de décision

Remarque 3 : produit prêt à être consommé : selon le Règlement UE 2073/2005 : les denrées alimentaires que le producteur ou le fabricant destine à la consommation humaine directe, ne nécessitant pas une cuisson ou une autre transformation efficace pour éliminer ou pour réduire à un niveau acceptable les micro-organismes dangereux

- Exemples pertinents de denrées alimentaires qui ne sont PAS des produits prêts à être consommés (liste non exhaustive) : p.ex., le café moulu doit encore être préparé par le consommateur avec de l'eau bouillante avant d'être consommé ; la farine doit encore être cuite avant d'être consommée.
- Exemples pertinents de denrées alimentaires qui SONT prêtes à être consommées (liste non exhaustive) : p.ex., gâteaux, biscuits, salades prêtes à être consommées.

*Situation à risque moyen : pour certains agents pathogènes, la dose infectieuse est très faible (p.ex., *E. coli* STEC, *Salmonella* spp.), ce qui entraîne une situation à risque moyen même si l'agent pathogène ne peut pas proliférer pendant la conservation du produit (p.ex., *E. coli* et *Salmonella* ne prolifèrent généralement pas < 7°C). Y compris la glace de consommation (température de conservation -18°C, extrusion -8°C, doit être consommée surgelée) et la production de chocolat à partir de fève de cacao.

**Dans la limite de la durée de conservation indiquée par le producteur (opérateur), sur la base des propriétés intrinsèques du produit (telles que l' a_w , le pH, la présence d'additifs) et des propriétés extrinsèques (telles que l'emballage sous atmosphère protectrice), sur base ou non des tests de provocation effectués (voir Règlement UE 2073/2005 concernant la présence de *L. monocytogenes* sur les produits prêts à être consommés) ou de l'estimation de la prolifération potentielle de *Salmonella* spp. sur les produits.

*** CCP ou processus de cuisson en tant qu'étape du processus technologique nécessaire à l'obtention du produit fini (p.ex., processus de cuisson dans le secteur brassicole, processus de cuisson dans la confiserie - n'est pas géré comme CCP dans ces processus).

**** Situation à faible risque pour les produits prêts à être consommés qui ne favorisent manifestement pas la prolifération d'agents pathogènes, tels que les produits chocolatés ne provenant pas de fèves de cacao, les biscuits, les confiseries, les produits de brasserie, les produits fermentés tels que le yaourt, les fromages à pâte dure, le salami, les margarines et les margarines à teneur réduite en lipides (à démontrer par le producteur).

2.2.2. Évaluation des risques concernant les voies d'entrée et les sources de contamination

2.2.2 – a	Afin de procéder à une évaluation correcte des sources de contamination et des pathogènes environnementaux correspondants, une évaluation des risques doit être réalisée dans l'entreprise. Dans ce cadre, il convient de tenir compte de la diversité des départements et/ou sites de production.
2.2.2 – b	Cette évaluation des risques est réalisée par le biais d'une concertation/un brainstorming entre les membres de l'équipe HACCP (y compris le service technique, les responsables de production, les responsables du nettoyage et la direction). Cette approche multidisciplinaire est indispensable pour identifier la diversité des sources potentielles de contamination.
2.2.2 – c	Cette évaluation des risques est régulièrement vérifiée et revue en cas de modifications des installations (de processus) et de transformations.
2.2.2 – d	La direction doit promouvoir l'amélioration continue du système d'autocontrôle de l'entreprise, compte tenu, le cas échéant, de l'évolution de la science, de la technologie et des bonnes pratiques.



- Connaissance et compréhension des sources de contamination pour pouvoir élaborer les mesures préventives qui s'imposent et réaliser une surveillance environnementale ciblée
- Identification des voies d'entrée tant pour *Salmonella* spp. que pour *Listeria monocytogenes* (le cas échéant)
- Le diagramme d'Ishikawa peut servir d'outil (fig. 4 pour *Listeria* et fig. 5 pour *Salmonella* spp.)
- D'après Muhterem-Uyar et al. (2015) il existe trois possibilités de contamination dans les entreprises alimentaires, à savoir :
 - (1) contamination sporadique lors du passage des zones « sales » aux zones d'hygiène, par exemple lors de la réception des matières premières,
 - (2) contamination persistante dans des niches des zones d'hygiène et
 - (3) contamination généralisée dans l'ensemble de l'environnement de production, par exemple par les sols, les murs, les évacuations ou le mouvement du personnel et des équipements.
- La principale source de contamination de *L. monocytogenes* est l'environnement de transformation des aliments. Puisque cette bactérie est répandue dans l'environnement extérieur naturel, elle peut pénétrer dans l'environnement de production des entreprises alimentaires par le biais d'équipements, de mouvements de personnes ou de matières premières contaminées, où des biofilms peuvent se former dans des niches, en présence de micro-organismes, d'eau et de résidus organiques.

- Après la colonisation dans l'environnement de production, la bactérie peut être transmise aux surfaces en contact avec les aliments et aux aliments transformés par le biais d'équipements ou d'infrastructures contaminés, du mouvement du personnel et des équipements mobiles, de l'air (formation d'aérosols), de l'eau ou du flux de travail des aliments.

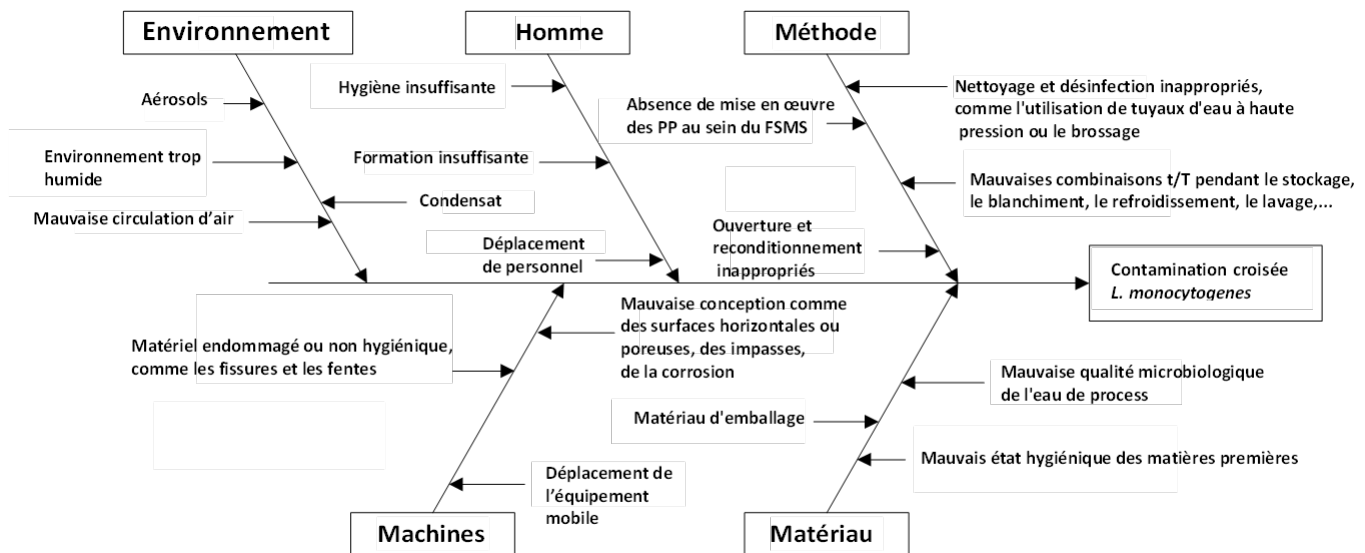


Figure 4 : Diagramme d'Ishikawa montrant des exemples de causes conduisant à une contamination croisée ou à une prolifération de *L. monocytogenes* dans l'environnement de production d'entreprises alimentaires (liste non exhaustive) (Carpentier & Cerf, 2011; EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) et al., 2020; Muhterem-Uyar et al., 2015)

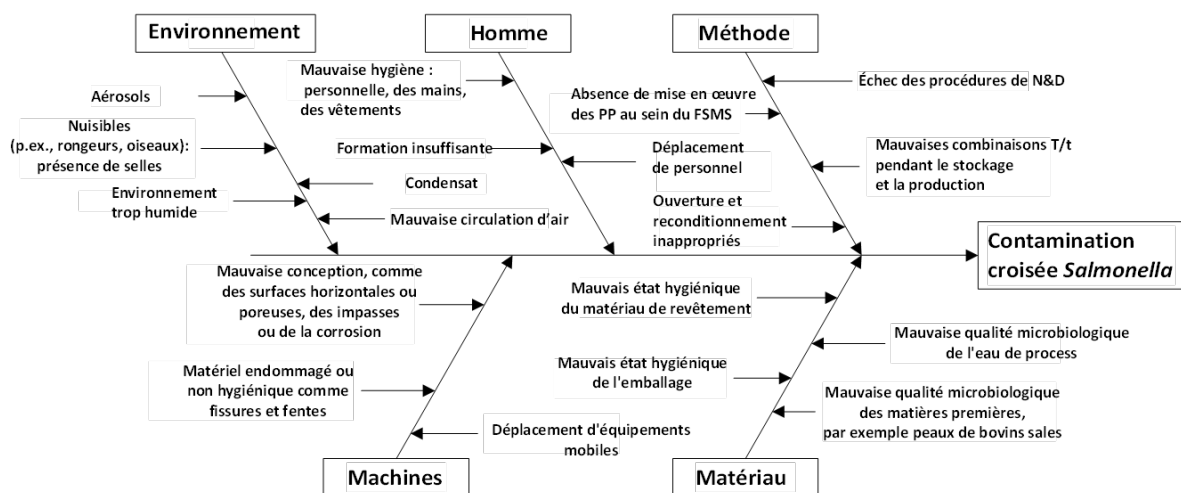


Figure 5 : Diagramme d'Ishikawa montrant des exemples de causes conduisant à une contamination croisée ou à une propagation de *Salmonella* spp. dans l'environnement de production d'entreprises alimentaires (liste non exhaustive).

2.3. Structure et infrastructure

REMARQUE 1 : le degré d'élaboration et de mise en œuvre de ces mesures préventives dépend de l'évaluation des risques propre à l'entreprise (voir partie 2.2). Les exigences ci-dessous doivent donc toujours être affinées et adaptées au contexte de l'entreprise.

REMARQUE 2 : S'il est **impossible** de prévoir une **séparation physique** entre les différentes zones d'hygiène, il convient également de prendre des précautions pour éviter les contaminations croisées, p.ex., en traçant des lignes au sol, en travaillant avec une séparation dans le temps, en sensibilisant davantage le personnel, etc. Les exigences de la présente section 2.3 doivent être adaptées à l'entreprise et fondées sur une évaluation des risques.

2.3.1. Structure (disposition) de l'entreprise

2.3.1-a

La structure de l'entreprise est divisée en zones d'hygiène et celles-ci sont indiquées sur un plan de l'entreprise.



- Le tableau 2 indique les différentes zones pouvant être utilisées.
- Un régime d'hygiène différent peut être appliqué en fonction de la répartition des sites de production et de stockage dans différentes zones d'hygiène :
 - Fréquence et intensité des activités de nettoyage et de désinfection
 - Restrictions supplémentaires en matière d'hygiène personnelle
 - Installations et dispositifs/récipients mobiles alloués par zone (p.ex., conteneurs à déchets) et matériel de nettoyage et de désinfection dans une zone déterminée
 - Éviter la contamination croisée entre les zones ayant un régime d'hygiène différent : il convient de réfléchir à l'organisation de la connexion des zones pour le personnel, les matériaux, les matières premières, les appareils mobiles, l'eau et le flux d'air → il convient d'éviter le flux des zones à faible risque vers les zones à haut risque.

Tableau 2. Répartition en zones d'hygiène (Lelieveld et al., 2003; BRC, 2018) (classées du risque élevé au risque faible)

Zone		Description	
Zone à haut risque	Salle blanche	Zones avec des processus ouverts (ou intérieur d'équipements dans des processus fermés) où les produits sont traités par des processus réduisant la contamination microbologique (1-2 log), comme le blanchiment, le lavage, la friture, mais qui ne sont pas un CCP (pas d'intervention complète).	Les produits finis ou semi-finis doivent être réfrigérés ou surgelés car ils ne sont pas stables d'un point de vue microbologique. Il s'agit de locaux comportant des étapes de production, telles que le mélange, le remplissage, l'emballage, les étapes après la congélation et le refroidissement, le reconditionnement, ... après l'intervention pour éliminer ou réduire les agents pathogènes . Le produit est ouvert dans le processus (non emballé).
	Zone à haut risque	Zones avec processus ouverts (ou intérieur de l'équipement), où les produits sont entièrement traités à minimum 70°C pendant 2 minutes ou équivalent (pour l'inactivation de 6 log de	L'intérieur des équipements (conduites, réservoirs,...) est également pris en compte dans le cas

		<p>pathogènes végétatifs), comme la pasteurisation/le traitement HPP ou des processus qui sont un CCP pour éviter la contamination microbiologique (p.ex., machines de remplissage aseptiques) (intervention = CCP).</p>	<p>d'un processus fermé (p.ex., soupes, sauces, industrie laitière). L'extérieur des processus fermés ne fait PLUS partie d'une salle blanche ou d'une zone à haut risque mais d'une zone à faible risque. La zone où s'effectue l'étape d'élimination des germes, p.ex., une enceinte de cuisson, est encore une zone à faible risque ; c'est dès que les produits entrent dans la zone de l'étape suivante que commence la zone à haut risque. L'idéal est donc d'aménager un système de passage où l'entrée de la pièce/enceinte se situe dans la zone à faible risque et la sortie vers la zone de l'étape suivante se situe dans la zone à haut risque. Le stockage des matériaux d'emballage primaires qui sont encore emballés se trouve dans une zone à faible risque, mais une fois qu'ils sont hors de l'emballage extérieur scellé et utilisés, il s'agit d'une salle blanche/zone à haut risque.</p>
<p>Zone à faible risque</p>		<p>Les zones telles que les zones de réception et de stockage des matières premières et les locaux avec des étapes de transformation au début du processus de production (comme le tri, l'élimination des particules étrangères, le (pré)lavage, la découpe, le pesage, l'inspection visuelle, l'épluchage, le broyage, le hachage fin,...) où les produits subiront ensuite une autre étape d'intervention (= CCP pour l'élimination des pathogènes). Zones avec des processus ouverts de produits qui ne favorisent pas la prolifération du pathogène (p.ex., café, farine, poudres sans lait en poudre, pralines, biscuits, pain). Zone d'extrusion de la glace de consommation.* Zones pour la cuisson, l'ébullition du mélange pour les gommes tendres, le chauffage du fourrage pour praline.** Zones de l'entreprise où s'effectuent la fermentation, la maturation et le séchage (p.ex., industrie de transformation de la viande, p.ex., fermentation du salami). L'extérieur des processus fermés fait partie d'une zone à faible risque. Stockage du matériau d'emballage primaire, une fois sorti de l'emballage extérieur scellé et destiné à être utilisé dans une zone à faible risque.</p>	
<p>Zone d'hygiène de base</p>		<p>Les zones où tous les produits sont complètement scellés soit par un emballage, comme dans les espaces de stockage, les entrepôts, la détection des métaux et le transport des produits finis emballés, les zones avec pasteurisation/stérilisation dans l'emballage,... ou par un équipement, mais pas l'intérieur de ce dernier (p.ex. l'extérieur ou des zones autour des processus de production fermés de soupes, de sauces, de l'industrie laitière,</p>	

	de l'industrie de la glace de consommation). L'intérieur des camions contenant des produits emballés relève également de cette zone d'hygiène de base. Dans cette zone, le produit ou le matériau d'emballage primaire n'est pas ouvert mais toujours emballé ou présent dans un équipement fermé.
Zones sans produits	Cantines, blanchisseries, bureaux, toilettes, couloirs, vestiaires, locaux techniques...

* glace de consommation : l'extrusion est réalisée à -6/-8°C (extrusion impossible à haute température, si la température augmente, pas de produit fini).

**les étapes de chauffage indispensables d'un point de vue technologique pour obtenir un produit fini ne sont pas considérées comme des CCP dans le plan HACCP.

2.3.1-b Le flux du produit et du matériau d'emballage primaire suit la disposition des zones d'hygiène.



- Le produit suit un flux vers l'avant à travers les zones d'hygiène de l'entreprise (pas de contre-courants) (faible risque → risque élevé → hygiène de base)
- Attention : en cas de retraitement et de flux secondaires, il convient également de respecter la division logique des zones d'hygiène.
- Si le flux ne peut pas toujours être garanti, cette situation doit faire l'objet d'une attention particulière dans l'entreprise afin d'éviter toute contamination croisée, par exemple lors de la préparation d'échantillons pour le laboratoire, d'échantillons de clients, d'activités de R&D, etc.
- Cette exigence s'applique également au matériau d'emballage primaire (en contact direct avec la denrée alimentaire) : une fois que le matériau d'emballage primaire est débarrassé de son emballage protecteur, il doit également être considéré comme un ingrédient.

2.3.1-c Le flux du personnel suit la disposition des zones d'hygiène.



- Les mouvements de personnel des zones à faible risque (zone d'hygiène de base ou zones à faible risque) vers des zones à haut risque (salles - blanches et zones à haut risque) peuvent être déterminants pour maîtriser une contamination environnementale. Voilà pourquoi il convient de donner des consignes claires au personnel (opérateurs, personnel technique et toute personne entrant dans les sites de production) sur la façon de passer d'une zone à l'autre.
- Si un sas d'hygiène est disponible, ce dernier doit également être repris dans le plan de surveillance environnementale, afin d'éviter la formation de niches, notamment dans les installations de lavage et de désinfection des mains et les lave-semelles.
- En l'absence de lave-semelle, il est possible de changer de chaussures avant d'entrer dans la zone.
- En l'absence de lave-semelle, il convient également d'envisager une procédure de N&D des semelles de chaussures/semelles de bottes, p.ex., l'utilisation de surchaussures en plastique.

- Le personnel doit être conscient qu'il peut être une source potentielle de contamination croisée entre différentes zones de production (formation et communication) en ce qui concerne le zonage, les mesures de transition de la zone A → zone B (p.ex., changement de vêtements, de chaussures, lavage et désinfection des mains)
- Non seulement le personnel permanent, mais aussi les intérimaires, les techniciens et les visiteurs doivent en être conscients et appliquer les mêmes règles.
- Cette exigence ne s'applique pas lors du passage entre la zone d'hygiène de base et la zone à faible risque et vice versa.

2.3.1-d

Le flux des installations et des équipements mobiles suit la disposition des zones d'hygiène.



- Si des installations ou des équipements mobiles sont déplacés dans différentes zones d'hygiène, l'état d'hygiène et le potentiel de contamination croisée entre les différentes zones doivent être soigneusement vérifiés (p.ex., d'une zone à faible risque vers une zone à haut risque).
- Idéalement, les installations et les appareils mobiles devraient être affectés à une zone déterminée et y rester.
- Les installations mobiles comprennent notamment les appareils de pesage, les chariots élévateurs ou les transpalettes, les chariots, les équipements de N&D, les chariots pour l'échantillonnage et les échantillons de CQ, la maintenance technique du matériel,
- Les appareils mobiles comprennent notamment les conteneurs à déchets, le transport de sous-produits, le thermomètre, la balance, les compteurs ATP,
- Les récipients (plateaux, chariots, ...) avec lesquels les produits sont introduits dans la zone à haut risque et qui sont ensuite introduits dans une zone située en dehors de la zone à haut risque sont souvent une source de contamination.
- Cette exigence ne s'applique pas lors du passage entre la zone d'hygiène de base et la zone à faible risque et vice versa.

2.3.1-e

La circulation de l'air et les systèmes de ventilation doivent être conçus pour éviter la contamination croisée entre les différentes zones.



- Le flux d'air entre les zones peut également jouer un rôle majeur dans la maîtrise d'une contamination environnementale : l'air doit circuler des zones propres vers les zones sales et non l'inverse.
- Les systèmes de ventilation doivent également être entretenus et nettoyés (p.ex., Chauffage, ventilation et climatisation (CVC))
- La source d'air peut également être une source de contamination et il faut donc connaître précisément l'entrée d'air. Évitez que l'air provienne de zones techniques ou non hygiéniques, ou de zones de stockage de matériaux

d'emballage où le niveau d'hygiène n'est pas élevé.

- Dans le cas de l'air comprimé, les filtres doivent également être entretenus et repris dans le plan d'entretien technique.
- Cette exigence ne s'applique pas lors du passage entre la zone d'hygiène de base et la zone à faible risque et vice versa.

2.3.2. Installations

2.3.2-a

Lors du choix des installations et de l'agencement de l'entreprise, il convient d'accorder une attention suffisante à la conception hygiénique afin d'éviter l'accumulation de micro-organismes dans un environnement de production et de stockage.



- Une conception hygiénique implique d'opter pour des surfaces lisses, d'éviter les angles pointus, d'éviter les canalisations en cul-de-sac, de prévoir un espace suffisant entre les sols, les murs et les installations afin de pouvoir les nettoyer correctement.
- Les soudures doivent également être bien finies
- La facilité de démontage des installations doit permettre un bon nettoyage et une bonne désinfection, y compris des endroits difficiles d'accès (remarque : il arrive que ce soit incompatible avec la sécurité du travail, où le démontage des machines n'est pas recommandé pour éviter les accidents du personnel).
- Les chemins de câbles, les canalisations et les plafonds sont sensibles à la formation de poussière et à l'accumulation de condensation. Il convient donc de les éviter et de les entretenir correctement (p.ex., en les incluant dans le plan de N&D périodique).
- Si des passerelles et des escaliers sont présents, avec des caillebotis ouverts, ils ne peuvent pas être positionnés au-dessus des denrées alimentaires non emballées et/ou de l'eau.
- Les surfaces qui ne sont pas en contact avec des denrées alimentaires doivent être reprises dans le plan de N&D périodique et doivent, dans la mesure du possible, être disposées en position verticale ou inclinée pour éviter l'accumulation de saleté et d'humidité.
- Les caniveaux doivent être positionnés de manière à ce que le flux d'eau 'sale' ne passe pas dans une zone à plus haut risque.
- Les installations en contact avec les aliments et celles qui ne le sont pas doivent être construites avec des matériaux appropriés pour le contact avec les aliments qui sont durables, non corrosifs, non poreux ou absorbants.
- *L. monocytogenes* peut facilement se fixer à l'acier inoxydable, dont sont faits la plupart des machines et des équipements de l'industrie alimentaire. D'autres matériaux auxquels la bactérie peut adhérer sont le verre, le caoutchouc, le PTFE, le PVC, le PEHD, ... (Kocot & Olszewska, 2017; Lahou & Uyttendaele, 2014). En outre, l'acier inoxydable, l'aluminium, le caoutchouc,

le polystyrène, le polypropylène, le verre, le marbre, le granit et le polycarbonate favorisent la formation de biofilms de *L. monocytogenes*. En particulier, le béton sans couche protectrice, qui réduit la porosité de la surface, présente un degré élevé de formation de biofilms. Le cuivre inhibe la formation de biofilms de *L. monocytogenes* (Dygico, Gahan, Grogan, & Burgess, 2020). L'application d'un revêtement de qualité alimentaire sur l'acier inoxydable, tel qu'un revêtement lisse à base d'huile, réduirait la rugosité de la surface et l'adhérence des bactéries et des résidus alimentaires (Awad, Asker, & Hatton, 2018).

Recommandation :

- Les directives EHEDG peuvent être appliquées pour les installations (voir lien : <https://belgium.ehedg.org/>)
- Les normes de l'AMI (American Meat Institute), quant à elles, s'appliquent à l'industrie de la transformation de la viande.

2.3.2-b

Dans le cas d'installations déjà existantes (obsolètes) qui ne répondent pas aux exigences du point 2.3.2-a, il convient de prévoir une procédure de N&D périodique supplémentaire (voir 2.5) et d'effectuer un contrôle d'hygiène supplémentaire (voir 2.6).



- En réalité, des installations ou des zones obsolètes seront toujours présentes sur un site de production ou de stockage, même s'il convient de tout mettre en œuvre pour l'éviter.
- Il s'agit également d'endroits difficiles à atteindre et à nettoyer dans la structure et l'infrastructure de l'entreprise.
- Afin d'éviter que ces installations ne donnent lieu à l'accumulation de pathogènes environnementaux, il importe de prendre des précautions supplémentaires pour surveiller l'état hygiénique de ces installations, pour lesquelles une procédure de N&D périodique supplémentaire, une procédure spécifique de N&D, un contrôle d'hygiène supplémentaire ou une maintenance technique supplémentaire peuvent être nécessaires afin de maîtriser le problème.
- Exemples d'installations déjà existantes (obsolètes) - liste (non exhaustive) :
 - murs en briques
 - sols avec joints
 - sols coulés avec dommages
 - caniveaux et évacuations endommagés
 - faux murs
 - plinthes qui ne ferment pas
 - zones situées au-dessus des faux plafonds et où passent des canalisations (p.ex., évacuation des eaux de pluie) et qui peuvent créer des conditions humides (p.ex., production de poudre).
 - installations complexes et difficiles à démonter
 - partie inférieure et dos de tables, balances de table, armoires de la production

2.3.2-c

Les installations de congélation/ tunnels de refroidissement doivent fonctionner correctement et les cycles de température doivent être surveillés pour contrôler l'accumulation éventuelle de *L. monocytogenes*.



- Les tunnels de congélation présentent, en fonction de la technologie appliquée (congélateurs à air pulsé ou cryogéniques) et de leur conception, une fluctuation des cycles de température basse et élevée. Les cycles de température entre -30/-40°C sont suivis de cycles courts de décongélation vers 30/50°C pour éviter un excès de glace dans le tunnel.
- Les tunnels de refroidissement, dans lesquels passent les bandes transporteuses contenant les produits, ont également des cycles de température.
- Si des produits alimentaires restent ou s'accumulent dans le tunnel, ils peuvent devenir une source de *Listeria monocytogenes*.
- Par conséquent, les tunnels de congélation/refroidissement doivent faire l'objet d'un entretien technique préventif périodique (voir 2.4), d'une surveillance et d'un contrôle de la température des cycles (ce paragraphe) et doivent faire partie du plan de nettoyage et de désinfection (voir 2.5) ; en outre, des contrôles visuels réguliers doivent être effectués pour éviter une accumulation excessive de produit dans le cadre de la méthodologie de travail (voir 2.7).

2.3.3. Contrôle de l'eau, de l'humidité et de la température

2.3.3-a

Les installations de distribution et de traitement de l'eau ne doivent pas donner lieu à la formation de biofilms et à la propagation potentielle de *L. monocytogenes*.



- Il convient par conséquent de prévoir l'entretien des réservoirs de stockage, des systèmes de canalisations, des systèmes de filtration, etc. qui sont utilisés pour la distribution et le traitement de l'eau afin de prévenir la formation de biofilms et la présence éventuelle de *L. monocytogenes*.
- Évitez la contamination par les eaux usées/les effluents d'autres sources d'eau dans la production.
- Évitez l'eau stagnante dans les machines, les tuyaux, les canalisations et les flaques d'eau sur les sols.
- Empêchez l'accumulation d'eau stagnante dans et autour des évacuations
- Évitez que des gouttes, la condensation provenant des raccords et des canalisations contaminent les aliments, les surfaces qui entrent en contact avec les aliments ou les matériaux d'emballage des aliments.

2.3.3-b

Évitez les fluctuations de température dans l'environnement de production et les lieux de stockage, car elles peuvent entraîner la formation de condensation et l'accumulation de pathogènes environnementaux.



- Une humidité élevée (= humidité relative), la formation d'aérosols et/ou l'égouttement des constructions supérieures (p.ex., plafond, systèmes de tuyauterie) peuvent être provoqués par les fluctuations de température.
- Un gradient de température peut provoquer de la condensation et des gouttelettes d'eau
- Il importe de disposer d'un système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) installé et entretenu par des professionnels (y compris N&D)
- La condensation favorise l'accumulation de *Listeria monocytogenes* et de *Salmonella* spp dans un environnement de production.

2.4. Entretien technique

REMARQUE : le degré d'élaboration et de mise en œuvre de ces mesures préventives dépend de l'évaluation des risques propre à l'entreprise (voir section 2.2). Les exigences ci-dessous doivent donc toujours être affinées et adaptées au contexte de l'entreprise.

2.4-a

Dans le plan d'entretien technique, il convient d'accorder une attention suffisante aux endroits des installations où l'on peut s'attendre à une accumulation d'agents pathogènes environnementaux et qui ne peuvent être atteints ou traités au moyen d'une procédure périodique de N&D.



- Certains filtres (en tissu) ou en plastique qui ne peuvent être facilement nettoyés, doivent être remplacés dans le cadre d'un entretien technique périodique.
- Il importe d'accorder une attention suffisante à l'intégrité et au bon fonctionnement des évacuations, des puits, à la condensation, etc.

2.4-b

Lors d'une intervention technique, il convient d'avoir suffisamment conscience de la possibilité d'une contamination environnementale.



- Lors de l'entretien technique des installations et des structures de l'entreprise, les techniciens doivent toujours être attentifs à la présence éventuelle d'une niche ou à la formation de biofilms.
- Le démontage des installations peut donner lieu à la libération de contaminants et peut entraîner une contamination environnementale.
- Après une intervention technique, nous pouvons assister à la formation d'un biofilm ou à une contamination environnementale. Voilà pourquoi il convient de procéder à une évaluation des risques après l'intervention technique afin de déterminer si un nettoyage et/ou une désinfection sont nécessaires.
- Les techniciens internes et externes doivent en être informés (p.ex., par une formation pour les techniciens internes, des exigences claires dans le cahier des charges avec le prestataire de services).

2.4-c

Si les installations sont utilisées périodiquement, un contrôle préopératoire approfondi s'impose avant le démarrage ainsi qu'une procédure approfondie de N&D avant la mise en service.



- Certaines installations, appareils, formes, ... ne sont pas utilisés toute l'année, p.ex., en fonction de certaines fêtes / des saisons, d'autres installations peuvent s'avérer indispensables.
- Dans la mesure du possible, les équipements et matériaux utilisés périodiquement sont couverts et stockés entre les saisons.
- Il importe de les nettoyer en profondeur (nettoyage et désinfection complets) après la dernière utilisation, avant d'être stockés.
- Si ces installations sont remises en service, un contrôle approfondi de l'état d'hygiène s'impose, avec éventuellement un démontage pour éviter préventivement une contamination environnementale grâce à une procédure approfondie de N&D.

2.4-d

Les techniciens internes et externes doivent respecter le zonage et les mesures d'hygiène en vigueur dans les zones d'hygiène, et leurs appareils et équipements mobiles doivent être affectés à une zone déterminée.



- S'il s'agit d'outils utilisés régulièrement dans une zone déterminée, il est recommandé de les affecter à cette zone spécifique afin d'éviter la transmission de pathogènes environnementaux (p.ex., le chariot et les outils).
- Si ce n'est pas possible, l'équipement technique doit être désinfecté (attention à la partie inférieure et aux roues !) avant de pouvoir entrer dans une autre zone (plus) hygiénique.
- Cette exigence ne s'applique pas lors du passage entre la zone d'hygiène de base et la zone à faible risque et vice versa.

2.5. Nettoyage et désinfection

REMARQUE : le degré d'élaboration et de mise en œuvre de ces mesures préventives dépend de l'évaluation des risques propre à l'entreprise (voir section 2.2). Les exigences ci-dessous doivent donc toujours être affinées et adaptées au contexte de l'entreprise.

2.5.1. Protocole (e.a., concentration, durée, 5 étapes, fréquence)

2.5.1-a	La procédure quotidienne et périodique de N&D est élaborée en fonction de l'analyse des risques de l'entreprise et des activités, ce qui permet une planification, une exécution avec des moyens et des matériaux corrects et de façon correcte (p.ex., 5 étapes : nettoyage préalable, nettoyage, rinçage, désinfection, rinçage ou CIP), un contrôle de la bonne exécution et, le cas échéant, un ajustement immédiat.
2.5.1-b	Si possible, l'ordre des activités est organisé des zones à haut risque → les zones à faible risque (si cet ordre ne peut être respecté, observer les règles concernant les vêtements – matériaux)*.
2.5.1-c	Lorsque les activités de N&D sont externalisées (quotidiennement et/ou périodiquement), des accords clairs sont conclus avec le prestataire de services, (p.ex. l'utilisation des bons produits, leur dosage correct, les temps de pause, le plan de travail, etc.).
2.5.1-c	Lorsque les activités de N&D sont externalisées, l'entreprise proprement dite est responsable de la mise en œuvre et de l'organisation du nettoyage préalable (élimination des résidus de produits) afin d'éviter un contact prolongé entre la matière organique et l'environnement de production. À moins que ce ne soit clairement stipulé dans les accords avec le prestataire de services (l'objectif étant de commencer les activités de nettoyage peu après la production).
2.5.1-d	L'entreprise dispose de connaissances suffisantes (également en cas d'externalisation des activités de N&D) concernant l'utilisation des produits, les concentrations, la méthode de travail, etc. pour que la responsabilité et le suivi de la procédure de N&D n'incombent pas uniquement au prestataire de services.
2.5.1-e	Lors de chaque activité de N&D, il y a une inspection visuelle visant à vérifier le nettoyage correct avant le début de la désinfection (pas d'inspection visuelle pour le nettoyage CIP - mais mesure de la conductivité de l'eau de rinçage (par défaut dans le protocole)).
2.5.1-f	Un hygiénogramme périodique est prévu afin de contrôler l'efficacité de la procédure N&D et de prendre des mesures en cas d'anomalies.



- Le nettoyage et la désinfection font partie intégrante des activités d'une entreprise alimentaire.
- Afin de vérifier si la procédure N&D a été effectuée correctement, un contrôle visuel doit être effectué par une personne autre que l'exécutant. Il est préférable de procéder à ce contrôle visuel après le nettoyage et avant le

début de la désinfection afin, le cas échéant, de procéder à un nettoyage supplémentaire avant la désinfection.

- Le contrôle visuel est effectué quotidiennement ou plus/moins fréquemment en fonction de l'analyse des risques (p.ex., libération des lignes après un nettoyage intermédiaire pour éviter la contamination croisée).
- Un contrôle de l'hygiène peut être utilisé pour vérifier l'efficacité de la procédure de N&D :
 - Dans ce cadre, il convient de prélever des échantillons lorsqu'un certain temps s'est écoulé depuis la réalisation de la procédure N&D, mais avant le début de la production (Spanu & Jordan, 2020).
 - Des échantillons sont régulièrement prélevés sur les surfaces de contact afin de déterminer le nombre total de colonies pour vérifier le nettoyage et la désinfection ou un autre indicateur, tel que l'ATP total, destiné essentiellement à l'évaluation du nettoyage (Wiedmann, Belias, Sullivan, & Blyth, 2019).
 - Les tests indicateurs ne peuvent pas détecter les pathogènes, mais ils peuvent aider à identifier les zones à risque (telles que les niches) et peuvent indiquer une procédure N&D incorrecte ou insuffisante.
 - Les protéines, les sucres, les entérobactéries ou les coliformes comme indicateurs sont d'autres alternatives principalement pour évaluer respectivement le nettoyage et la désinfection (Magdovitz et al., 2020).
 - Les échantillons peuvent être prélevés au moyen d'écouvillons, de plaques Rodac® ou de Petrifilms®, ou d'une alternative équivalente.
 - Il importe d'établir une distinction entre les tests qui peuvent être utilisés pour vérifier le nettoyage, pour évaluer la désinfection ou la combinaison du nettoyage et de la désinfection.
 - Dans certaines situations, il est conseillé d'évaluer la bonne exécution du nettoyage avant de passer à l'étape de désinfection.
 - La réalisation d'un hygiénogramme ne s'applique pas aux secteurs où aucun nettoyage humide et/ou aucune désinfection n'a lieu (un contrôle visuel est suffisant - voir 2.5.1-e) (p.ex., meuneries, secteur du chocolat) (voir également les guides d'autocontrôle sectoriels).

*par exemple, certaines zones qui ont terminé la production plus tôt peuvent commencer la procédure N&D mais des précautions doivent être prises pour éviter la contamination croisée avec les activités de production.

Le tableau 3 présente une liste non exhaustive de méthodes utiles pour évaluer le nettoyage et la désinfection.

Tableau 3 : Liste non exhaustive de méthodes visant à évaluer le nettoyage et la désinfection

Évaluation du nettoyage		Évaluation de la désinfection	
Déchets encombrants résiduels		Analyses microbiologiques - comptages	
	Inspection visuelle (éventuellement au moyen d'une lampe de poche, d'un endoscope,...)	Méthodes par contact	Plaque RODAC Plaques de contact sur gel agar Petrifilm ...
Déchets résiduels			
Biochimique	ATP total* NAD(H) EPS (biofilm) Protéines, sucres,	Paramètres	Nombre total de colonies <i>Enterobacteriaceae</i> ...
		Analyses microbiologiques – comptages et/ou détection	
Remarque : Il est préférable d'effectuer les tests ci-dessus après le nettoyage et non après le nettoyage et la désinfection afin de pouvoir intervenir à temps.		Échantillonnage matériel	Écouvillons Éponges Gaze ...
		Paramètres	Indicateurs du contrôle des conditions d'hygiène, pathogènes, ...
		Remarque : Des résultats microbiologiques anormaux peuvent également indiquer un nettoyage inadéquat.	

*L'ATP total est une mesure du niveau de saleté et non du nombre de bactéries.

Une évaluation correcte du nettoyage et de la désinfection nécessite une combinaison des évaluations ci-dessus à des moments appropriés du processus. Outre les comptages microbiologiques des paramètres d'hygiène, la détection des agents pathogènes en fait également partie.

2.5.2. La procédure N&D peut également être une source de contamination

2.5.2-a	L'entreprise vérifie si les détergents et/ou les désinfectants sont suffisamment utilisés en alternance afin d'empêcher le développement de résistances et la formation de biofilms.
2.5.2-b	Il convient de vérifier dans l'entreprise si des forces mécaniques suffisantes sont mises en œuvre pendant le nettoyage pour éliminer tout biofilm (ou la vitesse de circulation du CIP).
2.5.2-c	En cas de suspicion de formation d'un biofilm, il convient d'effectuer des activités de N&D supplémentaires, avec ou sans l'aide d'un prestataire de services spécialisé.



- Les biofilms préfèrent s'établir dans les irrégularités des surfaces, comme les bandes transporteuses. La face inférieure de la bande transporteuse qui n'est pas en contact direct avec les denrées alimentaires est également un excellent lieu d'implantation pour *L. monocytogenes* (Fagerlund, Moretro, Heir, Briandet, & Langsrud, 2017). Les autres endroits sont les découpeuses, les équipements en acier inoxydable, les égouts, la ventilation, les sols, les réfrigérateurs, ... (Lahou & Uyttendaele, 2014).
- Les biofilms composés de bactéries adhérentes sont difficiles à éliminer en raison de leur résistance phénotypique. Ils permettent une croissance protégée, permettant aux micro-organismes de survivre dans des environnements hostiles, contrairement aux cellules planctoniques de libre circulation (Martinez-Suarez, Ortiz, & Lopez-Alonso, 2016; Simoes et al., 2010).
- Voilà pourquoi la procédure de N&D classique n'est pas toujours suffisante, ce qui nécessite le recours à de nouvelles stratégies pour lutter contre les biofilms, telles que des solutions biologiques (enzymes, bactériophages, interactions entre espèces et antimicrobiens naturels) (Simoes et al., 2010).
- Très souvent, les matériaux de nettoyage et de désinfection utilisés représentent une source de contamination et de persistance. Les équipements de nettoyage et de désinfection utilisés doivent donc à leur tour être correctement nettoyés, désinfectés et évalués.
- Pour permettre l'élimination des biofilms, une bonne accessibilité et la force mécanique requise (pour éviter la contamination croisée) sont également essentielles.
- Les biofilms peuvent être formés par divers micro-organismes et ne se limitent donc pas à *L. monocytogenes*. Les biofilms sont presque toujours composés de plusieurs espèces microbiologiques. Des études récentes ont montré que les espèces de biofilms les plus fréquemment isolées dans les entreprises alimentaires belges sont *Pseudomonas*, *Microbacterium*, *Stenotrophomonas*, *Staphylococcus* et *Streptococcus* (Maes et al. 2019). Ces puissants biofilmogènes peuvent, à leur tour, provoquer l'adhérence et la protection d'agents pathogènes tels que *L. monocytogenes* et *Salmonella* spp. dans un biofilm, outre le fait que les agents pathogènes eux-mêmes peuvent également former des biofilms.

2.6. Inspection de l'hygiène

REMARQUE : le degré d'élaboration et de mise en œuvre de ces mesures préventives dépend de l'évaluation des risques propre à l'entreprise (voir section 2.2). Les exigences ci-dessous doivent donc toujours être affinées et adaptées au contexte de l'entreprise.

2.6-a	Une inspection périodique approfondie de l'hygiène (planification, exécution, enregistrement et actions correctives démontrables lorsque des lieux ou des situations non hygiéniques sont découverts) est également suivie par la direction de l'entreprise.
-------	--



- Inspection de l'hygiène lors du suivi de la procédure de N&D, avec ou sans hygiénogramme/ATP (voir section 2.5).
- Inspection périodique de l'hygiène (fréquence à déterminer sur la base de l'évaluation des risques, fréquence plus élevée pour certaines zones, p.ex., structures et infrastructures plus anciennes, zonage)
- L'objectif de cette inspection périodique est d'avoir un regard critique sur la procédure quotidienne et périodique de N&D et sur l'ordre général et la propreté de l'entreprise.
- Pas seulement par le personnel opérationnel ou responsable de la qualité - la direction doit également 'observer' l'état de propreté de l'entreprise.
- Les aspects suivants peuvent être traités lors d'une inspection périodique de l'hygiène:
 - Regard critique - au-dessous, dans et au-dessus des installations, pas seulement à hauteur des yeux
 - Démontage de machines/installations
 - Attention particulière à l'évacuation des eaux usées, aux puits, aux égouts et aux eaux stagnantes.
 - Prendre des photos
 - Créer une liste par zone
 - Confier la réalisation à des personnes externes (p.ex., autres sites, travaillant sur un autre emplacement, dans un autre département).
 - Si nécessaire, la liste sera réexaminée par zone, afin de ne pas avoir d'angles morts dans une infrastructure.
 - Effectuer une observation des tendances pour identifier les problèmes récurrents en fonction du temps, de la saison, etc.

2.7. Méthodologie de travail et contrôle des processus

REMARQUE : le degré d'élaboration et de mise en œuvre de ces mesures préventives dépend de l'évaluation des risques propre à l'entreprise (voir section 2.2). Les exigences ci-dessous doivent donc toujours être affinées et adaptées au contexte de l'entreprise.

2.7-a

La méthode de travail spécifique peut donner lieu à des situations de contamination par des pathogènes environnementaux, avec un potentiel de contamination croisée entre l'environnement et le produit. Ces situations spécifiques sont identifiées par l'entreprise et des mesures de contrôle supplémentaires sont élaborées et mises en œuvre.



- Dans le contexte spécifique d'une entreprise concernant sa méthodologie de travail, certaines situations peuvent donner lieu à une accumulation de pathogènes environnementaux et à une éventuelle contamination croisée du produit.
- La situation sera différente pour chaque entreprise et chaque activité.
- Si les pathogènes environnementaux sont présents dans l'entreprise, il convient de mettre en place une procédure de contrôle approprié :
 - Qu'est-ce qui est correct et qu'est-ce qui ne l'est pas ?
 - Comment le personnel doit-il y faire face ?
 - Quelles sont les activités pouvant être mises en place au niveau de l'infrastructure pour minimiser la contamination ?
 - À inclure absolument dans l'inspection de l'hygiène
 -
- Une liste non exhaustive est reprise au tableau 4.

Tableau 4. Liste non exhaustive des méthodologies de travail spécifiques pouvant donner lieu à une contamination environnementale.

Problème	Secteur/activité	Agent pathogène
Découpage (tranchage) de divers produits (provenant de différents fournisseurs) sur une même ligne de coupe	Produits carnés - découpe/tranchage	<i>L. monocytogenes</i>
	Produits laitiers - découpe/tranchage de fromage	
Condensation aux intersections chaud/froid	Tunnels de refroidissement dans la transformation du chocolat	<i>Salmonella spp.</i> <i>Listeria monocytogenes</i>
	Passage du blanchiment à la congélation dans la transformation des légumes	<i>L. monocytogenes</i>
	Transition zones froides - zones chaudes	<i>L. monocytogenes</i>
Fluctuations de température dans les tunnels de congélation	Décongélations cycliques de courte durée dans les tunnels de congélation (p.ex. : aliments surgelés)	<i>L. monocytogenes</i>
Dégivrage des installations de congélation et stockage surgelé	Libération de la contamination pendant le dégivrage et installations de congélation et stockage surgelé pendant l'entretien périodique.	<i>L. monocytogenes</i>

Accumulation de denrées alimentaires dans les tunnels de congélation	L'accumulation d'aliments lors du passage dans les tunnels de congélation (en cas d'interruption du processus, de mauvais réglage des machines/bandes transporteuses) combinée à une décongélation cyclique dans les tunnels de congélation peut provoquer la décongélation des aliments et favoriser une prolifération.	<i>L. monocytogenes</i>
Lignes qui se croisent (p.ex., ligne A sur ligne B)	Tous les secteurs	<i>Salmonella</i> spp. ou <i>L. monocytogenes</i>
Contamination croisée par l'utilisation de matières premières crues non traitées	Tous les secteurs ajoutant des matières premières non traitées (p.ex., noix, fèves de cacao, fruits frais sur gâteau)	<i>Salmonella</i> spp. ou <i>L. monocytogenes</i>

2.8. Matières premières et ingrédients comme source de contamination microbologique

REMARQUE : le degré d'élaboration et de mise en œuvre de ces mesures préventives dépend de l'évaluation des risques propre à l'entreprise (voir section 2.2). Les exigences ci-dessous doivent donc toujours être affinées et adaptées au contexte de l'entreprise.

2.8-a Les matières premières (qu'il s'agisse de matières premières crues, d'ingrédients ou de produits semi-finis) peuvent également être une source de contamination par des pathogènes qui peuvent s'installer dans l'environnement de production. L'entreprise doit effectuer une analyse microbiologique approfondie des matières premières afin d'identifier celles qui sont associées à certains agents pathogènes, compte tenu également du fait que la contamination peut varier selon les fournisseurs.



- L'évaluation des risques (voir section 2.2) doit permettre de déterminer clairement les matières premières (matières premières crues, ingrédients et produits semi-finis) pouvant être associées à des pathogènes déterminés.
- Si les pathogènes environnementaux sont également présents sur les matières premières, ces dernières constitueront une source importante d'entrée lorsqu'elles seront introduites dans un environnement de production.
- Afin d'éviter une concentration trop fréquente et/ou trop élevée de pathogènes dans les matières premières, il convient d'élaborer une procédure de sélection des fournisseurs bien fondée et axée sur les risques et de conclure de bons accords avec les fournisseurs concernant :
 - Propre système d'autocontrôle chez les fournisseurs
 - Propreté des récipients/de l'emballage/des big bags, etc.
 - Éviter la terre et la poussière
 - Température de livraison correcte (basse)
 -

- Cependant, malgré ces précautions, il faut tenir compte du fait que certaines matières premières fraîches peuvent présenter une prévalence plus élevée de pathogènes, comme la présence d'un faible nombre de *L. monocytogenes* sur la viande de bœuf crue et les légumes crus ou *Salmonella* spp. sur la volaille et le porc, les noix, les graines, les aromates et les épices (liste non exhaustive).

3. Partie 3 : Surveillance environnementale

L'élaboration des mesures préventives, voir section 2, peut être suivie d'une surveillance environnementale en vue de détecter une contamination environnementale pathogène, qui pourrait éventuellement conduire à la contamination des produits, et pour vérifier les mesures préventives élaborées dans la section 2 (voir figure 1).

Remarque 1 : Le procédé et la méthodologie décrits dans cette partie doivent être adaptés et affinés au niveau du secteur et/ou de l'entreprise. En fonction de l'évaluation des risques (voir partie 2.2), certains micro-organismes pathogènes doivent être surveillés dans certaines zones de l'entreprise.

Remarque 2 : Pour les TPE, voir définitions, cette surveillance environnementale est essentielle et les principes élaborés ici doivent également être suivis. Toutefois, l'étendue (p.ex., le nombre de sites d'échantillonnage) de la surveillance environnementale doit être adaptée à la taille de l'entreprise. Nous recommandons de ne pas limiter la fréquence de l'échantillonnage mais plutôt le nombre de sites d'échantillonnage. Règle générale d'assouplissement pour les TPE : réduire les points d'échantillonnage à 25%.

Remarque 3 : Puisque la présence d'agents pathogènes environnementaux est généralement très peu probable, si les mesures préventives sont bien suivies, il est possible qu'en prélevant un nombre limité d'échantillons, la contamination passe inaperçue. Cette situation peut conduire à un faux sentiment de sécurité (tout comme le prélèvement de quelques échantillons de produits dans le cadre du contrôle des matières premières ou du produit fini). Les entreprises doivent en être conscientes, car le risque zéro n'existe pas.

Les étapes de la surveillance environnementale sont les suivantes (figure 6).

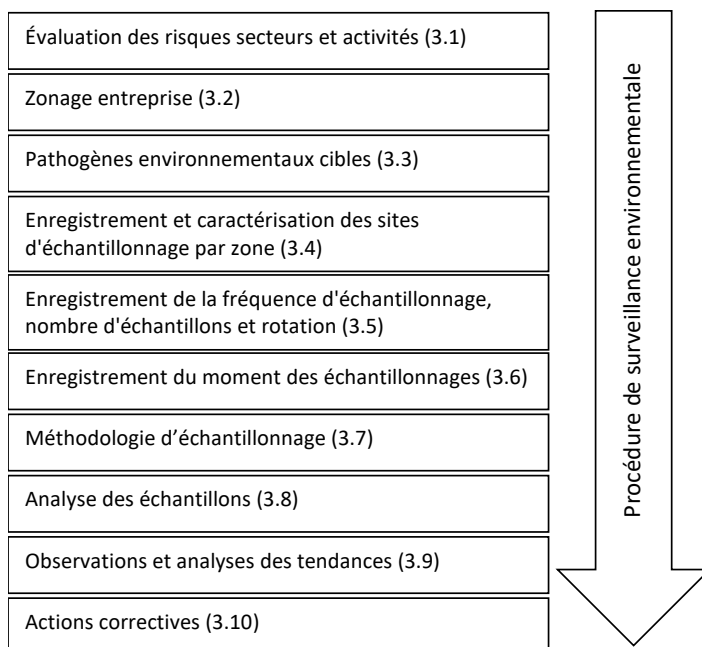


Figure 6. Plan par étapes pour l'élaboration et le suivi d'un plan de surveillance environnementale

3.0-a	L'entreprise élabore une procédure de surveillance environnementale pour le suivi des pathogènes pertinents, qui comprend les étapes indiquées à la figure 6.
3.0-b	L'entreprise exécute cette procédure scrupuleusement et documente la mise en œuvre (e.a., la ou les procédures, la ou les instructions, le ou les protocoles de laboratoire, les enregistrements des échantillons et les résultats d'analyse).
3.0-c	La procédure de surveillance environnementale est mise à jour si nécessaire et au moins 1x fois tous les 3 ans.



- La surveillance environnementale comprend différentes étapes, qui doivent être adaptées et élaborées au niveau de l'entreprise (figure 6).
- En cas d'adaptations de l'infrastructure, de remplacement d'installations ou de machines ou en cas de contamination environnementale positive, la procédure et les protocoles appliqués doivent être adaptés. Sinon, une évaluation approfondie et critique de la procédure doit être effectuée au moins 1x tous les 3 ans, dans le cadre de l'audit interne du système d'autocontrôle.

3.1. *Évaluation des risques de contamination environnementale*

3.1-a	L'entreprise procède à une évaluation des risques afin d'estimer la probabilité de contamination environnementale pour toutes les activités menées par l'entreprise (toutes les lignes de processus et toutes les activités).
-------	---



- D'abord, l'entreprise doit procéder à une évaluation des risques afin d'estimer la probabilité de contamination environnementale au niveau du secteur (figure 2) et de l'entreprise pour les différentes activités (figure 3).
- Voir également section 2.2.
- L'étendue et la fréquence de ce protocole supplémentaire dépendront de ce niveau d'activité à haut risque (rouge), à moyen risque (orange) et à faible risque (jaune) dans l'entreprise et de la taille de l'entreprise.

3.2. *Zonage*

3.2-a	L'entreprise dispose d'un plan clair avec la disposition de tous les espaces dans une zone déterminée (zone de base, à faible risque, à risque élevé ou zone sans produit).
-------	---



- Voir section 2.3 Tableau 2.
- Il va sans dire que les locaux appartenant à des zones à haut risque constituent une situation plus risquée en matière de contamination environnementale que les zones à

faible risque ou les zones d'hygiène de base. Par conséquent, l'entreprise doit d'abord être classée en fonction des zones d'hygiène et ces dernières doivent être indiquées clairement sur un plan.

3.3. Agent(s) pathogène(s) cible(s) pour l'échantillonnage

3.3-a	L'entreprise a pris une décision mûrement réfléchie et démontrable quant aux pathogènes environnementaux pertinents pour le type d'activités et de produits à inclure dans la surveillance environnementale.
-------	--



- Il convient de définir les pathogènes pertinents pour l'échantillonnage environnemental.
- Comme indiqué à la section 1.2, les pathogènes environnementaux les plus importants sont *Listeria monocytogenes* et *Salmonella* spp. mais, selon le type de secteur et d'activités, d'autres pathogènes environnementaux peuvent également avoir une importance (voir 1.2.3).
- La raison pour laquelle certains pathogènes sont repris ou non dans la surveillance environnementale doit être mûrement réfléchie et justifiée.

Note : *Listeria* spp. comme indicateur ?

Certaines sources mettent en avant la détermination de *Listeria* spp. comme indicateur de la présence de *Listeria monocytogenes* (p.ex. CAC, 2007). Cependant, la détermination de *Listeria* spp. inclut également d'autres espèces non pathogènes, qui sont des micro-organismes omniprésents et que l'on rencontre parfois dans les denrées alimentaires ou dans un environnement de production alimentaire. Dès lors, la présence de *Listeria* spp. n'indique pas nécessairement la présence de l'agent pathogène *L. monocytogenes*.

Selon l'EFSA (2018b) et l'EURL *Listeria monocytogenes* (2012), il est recommandé de tester directement la présence de *L. monocytogenes* conformément au protocole EN ISO11290 partie 1 (détection).

3.4. Enregistrement et caractérisation des sites d'échantillonnage

3.4-a	L'entreprise a enregistré les sites d'échantillonnage par zone et les a classés en fonction des surfaces de type 1, 2, 3 ou 4. Cette liste est manifestement présente, datée et bien motivée.
-------	---



- Après le zonage, les sites d'échantillonnage peuvent être classés en quatre types de surfaces en fonction du risque de contamination.
- Ces sites d'échantillonnage peuvent être visibles mais peuvent également se trouver dans des endroits qui ne sont pas directement visibles mais qui deviennent accessibles après le démontage des machines ou de l'infrastructure.
- Les types de surfaces suivants peuvent se présenter dans les différentes zones (zones à faible risque, zones à haut risque et zones d'hygiène de base ou dans les zones sans produit) :

- **TYPE 1** : Le premier type de surface présentant le risque le plus élevé comprend les surfaces en contact avec des aliments qui entrent en contact direct avec les denrées alimentaires (non emballées). Parfois, ce type de surface peut également inclure les endroits où des gouttelettes de condensation peuvent tomber sur les produits non emballés (p.ex., la condensation provenant d'un auvent au-dessus d'une bande transporteuse). Si l'humidité est faible et qu'aucune condensation n'est visible, l'endroit où les gouttes de condensation apparaissent sera considéré comme la deuxième zone (Malley et al., 2015; Wiedmann et al., 2019).
- **TYPE 2** : Le deuxième type de surface comprend des surfaces de contact indirect à proximité des denrées alimentaires (non emballées).
- **TYPE 3** : Le troisième type de surface comprend des surfaces plus éloignées des produits mais toujours dans les zones de production.
- **TYPE 4** : Enfin, il existe un quatrième type dans la zone présentant le risque le plus faible. Il se compose de surfaces situées juste à l'extérieur de l'environnement de production (Malley et al., 2015) et il sera donc principalement présent dans la zone sans produit.
- Ces types peuvent être encore classés en **niches de croissance tenaces** qui sont difficiles d'accès et/ou **points de transfert**, tels qu'un matériel roulant, une poignée de porte ou un gant (Simmons & Wiedmann, 2018) (Voir Tableau 5).

Tableau 5 : Classification des surfaces dans les entreprises alimentaires en 4 types avec des exemples de sites d'échantillonnage par type. Chaque site est classé dans une niche et un point de transfert (Simmons & Wiedmann, 2018; U.S. Food and Drug Administration & Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2017). Remarque : il s'agit d'une liste non exhaustive car d'autres sites peuvent être identifiés en fonction de la structure et de l'infrastructure de l'entreprise.

Types	Description	Exemples de sites	
		Niche	Point de transfert
Type 1 (risque le plus élevé)	Surfaces en contact avec les aliments (SCD) (y compris à l'intérieur d'un processus de production fermé)	Cutters, machines à couper/hacher/broyer/peler, intérieur des conduites, bandes transporteuses, machines de remplissage, mélangeurs, lavabos et réservoirs d'écoulement, vannes, chambre froide ou tunnel de refroidissement, scie à ruban, ...	Planches à découper, tables, intérieur des tonneaux, réservoirs et chariots, emballages et machines d'emballage, couloirs de déversement et goulottes, grattoirs, tables de tri, machine à glace, trémies, peseuses, caisses ou bacs, éviers pour la préparation des aliments, thermomètres ou thermocouples, machine à vide, mains ou gants entrant en contact avec les produits, tablier entrant en contact avec les produits,
Type 2	Surfaces de contact qui n'entrent pas en contact avec les denrées alimentaires (SNCD) et qui se trouvent à proximité des surfaces en contact avec les aliments et des aliments (y compris en dehors du processus de production fermé)	Boîtiers des équipements, parois et égouts à proximité des surfaces en contact avec les aliments, intérieur des bandes transporteuses, parties indirectes des équipements, gants (thermiques), ventilateur, congélateurs à spirale, égouttoirs, portes des réfrigérateurs pour produits ouverts, étagères, extérieur des conduites et structures supérieures où la condensation peut apparaître, dessous et pieds des tables de travail, ...	Les sols, à proximité des surfaces en contact avec les aliments, les parties indirectes des équipements, outils d'entretien, panneaux de commande, congélateurs à spirale, grillages, rideaux à lanières, chaussures, étagères, gants (thermiques), matériel de nettoyage et de désinfection, ...
Type 3	Les surfaces de contact qui n'entrent pas en contact avec des aliments (SNCD) et plus éloignées dans l'environnement de production	Poubelles, murs, égouts et caniveaux ne se trouvant pas à proximité des surfaces en contact avec les aliments, luminaires, tapis de sol, liaison mur/sol, balances au sol, pédiluves, palans à chaîne, dispositif de nettoyage, grilles d'extraction d'air, lave-mains, tuyaux d'eau, plafond, ventilateurs, chaises et échelles portables, extérieur des machines à glace, étagères, câbles et armoires électriques, cache-prises,	Les équipements mobiles, tels que les chariots élévateurs, les diables et les transpalettes, les sols qui ne sont pas à proximité des surfaces en contact avec les aliments, les récipients de produits chimiques, les pédiluves, les portes des réfrigérateurs pour produits scellés, les pédales, les étagères, les chaussures, les distributeurs de savon, ...
Type 4 (risque le plus faible)	Surfaces n'entrant pas en contact avec les aliments (SNCD) situées	Sols des vestiaires, des cafétérias, des couloirs et des toilettes, tapis, brosses, fenêtres,	Tapis brosses, sèche-mains, récipients de produits chimiques, rampe de chargement et de déchargement, ...

- zone de non-production	à l'extérieur de l'environnement de production et à partir desquelles les agents pathogènes environnementaux peuvent pénétrer dans l'environnement de production	Remarque : divers emplacements énumérés dans le type 3 peuvent également être présents dans les zones de non production, p.ex., les poubelles, les tapis de sol, les lave-mains, les étagères, les câbles et armoires électriques, les cache-prises, ... S'ils sont situés en dehors de la zone de production, ils sont considérées comme appartenant au type 4.	Remarque : les divers emplacements énumérés dans le type 3 peuvent également être présents dans les zones de non-production, par exemple les étagères, les chaussures, les distributeurs de savon, S'ils sont situés en dehors de la zone de production, ils sont considérées comme appartenant au type 4.
--------------------------	--	--	--

3.5. Enregistrement de la fréquence d'échantillonnage, nombre d'échantillons et rotation de l'échantillonnage

3.5-a

L'entreprise a pris une décision mûrement réfléchie et démontrable concernant la fréquence d'échantillonnage environnemental, la répartition du nombre d'échantillons (par type et par zone) au sein d'un échantillonnage environnemental et la rotation des sites d'échantillonnage.



- **Remarque importante** : Comme toujours avec l'échantillonnage, le nombre d'échantillons à prélever peut être sujet à débat. Bien que la méthodologie proposée repose sur des bases scientifiques, elle n'est pas statistique : « détecter avec une certaine fiabilité une contamination d'un certain pourcentage au sein d'une certaine population/taille de production ». À cet effet, il convient de disposer de plans d'échantillonnage statistiques qui permettent un très grand nombre d'échantillons. Ce n'est pas non plus l'objectif de cette méthode. L'essentiel est de rester attentif à la contamination environnementale. Toutefois, en tant qu'entreprise, vous devez savoir qu'il s'agit d'un échantillon et qu'il existe un risque que certaines contaminations passent inaperçues.
- L'objectif n'est pas de fixer une fréquence d'échantillonnage et un nombre d'échantillons dans ce document, mais bien de fournir des outils pour atteindre une fréquence d'échantillonnage et un nombre d'échantillons au niveau de l'entreprise qui sont adaptés aux aspects suivants :
 - Le niveau de risque de l'entreprise (voir évaluation des risques, partie 2.2 et exigence 3.1) (rouge, orange, jaune) (Tableau 6)
 - Le zonage de l'entreprise (voir section 2.3 et exigence 3.2) (Tableau 7)
 - L'historique démontrable de l'entreprise avec les résultats de la surveillance environnementale antérieure.
 - La taille et l'ampleur de l'entreprise :
 - assouplissements possibles pour les TPE (réduction jusqu'à 25% du nombre d'échantillons)
 - compte tenu de la surface de l'entreprise et du nombre de bâtiments/sites de stockage et de production : s'il s'agit d'une grande entreprise avec de grandes surfaces, de nombreux locaux, etc., le nombre de sites d'échantillonnage doit être adapté par cycle d'échantillonnage.
- Utilisation de l'historique : Il est recommandé de commencer avec une certaine fréquence et un certain nombre d'échantillons et si, après 6 mois à 1 an d'échantillonnage, il apparaît qu'il n'y a pas de contamination environnementale, le nombre d'échantillons peut être réduit (p.ex., réduction de 50%, c'est-à-dire de 100 échantillons par mois à 50 échantillons par mois). Il est toutefois préférable de maintenir la fréquence d'échantillonnage (p.ex., mensuelle, trimestrielle ou semestrielle), afin de pouvoir réagir rapidement en cas d'accumulation de pathogènes environnementaux. Cependant, en prélevant moins d'échantillons, la probabilité de trouver une contamination est plus faible.
- Pour les entreprises qui effectuent déjà un échantillonnage environnemental et qui disposent de données historiques, celles-ci peuvent être prises en compte pour réduire certaines zones, certains types de sites d'échantillonnage et/ou les fréquences (si aucun

échantillon positif n'est trouvé). Une fois de plus, il est recommandé de réduire le nombre d'échantillons plutôt que la fréquence, afin de pouvoir réagir rapidement.

- **TPE** : Pour les **entreprises qui sont des TPE**, il est conseillé de maintenir la fréquence mensuelle mais de réduire le nombre de sites d'échantillonnage à 25 % - voir remarque 2.
- **Surface/taille de l'entreprise** : les entreprises ayant une surface limitée (et ne répondant pas à la définition de TPE) doivent inclure les sites d'échantillonnage proportionnellement, les petites entreprises moins que les grandes.
- **Profil de risque de l'entreprise/des activités** : en fonction du profil de risque plus ou moins élevé, la fréquence d'échantillonnage suivante est proposée :

Tableau 6. Proposition de fréquence d'échantillonnage en fonction du profil de risque de l'entreprise/des activités (sur la base des figures 2 et 3).

rouge	orange	jaune
Mensuel	Tous les 4 mois	Tous les 6 mois

Remarque : voir les figures 2 et 3 : certaines entreprises/activités ont un profil de risque mixte, p.ex., la pâte à pain, la pâte à biscuits, la pâte à céréales pour petit-déjeuner, → qui présentent un risque moyen, puis, après la cuisson, passent à un risque faible (jaune). Ces entreprises divisent les sites associés aux processus humides (risque moyen) et secs (risque faible) et effectuent un échantillonnage adapté pour chacun des niveaux de risque (voir exemple 5).

- Le tableau 7 peut être utilisé comme outil pour déterminer la répartition du nombre d'échantillons de la surveillance environnementale en fonction de la zone et du type de sites présents dans l'entreprise : nombre d'échantillons violet > rose > rose clair > blanc.

Tableau 7. Outil permettant de déterminer la répartition du nombre d'échantillons de la surveillance environnementale en fonction de la zone, des activités/matières premières et du type de sites présents dans l'entreprise : nombre d'échantillons violet > rose > rose clair > blanc. Remarque : cet outil est indicatif, il peut toujours être adapté sur la base des données présentes dans l'entreprise et de l'évaluation des risques.

Zone	Matières premières** associées à <i>Listeria monocytogenes</i> / <i>Salmonella</i> spp. ou à d'autres pathogènes environnementaux				Matières premières** NON associées à <i>Listeria monocytogenes</i> / <i>Salmonella</i> spp. ou à d'autres pathogènes environnementaux			
	Processus ouvert – sans intervention*	Processus ouvert - avec intervention*	Processus fermé - sans intervention*	Processus fermé - avec intervention*	Processus ouvert – sans intervention*	Processus ouvert - avec intervention*	Processus fermé - sans intervention*	Processus fermé - avec intervention*
Salle blanche	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3
Zone à haut risque	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3
Zone à faible risque	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3	Type 1/2/3
Zone d'hygiène de base	Type 2/3/4	Type 2/3/4	Type 2/3/4	Type 2/3/4	Type 2/3/4	Type 2/3/4	Type 2/3/4	Type 2/3/4
Zone sans produits	Type 4	Type 4	Type 4	Type 4	Type 4	Type 4	Type 4	Type 4

*intervention : présence d'un CCP visant à éliminer ou à réduire à un niveau acceptable les pathogènes microbiologiques (p.ex., pasteurisation, stérilisation, traitement HPP, fermentation, séchage et maturation) ou présence d'une étape de chauffage en tant qu'étape du processus technologique pour obtenir un produit fini approprié (p.ex., cuisson des gommages, cuisson dans le secteur des biscuits, de la boulangerie ou des céréales pour petit-déjeuner, torréfaction du café, cuisson dans le secteur de la brasserie).

** les guides d'autocontrôle propres à chaque secteur précisent les matières premières pouvant être associées ou non à des agents pathogènes.

La **répartition des sites d'échantillonnage** peut être appliquée comme suit :

Remarque : répartition indicative, peut être ajustée en fonction de l'évaluation des risques et de l'expérience de l'entreprise :

- Type 1 : 25%
- Type 2 : 40%
- Type 3 : 30%
- Type 4 : 5%

En outre, il est utile de ne pas procéder systématiquement à l'échantillonnage aux mêmes endroits, mais d'inclure **une rotation de 70 % de sites d'échantillonnage fixes et 30 % de sites d'échantillonnage rotatifs** dans les échantillonnages environnementaux successifs, et ce afin d'échantillonner également d'autres sites d'échantillonnage potentiels (Profel, 2020).

Exemples – attention : il s'agit d'exemples qui sont donc indicatifs → ils doivent être élaborés au niveau de l'entreprise selon les dispositions reprises dans l'exigence 3.5.-a !

- **Exemple 1** : Une entreprise ayant un **processus ouvert sans intervention** (p.ex., transformation de légumes de la IV^e gamme (prêts à être consommés), transformation de poissons, etc.) et un **profil de risque élevé (rouge)** où les matières premières sont **EFFECTIVEMENT** associées à des pathogènes, peut opter pour un échantillonnage environnemental **mensuel** lors duquel **100 échantillons** sont prélevés, répartis entre la zone blanche, la zone à faible risque et la zone d'hygiène de base (aucune zone à haut risque n'est présente), davantage d'échantillons étant prélevés dans la salle blanche (rose) (p.ex., 50 %), suivie de la zone à faible risque (rose clair) (p.ex., 35 %) et de la zone d'hygiène de base (blanc) (p.ex., 15%).

Ces échantillons sont ensuite répartis en fonction des surfaces de contact de type 1, 2, 3 et 4, jusqu'à 100 échantillons au total par mois :

- Salle blanche (50 échantillons) : type 1 25% : 13 échantillons ; type 2 40% : 20 échantillons ; type 3 30% : 15 échantillons.
- Zone à faible risque (35 échantillons) : type 1 25 % : 9 échantillons ; type 2 40% : 14 échantillons ; type 3 30% : 11 échantillons.
- Zone d'hygiène de base (15 échantillons) : type 2 40% : 6 échantillons ; type 3 30% : 4 échantillons et type 4 5% : 1 échantillon.

- ⇒ Il reste donc 7 échantillons qui peuvent être pris au hasard.
- ⇒ 1200 échantillons sont ensuite prélevés sur base annuelle.

- **Exemple 2 : Approche alternative pour l'exemple 1** : Une entreprise ayant un **processus ouvert sans intervention** (p.ex., transformation de légumes de la IV^e gamme et un **profil de risque élevé (rouge)** où les matières premières sont associées à des agents pathogènes, peut choisir d'effectuer un échantillonnage environnemental à une fréquence différente (hebdomadaire, mensuelle, semestrielle) en fonction du type de surface de contact. Dans ce cadre, les types 1 et 2 sont échantillonnés plus fréquemment que les types 3 et 4 (Profel, 2020).

Les échantillons sont ensuite prélevés suivant :

- Type 1 : hebdomadaire n = 10 par ligne/zone de production → 520 échantillons par an
 - Type 2 : mensuel n = 20 par ligne/zone de production → 240 échantillons par an
 - Type 3 : semestriel n = 20 par ligne/zone de production → 40 échantillons par an
 - Type 4 : semestriel n = 20 par ligne/zone de production → 40 échantillons par an
- Total = 840 échantillons par an par ligne/zone de production
- **Exemple 3** : Une entreprise ayant un **processus fermé avec intervention, où les matières premières sont EFFECTIVEMENT associées à des pathogènes** (p.ex., soupes/sauces/bouillons non réfrigérés, production de chocolat à partir de fèves de cacao, lait en poudre et de poudres à base de lait en poudre) et un **profil de risque moyen (orange)**, où les matières premières sont associées à des agents pathogènes, peut choisir d'effectuer un échantillonnage environnemental **tous les 3 mois**, en prélevant **50 échantillons**. Ceux-ci sont répartis dans la zone à haut risque, la salle blanche, la zone à faible risque et la zone d'hygiène de base. Dans ce cadre, davantage d'échantillons sont prélevés dans la zone à haut risque (rose) (p.ex., 50 %), suivie par la salle blanche (rose clair) (p.ex., 35 %), la zone à faible risque (p.ex., 10 %) et la zone d'hygiène de base (5 % restants).

Ces échantillons sont ensuite répartis en fonction des surfaces de contact de type 1, 2, 3 et 4, jusqu'à 50 échantillons/3 mois :

- Zone à haut risque (24 échantillons) : type 1 25 % : 7 échantillons ; type 2 40% : 10 échantillons ; type 3 30% : 7 échantillons.
 - Salle blanche (18 échantillons) : type 1 25% : 5 échantillons ; type 2 40% : 7 échantillons ; type 3 30% : 5 échantillons.
 - Zone à faible risque (5 échantillons) : type 1 25 % : 2 échantillons ; type 2 40% : 2 échantillons ; type 3 30% : 2 échantillons.
 - Zone d'hygiène de base (3 échantillons) : 1 échantillon pour l'emplacement de type 2, type 3 et type 4.
 - ⇒ Un total de 50 échantillons est ensuite prélevé tous les 3 mois, soit
 - ⇒ 200 échantillons sur base annuelle.
- **Exemple 4A** : Une entreprise dont le **processus est ouvert ou fermé, sans intervention**, et dont les matières premières ne sont **PAS** associées à des agents pathogènes (p. ex. poudres/mixes qui ne sont pas à base de lait en poudre, coquilles/barres de chocolat qui ne

sont pas fabriquées à partir de fèves de cacao, pralines non fourrées) ET une entreprise dont le **processus est ouvert ou fermé, avec intervention**, et dont les matières premières **SONT** associées à des agents pathogènes (p. ex. torréfacteur de café, brasserie) présentant un **profil de risque faible (jaune)** peuvent opter pour un échantillonnage environnemental **tous les 6 mois**, en prélevant **15 échantillons**, répartis sur la zone à faible risque et la zone d'hygiène de base (absence de salle blanche et de zone à haut risque). Dans ce cadre, davantage d'échantillons sont prélevés dans la zone à faible risque (blanc) (p.ex., 80 %) et la zone d'hygiène de base (blanc) (p.ex., 20%).

Ces échantillons sont ensuite répartis en fonction des surfaces de contact de type 1, 2, 3 et 4, jusqu'à 15 échantillons au total/6 mois :

- Zone à faible risque (12 échantillons) : type 1 25 % : 3 échantillons ; type 2 40% : 5 échantillons ; type 3 30% : 4 échantillons.
 - Zone d'hygiène de base (3 échantillons) : 1 échantillon pour l'emplacement de type 2, type 3 et type 4.
 - ⇒ 30 échantillons sont ensuite prélevés sur base annuelle.
- **Exemple 4B** : Si cette entreprise est une TPE, les échantillons sont réduits à 25 % : donc 4 échantillons sur 6 mois → 8 échantillons par an.
 - **Exemple 4C** : Une entreprise ayant un **processus fermé sans intervention** où les matières premières sont **EFFECTIVEMENT** associées à des pathogènes (p.ex., meuneries) avec un **profil de risque faible (jaune)** peut choisir d'effectuer un échantillonnage environnemental **tous les 6 mois**, en prélevant **10 échantillons**, répartis entre la zone à faible risque et la zone d'hygiène de base (absence de salle blanche et de zone à haut risque). Dans ce cadre, davantage d'échantillons sont prélevés dans la zone à faible risque (rose clair) p.ex., 80 %) et la zone d'hygiène de base (blanc) (p.ex., 20%).

Ces échantillons sont ensuite répartis en fonction des surfaces de contact de type 1, 2, 3 et 4, jusqu'à 10 échantillons au total/6 mois :

- Zone à faible risque (8 échantillons) : type 1 25 % : 2 échantillons ; type 2 40% : 6 échantillons.
 - Zone d'hygiène de base (2 échantillons) : 2 échantillons pour le type 2
 - ⇒ 20 échantillons sont ensuite prélevés sur base annuelle.
- **Exemple 5** : Une entreprise ayant un **processus ouvert avec intervention et présentant un profil de risque mixte** (p.ex., boulangerie, fabrication de pâte pour céréales de petit-déjeuner et biscuits par procédé humide/à risque moyen, fabrication de fourrage pour pralines → après cuisson ou fabrication de fourrage par procédé sec et à faible risque (jaune)) peut opter pour:
 - la réalisation d'un échantillonnage environnemental **tous les 3 mois** dans des zones où des étapes du processus humide ont été réalisées (et les espaces associés) (risque moyen), en prélevant **10 échantillons**, répartis entre la zone à faible risque et la zone d'hygiène de base (absence de salle blanche et de zone à haut risque). Dans ce cadre, davantage d'échantillons sont prélevés dans la zone à faible risque (blanc) (p.ex., 70%) et la zone d'hygiène de base (blanc) (30%)

Ces échantillons sont ensuite répartis en fonction des surfaces de contact de type 1, 2, 3, jusqu'à 10 échantillons au total/mois :

- Zone à faible risque (7 échantillons) : type 1 25 % : 2 échantillons ; type 2 40% : 3 échantillons ; type 3 30% : 2 échantillons.
- Zone d'hygiène de base (3 échantillons) : type 2 40% : 1 échantillon ; type 3 30 % : 1 échantillon et type 4 : 1 échantillon
 - ⇒ 40 échantillons sont ensuite prélevés sur base annuelle pour les activités à moyen risque.
- Pour les activités à faible risque (jaune), nous pouvons passer à l'exemple 4 : **le profil à faible risque (jaune)** peut choisir d'effectuer un échantillonnage environnemental **tous les 6 mois**, en prélevant **15 échantillons**, répartis entre la zone à faible risque et la zone d'hygiène de base (absence de salle blanche et de zone à haut risque). Dans ce cadre, davantage d'échantillons sont prélevés dans la zone à faible risque (blanc) (p.ex., 80 %) et la zone d'hygiène de base (blanc) (p.ex., 20%).

Ces échantillons sont ensuite répartis en fonction des surfaces de contact de type 1, 2, 3 et 4, jusqu'à 15 échantillons au total/6 mois :

- Zone à faible risque (12 échantillons) : type 1 25 % : 3 échantillons ; type 2 40% : 5 échantillons ; type 3 30% : 4 échantillons.
- Zone d'hygiène de base (3 échantillons) : 1 échantillon pour l'emplacement de type 2, type 3 et type 4.
 - 30 échantillons sont ensuite prélevés sur base annuelle pour les activités à faible risque.
 - ⇒ Au total, 40+30 échantillons sont donc prélevés sur base annuelle (70)
- **Exemple 6A** : Une entreprise ayant un **processus ouvert avec intervention** (p.ex., cuisson, séchage/salage, fermentation) et un **profil de risque élevé (rouge)** où les matières premières sont **BIEN** associées à des pathogènes (p.ex., produits carnés prêts à être consommés avec possibilité de post-contamination et qui permettent la prolifération pendant la durée de conservation), peut choisir d'effectuer un échantillonnage environnemental **mensuel**, en prélevant **100 échantillons**, répartis entre la zone à haut risque, la salle blanche, la zone à faible risque et la zone d'hygiène de base, en prélevant davantage d'échantillons dans la zone à haut risque (p.ex., 40 %), la salle blanche (rose) (p.ex., 30%), suivie de la zone à faible risque (rose clair) (p.ex., 20%) et la zone d'hygiène de base (blanc) (p.ex., 10%).

Ces échantillons sont ensuite répartis en fonction des surfaces de contact de type 1, 2, 3 et 4, jusqu'à 100 échantillons au total par mois :

- Zone à haut risque (40 échantillons) : type 1 25 % : 11 échantillons ; type 2 40% : 17 échantillons ; type 3 30% : 12 échantillons.
- Salle blanche (30 échantillons) : type 1 25% : 9 échantillons ; type 2 40% : 12 échantillons ; type 3 30% : 9 échantillons.
- Zone à faible risque (20 échantillons) : type 1 25 % : 5 échantillons ; type 2 40% : 8 échantillons ; type 3 30% : 6 échantillons.

- Zone d'hygiène de base (15 échantillons) : type 2 40% : 7 échantillons ; type 3 30% : 6 échantillons et type 4 5% : 2 échantillons.
 ⇒ 1200 échantillons sont ensuite prélevés sur base annuelle.

- **Exemple 6B** : Une entreprise ayant un **processus ouvert avec intervention** (p.ex., cuisson, séchage/salage, fermentation) et un **profil de risque moyen (orange) ou faible (jaune)** où les matières premières sont **EFFECTIVEMENT** associées à des agents pathogènes (p.ex., des produits carnés prêts à être consommés sans post-contamination (profil de risque faible selon la figure 3) ou qui ne permettent PAS la prolifération pendant la durée de conservation (profil de risque moyen selon la figure 3)), peut opter pour un échantillonnage environnemental **tous les 3 mois**, en prélevant **100 échantillons**, répartis entre la salle blanche, la zone à faible risque et la zone d'hygiène de base (absence de zone à haut risque) davantage d'échantillons étant prélevés dans la salle blanche (rose) (p.ex., 50 %), suivie de la zone à faible risque (rose clair) (p.ex., 35%) et la zone d'hygiène de base (blanc) (p.ex., 15%).

Ces échantillons sont ensuite répartis en fonction des surfaces de contact de type 1, 2, 3 et 4, jusqu'à 100 échantillons au total par mois :

- Salle blanche (50 échantillons) : type 1 25% : 13 échantillons ; type 2 40% : 20 échantillons ; type 3 30% : 15 échantillons.
- Zone à faible risque (35 échantillons) : type 1 25 % : 9 échantillons ; type 2 40% : 14 échantillons ; type 3 30% : 11 échantillons.
- Zone d'hygiène de base (15 échantillons) : type 2 40% : 6 échantillons ; type 3 30% : 4 échantillons et type 4 5% : 1 échantillon.
 - 400 échantillons sont ensuite prélevés sur base annuelle.

3.6. Moment de l'échantillonnage

3.6-a

L'entreprise a pris une décision mûrement réfléchie et démontrable quant au moment de l'échantillonnage pour la surveillance environnementale, afin de détecter un maximum de contaminations environnementales potentielles.



- L'objectif de la surveillance environnementale n'est pas de contrôler chaque jour une procédure de N&D efficace, mais de détecter l'accumulation potentielle de pathogènes environnementaux après la mise en œuvre de toutes les mesures préventives.
- La détection des agents pathogènes peut être difficile immédiatement après ou peu après le nettoyage et la désinfection. En raison des dommages causés aux bactéries par les agents chimiques utilisés lors du nettoyage et de la désinfection, les bactéries peuvent être encore vivantes à ce moment-là mais ne sont pas cultivables avec les méthodes analytiques utilisées et leur présence ne peut donc pas être détectée. Il convient d'en tenir compte lors du choix du moment de l'échantillonnage.

- Il importe que, lorsque l'échantillonnage a lieu pendant la production, la ligne/l'équipement puisse être arrêté(e) pendant un certain temps (p.ex., pendant une pause) afin d'échantillonner les endroits difficiles d'accès et de permettre le démontage.
- En ce qui concerne le **moment de l'échantillonnage**, il est donc recommandé d'opérer un **choix combiné des** moments suivants :
 - **Juste avant le début de la production** (après la procédure de N&D suivie de l'arrêt, avant que les produits n'arrivent sur la ligne ; cependant, le personnel, l'air et les produits peuvent déjà circuler dans l'entreprise). En cas d'échantillonnage avant le lancement de la production, il est recommandé d'activer les appareils avant l'échantillonnage, afin de détecter une éventuelle contamination dans les appareils.

ET

 - **Après minimum 2-3 h de production** (à ce moment, les accumulations dans les machines ou les installations peuvent se détacher, si un biofilm peut se former à l'intérieur de l'équipement, la contamination peut être amenée de l'intérieur vers l'extérieur pendant le travail, p.ex., par des éléments rotatifs) (l'échantillonnage pendant la production n'est pas toujours possible, p.ex., le démontage des machines ou tous les sites d'échantillonnage ne peuvent pas être échantillonnés).

OU

 - **En fin de production**, avant le début des activités de N&D : à ce moment, l'accumulation et l'introduction potentielles d'agents pathogènes via les matières premières, les ingrédients et la contamination croisée sont maximisées dans certaines situations. Le moment de l'échantillonnage fournit également les informations nécessaires pour procéder à un nettoyage en profondeur au lieu d'une procédure N&D classique.
 - Des échantillons environnementaux positifs de surfaces de type 1 et de type 2 prélevés juste avant le début de la production indiquent de graves déficiences dans la mise en œuvre du nettoyage et de la désinfection ou une recontamination pendant les préparatifs du démarrage.
 - Plus d'informations et références :
 - Norme ISO 18593:2018 sur l'échantillonnage environnemental
 - EURL *Listeria monocytogenes* (2012). Guideline on sampling the food processing area and equipment for detection of *Listeria monocytogenes*

3.7. Échantillonnage des surfaces

3.7-a

L'échantillonnage des surfaces est effectué selon des protocoles standard et des instructions sont présentes sur la procédure et les matériaux utilisés.



- L'échantillonnage doit être effectué par du personnel ayant suivi la formation requise.
- Il convient de décider du mode d'échantillonnage (p.ex., avec un écouvillon ou une éponge) et de la surface à échantillonner ($x \text{ cm}^2$).
- Un résultat qualitatif est obtenu : présence ou absence en $x \text{ cm}^2$.
- L'échantillonnage peut être effectué par l'entreprise proprement dite ou confié à un laboratoire, avec des accords clairs sur les méthodes et les sites d'échantillonnage.
- Il n'est pas nécessaire que le laboratoire concerné soit accrédité pour les échantillonnages, il importe de conclure des accords clairs avec l'opérateur donneur d'ordre concernant cette exigence.
- Les différentes techniques et zones d'échantillonnage sont généralement décrites dans la norme EN ISO 18593 : 2018 et spécifiées dans les lignes directrices EURL pour l'échantillonnage de la zone de transformation des aliments et de l'équipement pour la détection de *Listeria monocytogenes* (EURL pour *Listeria monocytogenes*, 2012) :
 - ISO 18593:2018 est une norme qui décrit les méthodes horizontales de prélèvement d'échantillons sur des surfaces à l'aide de bâtonnets d'écouvillon, d'éponges ou de plaques de contact.
 - Cette norme horizontale ISO 18593:2018 est complétée par des lignes directrices européennes spécifiques sur l'échantillonnage environnemental pour *Listeria monocytogenes* : « Guidelines on sampling the food processing area and equipment for the detection of *Listeria monocytogenes* » de l'EURL (2012).
- Les prélèvements pour les échantillonnages environnementaux des agents pathogènes doivent être effectués par des **méthodes de friction** avec des écouvillons, des gazes ou des éponges. Les méthodes de contact (plaques de contact ou pétrifilms™) utilisées pour le contrôle de l'hygiène avec, p.ex., le dénombrement total et d'autres germes indicateurs ne sont PAS utiles pour l'échantillonnage environnemental des agents pathogènes. Les écouvillons ne doivent être utilisés que pour les surfaces difficiles d'accès et les surfaces inférieures ou égales à 100 cm^2 . Les éponges et la gaze doivent être utilisées pour des surfaces supérieures à 100 cm^2 (Carpentier & Barre, 2012; Faille et al., 2020).
- Selon Faille et al. (2020) le meilleur moyen de prélever des échantillons dans les biofilms est d'utiliser des **éponges et des gazes avec la méthode de friction**. L'utilisation d'écouvillons en coton entraînerait une sous-estimation de la contamination de la surface, car la friction donne une force trop faible, de sorte que les bactéries ne peuvent pas être suffisamment prélevées sur le biofilm. De plus, des surfaces beaucoup plus grandes peuvent être échantillonnées avec des éponges et de la gaze.
- La surface totale échantillonnée doit être aussi grande que possible pour augmenter la probabilité de détecter *Listeria monocytogenes* ou d'autres agents pathogènes. Il est recommandé, dans la mesure du possible, d'échantillonner de 1000 à 3000 cm^2 (ou $0,1$ à $0,3 \text{ m}^2$). La taille des surfaces doit toujours être prise en compte dans le suivi des tendances.

- Il existe également une différence en ce qui concerne l'état de la surface. Les surfaces humides permettent en effet une meilleure détection par rapport aux surfaces sèches (Lahou & Uyttendaele, 2014).
- Pour l'écouvillonnage des surfaces humides, il est recommandé d'utiliser des écouvillons, des éponges et des gazes secs. Pour les surfaces sèches, il s'agit d'écouvillons, d'éponges et de gazes humides (Carpentier & Barre, 2012; Faille et al., 2020).
- En raison de l'environnement généralement humide des canalisations, il est préférable d'utiliser de grandes éponges sèches ayant une bonne capacité d'absorption après avoir éliminé la majeure partie de l'humidité.
- Après le prélèvement, les écouvillons et les éponges sont conservés entre 1 et 8°C et sont analysés dès que possible. En cas de transport vers un laboratoire, il convient également de prévoir une réfrigération entre 1 et 8°C. Les écouvillons sont de préférence analysés dans les 24 heures suivant l'échantillonnage. Si ce n'est pas possible, les échantillons sont stockés (3±2°C) et analysés dans les 48 h suivant le prélèvement.
- Pour l'**échantillonnage des zones difficiles d'accès, petites / étroites et des fissures**, on utilise des écouvillons ; généralement ≤ 100 cm² sont échantillonnés (p.ex., des fissures étroites échantillonnées sur plusieurs mètres).
- Pour l'**échantillonnage de grandes surfaces**, on utilise des éponges ou des gazes stériles ; généralement > 100 cm² - la surface totale échantillonnée doit être aussi grande que possible pour augmenter les chances de détecter des agents pathogènes. Zone d'échantillonnage recommandée entre 1000 et 3000 cm².
- Pour **échantillonner l'intérieur des installations**, il est nécessaire de les démonter pour y accéder. La (dernière) eau de rinçage peut être utilisée pour le suivi d'une procédure N&D, mais ne fournira pas d'informations sur la présence éventuelle de biofilms.

3.8. Analyse des échantillons environnementaux prélevés

3.8-a

L'analyse de la présence d'agents pathogènes dans les échantillons des surfaces est effectuée selon des protocoles standard et des instructions sont présentes sur la procédure et les matériaux à utiliser.



- L'analyse des échantillons environnementaux peut être effectuée dans le laboratoire de l'entreprise ou confiée à un sous-traitant.
- Une fois de plus, nous n'allons pas jusqu'à dire que les laboratoires concernés doivent être accrédités, mais des accords clairs doivent être conclus avec l'opérateur concernant cette exigence.
- En fonction de l'agent pathogène cible, un protocole analytique différent sera suivi pour déterminer la présence ou l'absence :
 - L'analyse des échantillons environnementaux pour la détection de *L. monocytogenes* est décrite dans la méthode standard EN ISO 11290 partie 1 ou dans des méthodes analytiques équivalentes (de préférence validées par la norme ISO 16140) pour la détection de *L. monocytogenes*

- L'analyse des échantillons environnementaux pour la recherche de *Salmonella* spp. est décrite dans la méthode standard EN ISO 6579 partie 1 ou dans des méthodes analytiques équivalentes (de préférence validées par la norme ISO 16140) pour la détection de *Salmonella* spp.
- Lorsque l'on utilise des méthodes non validées (ISO 16140), il est nécessaire de vérifier la fiabilité et l'utilité de la méthode.
- Lors de l'utilisation de tests rapides de dépistage, il convient non seulement de vérifier la fiabilité et l'utilité du test mais aussi de confirmer les échantillons suspects (p.ex., résultats faussement positifs).

Recommandation : Confier les analyses à un laboratoire accrédité pour l'analyse des échantillons environnementaux (ISO17025).

3.9. *Observation des tendances/analyse des tendances*

3.9-a	Les résultats (présence ou absence d'agents pathogènes sur x cm ²) sont correctement identifiés par site d'échantillonnage et par cycle d'échantillonnage et analysés par l'entreprise via l'observation des tendances ou l'analyse des tendances.
-------	--



- Il est possible de développer une base de données et des connaissances historiques en s'appuyant sur les résultats de l'analyse.
- Dans le cadre du parcours d'apprentissage de l'entreprise, cette observation des tendances peut l'aider à comprendre à quel moment son environnement de production est plus susceptible d'être contaminé par des agents pathogènes.
- Dans le cadre de l'observation des tendances, les informations suivantes peuvent être collectées afin d'avoir une idée des voies de contamination potentielles :
 - la sensibilité du site d'échantillonnage (type 1/2/3/4 et zonage),
 - le produit et le processus concernés,
 - la période de l'année (variabilité saisonnière),
 - le moment de l'échantillonnage,
 - d'autres aspects susceptibles d'influencer la contamination, p.ex., l'entretien technique, le changement de personnel, le changement d'équipement, l'utilisation saisonnière de l'équipement, etc.
 -
- L'observation des tendances peut se faire p.ex. par le biais d'un histogramme par site d'échantillonnage et par ligne/zone de production.

3.10. Actions correctives en cas d'échantillon environnemental positif

3.10-a

L'entreprise a élaboré un plan d'action si un échantillon environnemental est jugé non conforme en raison de la présence d'un agent pathogène. Ces plans d'action sont réalisés de manière systématique et sont documentés de manière démontrable.



- Dans le cas où un échantillon de surveillance est non conforme pour l'agent pathogène concerné, il convient de réaliser un dépistage plus ciblé des sites d'échantillonnage positifs et de leur environnement plus large et de prendre des mesures correctives complémentaires.
- Les mesures suivantes doivent être prises pour analyser la cause de la contamination et prévenir les problèmes futurs :

- a) Il est indispensable de **rechercher la source potentielle de contamination** par un **nettoyage et une désinfection intensifs** (également appelés nettoyage en profondeur) de la zone d'échantillonnage positive, en s'engageant à **démonter au maximum les équipements ou les installations**, puis à augmenter la fréquence des prélèvements jusqu'à ce que les échantillons soient à nouveau négatifs. Contrôler l'usure, remplacer les bandes transporteuses, les filtres ou les toiles (p.ex., les manchons des systèmes d'aération), les tuyaux d'évacuation d'eau, etc. pour éliminer la source éventuelle de contamination.
- b) Un lien doit être établi avec les **lots de produits fabriqués au cours de la même période que la contamination environnementale positive** afin d'évaluer la contamination éventuelle des denrées alimentaires transformées. Le risque de contamination croisée de l'environnement de production vers la production augmentera pour les échantillons de surfaces de contact de type 1 > type 2 et de type 3 et 4.

b1) Une **évaluation des risques bien documentée et une observation/analyse des tendances** doivent être effectuées pour les lots traités pendant la période de contamination, compte tenu d'autres données historiques éventuelles de contamination sur les lots de produits ou de surveillance environnementale qui ont été observées avant la dernière incidence de l'agent pathogène dans l'entreprise. Cette évaluation des risques peut inclure, par exemple, l'identification des voies de contamination potentielles de l'environnement de production vers l'aliment, le type de matières premières ou d'ingrédients utilisés et les informations de leurs fournisseurs, d'éventuelles activités inhabituelles dans l'entreprise (p.ex., changement de personnel, construction en cours, modification des procédures de nettoyage et de désinfection, utilisation d'équipements saisonniers, paramètres de processus différents, etc.) et doit être étayée par des données d'essais historiques des produits et

de

l'environnement.

(b2) En l'absence de résultats de tests sur le produit fini (**données historiques**) et **lorsqu'une évaluation des risques indique un risque accru de contamination des lots produits** (p.ex., des échantillons positifs de type 1 dans une zone à haut risque) pendant la période de contamination environnementale détectée, il est recommandé de prélever des échantillons des lots concernés pour confirmer la conformité des lots produits de produits finis.

b3) REMARQUE : comme pour tout échantillonnage de lots, l'entreprise doit être consciente qu'un résultat conforme peut donner un faux sentiment de sécurité et ne garantit donc pas la conformité du lot, notamment en cas de faible prévalence et de distribution hétérogène d'un agent pathogène dans le lot. L'opérateur reste responsable de la sécurité alimentaire du produit. Si l'opérateur considère ou a des raisons de croire qu'un produit importé, produit, élevé, cultivé, transformé, fabriqué, distribué ou commercialisé par ses soins peut être dangereux pour la santé humaine, la notification obligatoire est d'application.

- c) Le **programme de surveillance** doit être adapté (c.-à-d., autres sites d'échantillonnage, modification de la fréquence, davantage d'échantillons, etc.) pour un meilleur suivi futur.
- d) En cas de **résultats positifs récurrents** après des actions de nettoyage et de désinfection approfondies sur **le même site d'échantillonnage ou de résultats non conformes répétés sur des sites différents**, des investigations supplémentaires doivent être menées pour déterminer s'il y a ou non présence de la souche domestique. Dans ce cadre, le **génotypage peut être utilisé comme outil de caractérisation des souches**. Ce génotypage peut permettre de savoir si l'agent pathogène récurrent est lié ou non à une souche domestique persistante. **Lorsqu'un agent pathogène est détecté**, il est donc fortement recommandé de conserver les **isolats** pendant une plus longue période en vue d'une enquête (interne) plus approfondie par l'entreprise. La caractérisation des agents pathogènes permet d'identifier les sources, les voies et la persistance au sein de l'entreprise et fournit ainsi des informations essentielles pour l'élimination et le contrôle ultérieurs. En cas de contaminations récurrentes, la caractérisation permet de distinguer les souches persistantes des souches non persistantes ou des souches transitoires. L'approche de l'élimination peut donc être différente. Les contaminations persistantes nécessitent des échantillonnages intensifs supplémentaires pour identifier les sources et les « refuges » de ces souches persistantes, suivis d'une élimination et d'un contrôle supplémentaire (Malley et al., 2015). Souvent, ils révèlent un problème spécifique à l'entreprise. La caractérisation peut également fournir des informations sur les voies, le rôle des matières premières et les contaminations croisées vers les produits finis.

- e) Veillez à **une communication claire à l'égard des personnes concernées et responsables des activités de nettoyage et de désinfection**, de l'entretien et des activités de production de la contamination constatée ; il est essentiel que cette communication soit ouverte et claire (voir également exigences relatives à l'implication de la direction, partie 2.1.).

Informations pratiques pour le suivi des isolats et caractérisation plus poussée :

Si, malgré les mesures de prévention, des échantillons environnementaux positifs avec des agents pathogènes tels que *Listeria monocytogenes* et *Salmonella* sont plus fréquents, la caractérisation génétique de ces souches peut être un outil pour vérifier la mesure dans laquelle il s'agit d'une souche persistante et donc d'une contamination persistante. Diverses techniques de caractérisation peuvent être utilisées à cette fin. Chacune de ces techniques peut partir d'un isolat purifié de la bactérie sur une gélose appropriée.

Diverses techniques peuvent être utilisées pour vérifier la présence de souches persistantes et identifier leurs sources et voies d'entrée dans l'industrie alimentaire :

- **Le séquençage du génome entier (SGE)** est la technique la plus discriminante. Dans ce cadre, le génome entier d'un isolat est séquencé. Ces séquences peuvent être comparées via des bases de données médicales ou non médicales, de manière globale ou rétrospective.
- **Le typage séquentiel multilocus (MLST)** peut être utilisé pour caractériser des isolats d'espèces microbiennes en déterminant la séquence d'ADN de fragments internes de plusieurs gènes domestiques dans les bactéries.
- **L'électrophorèse sur gel en champ pulsé (PFGE)** était l'étalon-or pour le typage de certaines espèces bactériennes avant le SGE. Avec cette technique, l'ADN entier est découpé en grands fragments et séparé sous un champ électrique pulsé, ce qui permet d'obtenir un profil de bande ou une empreinte digitale. La technique a une bonne reproductibilité, ce qui signifie que les résultats peuvent être comparés entre différents laboratoires et que des bases de données internationales peuvent être constituées.
- Enfin, il existe de nombreuses **techniques PCR simples, telles que la rep-PCR et la RAPD**, qui produisent également des profils de bandes ou des empreintes digitales des isolats bactériens. Les deux techniques, mais surtout la RAPD, ont une reproductibilité limitée, ce qui rend impossible l'échange de résultats entre laboratoires. Cette technique est moins approfondie, mais atteint un niveau (complexe clonal) qui est généralement suffisant pour savoir si une entreprise a affaire à des souches persistantes ou à des souches transitoires et pour indiquer les sources et les voies possibles.

Quelques exemples d'études qui ont utilisé le typage moléculaire pour identifier la persistance et les sources et voies d'entrée dans les entreprises alimentaires (pour illustrer ce qui est déjà techniquement possible) :

- En utilisant l'électrophorèse sur gel en champ pulsé (PFGE), Demaître et al. (2021) ont découvert une contamination persistante des carcasses par une même souche de *L. monocytogenes* dans un abattoir de bovins, provenant de l'environnement. Ces résultats obtenus ont été confirmés grâce au SGE.

- Guidi et al (2021) ont examiné des isolats de *L. monocytogenes* provenant d'une usine italienne de transformation de viande et d'une laiterie. Le SGE (analyse cgMLST et SNP) a permis d'identifier des souches persistantes dans les deux entreprises.
- Des isolats de *L. monocytogenes* de 2009 à 2017 provenant de quatre usines norvégiennes de transformation de viande ont été caractérisés à l'aide du SGE. Une persistance de longue date a été démontrée dans ces entreprises, des sources de contamination ont été identifiées (par exemple, les ingrédients, l'achat de matériel d'occasion) et une indication de la date d'introduction des souches a été fournie, Fagerlund et al. (2020).
- Dans une étude espagnole de D'Arrigo et al. (2020), la persistance de *L. monocytogenes* a été étudiée dans dix installations de transformation de jambon sec en utilisant le sérotypage et la PFGE. Des souches persistantes potentielles (isolées au moins 4 fois sur une période de 2 ans) ont été isolées dans 9 des 10 établissements.
- Deux épidémies de listériose humaine au Royaume-Uni ont pu être retracées dans deux entreprises de transformation du crabe ; c'est d'abord la technique d'empreinte génétique AFLP qui a été utilisée et les résultats ont été confirmés et précisés ultérieurement au moyen du SGE. Cette dernière technique a également permis de montrer que dans l'une des exploitations, la souche initiale de *L. monocytogenes* avait encore évolué et avait donné lieu à 2 souches sur une période de 8 ans (Elson et al., 2019).
- Une entreprise grecque de transformation de viande de bœuf, de porc et de volaille a été suivie pendant trois ans. La PFGE a montré une contamination croisée et une persistance, principalement pour *L. monocytogenes* mais aussi pour *Salmonella* (Manios et al., 2012).
- Grâce au SGE, la *Salmonella Poona* découverte dans le lait en poudre pour bébé et à l'origine de cas humains a pu être retracée jusqu'à l'usine de production, plus précisément où ce sérotype était présent de manière persistante dans la tour de séchage (Jones et al., 2019).
- Prencipe et al. (2012) ont trouvé des pulsotypes PFGE récurrents de *L. monocytogenes* pendant la transformation du jambon de Parme et ont identifié l'environnement de transformation comme étant la principale source de contaminations par *L. monocytogenes* lors de la transformation du jambon de Parme.
- Dans le cadre d'une surveillance de 3 ans dans une usine de transformation de viande de porc ibérique, la persistance de *L. monocytogenes* a également été observée au moyen de la PFGE. Ces souches étaient même responsables à 73 % des isolats (Ortiz et al. 2010).
- Lundén et al. (2003) ont découvert des contaminations persistantes et non persistantes par *L. monocytogenes* dans des entreprises de transformation de la viande et de la volaille en utilisant la PFGE. Suite à un typage PFGE, les machines de transformation étaient souvent contaminées par des souches persistantes de *L. monocytogenes*, ce qui souligne le rôle des machines de transformation dans la contamination persistante.

Références

- Acheson, D., & Hohmann, E. L. (2001). Nontyphoidal Salmonellosis. *Clinical Infectious Diseases*, 32(2), 263–269. <https://doi.org/10.1086/318457>
- Allerberger, F., & Wagner, M. (2010). Listeriosis: a resurgent foodborne infection. *Clinical Microbiology and Infection*, 16(1), 16–23. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2009.03109.x>
- Awad, T. S., Asker, D., & Hatton, B. D. (2018). Food-Safe Modification of Stainless Steel Food-Processing Surfaces to Reduce Bacterial Biofilms. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 10(27), 22902–22912. <https://doi.org/10.1021/acsami.8b03788>
- Beddows. (2015). *The Significance of Salmonella to the Food Industry*. Elsevier, 1. <http://scitechconnect.elsevier.com/salmonella-food-industry/>
- Brauge, T., Faille, C., Leleu, G., Denis, C., Hanin, A., & Midelet, G. (2020). Treatment with disinfectants may induce an increase in viable but non culturable populations of *Listeria monocytogenes* in biofilms formed in smoked salmon processing environments. *Food Microbiology*, 92, 103548. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103548>
- BRC Version 8. (2018). <https://www.brcgs.com/our-standards/food-safety/>
- Bridier, A., Sanchez-Vizueté, P., Guilbaud, M., Piard, J.-C., Naïtali, M., & Briandet, R. (2015). Biofilm-associated persistence of food-borne pathogens. *Food Microbiology*, 45, 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.04.015>
- Buchanan, R. L., Gorris, L. G. M., Hayman, M. M., Jackson, T. C., & Whiting, R. C. (2017). A review of *Listeria monocytogenes* : An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*, 75, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.12.016>
- CAC (2007). Guidelines on the application of general principles of food hygiene to the control of *Listeria monocytogenes* in foods. CAC/GL 61 – 2007
- Carpentier, Barre. (2012). Guidelines on sampling the food processing area and equipment for the detection of *Listeria monocytogenes*. http://www.afsca.be/laboratoires/laboratoiresagrees/_documents/environnementalsamplingListeria-v03.pdf
- Carpentier, B., & Cerf, O. (2011). Review — Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. *International Journal of Food Microbiology*, 145(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.01.005>
- D'Arrigo, M. D., L. Mateo-vivaracho, E. Guillam, D. Bravo, A. Peirot, M. Fernanda, M. Medina, and A. García-lafuente. 2020. Characterization of persistent *Listeria monocytogenes* strains from ten dry-cured ham processing facilities. *Food Microbiol.* 92.
- Demaître, N., De Reu, K., Haegeman, A., Schaumont, D., De Zutter, L., Geeraerd, A., & Rasschaert, G. (2021). Study of the transfer of *Listeria monocytogenes* during the slaughter of cattle using molecular typing. *Meat science*, 175, 108450. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108450>

Devlieghere, F., & Vermeulen, A. (2019). *Levensmiddelenmicrobiologie* (Vol. Academiejaar 2019-2020). Gent: Universiteit Gent.

Dygico, L. K., Gahan, C. G. M., Grogan, H., & Burgess, C. M. (2020). The ability of *Listeria monocytogenes* to form biofilm on surfaces relevant to the mushroom production environment. *International Journal of Food Microbiology*, 317, 108385.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108385>

EFSA (2019). *Salmonella*. European Food Safety Authority.
<https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/salmonella>

EFSA (2020, april). The public health risk posed by *Listeria monocytogenes* in frozen fruit and vegetables including herbs, blanched during processing.
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6092>

EFSA Panel on Biological Hazards (2018a). *Listeria monocytogenes* contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health in the EU.
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5134>

EFSA (2018b). Urgent scientific and technical assistance to provide recommendations for sampling and testing in the processing plants of frozen vegetables aiming at detecting *Listeria monocytogenes*. EFSA-2018-0141. *EFSA Journal*.

Elson R., Awofisayo-Okuyelu A., Greener T., Swift C., Painset A., Amar C.F.L., Newton A., Aird H., Swindlehurst M., Elviss N., Foster K., Dallman T.J., Ruggles R., Grant K. (2019). Utility of Whole Genome Sequencing To Describe the Persistence and Evolution of *Listeria monocytogenes* Strains within Crabmeat Processing Environments Linked to Two Outbreaks of Listeriosis. *J Food Prot.* 82(1):30-38.
<https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-18-206>

EN ISO 11290 part 1 (2017). *Microbiology of the food chain – horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes and of Listeria spp. – part 1: detection method*. International organization for standardization, Geneva.

EN ISO 11290 part 2 (2017). *Microbiology of the food chain – horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes and of Listeria spp. – part 2 : enumeration method*. International organization for standardization, Geneva.

EN ISO 18593 (2018). *Microbiology of the food chain – Horizontal methods for surface sampling*. International organization for standardization, Geneva.

EURL *Listeria monocytogenes* (2012). *Guideline on sampling the food processing area and equipment for detection of LMO – version 3 – 20/08/2012*

European Centre for Disease Prevention and Control. (2021, 25 februari). *The European Union One Health 2019 Zoonoses Report*. [https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/european-union-one-health-2019-zoonoses-report#:~:text=Executive%20summary,flat\)%20during%202015%E2%80%932019](https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/european-union-one-health-2019-zoonoses-report#:~:text=Executive%20summary,flat)%20during%202015%E2%80%932019).

Fagerlund, A., Møretreth, T., Heir, E., Briandet, R., & Langsrud, S. (2017). Cleaning and Disinfection of Biofilms Composed of *Listeria monocytogenes* and Background Microbiota from Meat Processing Surfaces. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(17), 1.
<https://doi.org/10.1128/aem.01046-17>

- Fagerlund A., Langsrud S., Møretrø T. (2020). In-Depth Longitudinal Study of *Listeria monocytogenes* ST9 Isolates from the Meat Processing Industry: Resolving Diversity and Transmission Patterns Using Whole-Genome Sequencing. *Appl Environ Microbiol.* 86(14): e00579-20.
<https://doi.org/10.1128/aem.00579-20>
- Faille, C., Brauge, T., Leleu, G., Hanin, A., Denis, C., & Midelet, G. (2020). Comparison of the performance of the biofilm sampling methods (swab, sponge, contact agar) in the recovery of *Listeria monocytogenes* populations considering the seafood environment conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 325, 108626.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108626>
- Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P., & Stasiewicz, M. J. (2014). *Listeria monocytogenes* Persistence in Food-Associated Environments: Epidemiology, Strain Characteristics, and Implications for Public Health. *Journal of Food Protection*, 77(1), 150–170.
<https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-13-150>
- Guidi, F., Orsini, M., Chiaverini, A., Torresi, M., Centorame, P., Acciari, V. A., Salini, R., Palombo, B., Brandi, G., Amagliani, G., Schiavano, G. F., Massacci, F. R., Fisichella, S., Domenico, M. D., Ancora, M., Pasquale, A. D., Duranti, A., Cammà, C., Pomilio, F., & Blasi, G. (2021). Hypo- and Hyper-Virulent *Listeria monocytogenes* Clones Persisting in Two Different Food Processing Plants of Central Italy. *Microorganisms*, 9(2), 376.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9020376>
- Hoge Gezondheidsraad. (2016). Aanbevelingen inzake de problematiek van listeriose bij specifieke en kwetsbare doelgroepen.
https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/9311_advies_listeria_a5pdt_0.pdf
- Jones, G., Pardos de la Gandara M., Herrera-Leon L., Herrera-Leon S., Varela M.C., Hureauux-Roy R., Abdallah Y., Nisavanh A., Fabre L., Renaudat C., Mossong J., Mattheus W., Huard C., Le Borgne C., de Valk H., Weill F.X., Jourdan-Da Silva N. (2019). Outbreak of *Salmonella enterica* serotype Poona in infants linked to persistent *Salmonella* contamination in an infant formula manufacturing facility, France, August 2018 to February 2019. *Euro Surveill.* 2019;24(13):pii=1900161.
<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2019.24.13.1900161>
- Jones, L., Ricke, C., Roper, D., & Gibson, E. (2020). Swabbing the surface: critical factors in environmental monitoring and a path towards standardization and improvement. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(2), 225–243.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1521369>
- Kocot, A. M., & Olszewska, M. A. (2017). Biofilm formation and microscopic analysis of biofilms formed by *Listeria monocytogenes* in a food processing context. *LWT*, 84, 47–57.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.042>
- Kurpas, M., Wieczorek, K., & Osek, J. (2018). Ready-to-eat meat products as a source of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Veterinary Research*, 62(1), 49–55.
<https://doi.org/10.2478/jvetres-2018-0007>
- Lahou, E., & Uyttendaele, M. (2014). Evaluation of Three Swabbing Devices for Detection of *Listeria monocytogenes* on Different Types of Food Contact Surfaces. *International Journal*

of Environmental Research and Public Health, 11(1), 804–814.

<https://doi.org/10.3390/ijerph110100804>

Lakshmikantha, C. (2013). Environmental Monitoring Program: An Early Warning System for Microbiological Hazards. *Quality Assurance and Food Safety*.

<https://www.qualityassurancemag.com/article/aib1213-environmental-monitoring-program>

Larsen, M. H., Dalmaso, M., Ingmer, H., Langsrud, S., Malakauskas, M., Mader, A., Møretrø, T., Smole Možina, S., Rychli, K., Wagner, M., John Wallace, R., Zentek, J., & Jordan, K. (2014). Persistence of foodborne pathogens and their control in primary and secondary food production chains. *Food Control*, 44, 92–109.

<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.03.039>

Lelieveld, H., Mosterd, M., Holah, J. and White, B. (2003). *Hygiene in food processing*. CRC Press, ISBN 1 85573 466 4

Leong, D., Alvarez, A., & Jordan, K. (2014). Monitoring occurrence and persistence of *Listeria monocytogenes* in foods and food processing environments in the Republic of Ireland. *Frontiers in Microbiology*, 5, 1. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00436>

Lundén, J.M., Autio, T.J., Sjöberg, A.-M., Korkeala, H.J. (2003). Persistent and nonpersistent *Listeria monocytogenes* contamination in meat and poultry processing plants. *Journal of Food Protection*, 66 (11), 2062-2069.

Mackiw, E., Stasiak, M., Kowalska, J., Kucharek, K., Korsak, D., & Postupolski, J. (2020). Occurrence and Characteristics of *Listeria monocytogenes* in Ready-to-Eat Meat Products in Poland. *Journal of Food Protection*, 83(6), 1002–1009. <https://doi.org/10.4315/jfp-19-525>

Maes, S., Heyndrickx, M., Vackier, T., Steenackers, H., Verplaetse, A. & De Reu, K. (2019). Identification and spoilage potential of the remaining dominant microbiota on food contact surfaces after cleaning and disinfection in different food industries. *Journal of Food Protection*, Vol. 82, No. 2, Pages 262–275 <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-226>

Magdovitz, B. F., Gummalla, S., Thippareddi, H., & Harrison, A. (2020). Evaluating Environmental Monitoring Protocols for *Listeria* spp. and *Listeria monocytogenes* in Frozen Food Manufacturing Facilities. *Journal of Food Protection*, 83(1), 172–187.

<https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-19-190>

Magalhães, R., Ferreira, V., Brandão, T. R. S., Palencia, R. C., Almeida, G., & Teixeira, P. (2016). Persistent and non-persistent strains of *Listeria monocytogenes*: A focus on growth kinetics under different temperature, salt, and pH conditions and their sensitivity to sanitizers. *Food Microbiology*, 57, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.02.005>

Malley, T., Butts, J., & Wiedmann, M. (2015). Seek and Destroy Process: *Listeria monocytogenes* Process Controls in the Ready-to-Eat Meat and Poultry Industry. *Journal of Food Protection*, 78(2), 436–445. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-13-507>

Manios, S. G., Grivokostopoulos, N. C., Bikouli, V. C., Doultos, D. A., Zilelidou, E. A., Gialitaki, M. A., & Skandamis, P. N. (2015). A 3-year hygiene and safety monitoring of a meat processing plant which uses raw materials of global origin. *International Journal of Food Microbiology*, 209, 60–69.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.12.028>

- Martínez-Suárez, J. V., Ortiz, S., & López-Alonso, V. (2016). Potential Impact of the Resistance to Quaternary Ammonium Disinfectants on the Persistence of *Listeria monocytogenes* in Food Processing Environments. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00638>
- Muhterem-Uyar, M., Dalmasso, M., Bolocan, A. S., Hernandez, M., Kapetanakou, A. E., Kuchta, T. Š., ... Wagner, M. (2015). Environmental sampling for *Listeria monocytogenes* control in food processing facilities reveals three contamination scenarios. *Food Control*, 51, 94–107. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.10.042>
- Ortiz, S., Lopez, V., Villatoro, D., Lopez, P., Davila, C., Martinez-Suarez. 2010. A 3-Year surveillance of the genitic diversity and persistance of *Listeria monocytogenes* in an Iberian Pig Slaughterhouse and Processing Plant. *Foodborne pathogens and disease* 7:10.
- Overney, A., Jacques-André-Coquin, J., Ng, P., Carpentier, B., Guillier, L., & Firmesse, O. (2017). Impact of environmental factors on the culturability and viability of *Listeria monocytogenes* under conditions encountered in food processing plants. *International Journal of Food Microbiology*, 244, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.12.012>
- Phillips, C. A. (2016). Bacterial biofilms in food processing environments: a review of recent developments in chemical and biological control. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(8), 1731–1743. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13159>
- Prencipe, V., Rizzi, V., Acciari, V., Iannetti, L., Giovannini, A., Serraino, A., Calderone, D., Rossi, A., Morelli, D., Marino, L., Migliorati, G., Caporale, V. 2012. *Listeria monocytogenes* prevalence, contamination levels and strains characterization throughout the Parma ham processing chain. *Food Control* 25, 150-158.
- Profel (2020). Hygiene guidelines for the control of *Listeria monocytogenes* in the production of quick-frozen vegetables. Link : https://profel-europe.eu/library/files/PROFEL_Listeria_mono_guidelines_November2020.pdf
- Sciensano. (2018). Salmonellosis. <https://epidemiology.wiv-isp.be/ID/diseases/Pages/Salmonellosis.aspx>
- Simmons, C. K., & Wiedmann, M. (2018). Identification and classification of sampling sites for pathogen environmental monitoring programs for *Listeria monocytogenes*: Results from an expert elicitation. *Food Microbiology*, 75, 2–17. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.07.005>
- Simões, L. C., Simões, M., & Vieira, M. J. (2010). Influence of the Diversity of Bacterial Isolates from Drinking Water on Resistance of Biofilms to Disinfection. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(19), 6673–6679. <https://doi.org/10.1128/aem.00872-10>
- Spanu, C., & Jordan, K. (2020). *Listeria monocytogenes* environmental sampling program in ready-to-eat processing facilities: A practical approach. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 2843–2861. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12619>
- Stasiewicz, M. J., Oliver, H. F., Wiedmann, M., & den Bakker, H. C. (2015). Whole-Genome Sequencing Allows for Improved Identification of Persistent *Listeria monocytogenes* in Food-Associated Environments. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(17), 6024–6037. <https://doi.org/10.1128/aem.01049-15>

Turner, D.E., Daugherty, E.K., Altier, C. and Maurer K.J. (2010). Efficacy and Limitations of an ATP-Based Monitoring System. *J Am Assoc Lab Anim Sci.* 2010 Mar; 49(2): 190-195.

U.S. Food and Drug Administration & Center for Food Safety and Applied Nutrition. (2017). Control of *Listeria monocytogenes* in Ready-To-Eat Foods: Guidance for Industry. <https://www.fda.gov/media/102633/download>

Uyttendaele, M., De Loy-Hendrickx, A., Vermeulen, A., Jacxsens, L., Debevere, J. en Devlieghere, F. (2018). Microbiological guidelines : support for interpretation of microbiological test results of foods. *Die Keure*, ISBN978 2 87403 503 6.

Välilä, A., Tilsala-Timisjärvi, A., & Virtanen, E. (2015). Rapid detection and identification methods for *Listeria monocytogenes* in the food chain – A review. *Food Control*, 55, 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.037>

Van Walle I., Björkman J.T., Cormican M., Dallman T., Mossong J., Moura A., Pietzka A., Ruppitsch W., Takkinen J., European *Listeria* WGS typing group. Retrospective validation of whole genome sequencing-enhanced surveillance of listeriosis in Europe, 2010 to 2015. *Euro Surveill.* 2018;23(33) via <https://ecdc.europa.eu/en/listeriosis/microbiology>

Vongkamjan, K., Fuangpaiboon, J., Jirachotrapee, S., & Turner, M. (2015). Occurrence and diversity of *Listeria* spp. in seafood processing plant environments. *Food Control*, 50, 265–272. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.09.001>

WHO. (2018, 20 februari). Salmonella (non-typhoidal). [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

Wibisono, et al. (2020). A Review of Salmonellosis on Poultry Farms: Public Health Importance. *Sys Rev Pharm* 2020, 481–486. <https://www.sysrevpharm.org/fulltext/196-1602497689.pdf>

Wiedmann, Belias, Sullivan, Blyth. (2019). Environmental Monitoring for Pathogens. <https://www.idfa.org/wordpress/wp-content/uploads/2020/03/3m-environmental-monitoring-handbook-09-2019.pdf#page=52>